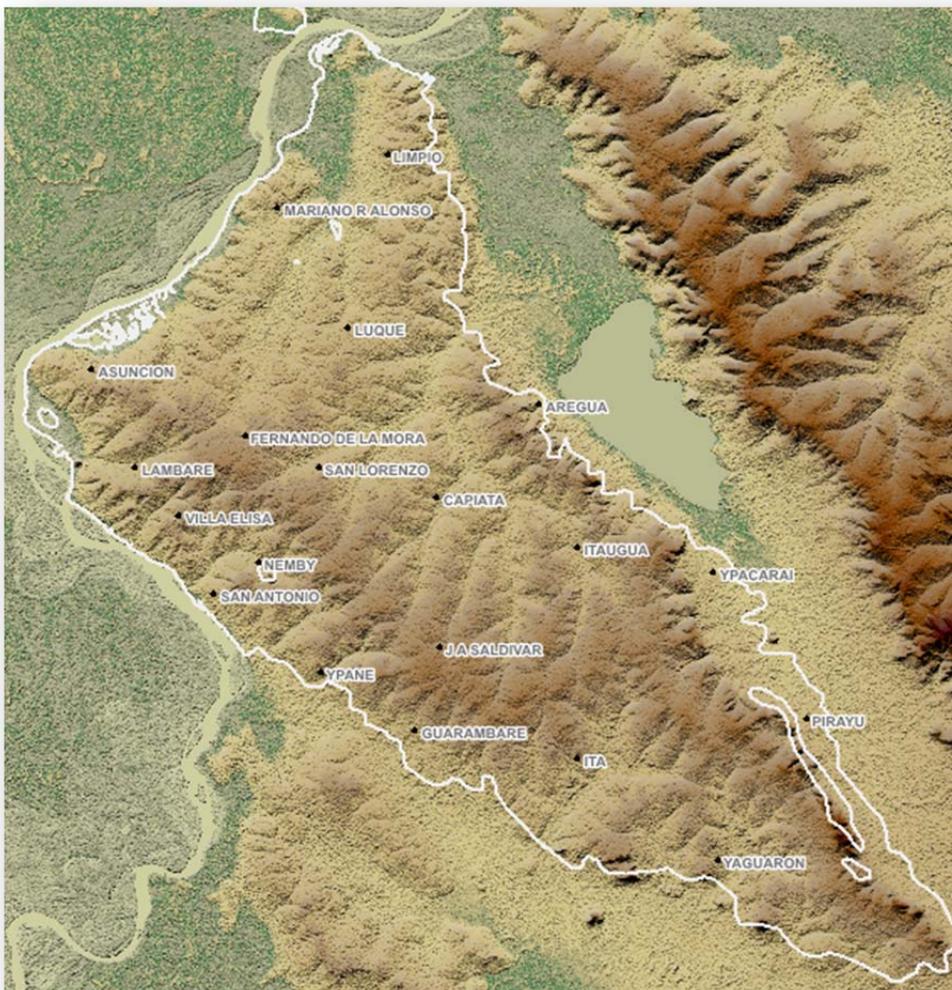


ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



DIAGNOSTICO DEL ACUÍFERO PATIÑO

SETIEMBRE 2017

Gestionado por



TEKOKHA
RESĀI
SAMBYHYHA
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



Financiación a través de la



Ejecución



INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	Objetivos	12
2	MARCO LEGAL.....	13
2.1	Principales Leyes que guardan relación con la protección de los Recursos Hídricos en Paraguay.....	13
2.1.1	La Constitución Nacional.....	14
2.1.2	Los tratados Internacionales ratificados por Ley	15
2.1.3	Ley N° 836/80 Código Sanitario.....	17
2.1.4	Ley N° 1.183/85 Código Civil	18
2.1.5	Ley N° 294/93 DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	18
2.1.6	Ley N° 1.160/98 Código Penal.....	19
2.1.7	Ley n° 1561/2000 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaria del Ambiente.....	19
2.1.8	La Ley que crea el Ente Regulador de los Servicios, Ley N° 1614/2000	20
2.1.9	Ley N° 1615/2000, que crea la ESSAP	27
2.1.10	Ley 2559/05 que modifica el inciso B) del artículo 1898 de la ley N.º 1183/85 Código Civil, que establece el dominio público de las aguas subterráneas.	28
2.1.11	La Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay, Ley N° 3239/2007	28
2.1.12	Resoluciones de la SEAM que reglamenta el uso de los Recursos Hídricos.....	30
2.1.13	La Ley Orgánica Municipal N° 3966/2010	30
2.1.14	Decreto N° 5369/10, que crea DAPSAN.....	31
2.1.15	Otras Legislaciones y normativas nacionales que hacen relación con el cuidado de los Recursos Hídricos y el Ambiente en el Paraguay.....	32
3	MARCO INSTITUCIONAL Y GOBERNANZA	33
3.1	Usos del Agua en el Paraguay	36
3.1.1	Agua Potable y Saneamiento:	36
3.1.2	Agua para la producción y otros usos	37
3.1.3	Agua para la Biodiversidad.....	37
3.1.4	Gobernabilidad e Institucionalidad del agua	38
3.2	La Gestión Transfronteriza	38
3.3	La Gestión Gubernamental	39
3.4	Las Organizaciones No gubernamentales en la Gestión del Agua	39
3.5	La gobernabilidad del Agua en el Paraguay	40
3.6	Marco Institucional y Normativo del sector.....	40

3.7	Dificultades para la Gobernanza	44
3.8	Algunas propuestas abordadas	45
4	PRINCIPALES ANTECEDENTES CONSULTADOS	46
4.1	Mapa Geológico de Naciones Unidas (1986)	46
4.2	Banco de Datos de pozos perforados por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (1999).....	47
4.3	Estudios FEHS (2001).....	48
4.4	Uso del Agua Subterránea en el Gran Asunción (2002).....	49
4.5	Políticas y Manejo ambiental de Aguas subterráneas (2006-2007).....	50
4.6	Investigación de la calidad del agua Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo (2012) .	51
4.7	Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012-2014).....	52
4.8	Estudio Hidrogeológico del acuífero Patiño (2016)	52
4.9	Grupo de Investigación del Acuífero Patiño (2017)	53
4.10	Conclusiones.....	54
5	CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ACUÍFERO.....	55
5.1	Localización geográfica	55
5.2	Clima.....	56
5.2.1	Datos climáticos	56
5.2.2	Precipitación.....	56
5.2.3	Temperatura.....	67
5.2.4	Otras variables climáticas.....	73
5.3	Hidrografía e hidrología	75
5.3.1	Cuencas hidrográficas	75
5.3.2	Red de drenaje principal	80
5.3.3	Análisis de las estaciones hidrométricas.....	82
5.3.4	Eventos extremos.....	84
5.4	Análisis de tendencia relacionada al Cambio climático	85
5.4.1	Resultados del Cuarto Informe IPCC	86
5.4.2	Resultados del Quinto Informe IPCC.....	89
5.5	Geología	95
5.5.1	Generalidades	95
5.5.2	Posición Estratigráfica	95
5.5.3	Tectónica	97
5.5.4	Ambiente de sedimentación	101
5.5.5	Petrografía.....	104

5.5.6	Consideraciones de las características geológicas en general	104
5.6	Límite del acuífero y Parámetros hidráulicos.....	110
5.7	Coberturas y usos de las tierras	116
5.8	Caracterización hidrogeoquímica.....	120
5.8.1	Datos hidroquímicos	120
5.8.2	Análisis de los datos y características físicas de las aguas	120
5.8.3	Análisis de los datos y origen de las aguas.....	124
5.8.4	Análisis de los datos y características químicas de las aguas.....	130
5.8.5	Problemática detectada	133
6	COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL ACUÍFERO	134
6.1	Análisis de los datos	134
6.2	Comportamiento general del acuífero.....	137
6.3	Relación Río Acuífero	139
6.4	Evolución de los niveles del acuífero entre los años 2006-2016	139
7	PRESIONES E IMPACTOS SOBRE EL ACUÍFERO PATIÑO.....	148
7.1	Identificación de posibles presiones	148
7.2	Presión sobre la calidad	149
7.2.1	Fuentes difusas.....	149
7.2.2	Fuentes puntuales.....	153
7.3	Presión sobre la cantidad	159
7.3.1	Prestadores de servicios.....	159
7.3.2	Usos del agua	160
7.4	Conclusiones sobre las presiones.....	163
7.5	Impactos sobre la calidad.....	164
7.5.1	Distribución de cloruros	164
7.5.2	Aumento de nitratos	164
7.5.3	Presencia de turbidez y coliformes	165
8	BALANCE Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL ACUÍFERO	166
8.1	Antecedentes	166
8.2	Resultados.....	169
9	ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO	172
9.1	Recopilación previa de información.....	172
9.1.1	Planilla y protocolo para inventario	172
9.1.2	Trabajos de campo	173

9.1.3	Análisis general de la situación de los pozos.....	174
9.2	Visita de pozos de la red de control.....	175
9.2.1	Recomendaciones	177
10	RESUMEN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO 178	
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	181
12	RECOMENDACIONES	183
13	BIBLIOGRAFÍA.....	184

ANEXOS

Anexo 1: Base de datos

Anexo 2: Inventario de pozos

Anexo 3: Laboratoriales

Anexo 4: Climatología

Anexo 5: Comportamiento hidráulico

INDICE de figuras

Figura nº01. Principales Cuerpos Legales y el Marco Institucional del Agua, Elaboración Propia	14
Figura nº02. Porcentaje del Área del Acuífero Patiño en cada Distrito y en la Capital Asunción34	
Figura nº03. Porcentaje del Área del Patiño por cada Departamento	34
Figura nº04. Perfil del acuífero de Patiño. Fuente: Mapa Geológico de Naciones Unidas (1986).	46
Figura nº05. Ejemplos de perfiles estratigráficos. Fuente: Banco de Datos de pozos de SENASA (1999).	47
Figura nº06. Nivel piezométrico en el acuífero Patiño. Fuente: http://www.geologiadelparaguay.com/Acuifero-Patiño.htm	47
Figura nº07. Localización de pozos y manantiales (izquierda). Registros resistividad, radiación Gamma, perfil de avance y perfil del pozo (derecha). Fuente: Estudios FEHS (2001).	49
Figura nº08. Sección transversal hidrogeológica esquemática de Gran Asunción con el régimen de flujo de agua subterránea en el Acuífero Patiño. Fuente: Uso de Agua Subterránea en Gran Asunción – Problemas Actuales y Regulación propuesta (2002).	50
Figura nº09. Ubicación de los puntos de muestreo de agua. Fuente: Investigación de la calidad del agua Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo (2012).	51
Figura nº10. Ubicación de los puntos de muestreo de agua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Estudio Hidrogeológico del acuífero Patiño (2016).	53
Figura nº11. Mapa de riesgo normalizado. Fuente: Mapeo de la vulnerabilidad del Gran Asunción (Liz Baez, Cinthya Villalba, Juan Pablo Nogués, UNA, 2014)	54
Figura nº12. Localización del Acuífero Patiño.....	55

Figura nº13. Localización de las estaciones meteorológicas. Fuente: Elaboración propia.....	57
Figura nº14. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia.....	58
Figura nº15. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel diario. Fuente: Elaboración propia	59
Figura nº16. Niveles de cobertura de los datos de precipitación según las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia	59
Figura nº17. Análisis de outliers de las estaciones meteorológicas	61
Figura nº18. Análisis de dobles masas entre las estaciones de la región	61
Figura nº19. Evolución temporal de la estación del Aeropuerto en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.	63
Figura nº20. Evolución temporal de la estación Paraguarí en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.	64
<i>Figura nº21. Evolución temporal de la estación Paraguarí analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.</i>	<i>64</i>
Figura nº22. Evolución temporal de la estación del Aeropuerto en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.	65
Figura nº23. <i>Evolución estacional de la precipitación de las diferentes estaciones analizadas .</i>	<i>65</i>
Figura nº24. Evolución anual de la precipitación.....	66
Figura nº25. Comparación de las estaciones del aeropuerto DMH a la izquierda y la estación Aeropuerto SIL perteneciente al modelo CRU.....	67
Figura nº26. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura nº27. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia.....	69
<i>Figura nº28. Evolución temporal de la estación Paraguarí analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.</i>	<i>70</i>
<i>Figura nº29. Evolución temporal de la estación Aeropuerto SIL analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.</i>	<i>70</i>
Figura nº30. <i>Evolución estacional de la precipitación de las diferentes estaciones analizadas .</i>	<i>71</i>
Figura nº31. <i>Estaciones disponibles en la cuenca de Patiño</i>	<i>72</i>
Figura nº32. <i>Correlación de temperatura entre estaciones hidrometeorológicas</i>	<i>73</i>
Figura nº33. Variación interanual de la precipitación en Asunción en el periodo 1961 – 2005. Fuente: (Consortio CKC-JNS, 2007).....	73
Figura nº34. Precipitación versus Evapotranspiración Potencial (ETP) y Real (ETR). Fuente: (Consortio CKC-JNS, 2007)	74
Figura nº35. Subcuencas generadas para el área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	76
Figura nº36. Red de drenaje principal. Fuente: elaboración propia	81
Figura nº37. Mapa de pendientes de las subcuencas del Acuífero Patiño.....	82
Figura nº38. Estaciones de la cuenca del acuífero Patiño.....	83
Figura nº39. Curva Altura – Caudal de la estación 11090612 Arroyo Yukyry. Fuente: Plan de Saneamiento Integral del Lago Ypacarai (Consortio Beta-Thetis 2015).	83
Figura nº40. Hidrograma del evento del 2 de mayo del 2015 (máximo del 2015) en la estación 11090612 Arroyo Yukyry. Fuente: Plan de Saneamiento Integral del Lago Ypacarai (Consortio Beta-Thetis 2015).	84

Figura nº41. Eventos extremos en el periodo 1950-2016. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml ...	84
Figura nº42. Categorización de eventos del Niño desde 1950. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del NOAA	85
Figura nº43. Proyección de precipitaciones y temperaturas para el escenario A2 definido en el cuarto informe del IPCC. Fuente: Segunda comunicación Nacional a la CMNUCC (SEAM, 2012)	87
Figura nº44. Proyección de precipitaciones y temperaturas para el escenario B2 definido en el cuarto informe del IPCC. Fuente: Segunda comunicación Nacional a la CMNUCC (SEAM, 2012)	87
Figura nº45. Proyecciones de temperatura y precipitación según el escenario A2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)	88
Figura nº46. Proyecciones de temperatura y precipitación según el escenario B2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)	88
Figura nº47. Escenarios contemplados en el AR5. Fuente: Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC Grupo de Trabajo I. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España 2014	90
Figura nº48. Proyecciones para la temperatura media anual y la precipitación media en los 2 escenarios más extremos, Fuente: IPCC Fifth Assesment Report (2014)	90
Figura nº49. Ámbitos geográficos. Fuente: capítulo 14 Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. IPCC, 2014.	91
Figura nº50. Proyección de temperatura para el escenario RCP2.6 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPPC (2014)	91
Figura nº51. Proyección de precipitación para el escenario RCP2.6 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPPC (2014)	91
Figura nº52. Proyección de temperatura para el escenario RCP8.5 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPPC (2014)	92
Figura nº53. Proyección de temperatura para el escenario RCP8.5 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPPC (2014)	92
Figura nº54. Proyección de precipitaciones. Escenario RPC8.5. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al cambio climático, 2016 (Barreto, Echague, & Estigarribia, n.d.)	93
Figura nº55. Proyección de precipitaciones. Escenario RPC8.5. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al cambio climático, 2016 (Barreto et al., n.d.).....	94
Figura nº56. Mapa Geológico, Bartel, W. (1995)	96
Figura nº57. El <i>rift</i> de Asunción volcado sobre el mapa geológico editado digitalmente y perteneciente a The Anschutz Corporation (1981). Ms en gris corresponde al Grupo Patiño, bordeado al NE, S y SE por el Grupo Caacupé (Siluro -Ordovícico) Sc1-3.....	98
Figura nº58. Distribución de rocas alcalinas del Terciario en el rift de Asunción y las del Mesozoico en el borde E.	99
Figura nº59. Modelado en 3D de la configuración/arquitectura del basamento cristalino vía gravimetría de isostasia para resaltar el borde NE que destaca 2 hileras parecidas con fichas de dominó y reclinadas ligeramente para el NW y su relación con las intrusiones de rocas alcalinas del Terciario: <i>Na-alkaline mafic-ultramafic plugs carrying mantle xenoliths -Asunción Province; age between 66 and 39 Ma</i> (bolas azules) y las <i>Na-alkaline complexes and dykes age around 66-60 Ma</i> (en bolas azules en el extremo Este) según Comin-Chiaramonti et al., (2013). Como se puede observar fallas ~N-S y ~E-W condicionarían la gran mayoría de las intrusiones de rocas alcalinas sódicas del Terciario.....	100

Figura nº60. Modelado en 3D de la configuración/arquitectura del basamento de la Fm. Patiño vía gravimetría de free air. Como se puede notar no se evidencia importante relación con las intrusiones de rocas alcalinas del Terciario.	100
Figura nº61. Corte Geológico-Estructural Benjamina Aceval – Paraguari según Baez Presser, inédito (2017).....	102
Figura nº62. Corte Geológico-Estructural Caacupé – Clorinda según Báez Presser, inédito (2017)	103
Figura nº63. Corte geoelectrico (SEV), región oriental (Fuente CKC, 2007); K1= areniscas gruesas ocasionales; K2= conglomerados con una matriz de arenisca o una matriz de arenisca arcillosa; K3= conglomerado de origen aluvial (fanglomerático); K4= intrusiones magmáticas en áreas local.....	106
Figura nº64. Perfil representativo Benjamín Aceval	108
Figura nº65. Perfil representativo Benjamín Aceval	109
Figura nº66. Límites del Acuífero. Fuente: elaboración propia a partir de Bartel & Muff (2010)	111
Figura nº67. Distribución en planta de las permeabilidades calculadas en el acuífero Patiño. Fuente: Elaboración propia en base a los datos recogidos de CKJ 2006	115
Figura nº68. Usos del suelo. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA) y actualizado con ortofotos actuales.	117
Figura nº69. Gráfica de los distintos usos del suelo de la cuenca Patiño. Fuente: Modificado del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA)	119
Figura nº70. Distribución de los valores de pH. Fuente: elaboración propia a partir de las analíticas realizadas por SEAM (2010) y analíticas del estudio de Benjamín Aceval (2010).....	121
Figura nº71. Representación de los valores de conductividad según datos red piezométrica 2010 y 2015. Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por SEAM.	122
Figura nº72. Distribución de los valores de Conductividad en Benjamin Aceval. Fuente: elaboración propia a partir de datos del estudio “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval” (2010).	123
Figura nº73. Diagrama de Piper del agua de lluvia de Asunción. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio de “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval. (2010)”	124
Figura nº74. Diagrama de Piper. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de 2010 de la red piezométrica de SEAM.	126
Figura nº75. Distribución de los puntos de control según familia de aguas. Fuente: elaboración propia	127
Figura nº76. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia	128
Figura nº77. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia	129
Figura nº78. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia	129
Figura nº79. Representación de los valores de nitratos (mg/l) según datos recopilados en los años 2006 (tesis UNA) y 2010 (red piezométrica). Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por http://www.estudiopatino.pol.una.py	131
Figura nº80. Concentración de cloruros en el Acuífero Patiño. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de 2010 de la red de control proporcionados por SEAM	132
Figura nº81. Piezómetro nº 4, se puede apreciar que el primer dato está completamente fuera de rango. Fuente: elaboración propia.....	136

Figura nº82. Superficie piezométrica realizada a partir de los niveles del año 2006-2007 de la red de control de la SEAM.....	138
Figura nº83. Perfil piezométrico correspondiente a la zona A-A', dirección Sureste Noroeste.	138
Figura nº84. Perfil piezométrico correspondiente a la zona B-B', dirección Oeste- Este	139
Figura nº85. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Col. Nac. San Lorenzo. Fuente: elaboración propia	141
Figura nº86. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Esc. Grad. 330 Margarita Veia. Fuente: elaboración propia	141
Figura nº87. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Esc. Grad. 2959 Mbocayaty del Sur. Fuente: elaboración propia	142
Figura nº88. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Col. Nac. Cnel. Felipe Toledo. Fuente: elaboración propia	142
Figura nº89. Conjunto de puntos de control que presentan una buena correlación entre la precipitación y la evolución de los niveles piezométricos.	143
Figura nº90. Ejemplos de evolución de niveles piezométricos. Fuente: elaboración propia ...	144
Figura nº91. Isopiezas en diferentes periodos. Fuente: elaboración propia	147
Figura nº92. Posibles presiones significativas identificadas en el acuífero Patiño	148
Figura nº93. Zonas de uso agrícola. Fuente: Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012, 2014) y datos estadísticos DGEEC	150
Figura nº94. Kg de nitrógeno producido por Ganadería en el departamento Central. Fuente: elaboración propia	151
Figura nº95. Kg de nitrógeno producido por Ganadería en el departamento Paraguari. Fuente: elaboración propia	151
Figura nº96. Redes viarias y aeropuerto en el área del Acuífero Patiño. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SEAM.	152
Figura nº97. Ubicación de las estaciones de servicio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos georreferenciados obtenidos del informe de "Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción" (2007)	154
Figura nº98. Ubicación de mataderos. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del informe de "Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción" (2007).....	155
Figura nº99. Ubicación de actividades metalúrgicas, electromecánicas, herrerías y tornerías. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA) (2012-2014).....	156
Figura nº100. Ubicación de fábricas. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del informe de "Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción" (2007).....	157
Figura nº101. Unidades económicas en el sector industria a nivel distrital. Fuente: Censo Económico 2011 (DGEEC).....	158
Figura nº102. Ubicación de las Aguaterías y Juntas de Saneamiento, principales presiones sobre la cantidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de www.estudiopatino.pol.una.py	160
Figura nº103. Población según distrito en el área de estudio. Fuente: Proyección de la población por sexo y Edad según distrito 2000-2025. Revisión 2015 (DGEEC)	161
Figura nº104. Calculo del a demanda poblacional en el Acuífero Patiño. Fuente: elaboración propia	162

Figura nº105. Producción agrícola en los departamentos Central y Paraguarí. Fuente: Quinquenio 2010/2014: serie histórica por departamento y rubro agrícola-pecuario” (MAG/DGP/Unidad de Estudios Agropecuarios, Marzo 2015	163
Figura nº106. Balance Hídrico Integrado (Balance Superficial + Subterráneo)	166
Figura nº107. Proyección de la evolución de ΔV (variación del volumen superficial hasta el año 2035.....	169
Figura nº108. Proyección de la evolución de ΔS (variación del volumen subterráneo) hasta el año 2035.....	170
Figura nº109. Tendencias de los parámetros de consumo del Balance Hídrico Integral.....	170
Figura nº110. Variación de niveles 2006-2017	171
Figura nº111. Ejemplo de planilla de campo completada. Fuente: inventario de pozos agosto 2017.....	173
Figura nº112. Ejemplos de pozos visitados durante el inventario (agosto 2017).....	173
Figura nº113. Ejemplos de pozos visitados durante el inventario (agosto 2017).....	174
Figura nº114. Profundidades de los pozos visitados.....	174
Figura nº115. Pozos fuera de servicio	174
Figura nº116. Ejemplo de pozos no operativo por basura o runas (pozo nº3 y nº34). Fuente: visita de campo agosto 2017.....	176
Figura nº117. Estado actual de la red de control piezométrica. Fuente: elaboración propia a partir de la visita realizada en agosto 2017	176

INDICE de Tablas

Tabla nº1. Estaciones meteorológicas seleccionadas con datos de precipitación. Fuente: Elaboración propia	57
Tabla nº2. Matriz que muestra el coeficiente de correlación R2 entre las diferentes estaciones analizadas. Fuente: elaboración propia.	62
Tabla nº3. Matriz que muestra la distancia en metros entre las diferentes estaciones analizadas. Fuente: elaboración propia.	62
Tabla nº4. Valores medios anuales de precipitación.	66
Tabla nº5. Estaciones meteorológicas seleccionadas con datos de Temperatura. Fuente: Elaboración propia	67
Tabla nº6. Temperatura media mensual en las estaciones completas. Fuente: Elaboración propia	71
Tabla nº7. Subcuencas generadas. Fuente: elaboración propia	76
Tabla nº8. Posibles impactos sobre los recursos hídricos, escenario A2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)	89
Tabla nº9. Posibles impactos sobre los recursos hídricos, escenario B2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)	89
Tabla nº10. Conductividad hidráulica de los pozos de la SENASA. Fuente: Modificado de (Consortio CKC-JNS, 2007)	113
Tabla nº11. Conductividad hidráulica extraída de los ensayos de bombeo del estudio	113
Tabla nº12. Calificación del terreno según rangos de conductividad hidráulica. Fuente: (Custodio & Llamas, 1996)	114

Tabla nº13. Rango de conductividades hidráulicas para diferentes tipos de roca. Fuente: (USBR, 1977)	114
Tabla nº14. Porcentaje de ocupación según uso del suelo. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del PEMA.....	118
Tabla nº15. Piezómetros que componen la red de control. Fuente: SEAM.....	135
Tabla nº16. Estaciones piezométricas no tenidas en cuenta. Fuente: Elaboración propia	136
Tabla nº17. Estaciones piezométricas que presentan valores anómalos. Fuente: Elaboración propia	136
Tabla nº18. Porcentaje de área urbana residencial y no residencial con usos comerciales y/ industriales. Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012-2014).....	153
Tabla nº19. Número de conexiones a la red de agua potable y alcantarillado sanitario por distrito. Fuente: Anuario estadístico del año 2014 (DGEEC).....	159
Tabla nº20. Proyección del Balance Hídrico Integrado hasta el año 2035. (Monte Domeq & Baez, 2007)	169

1 INTRODUCCIÓN

La situación del acuífero Patiño está condicionada de forma importante por las elevadas presiones antrópicas que sufre. El acuífero abarca parte de la superficie urbana de Asunción y su área metropolitana, provocando un claro deterioro de la calidad de agua. Los vertidos incontrolados de tipo urbano e industrial dañan ostensiblemente este recurso estratégico que es utilizado de forma mayoritaria para uso doméstico.

Además, los bombeos continuados a lo largo del tiempo han condicionado los niveles y los flujos existentes y la relación con las masas de agua adyacentes en los límites del acuífero, pudiendo agravar el problema de la calidad del acuífero favoreciendo previsiblemente el proceso de intrusión salina que se está produciendo producto del contacto con el acuífero del Chaco en una área importante.

Esta situación ha llevado a las autoridades del Paraguay a estudiar el acuífero en repetidas ocasiones, generando una valiosa información antecedente que sirve de base para poder comprender el estado actual del acuífero y su evolución. En este mismo sentido desde la Secretaría del Ambiente (SEAM) se ha promovido el estudio PR-T1207 “Estudio de Recursos Hídricos y Vulnerabilidad Climática del Acuífero Patiño”. Financiado por el AECID a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que tiene como objetivo último generar un plan de gestión del acuífero que garantice la sostenibilidad futura del acuífero.

En esta primera etapa del estudio se realiza un diagnóstico donde se recoge toda la información antecedente, se analiza y realiza una primera caracterización del estado del acuífero, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Toda la información recogida en este apartado es el principal insumo a tener en consideración en las fases siguientes del estudio, poniendo un énfasis especial en la generación del modelo numérico orientado a simular el comportamiento del acuífero y conocer su potencial en base a diferentes escenarios futuros.

1.1 Objetivos

El objetivo general del documento de Diagnóstico consiste en mostrar la situación actual del estado del acuífero en base a la recopilación y análisis de toda la información secundaria realizada sobre el acuífero Patiño, poniendo un especial énfasis en la recopilación de la información necesaria para poder implementar el modelo de simulación matemática que se realizará con posterioridad.

Los objetivos secundarios a alcanzar en este trabajo son los siguientes:

Realizar una recopilación de todas las series temporales referentes al clima, hidrología e hidrogeología, analizar su bondad y almacenar estos datos en una única base de datos referenciada mediante una Sistema de Información Geográfica.

Detectar toda aquella información faltante que se pueda considerar necesaria para la adecuada implementación del modelo de simulación numérica, definiendo la forma de subsanar esta carencia en el futuro y mostrando las diferentes alternativas para solucionar esta necesidad en el modelo actual.

Por último, formular todas aquellas recomendaciones que vayan en la línea de mejorar la gestión actual del acuífero y que sirvan de base para formular el plan de gestión integrado que se realizará en las fases futuras de este trabajo.

2 MARCO LEGAL

2.1 Principales Leyes que guardan relación con la protección de los Recursos Hídricos en Paraguay

La ley suprema de la República es la Constitución Nacional, seguidamente los tratados, convenios y acuerdos internacionales aprobados y ratificados por ley de la nación, las leyes dictadas por el Congreso y otras disposiciones jurídicas de inferior jerarquía, sancionadas en consecuencia, integran el derecho positivo nacional en el orden de prelación enunciado. La constitución nacional garantiza el derecho de toda persona a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, siendo objetivos prioritarios de “interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral. Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental.” (art. 7). También, la misma Constitución Nacional dispone que las actividades que puedan producir alteración ambiental sean reguladas por ley (art. 8).

En materia institucional, con la implementación de la Ley 1561/00, en el año 2000, donde se crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), sistema de relación interinstitucional; el Consejo Nacional Ambiental (CONAM), órgano deliberativo consultivo conformado por las diferentes representantes de los Ministerios del Gabinete gubernamental, entes descentralizados y la Sociedad Civil Organizada en el área del cuidado ambiental, cuya presidencia recae sobre el Secretario Ejecutivo, Ministro del Ambiente; y la Secretaria del Ambiente (SEAM), órgano administrativo representado por el Secretario Ministro del Ambiente, dependiente de la Presidencia de la Republica, Poder Ejecutivo.

Según Resolución del CONAM del año 2005 se define la Política Ambiental Nacional, PAN y de acuerdo a la Ley 3239/2007 se establece a la SEAM, como autoridad temporal de aplicación de la Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay a través de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH), cuya responsabilidad esta demarcada por Ley 1561/2000 en el Artículo 25°, que establece entre otras, definir la Política Nacional del Agua, y el Plan Nacional para la gestión del Agua como recurso.

Con la Ley 2559/05, que establece el dominio público de las aguas subterráneas, cuya reglamentación cayó bajo la responsabilidad de la SEAM, a partir de esta Ley, la Secretaria del Ambiente inicio las normativas para la gestión sustentable de los acuíferos en el Paraguay, entre ellos el Acuífero Patiño.

La SEAM además es autoridad de aplicación del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.

En febrero del año 2001, se promulgó el Decreto 14.943 que crea el Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC), con dos órganos una Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC) como legislativo y hacedor de políticas constituido por 17 instituciones públicas, privadas, de la sociedad civil y de la academia; y un órgano ejecutivo, la Oficina Nacional de Cambio Climático.

La CNCC fue diseñada como un órgano colegiado, de carácter interinstitucional, como instancia deliberativa, consultiva y resolutoria de la política nacional sobre el Cambio Climático. La Comisión Nacional de Cambio Climático está integrada por las siguientes entidades: Secretaria del Ambiente, que preside la Comisión; Ministerio de Relaciones Exteriores, que ejerce la vicepresidencia; Ministerio de Industria y Comercio; Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones; Ministerio de Hacienda; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Secretaría Técnica de Planificación; Oficina Nacional de Meteorología; Administración Nacional de

Electricidad - ANDE; Red de Organizaciones Ambientales; Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Facultad de Ingeniería UNA; Facultad de Ciencias Agrarias UNA; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNA; Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción; Unión Industrial Paraguaya; y Asociación Rural del Paraguay.

A seguir se presenta un resumen del Marco legal Institucional para la gestión del agua, tanto superficial como subterránea en el Paraguay y que se debe tener en cuenta para la Gestión del Acuífero Patiño, y se describe las principales leyes que guardan relación con la gestión de los Recursos hídricos y el cuidado ambiental de los mismos.

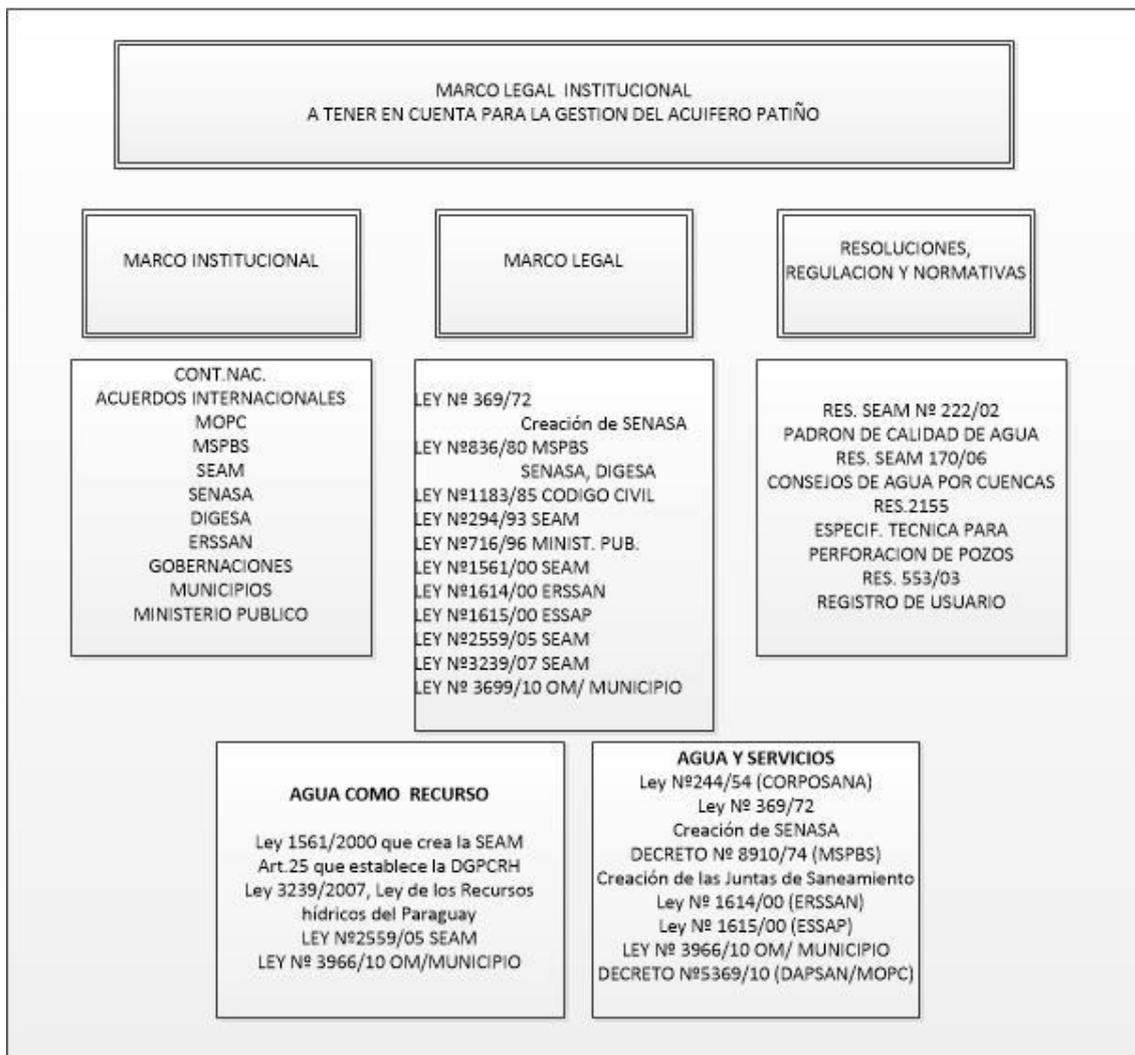


Figura nº01. Principales Cuerpos Legales y el Marco Institucional del Agua, Elaboración Propia

2.1.1 La Constitución Nacional

La Constitución Nacional paraguaya garantiza el derecho de toda persona a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, siendo objetivos prioritarios de “interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral.

Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental.” (art. 7). También, la misma Constitución Nacional dispone que las actividades que puedan producir alteración ambiental sean reguladas por ley (art. 8).

Artículo 7. Del derecho a un ambiente saludable.

Toda persona tiene derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado. Constituyen objetivos prioritarios de interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del Ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral. Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental pertinente.

Artículo 8. De la protección ambiental.

Las actividades susceptibles de producir alteración ambiental serán reguladas por la ley. Asimismo, ésta podrá restringir o prohibir aquellas que califique peligrosas.

Se prohíbe la fabricación, el montaje, la importación, la comercialización, la posesión o el uso de armas nucleares, químicas y biológicas, así como la introducción al país de residuos tóxicos. La ley podrá extender esta prohibición a otros elementos peligrosos; asimismo, regulará el tráfico de recursos genéticos y de su tecnología, precautelando los intereses nacionales.

El delito ecológico será definido y sancionado por la ley. Todo daño al ambiente importará la obligación de recomponer e indemnizar

Artículo 81. Del Patrimonio Cultural.

Rescata marcos generales para la conservación, rescate y restauración de objetos, documentos y espacios de valor histórico, arqueológico, paleontológico, artístico o científico, y de los respectivos entornos físicos que hacen parte del patrimonio cultural de la nación.

2.1.2 Los tratados Internacionales ratificados por Ley

En relación a los convenios internacionales Paraguay ratificó la CMNUCC a través de la Ley N° 251 de 1993; el Protocolo de Kyoto, fue ratificado mediante la Ley N° 1.447 de 1999; Paraguay ratificó la Enmiendas del Protocolo de Montreal relativo a sustancias que agotan la capa de ozono, así como el convenio de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, mediante la Ley N° 970/96 y el Convenio sobre Diversidad Biológica, fue ratificado el 29 de noviembre de 1993, mediante la Ley N° 253/93.

Paraguay ha presentado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas su Segunda Comunicación Nacional donde buscó desarrollar programas clave para la identificación de medidas de adaptación ante el cambio climático y hacer frente a la mitigación de gases de efecto invernadero en diversos sectores como salud, agropecuario, recursos hídricos, ecosistemas frágiles y asentamientos humanos.

También se elaboró un Plan Quinquenal de Cambio Climático 2008-2012 el cual ha contemplado objetivos institucionales, líneas estratégicas y estrategias funcionales que permitan implementar a nivel local los preceptos contenidos en las iniciativas globales. El objetivo del Plan es el de fortalecer la capacidad técnica e institucional del Paraguay

en relación al conocimiento, actitudes y prácticas en la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), e insertar la temática en las políticas públicas como un eje transversal que permee los distintos planes nacionales y sectoriales del país.

En el año 2011 se concretó la construcción de la Política Nacional de Cambio Climático, como marco rector para definir las actividades a ser desarrolladas por los Sectores Público, Privado y la Sociedad Civil en general de manera coordinada en relación a la problemática del Cambio Climático buscando contribuir con la estabilización de los gases efecto invernadero, promover medidas de adaptación y asegurar el desarrollo sustentable. La misma, junto con el análisis de los planes nacionales de gobierno constituye la línea de base de la construcción de la Estrategia Nacional de Mitigación.

Ley N° 61/92. *"Que aprueba y ratifica el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono; y la enmienda del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono";*

Ley N° 232/93. *"Que aprueba el ajuste complementario al acuerdo de cooperación técnica en materia de mediciones de la calidad del agua, suscrito entre Paraguay y Brasil";*

Ley N° 251/93. *"Que aprueba el convenio sobre cambio climático, adoptado durante la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo - la Cumbre para la Tierra - celebrado en la Ciudad de Río de Janeiro, Brasil".*

Ley N° 350/94. *"Que aprueba la convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas";*

Entre los tratados internacionales ratificados y canjeados por el país, relacionados al recurso hídrico, podemos citar además:

- Tratado de Montevideo de 1940, suscrito por los gobiernos de la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, el Paraguay, el Perú y el Uruguay en la parte referente a navegación.
- Ley N° 177/69 "Tratado de la Cuenca del Plata", cinco países: Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay.
- Ley N° 07/92 de creación de la Comisión Nacional del Pilcomayo, y la participación en la Gestión Transfronteriza del Río Pilcomayo.
- Ley N° 232/93 "Ajuste complementario de acuerdo de cooperación técnica en materia de mediciones de calidad del agua suscrito con el Brasil".
- Ley N° 269/93 "Hidrovia, Paraguay, Paraná y sus protocolos adicionales".
- Convención de la ONU sobre derechos del mar.
- Acuerdo sobre la aplicación de la Parte XI sobre derechos del mar.
- Ley N° 1268/95 "Enmienda al Convenio de Basilea".
- Ley N° 970/96 "Desertificación".
- Ley N° 1162/98 sobre eliminación de desechos tóxicos.
- Ley N° 1672/97 "Acuerdo de Cooperación entre las Prefecturas Navales del Paraguay y la Argentina".

- Tratado de Itaipu, Entidad Binacional, Paraguay-Brasil para la Generación de Energía, utilizando el recurso Transfronterizo en el tramo compartido del Rio Paraná.
- Tratado de Yacyreta, Entidad Binacional, Paraguay- Argentina, para la Generación de Energía Eléctrico utilizando los recursos transfronterizos en el tramo compartido del Rio Paraná

2.1.3 Ley N° 836/80 Código Sanitario

Reglamenta funciones del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social para dictar resoluciones en materias de prevención y control de contaminación ambiental.

Artículo 66. Queda prohibida toda acción que deteriore el medio natural, disminuyendo su calidad, tornándolo riesgoso para la salud.

Artículo 67. El Ministerio determinará los límites de tolerancia para la emisión o descarga de contaminantes o poluidores en la atmósfera, el agua y el suelo y establecerá las normas a que deben ajustarse las actividades laborales, industriales, comerciales y del transporte, para preservar el ambiente de deterioro.

Artículo 68. El Ministerio promoverá programas encaminados a la prevención y control de la contaminación y de polución ambiental y dispondrá medidas para su preservación, debiendo realizar controles periódicos del medio para detectar cualquier elemento que cause o pueda causar deterioro de la atmósfera, el suelo, las aguas y los alimentos.

Artículo 72. El Ministerio controlará el estado higiénico sanitario de todas las plantas de tratamiento de agua, así como de la calidad del líquido suministrado.

Artículo 77. En aquellos lugares donde no existiere red de alcantarillado, el Ministerio promocionará y asesorará a los propietarios u ocupantes, para que cada vivienda cuente con adecuada disposición de excretas.

Artículo 78. El Ministerio promocionará, ejecutará y controlará la construcción de alcantarillados en las poblaciones de menor concentración.

Artículo 79. Los programas de vivienda rural, asentamiento humano, desarrollo regional y de urbanizaciones, deben prever la disposición sanitaria de excretas y sus proyectos requerirán aprobación previa del Ministerio.

Artículo 80. Se prohíbe descargar aguas servidas o negras en sitios públicos, de tránsito o de recreo.

Artículo 82. Se prohíbe descargar desechos industriales en la atmósfera, canales, cursos de agua superficiales o subterráneas, que causen o puedan causar contaminación o polución del suelo, del aire o de las aguas, sin previo tratamiento que los convierta en inofensivos para la salud de la población o que impida sus efectos perniciosos.

Artículo 83. Se prohíbe arrojar en las aguas de uso doméstico y de aprovechamiento industrial, agrícola o recreativo, sustancias que produzcan su contaminación o polución y que puedan perjudicar, de cualquier modo, la salud del hombre y de los animales.

2.1.4 Ley N° 1.183/85 Código Civil

El Código Civil, se ocupa de las aguas pluviales, superficiales, estancadas, cauces, riberas, etc., sin mencionar, específicamente, a quien corresponde la propiedad de las aguas subterráneas. Entre otros los Artículos relacionados son:

En el Artículo 1954. La ley garantiza al propietario el derecho pleno y exclusivo de usar, gozar y disponer de sus bienes, dentro los límites y con la observancia de las obligaciones establecidas en este Código, conforme con la función social y económica atribuida por la Constitución Nacional al derecho de propiedad. También tiene facultad legítima de repeler la usurpación de los mismos y recuperarlos del poder de quien los posea injustamente. El propietario tiene facultad de ejecutar respecto de la cosa todos los actos jurídicos de que ella es legalmente susceptible; arrendarla y enajenarla a título oneroso o gratuito, y si es inmueble, gravarla con servidumbres o hipotecas. El propietario tiene facultad de ejecutar respecto de la cosa todos los actos jurídicos de que ella es legalmente susceptible; arrendarla y enajenarla a título oneroso o gratuito, y si es inmueble, gravarla con servidumbres o hipotecas.

El propietario tiene facultad de ejecutar respecto de la cosa todos los actos jurídicos de que ella es legalmente susceptible; arrendarla y enajenarla a título oneroso o gratuito, y si es inmueble, gravarla con servidumbres o hipotecas.

Puede abdicar su propiedad y abandonar la cosa simplemente, sin transmitirla a otra persona.

Artículo 2000. El propietario está obligado, en el ejercicio de su derecho, especialmente en los trabajos de explotación industrial, a abstenerse de todo exceso en detrimento de la propiedad de los vecinos. Quedan prohibidos en particular las emisiones de humo o de hollín, las emanaciones nocivas y molestas, los ruidos, las trepidaciones de efecto perjudicial y que excedan los límites de la tolerancia que se deben los vecinos en consideración al uso local, a la situación y a la naturaleza de los inmuebles. El propietario, inquilino o usufructuario de un predio tiene el derecho a impedir que el mal uso de la propiedad vecina pueda perjudicar la seguridad, el sosiego y la salud de los que habitan.

Según la circunstancia del caso, el juez puede disponer la cesación de tales molestias y la indemnización de los daños, aunque mediare autorización administrativa.

2.1.5 Ley N° 294/93 DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Esta Ley se declara obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental (EVI), proceso que implica, a los efectos legales, la elaboración de un documento técnico - científico que permita identificar, prever y estimar impactos ambientales, en toda obra o actividad proyectada o en ejecución.

Artículo 7. Se requerirá EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL para los siguientes proyectos de obras o actividades públicas o privadas:

- a. Construcción y operación de conductos de agua, petróleo, gas, minerales, agua servida y efluentes industriales en general;

- b. Cualquier otra obra o actividad que por sus dimensiones o intensidad sea susceptible de causar impactos ambientales.

Artículo 9. Las reglamentaciones de la presente Ley establecerán las características que deberán reunir las obras y actividades mencionadas en el Artículo 7 de esta Ley cuyos proyectos requieran la Declaración de Impacto Ambiental, y de los estándares y niveles mínimos por debajo de los cuales éstas no serán exigibles.

Artículo 10. Una vez culminado el estudio de cada Evaluación de Impacto Ambiental, la Autoridad Administrativa expedirá una Declaración de Impacto Ambiental, en la que se consignará, con fundamentos:

- a. Su aprobación o reprobación del proyecto, la que podrá ser simple o condicionada; y,
- b. La devolución de la Evaluación de Impacto Ambiental para complementación o rectificación de datos y estimaciones; o, su rechazo parcial o total.

Toda Evaluación de Impacto Ambiental quedará aprobada sin más trámite, si no recibiera su correspondiente Declaración en el término de 90 (noventa) días.

El caso de ausencia de parámetros, de fijación de niveles o de estándares referenciales oficiales, a los efectos del cumplimiento de la obligación de la Evaluación de Impacto Ambiental, se recurrirá a los tratados Internacionales y a los principios generales que rigen la materia.

2.1.6 Ley N° 1.160/98 Código Penal

Artículo 197. Ensuciamiento y alteración de las aguas.

1. El que indebidamente ensuciará o, alterando sus cualidades, perjudicará las aguas, será castigado con pena privativa de libertad de hasta cinco años o con multa. Se entenderá como indebida la alteración cuando se produjera mediante el derrame de petróleo o sus derivados, en violación de las disposiciones legales o de las decisiones administrativas de la autoridad competente, destinadas a la protección de las aguas.
2. Cuando el hecho se realizará vinculado con una actividad industrial, comercial o de la administración pública, la pena privativa de libertad podrá ser aumentada hasta diez años.
3. El que conociera de un ensuciamiento o de una alteración de las aguas, que hubiera debido evitar, y omitiera tomar las medidas idóneas para desviar o reparar dicho resultado y dar noticia a las autoridades, será castigado con pena privativa de libertad de hasta dos años o con multa.

2.1.7 Ley n° 1561/2000 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente

Artículo 1. Esta ley tiene por objeto crear y regular el funcionamiento de los organismos responsables de la elaboración, normalización, coordinación, ejecución y fiscalización de la política y gestión ambiental nacional.

Artículo 7. Créase la Secretaría del Ambiente, identificada con las siglas SEAM, como institución autónoma, autárquica, con personería jurídica de derecho público, patrimonio propio y duración indefinida.

Artículo 11. La SEAM tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional.

Artículo 13. La SEAM promoverá la descentralización de las atribuciones y funciones que se le confiere por esta ley, a fin de mejorar el control ambiental y la conservación de los recursos naturales, a los órganos y entidades públicas de los gobiernos departamentales y municipales que actúan en materia ambiental. Asimismo, podrá facilitar el fortalecimiento institucional de esos órganos y de las entidades públicas o privadas, prestando asistencia técnica y transferencia de tecnología, las que deberán establecerse en cada caso a través de convenios.

2.1.8 La Ley que crea el Ente Regulador de los Servicios, Ley N° 1614/2000

Todo habitante de la República del Paraguay es sujeto de derecho de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos con diversos fines, en armonía con las normas, prioridades y limitaciones establecidas en la Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay, con excepción a lo establecido en la Ley N° 1614/00 “GENERAL DEL MARCO REGULATORIO Y TARIFARIO DEL SERVICIO PUBLICO DE PROVISION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA REPUBLICA DEL PARAGUAY”. Entre otros se cita los siguientes artículos de esta Ley:

Artículo 2. Servicio. El servicio regulado comprende:

La Provisión de Agua Potable: implica la captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje, transporte, conducción, distribución y comercialización de agua potable y la disposición de los residuos de tratamiento.

Alcantarillado Sanitario: implica la recolección, conducción, tratamiento, disposición final y comercialización de las aguas residuales, y la disposición de los residuos del tratamiento.

Artículo 3. Condiciones esenciales del servicio: El servicio definido en los términos del artículo 2º se declara como servicio público nacional, con los alcances establecidos en la Constitución Nacional y se prestará en condiciones de continuidad, sustentabilidad, regularidad, calidad, generalidad e igualdad, de manera tal que se asegure su eficiente prestación a los usuarios, la protección de la salud pública y del medio ambiente y la utilización racional de los recursos.

Artículo 7. Competencia del Titular. El titular del servicio tendrá los siguientes deberes y facultades:

- a) determinar las políticas y los planes de desarrollo relativos al servicio;
- b) proveer la prestación del servicio, en las condiciones establecidas en el Marco Regulatorio, por sí o por medio de prestadores, permisionarios o concesionarios;

- c) establecer todas las condiciones de los permisos o concesiones, con sujeción a las disposiciones del Marco Regulatorio. Celebrar, prorrogar y extinguir dichos actos y contratos;
- d) establecer los valores tarifarios del servicio, con sujeción al régimen tarifario establecido en el Marco Regulatorio y a las disposiciones contractuales establecidas en cada caso;
- e) establecer las obligaciones de los prestadores en relación a las inversiones, expansión y mantenimiento de las instalaciones y bienes afectados al servicio;
- f) aplicar a los prestadores las sanciones establecidas en los documentos de concesión o de permiso; y
- g) proponer al Poder Ejecutivo la expropiación de los bienes que sean necesarios para el servicio, para que le dé el trámite que corresponda de acuerdo con la Constitución Nacional.

Artículo 20. Participación de los gobiernos departamentales y municipalidades. En las cuestiones que revistan significativa trascendencia para los intereses de los gobiernos departamentales o municipalidades, tales como la modificación del mecanismo de reajuste de tarifas contemplando en el contrato de concesión o en el permiso, la ampliación de la cobertura no prevista en dicho contrato o permiso, y deficiencias en la calidad de la prestación del servicio, según fuere el caso, sus representantes tendrán derecho a participar de las sesiones del Comité de Administración, exclusivamente con relación a las deliberaciones que consideren estas cuestiones, con voz pero sin voto. A tal efecto, dichos gobiernos departamentales o municipalidades afectadas deberán ser notificadas fehacientemente por el Comité de Administración del ERSSAN, del temario, fecha, hora y lugar de celebración de la respectiva sesión con una antelación no menor de quince días corridos.

El incumplimiento de la obligación de la notificación acarreará la nulidad de las decisiones tomadas respecto de las cuestiones que afecten los intereses de las gobernaciones o municipalidades.

Artículo 30. Obligaciones de los Prestadores. d) Informar con suficiente anticipación a los usuarios afectados sobre cortes programados, y deben así mismo prever un servicio de abastecimiento de emergencia si la interrupción fuera prolongada. e) establecer, mantener, operar y registrar un régimen de muestreo regular y de emergencia para el agua potable y los efluentes vertidos en los distintos puntos del sistema a los efectos de su control, según la reglamentación que establece el ERSSAN. En caso de detectarse una falla en la calidad por encima de los límites tolerables, el Prestador debe informar al ERSSAN del hecho, describiendo las causas, proponiendo las medidas y acciones necesarias que llevará a cabo para restablecer la calidad del servicio. f) Operar, limpiar, reparar, reemplazar y extender el sistema de alcantarillado sanitario de manera que minimice el riesgo de inundaciones provocadas por deficiencias del sistema.

Artículo 35.- Derechos de los usuarios. Los usuarios gozan de los siguientes derechos, sin que esta enumeración deba considerarse exhaustiva:

- a) exigir al prestador la prestación y los niveles de calidad de servicio conforme con lo establecido en esta ley, en el Marco Regulatorio y en las disposiciones reglamentarias y contractuales o permisivas aplicables;
- b) presentar por escrito todo tipo de reclamos y peticiones fundadas ante el prestador, quien tendrá la obligación de contestarlo en debida forma y en un plazo que no podrá exceder de treinta días desde la fecha de la presentación;
- c) recurrir ante el ERSSAN cuando el prestador no diese respuesta oportuna y satisfactoria a los reclamos y peticiones presentados, o bien cuando fuere procedente un recurso directo ante aquél;
- d) recibir de parte del prestador información general y adecuada sobre el servicio;
- e) conocer el régimen y cuadros tarifarios, así como las tarifas, y sus sucesivas modificaciones, con suficiente anticipación a su entrada en vigencia;
- f) ser informado, con suficiente anticipación, de los cortes del servicio programados por razones operativas;
- g) recibir las facturas en el domicilio declarado o en el inmueble servido y sin costo adicional, con no menos de diez días de anticipación a la fecha de su vencimiento. En caso de no ser recibidas las facturas en el plazo mencionado, subsistirá la obligación de pagar en la fecha de su vencimiento cuando la última factura recibida indique claramente la fecha de vencimiento subsiguiente o cuando los prestadores invoquen ante el ERSSAN inconvenientes fundados en la distribución de las facturas y se hubiere dado adecuada publicidad sobre las fechas de vencimiento con suficiente anticipación;
- h) denunciar al ERSSAN cualquier conducta irregular u omisión de los prestadores o de otros usuarios, que pudiere afectar sus derechos, perjudicar el servicio o el medio ambiente;
- i) solicitar o exigir a los prestadores la verificación del buen funcionamiento de los medidores de consumo de agua potable cuando existan dudas fundadas y razonables sobre las lecturas de consumo efectuadas;
- j) recibir de los prestadores reciprocidad de trato, aplicando para los reintegros y devoluciones los mismos criterios establecidos por los prestadores para los cargos por mora;
- k) construir y operar por sí y para sí, los sistemas de captación y distribución de agua potable y de colección, tratamiento y disposición de alcantarillado sanitario cuando carecieran de disponibilidad del servicio de provisión de agua potable y/o de alcantarillado sanitario, hasta que exista disponibilidad del servicio; y
- l) organizar sus respectivas asociaciones para la defensa de sus derechos de acuerdo con la Ley de Defensa del Consumidor y del Usuario y de conformidad con la reglamentación que dicte el ERSSAN al respecto.

Artículo 36. Obligaciones de los usuarios. Sin perjuicio de las que disponen otras leyes, los usuarios tienen las siguientes obligaciones:

- a. conectarse, a su costo, al servicio cuando el mismo se encuentre disponible, según lo establecido en el artículo siguiente;

- b. pagar por el servicio que reciba, y los cargos fijos que correspondan, según lo que establezca el régimen tarifario;
- c. mantener en buenas condiciones las instalaciones internas a su cargo, de modo que no puedan causar daños al servicio;
- d. no conectar el desagüe pluvial del inmueble al alcantarillado sanitario, salvo expresa disposición legal o autorización del ERSSAN; y
- e. construir, con adecuación a la reglamentación específica que se dicte y cuando no exista servicio de alcantarillado sanitario, los sistemas individuales de tratamiento y disposición de excretas del inmueble y mantenerlos en buenas condiciones sanitarias de uso.

Artículo 37. Obligatoriedad de la conexión.

- a. los usuarios que tengan disponibilidad del servicio, deberán obligatoriamente ser conectados al servicio público de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario; y
- b. los usuarios sólo podrán solicitar la desconexión o la no conexión de los servicios cuando el inmueble estuviere deshabitado o baldío, pagando el cargo que por única vez corresponda de acuerdo con el cuadro tarifario vigente.

Artículo 40. Utilización de cuerpos receptores. La utilización de cuerpos receptores se regirá por las disposiciones legales, complementarias y reglamentarias que rijan en la materia.

Todo prestador tendrá derecho a la utilización de los cuerpos receptores que resulten necesarios para el servicio, el que estará ligado esencialmente al plazo de vigencia de su título para la prestación.

Artículo 46. Niveles de servicio apropiados. Los niveles de servicio apropiados en toda el área servida de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario, serán los que se establecen a continuación, sin perjuicio de otras condiciones que determine el ERSSAN para cada caso en particular, y las previsiones que pudieran contener los respectivos contratos de concesión o de los permisos:

- a. **Cobertura de los servicios.** La planificación, aprobación y cumplimiento de los respectivos programas de inversión deberán procurar el ciento por ciento con servicios de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario.
- b. **Alcantarillado Sanitario.**

1. Inundaciones por alcantarillado sanitario. Las características y condiciones del sistema de alcantarillado sanitario minimizarán el riesgo de inundaciones originadas en deficiencias o falta de capacidad hidráulica del sistema.

2. Calidad de efluentes cloacales. Los efluentes que los prestadores del servicio viertan al sistema hídrico, sea con o sin tratamiento obligatorio, deberán cumplir con las normas de calidad y requerimientos que establezcan las leyes o que para cada caso establezca el ERSSAN u otros organismos públicos competentes.

3. Eficiencia de la recolección. Se deberán mantener, rehabilitar y operar los sistemas de recolección de alcantarillado sanitario de forma tal a minimizar las infiltraciones a los mismos y de los mismos hacia su entorno.

Artículo 64. Derecho de las servidumbres. Los permisos y las concesiones para la prestación del servicio público en cuestión, conceden a favor de los prestadores el derecho de constituir servidumbres en bienes del dominio privado del Estado o municipalidades y de los particulares.

Las servidumbres quedarán constituidas mediante acuerdo directo entre el prestador y el propietario celebrado mediante escritura pública; o por resolución judicial en el caso que no dieran resultado las gestiones directas con el propietario dentro de un plazo de sesenta días desde la fecha de la concesión o del permiso, debiendo en ambos casos inscribirse en los Registros Públicos, en la sección pertinente.

Artículo 70. Servidumbre de tránsito. Si no existieren caminos para la unión del camino público o vecinal más próximo con el sitio ocupado por las obras, el concesionario o permisionario tendrá derecho a las servidumbres de tránsito por los predios que sea necesario ocupar para establecer el camino de acceso. En caso de resistencia de los afectados, a pedido de parte el Juez de Primera Instancia en lo Civil y Comercial de Turno con jurisdicción en el lugar de esos predios podrá constituir a favor de aquéllos la servidumbre de ocupación temporal de los terrenos municipales o particulares para el establecimiento de caminos provisorios, talleres, almacenes, depósitos de materiales y cualesquiera otros servicios que sean necesarios para asegurar la expedita construcción de las obras.

La servidumbre de ocupación temporal se establecerá mediante el pago de un canon de arrendamiento y de la indemnización de los daños, perjuicios y deterioros de cualquier clase que puedan generarse en el terreno ocupado. En el caso que no se produjere acuerdo entre las partes, tanto el canon de arrendamiento como las indemnizaciones correspondientes serán fijados por el juez, en juicio sumario.

También dicho juez, a solicitud del propietario de predio afectado, regulará, atendidas las circunstancias, el tiempo y forma en que se ejercitará esta servidumbre de tránsito.

La resolución que regule el ejercicio del derecho a que se refiere esta norma será apelable sin efecto suspensivo.

Artículo 72. Derecho de los afectados por las servidumbres. El procedimiento para la aprobación de los planos que presente el concesionario o el permisionario, de acuerdo con el artículo 67 de esta ley, deberá garantizar el derecho de los propietarios afectados para presentar sus observaciones, quejas o impugnaciones. Aprobados el proyecto y los planos de la obra a ejecutar o las instalaciones a construir, los propietarios de los inmuebles afectados deberán ser notificados fehacientemente de la constitución de la servidumbre. En caso de ignorarse sus nombres o domicilios, la notificación se efectuará por edictos que se publicarán por cinco días en un diario de gran circulación y que llegue a la zona donde se encuentre el inmueble afectado.

La decisión del ERSSAN será recurrible directamente ante el Tribunal de Cuentas.

El propietario afectado por la servidumbre tendrá derecho a una indemnización que se determinará teniendo en cuenta:

El valor de la tierra en condiciones óptimas en la zona donde se encuentre el inmueble afectado.

La aplicación de un coeficiente de restricción que atienda el grado de las limitaciones impuestas por la servidumbre, el que deberá ser establecido teniendo en cuenta la escala de valores que fije la autoridad competente.

En ningún caso se abonará indemnización por lucro cesante ni por valor histórico.

Artículo 73. Necesidad de Evaluación del impacto ambiental. Ningún proyecto de obra será aprobado por el ERSSAN y el titular del servicio sin tener la conformidad de las autoridades competentes referente al resultado de la evaluación del informe ambiental del mismo y de las Municipalidades afectadas.

Artículo 74. Extinción de las servidumbres. Las servidumbres constituidas de conformidad con las normas de este capítulo, se extinguirán:

- a) por resolución del contrato de concesión o revocación del permiso, siempre que el nuevo concesionario no haga uso de las mismas servidumbres;
- b) por renuncia expresa del concesionario o permisionario, titular de la servidumbre;
- c) por su no uso durante un plazo continuo de dos años; y
- d) por falta de pago, total o parcial, de la indemnización debida por el concesionario o permisionario al propietario del inmueble afectado por la servidumbre.

Artículo 77. Principio general. Las actividades que los prestadores desarrollen para la prestación del servicio estarán sujetas a las leyes que rigen para la conservación, preservación y mejoramiento del medio ambiente y a las específicas aplicables al sector para su desarrollo sustentable.

Artículo 78. Obligación de los prestadores. La infraestructura física, las instalaciones y la operación de los equipos y máquinas relacionadas con el servicio público de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario que fuesen utilizados por los prestadores, responderán a los estándares de emisión de contaminantes vigentes, y los que se establezcan en el futuro a nivel nacional.

Artículo 79. Vertidos industriales. Los vertidos industriales al alcantarillado sanitario se ajustarán a los requisitos de calidad, concentración de sustancias y volumen que establezca el ERSSAN.

Los prestadores podrán negarse a recibir descargas de efluentes industriales que no se ajusten a esos requisitos, o bien efectuar su tratamiento previo para adecuarlos a éstos, cargando al usuario el costo de ese tratamiento adicional. Asimismo, los prestadores estarán facultados para cortar el servicio de alcantarillado sanitario en los casos en que los efluentes no se ajusten a las reglas de admisibilidad previstas en las normas aplicables.

Sin perjuicio de ello, los prestadores podrán oponerse a la conexión de desagües industriales al alcantarillado sanitario por razones atinentes a la capacidad hidráulica de transporte y evacuación de las instalaciones existentes y para proteger instalaciones operadas, salvo que los usuarios asumieran el costo total de la ampliación necesaria del sistema.

En todos los casos, las autorizaciones y denegaciones que otorguen los prestadores estarán sujetas al control del ERSSAN, el cual podrá implementar su acción a través de un sistema de monitoreo y seguimiento que desarrollará con el fin de ejercer su poder de policía.

Artículo 100. Limitación a la competencia del SENASA. El Servicio de Saneamiento Ambiental (SENASA), a partir de la entrada en vigencia de esta ley, ya no tendrá facultades regulatorias o fiscalizadoras respecto del servicio regulado y controlado por el ERSSAN.

1. Reglamento de Calidad en la Prestación del Servicio Permisarios

Título V. Calidad de las prestaciones del servicio de agua potable

Capítulo I - Calidad

Artículo 38. Calidad del servicio. El Prestador debe asegurar que el servicio de provisión de agua potable alcance los niveles técnicos de calidad que se establecen en la Ley.

Artículo 39. Responsabilidad básica. Asegurar la calidad física, química y bacteriológica de la fuente de abastecimiento de agua potable y preservar la misma durante el tratamiento, según los requerimientos del Reglamento de la Ley.

Artículo 40. Calidad del agua cruda. El Prestador debe realizar un monitoreo permanente de la calidad del agua cruda en la fuente, a fin de asegurar la calidad del agua potable final.

Artículo 41. Calidad del agua potable. El agua suministrada por el Prestador para consumo humano debe satisfacer los límites de calidad detallados en el Anexo III del Reglamento de la Ley.

Artículo 42. Captación de aguas subterráneas. El Prestador deberá observar rigurosamente la protección de las captaciones subterráneas a fin de evitar el ingreso de contaminantes, pudiendo afectar la calidad del agua provista, así como la capa acuífera.

Artículo 43. Contaminaciones accidentales. En caso de contingencias de contaminación del agua cruda o tratada, que afecte la calidad del agua potable suministrada, el Prestador deberá aplicar medidas de mitigación que evite que dicha contaminación afecte a los usuarios, así como también deberá proveer el servicio desde fuentes alternativas.

Título VI. Calidad de las prestaciones del servicio de alcantarillado sanitario

Capítulo 2 – Descargas al sistema de alcantarillado sanitario

Artículo 54. Régimen de descargas. Se deberá monitorear la calidad de las aguas residuales descargadas en la red de alcantarillado, que deberá satisfacer los requerimientos de calidad del Anexo X del Reglamento.

Artículo 55. Descargas no permitidas. Se deberá cumplir con lo estipulado en cuanto al tipo de aguas residuales que pueden ser vertidas en las redes de alcantarillado.

Capítulo 3 – Efluentes industriales o asimilables

Artículo 58 y 59. Vigilancia y control de descargas. El Prestador deberá monitorear las características de las aguas residuales de tipo industrial o asimilable, de tal modo que cumplan con los estándares de calidad del Anexo II del Reglamento.

Capítulo 4 – Descarga en cuerpos receptores

Artículo 61 y 62. Tratamiento y disposición de efluentes y descarga en cuerpos receptores. El Prestador deberá realizar tratamiento de los efluentes que son descargados en cursos de agua, de manera que la calidad final de los mismos antes de la descarga se adecue a los estándares establecidos en el Anexo X del Reglamento.

2.1.9 Ley N° 1615/2000, que crea la ESSAP

La EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL PARAGUAY, ESSAP S.A., se crea dentro del PROCESO GENERAL DE REORGANIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENTIDADES PÚBLICAS DESCENTRALIZADAS dispuesta por Ley 1615/2000. La Corporación de Obras Sanitarias, CORPOSANA (transformada por esta ley), dicha corporación sujeta al proceso de reorganización y transformación, es declarada por medio de la Ley 1615, “Entidades Públicas del Estado en Reforma o Transformación” EPERT. REORGANIZACIÓN es definida como un proceso de reestructuración interno sin alterar su naturaleza jurídica. TRANSFORMACIÓN es su conversión en Personas Jurídicas que pasarán a regirse por el Derecho Privado, con naturaleza Jurídica de una Sociedad Anónima, y sigue prestando servicios de Agua y Saneamiento, tal como establece la CORPOSANA.

El 26 de octubre de 1954, por ley N° 244/1954 se creó CORPOSANA (Corporación de Obras Sanitarias), originariamente, con el objetivo de elaborar los proyectos, construcción, explotación y administración de las obras y servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de Asunción.

Con la creación del Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) en el año 1972, organismo dependiente del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, los servicios de agua y disposición de excretas en todas las comunidades con población menor a 10.000 habitantes, pasó a cargo del mismo, quedando a cargo de CORPOSANA atender a las poblaciones con mayor número de habitantes que el establecido para SENASA.

Actualmente, la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP S.A.), anteriormente denominada CORPOSANA se rige por el Reglamento de la Ley N° 1614/2000 que crea el ERSSAN (Entre Regulador de Servicios Sanitarios, referente al servicio de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario).

Misión, Visión de la ESSAP:

MISIÓN. "Suministrar agua potable y alcantarillado sanitario de manera continua y eficiente, ofreciendo el servicio con calidad, transparencia y honestidad, comprometidos con mejorar la calidad de vida de la población y la preservación del medio ambiente."

VISIÓN. "Ser reconocida como una empresa líder en la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, por la eficiencia y eficacia de su gestión, empleando tecnología apropiada y de vanguardia con funcionarios competentes, asegurando a sus usuarios un servicio de excelencia."

2.1.10 Ley 2559/05 que modifica el inciso B) del artículo 1898 de la ley N.º 1183/85 Código Civil, que establece el dominio público de las aguas subterráneas.

Artículo 1º.- Modificase el inciso b) del Artículo 1898 de la Ley N° 1183/85 "Código Civil", cuyo texto queda redactado de la siguiente forma:

"Artículo. 1898 inc. b) Los ríos y todas las aguas que corren por sus cauces naturales, y estos mismos cauces, así como las aguas subterráneas".

2.1.11 La Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay, Ley N° 3239/2007

Según el Artículo 1º.- La Ley tiene por objeto regular la gestión sustentable e integral de todas las aguas y los territorios que la producen, cualquiera sea su ubicación, estado físico o su ocurrencia natural dentro del territorio paraguayo, con el fin de hacerla social, económica y ambientalmente sustentable para las personas que habitan el territorio de la República del Paraguay.

Todas las relaciones jurídico-administrativas y la planificación en torno a la gestión del agua y las actividades conexas a ella serán interpretadas y, eventualmente, integradas en función a la Política Nacional de los Recursos Hídricos y a la Política Ambiental Nacional.

Los principios fundamentales que rige la gestión integral y sustentable de los recursos hídricos entre otros son:

- a) **que,** Las aguas, superficiales y subterráneas, son propiedad de dominio público del Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible.
- b) **que,** El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades básicas es un derecho humano y debe ser garantizado por el Estado, en cantidad y calidad adecuada.
- c) **que,** Los recursos hídricos poseen usos y funciones múltiples y tal característica deberá ser adecuadamente atendida, respetando el ciclo hidrológico, y favoreciendo siempre en primera instancia el uso para consumo de la población humana.
- d) **que,** La cuenca hidrográfica es la unidad básica de gestión de los recursos hídricos.

- e) **que**, *El agua es un bien natural condicionante de la supervivencia de todo ser vivo y los ecosistemas que los acogen.*
- f) **que**, *Los recursos hídricos son un bien finito y vulnerable.*
- g) **que**, *Los recursos hídricos poseen un valor social, ambiental y económico.*
- h) **que**, *La gestión de los recursos hídricos debe darse en el marco del desarrollo sustentable, debe ser descentralizada, participativa y con perspectiva de género.*
- i) **que**, *El Estado paraguayo posee la función intransferible e indelegable de la propiedad y guarda de los recursos hídricos nacionales.*

Se citan algunos de los Artículos de la Ley:

Artículo 11. La autoridad de los recursos hídricos establecerá el Registro Nacional de Recursos Hídricos a fin de conocer y administrar la demanda de recursos hídricos en el territorio nacional. En el Registro deberán inscribirse todas las personas físicas y jurídicas, de derecho público y privado, que se encuentren en posesión de recursos hídricos, o con derechos de uso y aprovechamiento o que realicen actividades conexas a los recursos hídricos.

Artículo 13. Todo habitante de la República del Paraguay es sujeto de derecho de uso y aprovechamiento de los recursos hídricos con diversos fines, en armonía con las normas, prioridades y limitaciones establecidas en la presente Ley, con excepción a lo establecido en la Ley N° 1614/00 “General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la República del Paraguay”.

Artículo 28. Previo a su realización todas las obras o actividades relacionadas con la utilización de los recursos hídricos deberán someterse al procedimiento de EVIA y sus reglamentaciones. Quedan exceptuados de esta obligación de los usos relacionados con el ejercicio del derecho previsto en el Artículo 15 de la presente ley.

Artículo 32. El uso de los recursos hídricos o sus cauces sólo podrá otorgarse mediante un permiso o una concesión. El permiso y la concesión serán los únicos títulos idóneos para el uso de los recursos hídricos regulados por esta Ley, así como sus cauces. Por lo tanto, queda prohibida la utilización de los cauces hídricos y/o el vertido a estos sin contar con permiso o concesión.

La utilización de los recursos hídricos para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario se registrará por las normas de la Ley N° 1614/00 “General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la República del Paraguay”.

Sólo podrá otorgarse concesiones y permisos para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en función de la disponibilidad del recurso determinado por el Balance Hídrico Nacional y el cupo que le asigne la autoridad de los recursos hídricos.

La utilización de las aguas para los fines previstos en el Artículo 15 de la presente Ley no estará sujeta a ningún permiso o concesión.

2.1.12 Resoluciones de la SEAM que reglamenta el uso de los Recursos Hídricos

- Resolución SEAM N° 222/2002, límites permitidos de Calidad de Agua, como descargas a los cuerpos receptores.
- Resolución SEAM N° 553/03 de la SEAM, que tiene por objeto georreferenciar todos los grandes usuarios del agua, a fin de permitir cuantificar la cantidad y la calidad de los diferentes usos del agua para calcular el balance hídrico integrado que permita la planificación de los recursos hídricos a nivel nacional.
- Resolución SEAM N° 2155/05, sobre especificaciones técnicas para la construcción de pozos tubulares destinados a la captación de aguas subterráneas.
- Resolución SEAM N° 170/2006, que establece la formación de los Consejos de Agua por Cuencas Hídricas, fortaleciendo la descentralización a través de las gobernaciones y municipios y tomando como unidad de planificación la cuenca hídrica.
- Otras disposiciones de organismos públicos y gobiernos locales, relacionadas a la calidad del agua y a la protección de territorios asociados al agua.

2.1.13 La Ley Orgánica Municipal N° 3966/2010

LEY ORGÁNICA MUNICIPAL, que modifica la Ley N° 1894/87

Artículo 12. Funciones.

Las municipalidades no estarán obligadas a la prestación de los servicios que estén a cargo del Gobierno Central, mientras no sean transferidos los recursos de conformidad a los convenios de delegación de competencias, previstos en los Artículos 16, 17 y 18.

Sin perjuicio de lo expresado en el párrafo anterior y de conformidad a las posibilidades presupuestarias, las municipalidades, en el ámbito de su territorio, tendrán las siguientes funciones:

En materia de infraestructura pública y servicios:

- c) la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de conformidad con la ley que regula la prestación de dichos servicios, en los casos en que estos servicios no fueren prestados por otros organismos públicos;

Artículo 141. Permuta de interés municipal.

Las municipalidades podrán, asimismo, permutar tierras de su dominio privado cuando la operación sea conveniente a los intereses municipales.

Artículo 166. Fondo especial para la pavimentación, desagüe pluvial, alcantarillado sanitario (en convenio con la ESSAP) y obras complementarias y cuenta especial.

Créase el fondo especial para la pavimentación y obras complementarias constituido por:

- a. la contribución especial de todos los propietarios de inmuebles; cuya cuantía será equivalente a un 10% (diez por ciento) adicional al monto del Impuesto Inmobiliario;
- b. la contribución especial de los propietarios de rodados; cuya cuantía será equivalente a un 10% (diez por ciento) adicional a la patente de rodados;
- c. otros recursos tales como; fondos propios de las municipalidades, transferencias recibidas en concepto de royalties y compensaciones provenientes de Itaipú y Yacyretá, y empréstitos a ser definidos en el presupuesto municipal en el porcentaje establecido por ordenanza.

Para su ejecución, todas las municipalidades habilitarán una cuenta bancaria especial a la que deberán acreditarse todos los ingresos que constituyen dicho fondo especial para la pavimentación, el cual sólo podrá gastarse para hacer frente a dicho objeto.

Artículo 226. Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial.

El Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial tendrá por finalidad orientar el uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio para conciliarlos con su soporte natural. El Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial tendrá por finalidad orientar el uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio para conciliarlos con su soporte natural.

El Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial tendrá por finalidad orientar el uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio para conciliarlos con su soporte natural.

El Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial es un instrumento técnico y de gestión municipal donde se definen los objetivos y estrategias territoriales en concordancia con el Plan de Desarrollo Sustentable y contiene como mínimo los siguientes aspectos:

- a. el sistema de infraestructura y servicios básicos.

2.1.14 Decreto Nº 5369/10, que crea DAPSAN

Que crea la Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN), como órgano dependiente del Gabinete del Ministro- MOPC, responsable de asistir de forma directa, en lo referente al planeamiento estratégico, las metas de expansión y mejoras de calidad de los servicios, de acuerdo al Plan de Desarrollo del Servicio (PDS), desarrollado por el MOPC.

Misión Visión de la DAPSAN

MISIÓN: Contribuir al fortalecimiento del Sector de Agua Potable y Saneamiento de la República del Paraguay a fin de mejorar la calidad de vida de la población, mediante el aumento sostenido de la cobertura de la prestación de los servicios, la sostenibilidad de los mismos y el cuidado y protección de los recursos naturales.

VISIÓN. Liderar en el apoyo efectivo a la adecuación del Sector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, como respuesta a las necesidades de la población, con servicios públicos sinónimos de alta calidad.

Por Decreto del Poder Ejecutivo, Decreto N°874/2013, *“Por el cual se crea el Comité Interinstitucional de Coordinación del Sector de Agua Potable y Saneamiento”*, se aglutina a las Instituciones del Sector Agua y Servicios, a fin de crear el Comité Interinstitucional de Coordinación del Sector de Agua Potable y Saneamiento, que **lidera la DAPSAN/MOPC**, con el objetivo de facilitar la coordinación y articulación del accionar de las entidades públicas y privadas y de los organismos de cooperación que realizan intervenciones en el sector de agua potable y saneamiento, en todo el territorio nacional.

El Comité Interinstitucional de Coordinación del Sector de Agua Potable y Saneamiento estará integrado por las siguientes instituciones:

- a) Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- b) Ministerio de Hacienda.
- c) Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.
- d) Secretaría Técnica de Planificación (STP).
- e) Secretaría del Ambiente (SEAM).
- f) Ente Regulador de los Servicios Sanitarios (ERSSAN).
- g) Empresa de Sanitarios del Paraguay (ESSAP)

2.1.15 Otras Legislaciones y normativas nacionales que hacen relación con el cuidado de los Recursos Hídricos y el Ambiente en el Paraguay

- Ley N° 928/27 Reglamentos de la Capitanía.
- Ley N° 1248/32 Código Rural, legisla sobre aguas públicas.
- Ley N° 429/57 Dirección de la Marina Mercante.
- Ley N° 1066/65 “Administración Nacional de Navegación y Puertos”.
- Ley N° 369/72 y su modificatoria N° 908/96 que crea el SENASA.
- Ley N° 422/73 “Forestal”.
- Ley N° 42/90 y su Decreto Reglamentario N° 1896/97.
- Ley N°112/91 “Reserva del Mbaracayu”.
- Ley 123/92 “Fitosanitaria” y sus reglamentaciones.
- Resolución N° 447/93 del MAG “Sobre prohibición de insecticidas de órgano-clorados”.
- Ley N° 352/94 “Áreas silvestres protegidas”.
- Ley N° 1897/94 “Orgánica Departamental”.
- Ley N° 779/95 de Hidrocarburos.
- Ley N° 536/96 “Forestación y reforestación”.
- Decreto N° 17057/96 “Que pone en vigencia las resoluciones adoptadas en el Mercosur sobre industrias, empresas y productos, drenajes sanitarios domiciliarios”.
- Ley N° 799/96 de Pesca.
- Ley N° 716/96 “Delitos contra el medio ambiente”.

- Ley N° 816/96 “Medidas de defensa de los recursos naturales” y su ampliatoria.
- Decreto N° 17723/97 “Que aprueba el acuerdo de transporte de mercaderías peligrosas del Mercosur”.
- Código de Navegación fluvial y marítimo.
- Ley N° 1614/02 “Marco regulatorio y tarifario del servicio de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario (ERSSAN y sus reglamentaciones)” y su modificatoria Ley N° 2243/03.
- Resolución 585 (MSPyBS) y la Resolución SEAM N° 222/2002, en cuanto a la calidad del agua.
- Ley 1863/02 del Estatuto Agrario.
- Decreto N° 17726/02 “Programa de Implementación de Medidas Ambientales (PIMA)”.
- Decreto 2048/04 que reglamenta el uso y manejo de plaguicidas.
- Código Penal.
- Ley N° 93/14 de Minas y Energía.

3 MARCO INSTITUCIONAL Y GOBERNANZA

La autoridad de aplicación temporal de la Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay es la Secretaria de Ambiente a través de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos.

La Ley establece entre otras cosas que:

El manejo de los recursos hídricos en el Paraguay deberá contar con un Plan Nacional de Recursos Hídricos, que será elaborado con base en la Política Nacional de los recursos hídricos. El Plan Nacional de Recursos Hídricos será actualizado permanente y sistemáticamente.

La autoridad de los recursos hídricos deberá elaborar un Inventario Nacional del agua, que permitirá generar el balance hídrico nacional, que será la herramienta fundamental del Plan Nacional de Recursos Hídricos. El balance permitirá conocer la disponibilidad de los recursos hídricos con la que cuenta el país para determinar la factibilidad de otorgar permisos y concesiones de usos y aprovechamientos. Estos usos y aprovechamientos estarán permitidos en función del caudal ambiental, y la capacidad de recarga de los acuíferos.

La autoridad de los recursos hídricos establecerá el Registro Nacional de Recursos Hídricos a fin de conocer y administrar la demanda de recursos hídricos en el territorio nacional. En el Registro deberán inscribirse todas las personas físicas y jurídicas, de derecho público y privado, que se encuentren en posesión de recursos hídricos, o con derechos de uso y aprovechamiento o que realicen actividades conexas a los recursos hídricos.

La autoridad de los recursos hídricos arbitrará los medios necesarios para elaborar e implementar el Plan Nacional de Recursos Hídricos, para calcular y actualizar permanente y sistemáticamente el Balance Hídrico Nacional, y para establecer y administrar el Registro Nacional de los Recursos Hídrico.

El Acuífero Patiño debería formar parte integrante y estratégico de ese Plan Nacional por la cantidad de habitantes con afectación directa al acuífero.

El área del Acuífero Patiño como un todo abarca 3(tres) Departamentos y la capital del país, e incluye parte de 24 (veinticuatro) Distritos ubicados sobre el acuífero.

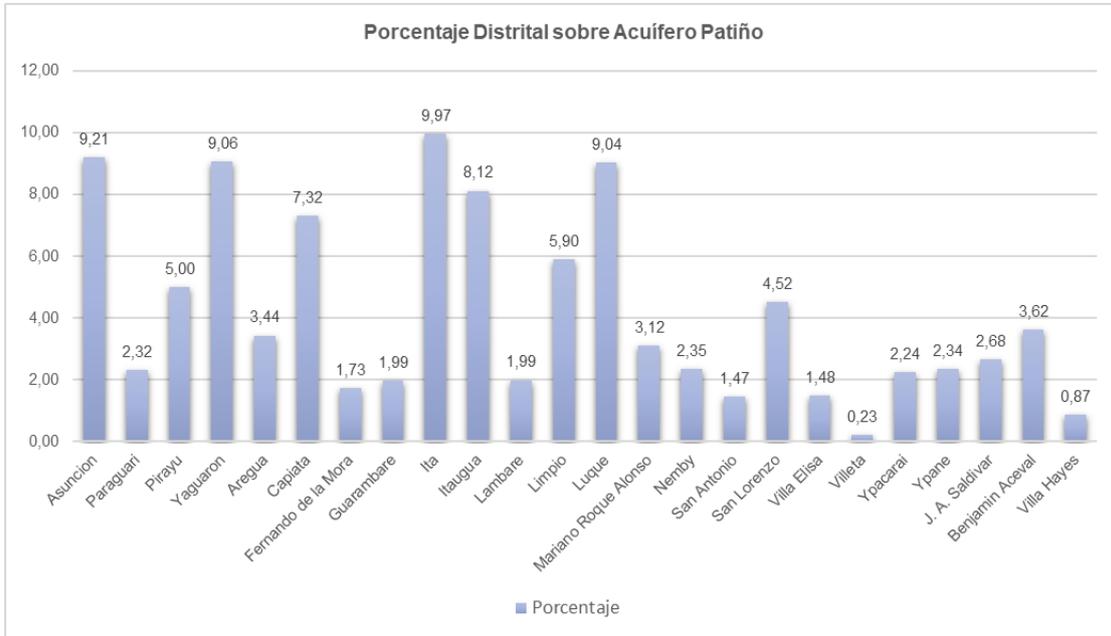


Figura nº02. Porcentaje del Área del Acuífero Patiño en cada Distrito y en la Capital Asunción

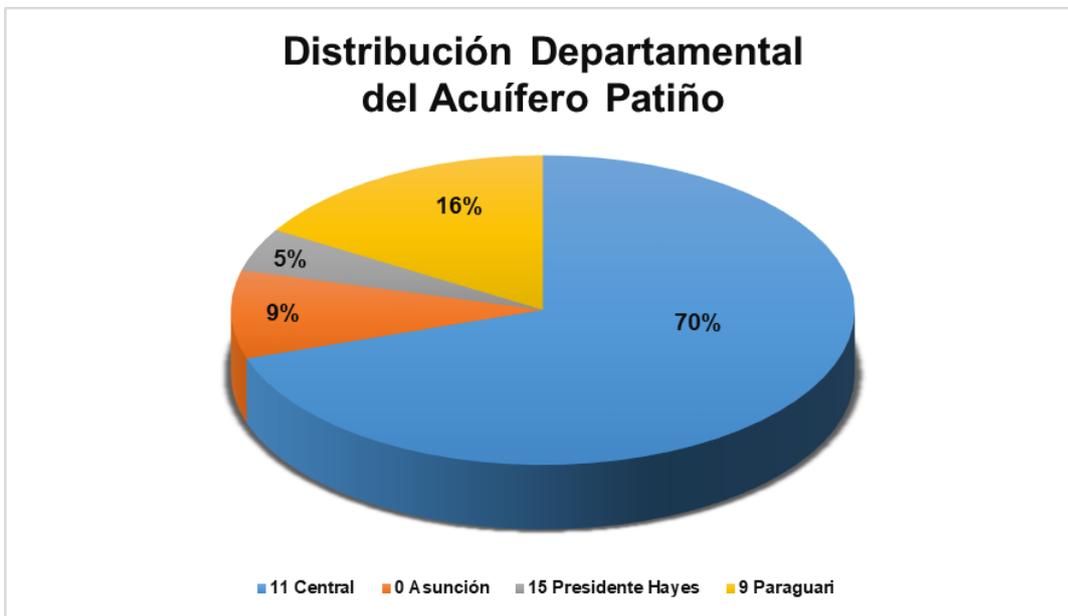


Figura nº03. Porcentaje del Área del Patiño por cada Departamento

El Marco Institucional del Agua en el Paraguay, podemos agrupar en dos sectores Institucionales tales como:

1. Instituciones que gestionan el Agua y el Ambiente, “AGUA Y RECURSO”, Calidad y Cantidad del Agua como Recurso y Medio Ambiente

Instituciones	Competencia
SEAM	Definir la Política Ambiental Nacional-PAN y es autoridad de aplicación de las leyes ambientales y los Tratados Internacionales que hace relación con el cuidado ambiental
MSPBS	Salud Publica Abastecimiento de agua potable, niveles de Calidad del Recurso Agua – Vigilancia Ambiental Normas de control de la contaminación Vigilancia ambiental para el cuidado de la salud humana, Agua y Recreación
MEC	Educación Ambiental
Municipalidades	Cuidado ambiental del territorio municipal y la salud ambiental de sus habitantes, ordenamiento ambiental del territorio

2. Instituciones que Gestionan el Agua para los Servicios, como “AGUA Y SERVICIOS”

INSTITUCIONES	Competencia
SEAM/DGPCRH	Autoridad de aplicación de la Ley de los Recursos Hídricos, como competencia fundamental, Definir Políticas de Gestión de los Recursos Hídricos y elaborar el Plan Nacional de los Recursos hídricos , Como Planificación del Recurso para diferentes usuarios
SENASA	Servicios de Agua para pequeñas comunidades a través de las Juntas de Saneamiento, menores a 10 mil habitantes
ESSAP	Servicios de Agua para comunidades mayores a 10 mil habitantes
MAG	Servicios para usuarios del sector agrícola, Agua para irrigación.
DINAC/DMH	Mediciones hidrológicas e hidrometeorológicas, de Asunción y su área Metropolitana, y todo el país, EL Agua y las mediciones
SEN	Servicios para cubrir la Emergencia nacional para eventos extremos
MOPC/DAPSAN	Coordinación, Articulación y Planeamiento Estratégico del Sector “Agua y Servicios”, Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Saneamiento.
ERSSAN	Ente regulador de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

3.1 Usos del Agua en el Paraguay

El Paraguay si bien es un país rico en recursos hídricos, existen problemas de calidad y cantidad del agua y la distribución del recurso es heterogénea, esta situación podría estar mucho mejor considerando su potencial hídrico, tanto en aguas superficiales como en subterráneas. Sin embargo, muchos sectores de la población sin servicios de saneamiento básico, lo cual perjudica a la calidad del agua y al ambiente, con sus consecuencias en la salud y calidad de vida de sus habitantes, estos problemas se agravan más en las áreas urbanas de la mayoría de los departamentos del país y en casi la totalidad de la población del área rural

Esta abundancia de recursos hídricos y su ubicuidad ha permitido el desarrollo de un sistema de suministro altamente descentralizado y la existencia de múltiples operadores de naturaleza pública, privada y comunitaria cuya gobernabilidad, regulación y supervisión representa un importante desafío institucional.

Se ha analizado los diferentes usos del agua en el Paraguay y en particular del acuífero Patiño, a fin de poner en relieve la importancia de la gestión que abarque a todos los sectores involucrados, el agua es un recurso vital, su importancia se extiende tanto para la higiene como para la salud, la industria, la alimentación y la vida misma de la biodiversidad asociada al agua, entre otros importantes usos.

Por practicidad, de acuerdo a la información recopilada y por tratarse de un análisis prioritariamente de las aguas subterráneas, se divide el tema Agua, en cuatro sectores principales de usos del agua

3.1.1 Agua Potable y Saneamiento:

El Paraguay ratificó un pacto internacional que establece que el derecho humano al agua es indispensable para una vida digna. El país ha ratificado el pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales que reconoce el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental. Al respecto la ONU ha establecido que el derecho humano al agua es indispensable para una vida digna y una condición necesaria para lograr la efectividad de todos los demás derechos.

La cobertura nacional del agua en Paraguay es de 80% de la población y supera la meta fijada para el año 2015 y de acuerdo con la tendencia de las inversiones en el sector esta meta seguirá superando ampliamente.

Existe una importante pérdida de agua potable en el sistema de distribución pública y una ausencia total de control del uso racional doméstico e industrial. La pérdida por agua no contabilizada en la red pública es alrededor del 47 %, a nivel Asunción y su área metropolitana.

La cobertura nacional de Saneamiento no se ha logrado aún alcanzar la meta establecida para el 2015, sin embargo, ha habido un gran avance en los últimos dos años. Este es uno de los desafíos del sector agua potable y saneamiento del país, según las tendencias y el alto costo de las soluciones sanitarias y por la falta de una política tarifaria que contemple saneamiento se dificulta cada vez más el avance en la implementación del saneamiento.

El impacto del servicio inadecuado de agua y saneamiento recae sobre los sectores pobres. (ciudades dormitorio) de las principales ciudades, por lo general en zonas bajas e inundadas, y franjas de protección de cursos de agua que atraviesan la ciudad. Esta situación se pone de manifiesto, principalmente en las áreas periurbanas y las áreas metropolitanas, la población en estos sectores crece sin ninguna planificación ni regulación del uso del territorio, y en épocas

de inundación se genera una gran demanda de necesidades económicas para los damnificados de los ocupantes rivereños.

3.1.2 Agua para la producción y otros usos

La Ley 3239/2007 establece niveles prioritarios en el uso del agua, según la misma, será prioritario el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para consumo humano. Los demás usos y aprovechamiento seguirán el siguiente orden de prioridad:

- a) Satisfacción de las necesidades de los ecosistemas acuáticos.
- b) Uso social en el ambiente del hogar.
- c) Uso y aprovechamiento para actividades agropecuarias, incluida la acuicultura.
- d) Uso y aprovechamiento para generación de energía.
- e) Uso y aprovechamiento para actividades industriales.
- f) Uso y aprovechamiento para otros tipos de actividades.

Cada tipo de uso y aprovechamiento demandará un tipo de calidad de agua diferente

En Paraguay, la crisis del agua y sus usos para la producción, está asociada a la forma de gestión del recurso hídrico en dos aspectos fundamentales, la explotación del agua sin control, y la contaminación por diversas fuentes, que impactan sobre las reservas de aguas tanto superficial como subterránea. Existen datos aislados de consumo de agua para la agricultura e industria que no están sistematizados y muy dispersos, no se cuenta con registro de usos por parte de estas actividades y son los mayores usuarios. El nivel de tratamiento de aguas residuales de las industrias es muy bajo, y el control es muy precario.

El Departamento Central, que cubre un área importante del Acuífero Patiño presenta alta contaminación de origen industrial y urbano

Para cuencas compartidas transfronterizas o transdistritales los usos de agua para la producción requiere de acuerdos interdistritales o internacionales entre los distritos o entre los países que las comparten la cuenca o el acuífero, y los usos deberán armonizarse de manera a garantizar el manejo sostenible e igualitario entre las partes, porque planes de desarrollos diferentes entre países o entre distritos en cuencas compartidas pueden causar efectos sobre el otro.

3.1.3 Agua para la Biodiversidad

En esta parte de usos ecosistémicos del agua, la ausencia total de la visión ecosistémica del agua, siendo el sector más presionado de todos, los manantiales y los humedales no están protegidos, hay un desconocimiento total de la función ambiental que cumplen los bosques y humedales y la oportunidad que presenta como servicios ambientales.

La visión sectorial del agua conduce a que existan enfoques sectoriales sin vinculación

La Política Ambiental Nacional, busca integrar diversos aspectos de los recursos naturales entre ellos el agua, el cuidado y la protección del recurso agua indirectamente favorece la biodiversidad asociada al ecosistema hídrico.

La Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay establece en su Artículo 25.- *Se privilegiará la declaración de áreas protegidas en: las zonas de nacientes o manantiales de agua, los*

ecosistemas de humedales, las zonas de recarga de acuíferos y las zonas necesarias para la regulación del caudal ambiental de las aguas.

3.1.4 Gobernabilidad e Institucionalidad del agua

En el Paraguay existe una gran dispersión de disposiciones legales, entre las cuales hay evidentes inconsistencias, profusión de leyes, con vacíos tanto conceptuales como de estrategia y acción, que son realmente importantes. En muchos casos, esas disposiciones están desactualizadas y desvinculadas de la realidad nacional. Mismo con la Promulgación de la Ley de los Recursos Hídricos, que contempla la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos tomando como unidad de planificación la cuenca hídrica, aún está ausente el principio integrador de la gestión del agua, y el concepto mismo de esta se encuentra difuso en las diferentes instituciones.

El agua es uno de los recursos naturales más importante del Paraguay, por tanto la Gestión y la gobernabilidad también, la Gestión Integrada es fundamental, por ejemplo en Paraguay más del 80% del abastecimiento de agua potable se realiza a través de las aguas subterráneas, uno de los problemas existentes es el deterioro de las aguas superficiales y subterráneas, debido al uso inadecuado de la tierra, la contaminación de las áreas de recarga de acuíferos, el monocultivo, el mal uso de agroquímicos, los desechos domésticos hospitalarios tóxicos y peligrosos y la falta de un ordenamiento ambiental del territorio teniendo en cuenta la disponibilidad del recursos agua en cantidad y calidad apropiada para cada uso.

3.2 La Gestión Transfronteriza

En 1969 los gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, suscribieron el tratado de la Cuenca del Plata, principal instrumento legal vinculante en el ámbito de la cuenca. Por medio de este tratado se consolidó el Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata, CIC, como el órgano promotor de sus objetivos. El CIC había sido creado en febrero del 1967, durante la primera reunión de Cancilleres de la Cuenca del Plata, oportunidad en la cual los Gobiernos participantes acordaron efectuar un estudio conjunto e integral del áreas con miras a la realización de obras multinacionales, bilaterales y nacionales destinadas al progreso y desarrollo de la región, la institucionalidad para la integración regional fue fortalecida luego por el Tratado de Asunción que creó el Mercado Común del Sur- MERCOSUR (1995), destinado a incentivar el comercio intrarregional e internacional de los países que la integran.

Desde su creación el CIC se ha concentrado en áreas de interés común de los cinco países, , facilitando la realización de estudios, programas y Obras de Infraestructura en temas de Hidrología, recursos naturales, transporte, navegación, suelo y energía, en particular fue importante el estudio comprensivo de los recursos naturales de la cuenca del Plata realizados por OEA en la década de los años 70, el cual permitió delimitar áreas de desarrollo y áreas vulnerables para la protección ambiental, y el rol clave para la regulación hídrica de la cuenca del Plata como un todo.

Paraguay parte integrante de la Cuenca del Plata, se encuentra en el centro de la misma, donde la Cuenca abarca todo el territorio nacional, políticas delineadas en la Cuenca sería válida para las dos cuencas troncales principales que conforma la Cuenca del Plata, El Rio Paraguay y el Rio Paraná, que drena el territorio nacional, así mismo los grandes acuíferos transfronterizos, como el Acuífero Guaraní, El Acuífero Yrenda, y el Acuífero Pantanal entre otros. La Institución, SEAM forma parte integrante del CIC como representante técnico por Paraguay.

El programa de acciones estratégicas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata y los efectos de la Variabilidad y los cambios climáticos, desarrollados en el Marco del CIC (2010-2016), ha generado informaciones, herramientas y capacidades para la gestión integrada de los Recursos hídricos en el Paraguay.

3.3 La Gestión Gubernamental

La Gestión gubernamental de las Aguas superficiales, como las subterráneas, “Agua como Recurso” está a cargo de la secretaria del Ambiente, mandato de la ley 3239/2007, y en el marco de la Política Ambiental Nacional, y la ley 1561/2000, artículo 25° que crea y establece la función de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos, dependencia de la SEAM.

A su vez la Política Ambiental Nacional aprobada por Resolución del CONAM liderado por el Secretario Ejecutivo Ministro de la SEAM, establece entre sus líneas estratégicas: promover la prevención y reducción de los niveles de contaminación del agua, aire y suelo, la recuperación de los ecosistemas asociados, de hábitat y fauna ictica; y Promover e inducir procesos de creación de mercados y de financiamiento para el desarrollo sustentable de modo a compatibilizar el crecimiento económico con la protección ambiental, entre otros.

La descentralización de la Política Ambiental Nacional a través del SISNAM, Sistema Nacional Ambiental, que integran las Gobernaciones y los Municipios a cargo, a través de sus Secretarías de Medio Ambiente, creados en cada Gobernación y en cada Municipio, esto es incipiente y aún existen algunos Municipios que no cuentan con el área ambiental conformada.

Tratándose del Agua y servicios, hoy la coordinación de la DAPSAN/MOPC, en proceso de legalizar a todos los prestadores de servicios, sobre todo a las Juntas de Saneamiento diseminados por todo el país y en toda el área de la Cuenca del Acuífero Patiño sobre todo.

3.4 Las Organizaciones No gubernamentales en la Gestión del Agua

Los organismos de cuenca implementados por la SEAM, a partir del 2006, según Resolución SEAM 170/2006 y con la vigencia del reglamento de creación del Consejo de Aguas para la gestión integrada de los recursos hídricos del Paraguay, podemos citar algunas:

Consejo de Aguas de la Cuenca del Río Pilcomayo en territorio paraguayo (territorio chaqueño): creado en el marco de la Resolución 170/2006, y cuyo estatuto fue aprobado por Decreto del Poder Ejecutivo.

Cuencas de los arroyos Rory y Rorymi (La Colmena): Son administradas a través de una autoridad formada por los usuarios de las cuencas, por Resolución de la SEAM N°170/2006, que administra las cuencas altas, las tomas de agua, las represas, y la cantidad y uso del agua potable y para riego. Esta organización (colonia de inmigrantes japoneses y paraguayos) es considerada un referente de administración eficiente. Aunque está relacionada con la comunidad y el gobierno local, no lo está con los gobiernos departamental y central.

Organización de la cuenca alta del río Tebicuary: Agrería a productores de arroz en el departamento de Misiones y fue creada a fin de aprovechar los recursos hídricos para la irrigación de rubros agrícolas con alta demanda de agua.

Juntas Vecinales de Conservación de Recursos Naturales: Son organismos civiles con personería jurídica. Se organizan por microcuencas con la intención de planificar conjuntamente las prácticas de manejo de recursos naturales y administrar fondos.

Organización de la Cuenca del Arroyo San Lorenzo: Agremia a usuarios de agua de la Cuenca del Arroyo San Lorenzo y el acuífero Patiño y los municipios de San Lorenzo y Fernando de la Mor, así como algunas universidades de la UNA como apoyo técnico.

Organización de la Cuenca del Arroyo Capiibary: Aprobados por Resolución de la SEAM, ubicados en el Departamento de Itapúa, que agrupa a usuarios en su mayor parte del sector agrícola e industrial de la cuenca del Arroyo Capiibary y del Acuífero Guaraní, en una zona de uso extensivo de los suelos para la producción de soja.

Consejo de aguas de la Cuenca del Lago Ypacaraí y otros

3.5 La gobernabilidad del Agua en el Paraguay

La Gobernabilidad del Agua en el Paraguay, se presenta como uno de los desafíos más importantes para la gestión, que requiere contemplar todos los usos del agua, que facilite el establecimiento de metas y prioridades a través de un Plan Nacional de usos del agua, que integre las aguas superficiales y subterráneas, y que impulse la gestión participativa con soluciones duraderas a largo plazo.

La protección y conservación del Recurso con una visión ambiental del agua, plasmada en la Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay recientemente sancionada Ley N° 3239/2007, cuya autoridad de aplicación temporal es la SEAM. Esta ley contempla la Cuenca Hidrográfica como unidad básica de planificación y gestión.

A partir de la administración por cuencas ya establecidas por Ley de los Recursos Hídricos se podrá coordinar políticas, programas y acciones locales del sector cuyos efectos pueden trascender las fronteras político municipales y a veces las fronteras político gubernamentales a través de las gobernaciones que abarca la cuenca.

De la información recopilada, se evidencia la necesidad de contar con los instrumentos legales, normativas, reglamentos con soporte técnico y la capacidad institucional, sustentable en el tiempo, suficiente para gestionar y negociar los acuerdos interinstitucionales, internacionales derivados de los compromisos de gestión inter- municipal, intergubernamental y transfronterizos relacionados a la gestión de los recursos hídricos por cuencas, tomando como ejemplos aquellos que se refieren a la Cuenca del Plata- Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata- (cinco países), el Sistema Acuífero Guaraní (cuatro países)- resultados del P-SAG-, y otros insipientes como el Acuífero Yrenda Toba Tarijeño (tres países) y el Pantanal (tres países) y otros como el Plan de Saneamiento Integral de la Cuenca del Lago Ypacaraí (25 municipios tres Gobernaciones), proyecto BID recientemente concluido.

3.6 Marco Institucional y Normativo del sector

Instituciones vinculadas al sector hídrico, Instituciones públicas y autárquicas

Secretaría del Ambiente (SEAM):

Su objetivo es la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional. Con relación a los recursos hídricos,

Ley 1561/2000, que crea la SEAM y la DGPCRH, fija la estructura de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos como la máxima instancia que debe delinear la política nacional del sector hídrico en el país. Es la autoridad temporal de la Ley de los Recursos Hídricos del Paraguay

La SEAM, como órgano ejecutor de la Política Ambiental Nacional, regula la protección y la conservación del agua como uno de los recursos ambientales.

Sin embargo, carece de un arreglo institucional que contemple la asignación de usos buscando el equilibrio entre ellos, y que proteja las fuentes de agua sobre la base del conocimiento de la oferta hídrica y la gestión de la demanda, promoviendo el uso eficiente del recurso.

No se percibe una autoridad técnica, presupuestada y normativamente fortalecida para conciliar todos los sectores e intereses involucrados, ya que la gestión de los recursos hídricos es transversal a varios ministerios e instituciones del Gobierno y gremios del sector privado relacionados al tema del agua.

Desde la perspectiva del ordenamiento de los recursos hídricos en el Paraguay, no se cuenta con el conocimiento y reconocimiento suficientes de los recursos hídricos, su existencia en cantidad y calidad, un catastro completo de usuarios del agua, los balances hídricos por cuenca hasta el grado 3, la clasificación de los cursos de agua por tramos, y mucho menos un ordenamiento territorial adoptando a los recursos hídricos como el parámetro principal.

Los gobiernos locales no participan en la territorialidad del agua. Es sentida la necesidad de datos y mapas de criticidad ambiental en el uso de los recursos hídricos, como también de un sistema de información relacionada con los recursos hídricos de uso público, y de un Plan Nacional de Recursos Hídricos en el cual se defina la estrategia y los pasos para la gobernabilidad y el uso sostenible de los recursos del agua en el país.

Corresponderá a la Secretaría del Ambiente (SEAM) en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social la determinación de los niveles de calidad que deberán tener las aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas, según las distintas clasificaciones de los cursos de agua por tramos, y de los diferentes acuíferos, que al efecto realice, (por Ley 3239/2007)

También corresponderá a la Secretaría del Ambiente (SEAM) en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social la determinación de los niveles de calidad de vertidos, a los que deberán ajustarse los vertidos que se realicen desde fuentes móviles o fijas a cuerpos receptores de agua. Para ello, se tendrá en cuenta los niveles de calidad que deberán tener las aguas, la capacidad de dilución de las aguas, la sustentabilidad de la biodiversidad y los potenciales usos que se pueda hacer de estos cuerpos receptores de agua, (por ley 3239/2007)

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS):

Desarrolla varios programas sanitarios, incluyendo servicios públicos generales, salud pública, saneamiento básico ambiental, erradicación de vectores, ciencia y tecnología. Es la autoridad del Código Sanitario. Como organismos dependientes se citan al SENASA y a la DIGESA.

Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA): Es un organismo técnico del MSPyBS cuyas principales funciones son: la planificación, ejecución y supervisión de las actividades de saneamiento ambiental, relacionadas con la provisión de agua potable, desagüe en zonas rurales y en poblaciones que tengan un número igual o menor a 10.000 habitantes, sean urbanas o rurales.

Juntas de Saneamiento, Entidades no gubernamentales sin fines de lucro, con personería jurídica, creadas por ley y apoyadas por el gobierno a través de SENASA.

La comisión directiva es electa por los usuarios de los sistemas de agua potable, en dicha comisión los integrantes no tienen honorario alguno, y en la misma concurre un representante de la Municipalidad local, la mayoría de las Juntas de saneamiento tienen problema de

sostenibilidad, no logran gestionar la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario y de tratamiento de efluentes. La falta de planificación, la alta morosidad de los usuarios, sumados a la falta de capacidad técnica de los responsables, dificulta una gestión sustentable del sistema.

La mayoría de las juntas no aplican al canon de 2% establecidas por el ERSSAN

En las Juntas de Saneamiento se trabaja en función de la oferta de agua potable y descuida la demanda y el ahorro de los recursos hídricos, lo que lleva a una sobre explotación de acuíferos y a la pronta obsecuencia de sus instalaciones.

En todo el territorio nacional existen más de 2500 juntas de Saneamiento (todas ellas explotando aguas subterráneas) de los cuales más de 1000 se encuentra en la zona del acuífero Patiño, y los mismos lógicamente son imposibles de ser atendidos todos por SENASA.

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA): Es un organismo técnico del MSPyBS y a su cargo está la implementación del Código Sanitario en todo lo referente a la calidad ambiental, disposición de residuos sólidos y excretas, higiene y seguridad ocupacional, actúa como vigilancia ambiental para la salud humana.

Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay, S.A. (ESSAP): Es una sociedad anónima formada en el 2000 a partir de una institución estatal, la Corporación de Obras Sanitarias (CORPOSANA).

Sus objetivos son: la provisión de servicios de agua potable para ciudades con población mayor a 10.000 habitantes, incluyendo la captación y tratamiento de agua cruda, almacenamiento, transporte, conducción, distribución y comercialización de agua potable; la disposición de los residuos de tratamiento y la provisión de servicios de alcantarillado, incluyendo su recolección y tratamiento.

La cobertura de agua y saneamiento del Paraguay llega al 80% de la población en áreas urbanas y solamente al 49% en áreas rurales.

En ESSAP, un relevamiento ha determinado que gran parte de la infraestructura de tuberías está en condiciones críticas y que se necesitan cambiar cerca de 300.000 metros de tuberías para optimizar el servicio.

Con este escenario, las pérdidas de agua potable que se producen están alrededor del 47%, y se deben a una red de caños antiguos que utilizan accesorios de mala calidad y un sistema de distribución en base a bombeo directo.

Alcantarillado Sanitario

Respecto al alcantarillado sanitario, la baja cobertura es un problema crítico en Asunción y su área metropolitana.

Solo un 33% de la población está conectada a este servicio, por lo que es prácticamente inexistente el adecuado manejo de aguas residuales.

Cada día, 0,32 millones de metros cúbicos de aguas residuales sin tratar son vertidas al río Paraguay y sólo 11% de los desagües cloacales tienen un tratamiento antes de llegar al río.

Las aguas residuales sin tratar se infiltran en acuíferos poco profundos (aquellos que muchas familias utilizan para la provisión de agua) o son directamente son descargadas en las calles, afectando seriamente el medio ambiente y la salud de la población.

Se necesitan inversiones de mejora importantes para expandir la cobertura de la red de alcantarillado sanitario y la adecuada eliminación de los efluentes en el área metropolitana de Asunción.

Ente Regulador de Servicios Sanitarios del Paraguay (ERSSAN): Es una entidad autárquica con personería jurídica, dependiente del Poder Ejecutivo a través del MOPC, que establece entre sus facultades y obligaciones, regular la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, supervisar el nivel de calidad y de eficacia del servicio, proteger los intereses de la comunidad y de los usuarios, controlar y verificar la correcta aplicación de las disposiciones vigentes en lo que a su competencia se refiera. Es la autoridad de aplicación de la ley 1614/2000 del marco regulatorio y tarifario de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC): Institución Pública que opera todo lo relativo a Obras Públicas, en especial Rutas, acueductos, caminos vecinales, Sistema de agua potable, construcción de sistemas de recolección de aguas pluviales, alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de agua y saneamiento. Como función relacionada al agua, se constituye como el ente rector del sistema de agua potable y saneamiento del estado paraguayo, a través de la **DAPSAN/MOPC-Dirección de Agua Potable y Saneamiento del MOPC-** cuya tarea principal consiste en elaborar y proponer políticas públicas con miras a la ampliación, modernización y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento.

Administración Nacional de Navegación y Puertos: Encargada del monitoreo hidrológico fluvial, que opera las redes de los recursos hídricos superficiales, y la navegación fluvial.

Administración Nacional de Electricidad: Administra y opera aprovechamientos hidroeléctricos nacionales y está a su cargo las redes de monitoreo hidrológico en las cuencas hidrográficas donde tienen embalses de aprovechamiento hidroeléctrico.

Dirección de Meteorología e Hidrología: Depende de la Dirección Nacional de Aeropuertos Civiles y es responsable, a nivel nacional, del monitoreo atmosférico y climático. Administra y opera redes meteorológicas en el territorio nacional y es nexo del Gobierno con la Organización Meteorológica Mundial.

Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG-:

Cuenta con el programa de agro meteorología que administra redes de observación atmosférica con fines agro meteorológicos. Administra programa de riego a nivel nacional.

Secretaría de Emergencia Nacional: Da respuestas a emergencias, entre ellas las vinculadas a los recursos hídricos, como sequías e inundaciones.

Ministerio de Relaciones Exteriores-MRE-:

Atiende proyectos y programas transfronterizos y realiza el seguimiento a los acuerdos internacionales, en este caso, vinculados a los recursos hídricos y al ambiente.

Secretaría de Emergencia Nacional, SEN

Esta Secretaría dependiente del Poder Ejecutivo, tiene como misión, Gestionar y reducir integralmente los riesgos de desastres en el Paraguay, diseñando y ejecutando políticas, planes, programas y proyectos con instituciones públicas, privadas, gobiernos subnacionales y comunidades, a través del fortalecimiento de capacidades institucionales, educación, comunicación, participación ciudadana, gestión del conocimiento y tecnología, en articulación con países, cooperación internacional, socios humanitarios y plataformas nacionales y regionales; en el marco del desarrollo sostenible, con profesionalidad, transparencia y rendición de cuentas.

Gobiernos municipales o municipalidades:

Entre sus funciones se encuentra el aprovisionamiento de agua y alcantarillado sanitario en los casos en que estos servicios no fueren prestados por otros organismos públicos, y el establecimiento de un régimen local de servidumbre y de delimitación de riberas de ríos, lagos y arroyos. Ver ley municipal

Gobiernos departamentales o gobernaciones:

Están en proceso de organización institucional con la creación de secretarías de medio ambiente. Algunas gobernaciones coordinan y apoyan económicamente la perforación de pozos e instalación de sistemas de agua potable en compañías o barrios. En las actividades de disposición de efluentes, coordinan acciones de monitoreo y control con las instituciones responsables del control ambiental.

Dirección de Recursos Hídricos de Boquerón: Es un organismo dependiente de la Gobernación de Boquerón, en el Chaco, que realiza trabajos de investigación y perforación de pozos para abastecimiento de agua en el Chaco.

Organizaciones de gestión de cuencas a nivel Gubernamental

Se puede destacar que las organizaciones gubernamentales existentes a nivel de cuencas y microcuencas son incipientes, sin embargo, se pueden mencionar la Comisión de Cuenca creada por Ley en el año 1992:

Cuenca Nacional del río Pilcomayo creada por ley 07/92: Que también integra con la Argentina la Comisión Binacional, y con Bolivia la Comisión Trinacional del río Pilcomayo. Depende del MOPC y es responsable de las tareas de manejo del agua del río Pilcomayo en el territorio paraguayo, rige por Ley 7/92 y sus modificaciones.

3.7 Dificultades para la Gobernanza

En general en Paraguay la sociedad necesita de una mayor y activa participación, y toma de conciencia con relación a la riqueza que posee en términos de Recursos Hídricos, conocer su potencial, su vulnerabilidad y los diferentes usos relacionados, esa multiplicidad de usos implica un sinnúmero de intereses y actores, que por tratarse también de un recurso finito y vulnerable, conlleva a la necesidad de la transversalidad de la gestión pública, en el sector privado, con la sociedad civil organizada, esto requiere de un marco jurídico moderno y eficaz, con adecuados arreglos institucionales, con la participación de todos los sectores, con normativas apoyadas en datos técnicos y herramientas de gestión sistémico.

Otra de las dificultades es la cantidad de Instituciones que de acuerdo a sus necesidades gestionan el agua, y está previsto en las leyes que las rige el cuidado y la protección del recurso como tal, aun cuando no sea la misma Institución que tenga como función definir una Política de gestión, y la Planificación de los usos.

Por otro lado, existe una cultura del cuidado y vigilancia del agua más fuertemente arraigada hacia el Agua y los Servicios públicos, no así el cuidado y vigilancia del agua como recurso y sus diferentes usuarios.

Para fortalecer la gobernabilidad del agua en el Paraguay, en el contexto amplio de la Agenda Agua, es necesario fortalecer el marco Normativo, el marco Institucional, y la Política del sector hídrico promoviendo el Desarrollo sostenible, mejorando los servicios de agua y saneamiento, desarrollando el Plan Nacional del Agua, sustentable con recursos para la Institución

implementadora del Plan, que implemente el uso más eficiente del agua como recurso, para propósitos sociales, económicos y ambientales.

En este sentido, la implementación de programas, políticas y planes de acción que considere el desarrollo de una cultura hídrica más moderna adecuada a las características y necesidades de una determinada sociedad, constituye una meta impostergable para garantizar la renovabilidad que provee el ciclo hidrológico natural del agua, frecuentemente condicionadas por las intervenciones antrópicas. Los pilares que sustentan el camino hacia esta meta son, sin lugar a dudas la capacitación, la concienciación y la participación, que debe estar orientadas y sustentadas por el conocimiento del recurso en cantidad y en calidad, y sobre todo técnicamente fundamentados los procesos naturales y sociales involucrados en la dinámica de los ecosistemas hídricos.

Por ende, la Gobernabilidad del Agua significa Compatibilizar las necesidades de la sociedad con la disponibilidad del recurso y la resiliencia, lo que implica definir una Política y eso lleva consigo un proceso.

3.8 Algunas propuestas abordadas

Recientemente, en el Marco del Proyecto BID- MOPC-SEAM, “**Plan de Saneamiento Integral del Lago Ypacarai**”, se presentó una propuesta de Autoridad de Gestión para la Cuenca del Lago Ypacarai, como una entidad autárquica, que deberá ser creada por Ley de la Nación, dependiente del MOPC, con Personería Jurídica propia, es un Organismo de Gestión y Ejecución de políticas en la Cuenca, de naturaleza técnica y con garantías y capacidades para la operación y gestión de Planes, Programas y Proyectos en la cuenca y con facultades suficientes para actuar en nombre y representación del ente ministerial del cual depende.

Como organismo de aplicación de políticas de estado, tendrá capacidad para ser interlocutor con las autoridades sub-nacionales (Municipalidades y Gobernaciones) así como con capacidad financiera para acometer por sí misma o a través de terceros (vía APP, Concesiones, Permisos, Concursos o Licitaciones), soluciones a los problemas de gestión de la cuenca hídrica, atendiendo al principio rector cual es la sustentabilidad ambiental de la cuenca del lago Ypacarai.

4 PRINCIPALES ANTECEDENTES CONSULTADOS

Se han recopilado y analizado cerca de una veintena de estudios y tesis, así como varios artículos referentes al acuífero Patiño de los cuales, en este apartado, se presentan los principales.

Todos los documentos, estudios, tesis, artículos han sido considerados en el recojo de datos, sin embargo en este apartado se quiere hacer un breve recorrido por los estudios más emblemáticos y conocer así la evolución que ha tenido hasta la actualidad el conocimiento del Acuífero Patiño.

4.1 Mapa Geológico de Naciones Unidas (1986)

En este documento se traza el primer perfil tipo del acuífero Patiño y se estiman por primera vez sus parámetros hidráulicos. Se lo clasifica como poroso y de bajo potencial de explotación, con capacidad específica inferior a $1.0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ y una recarga de 1 a 2% de la precipitación.

En el documento se describe el acuífero como constituido por areniscas friables, finas a media, generalmente con intercalaciones de arcilla y conglomerados, apuntando que se trata de un acuífero de extensión restringida con permeabilidad variable en el que predominan las condiciones hidráulicas libres aunque puede presentar condiciones de artesianismo con surgencias de forma puntual.

Así mismo, el documento apunta caudales de pozos de $13 \text{ m}^3/\text{s}$ y caudales específicos de $0.8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ en promedio, señalando una buena calidad química del agua. En la siguiente figura se puede observar el perfil del acuífero extraído de este documento.

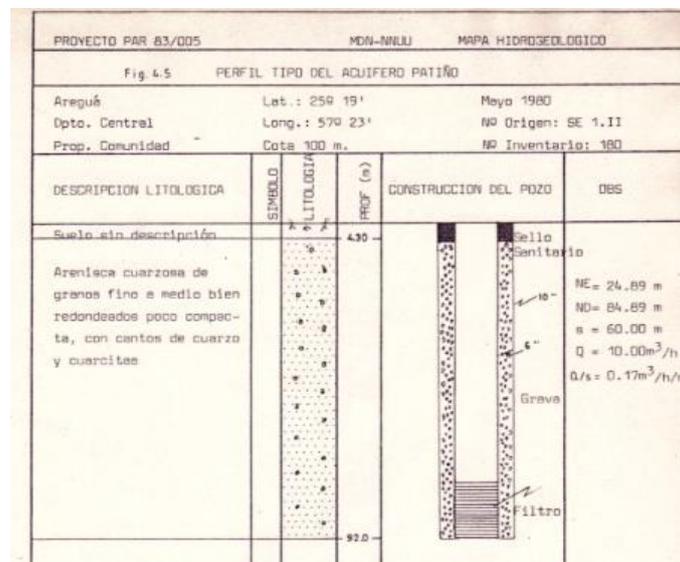


Figura nº04. Perfil del acuífero de Patiño. Fuente: Mapa Geológico de Naciones Unidas (1986).

4.2 Banco de Datos de pozos perforados por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (1999)

Durante los años 80 y 90 SENASA perforó cerca de un millar de pozos en la zona del Patiño, de los cuales se recopiló una gran cantidad de información incluida en el «Banco de Datos de pozos perforados por SENASA (1999).

En este Banco de Datos se dispone de perfiles estratigráficos, analíticas completas y ensayos de bombeo de una parte de los casi 1000 pozos que fueron perforados por SENASA en el área de influencia del acuífero Patiño.

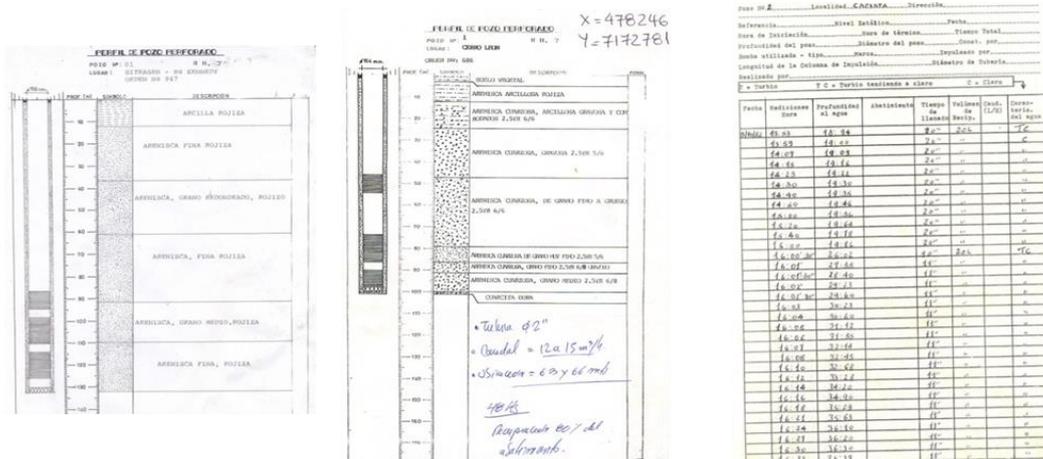


Figura nº05. Ejemplos de perfiles estratigráficos. Fuente: Banco de Datos de pozos de SENASA (1999).

Se observa que la mayoría de estos pozos perforados tienen profundidades entre 50 y 200 m. y se detecta una influencia del drenaje por el río Paraguay y por los arroyos principales. La dirección del flujo parece corresponder, a grandes rasgos, a la dirección del flujo superficial, encontrándose zonas deprimidas donde se intuye una extracción importante del recurso, como se puede apreciar en la figura siguiente:

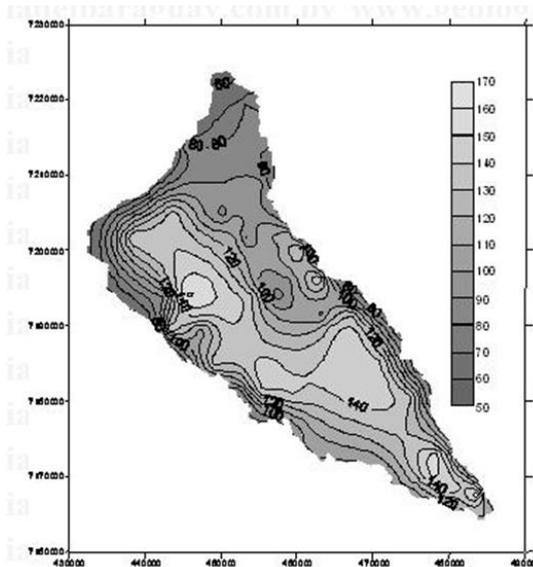


Figura nº06. Nivel piezométrico en el acuífero Patiño. Fuente: <http://www.geologiadelparaguay.com/Acuifero-Patiño.htm>

Además, a partir de los datos recogidos, se estimaron, los siguientes parámetros claves, complementando y modificando los ya existentes previamente:

- ✓ El caudal específico de los pozos frecuentemente está en el intervalo de 0.5 a 2.0 m³/h/m, un poco más favorable que el promedio de 0.8 m³/h/m estimado por Naciones Unidas.
- ✓ Los caudales de los pozos reportados oscilan entre 2 y 130 m³/hora, con la mayoría entre 25 y 40 m³/h.
- ✓ Condiciones freáticas predominan en el acuífero a escala regional, pero localmente se observan también condiciones semiconfinadas y hasta surgentes.

Hay que considerar que los niveles piezométricos disponibles corresponden a diversos años y épocas del año diferentes y en la mayoría de los casos corresponde a un nivel dinámico.

4.3 Estudios FEHS (2001)

En 2001 se realizaron una serie de estudios sobre el Acuífero Patiño para el Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SENASA (FEHS), elaborados por el Instituto Holandés de Geociencias Aplicadas.

El objetivo del proyecto fue el conocimiento de los acuíferos de la Formación Patiño, como medio para la orientación e implementación de una política racional de aprovechamiento de las aguas subterráneas en el área.

Para realizarlo se llevaron a cabo diversas acciones:

- ✓ Desarrollo de un Banco de Datos Hidrogeológicos
- ✓ Plan Piloto en una cuenca que se encuentra dentro de dicha formación geológica.
- ✓ Se confeccionaron mapas para detectar variaciones espaciales a partir de las analíticas de 125 muestras.
- ✓ Construcción de 10 piezómetros en la zona piloto (que posteriormente fueron destruidos).
- ✓ Plan de capacitación
- ✓ Desarrollo de un Banco de Datos Hidrogeológicos
- ✓ Plan Piloto en una cuenca que se encuentra dentro de dicha formación geológica.
- ✓ Se confeccionaron mapas para detectar variaciones espaciales a partir de las analíticas de 125 muestras.
- ✓ Construcción de 10 piezómetros en la zona piloto (que posteriormente fueron destruidos).
- ✓ Plan de capacitación

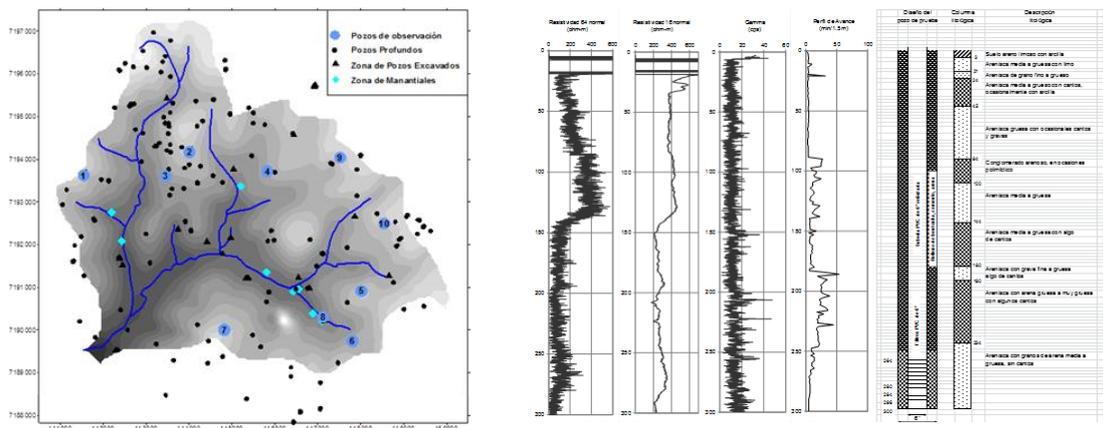


Figura nº07. Localización de pozos y manantiales (izquierda). Registros resistividad, radiación Gamma, perfil de avance y perfil del pozo (derecha). Fuente: Estudios FEHS (2001).

De estos estudios se pudo concluir que:

- ✓ Las aguas subterráneas del Acuífero Patiño son en general de baja mineralización.
- ✓ Sin embargo, en una faja de 2 a 8 km de ancho a lo largo del río Paraguay se comprobó la presencia de agua salada a partir de cierta profundidad variable. La intrusión de aguas saladas podría proceder del Chaco pasando por debajo del río Paraguay, aunque esto requiere condiciones geohidráulicas que lo favorezcan.
- ✓ Se detectan valores elevados de coliformes en gran parte de los pozos.
- ✓ Se detectan valores elevados de hierro y turbidez
- ✓ No se observan tendencias de variación significativa dentro de la zona

4.4 Uso del Agua Subterránea en el Gran Asunción (2002)

Se trata de un diagnóstico sobre las condiciones, uso y estado del agua subterránea en Gran Asunción e identificación de los asuntos que pudieran influir en las políticas generales del sector hídrico y requirieran la intervención de la agencia reguladora ERSSAN (junto con otras instituciones nacionales y/o el que se propone sea el nuevo concesionario de servicios urbanos de agua).

El diagnóstico se basa principalmente en la información proporcionada por documentos no publicados de ERSSAN, la Corporación Nacional de Obras Sanitarias (CORPOSANA), el SENASA y el Servicio Geológico de los Países Bajos (TNO-NITG).

Con este estudio se concluyó que el acuífero es recargado periódicamente por precipitación en exceso de 300 a 400 mm/a.

Así mismo queda indicado que la vulnerabilidad del Acuífero Patiño a la contaminación del agua subterránea aumenta donde el manto freático es somero y perforaciones muy profundas o bombeo excesivo producen salinización de las aguas.

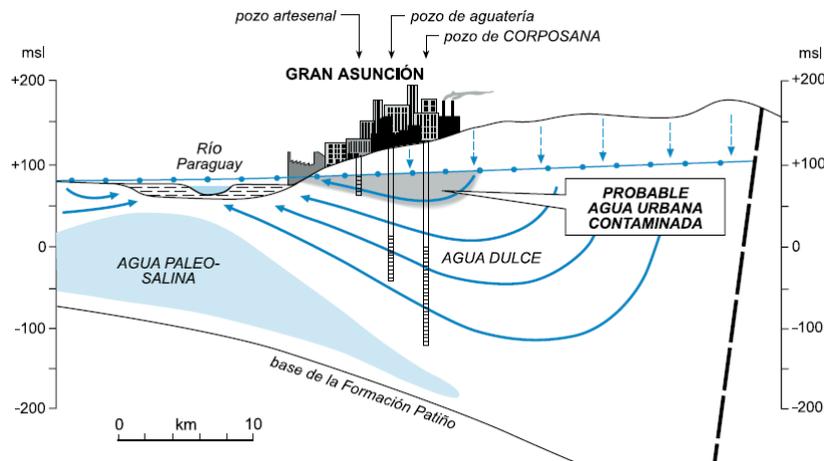


Figura nº08. Sección transversal hidrogeológica esquemática de Gran Asunción con el régimen de flujo de agua subterránea en el Acuífero Patiño. Fuente: Uso de Agua Subterránea en Gran Asunción – Problemas Actuales y Regulación propuesta (2002).

4.5 Políticas y Manejo ambiental de Aguas subterráneas (2006-2007)

El estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción” (Acuífero Patiño) se ejecutó con un convenio entre SEAM-MSPyBS-MEC.

Este proyecto se desarrolló con el objetivo elaborar un Plan de Gestión del Agua Subterránea para el Aprovechamiento Sostenible del Acuífero Patiño basado en un modelo matemático hidrodinámico y de calidad Este proyecto se ejecuta con un convenio entre SEAM-MSPyBS-MEC.

El proyecto constó de 3 etapas:

- ✓ Toma de datos: se recopiló toda la información existente del área de estudio: consumo de agua, habitantes en el área del acuífero, industrias, perforaciones de pozos existentes, focos potenciales de contaminación etc; además se realizaron estudios geofísicos, perforación de piezómetros, monitoreo de aguas superficiales y subterráneas, etc.
- ✓ Modelo matemático: Toda la información adquirida en la primera fase fue interpretada, analizada y sistematizada e introducida en una base de datos que se utilizó para desarrollar un Modelo Matemático Tridimensional que permitió simular el flujo subterráneo y el transporte de contaminantes, para poder presentar distintos escenarios de uso del recurso hídrico
- ✓ Plan de Gestión: en el que se definieron la disponibilidad y demanda de agua y la protección de áreas vulnerables para así poder evitar la salinización, y la eventual contaminación del recurso

Como resultado del modelo matemático, se señala que, si se cumplen las premisas consideradas, habrá una disminución del nivel de agua de 40 m para el año 2035. Esto se debería por el excesivo bombeo de las aguas y el aumento desordenado de los pozos.

Por otra parte, se determinó la geometría y las formaciones hidrogeológicas gracias a los SEVs, aunque no se llegó a determinar la base del acuífero en su centro.

4.6 Investigación de la calidad del agua Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo (2012)

Proyecto PAS-PY 2004.2189.1-Agosto 2012, elaborado con el apoyo de la cooperación alemana.

Este proyecto tiene como objetivo el manejo sostenible y la protección del agua subterránea en áreas piloto prioritarias, mediante el fortalecimiento de Consejos de Agua, compuestos por usuarios públicos y privados.

Para ello, por una parte, se tomaron muestras en 65 pozos de agua en la Cuenca del Arroyo San Lorenzo (ver figura siguiente) en los que se estudió la dureza, la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y se hizo un análisis bacteriológico y otro químico. Por otro lado se dio un enfoque integral con componente social para entender el rol de los actores en la gestión de los Recursos Hídricos.

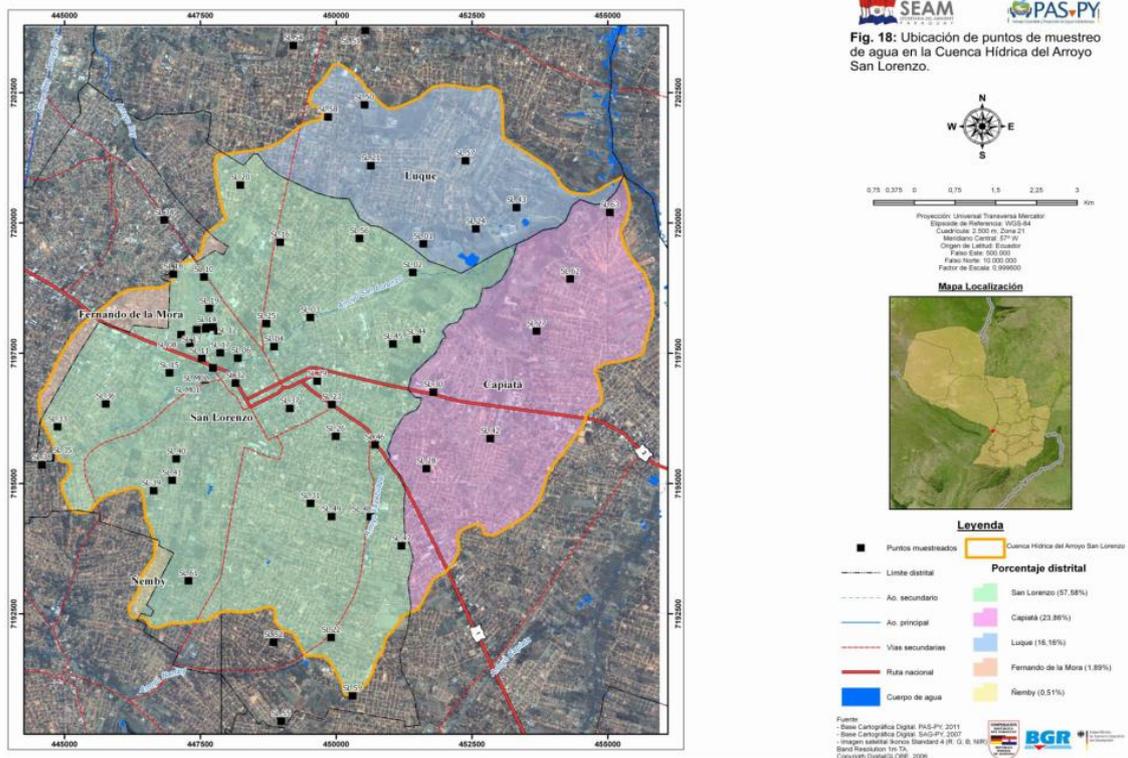


Figura nº09. Ubicación de los puntos de muestreo de agua. Fuente: Investigación de la calidad del agua Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo (2012).

Se concluyó que hay un porcentaje considerable de muestras en las que se detecta la presencia de *Escherichia Coli* y nitratos, lo que deja en evidencia unas prácticas de saneamiento inadecuado y sin previsión de mejora en un futuro cercano.

4.7 Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012-2014)

Ante el caos del funcionamiento urbano, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) encararon en forma conjunta una propuesta de modernización del transporte público de Asunción

En ese contexto, geAm fue contratada para desarrollar los estudios pertinentes a los aspectos socio demográfico, físico ambiental y construido y como parte de ello se elaboró un estudio particular del tema transporte y movilidad urbana en la ZOMA, que incluyó no solo el diagnóstico sino también propuestas para cada uno de los 3 componentes a su cargo. Sus objetivos generales fueron:

Sentar las bases de una actuación integrada a largo plazo

- ✓ Definir el modelo futuro de desarrollo deseable
- ✓ Formular estrategias y curso de acción para avanzar hacia dicho modelo
- ✓ Establecer un sistema continuo de toma de decisiones.

Este estudio aporta valiosa información sobre usos del suelo y sobre las presiones que pueden detectarse sobre Asunción, abarcando gran parte del área de influencia del Acuífero Patiño.

4.8 Estudio Hidrogeológico del acuífero Patiño (2016)

Estudio elaborado dentro del PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DEL SECTOR AGUA Y SANEAMIENTO – PM-SAS para la continuidad del estudio del acuífero Patiño, con la finalidad de obtener información real del comportamiento de los niveles en el acuífero y ver las posibilidades con dicha información de presentar un plan de gestión del mismo.

Para ello se inició un programa de mediciones de niveles, extracción de muestras de agua para análisis físico-químicos y medición in situ de parámetros de campo como conductividad eléctrica, pH, Total de Sólidos Disueltos, de los 46 pozos de monitoreo construidos en el marco del Proyecto Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción (Acuífero Patiño).

Adicionalmente, se definió una “red secundaria” de 31 pozos ubicados en las zonas más vulnerables y donde se había detectado una salinización del recurso subterráneo (zona de Limpio y Areguá). Estos pozos fueron escogidos según sus características y su estado de conservación de manera a que su monitoreo sea realmente utilizable para el estudio. En la siguiente figura se han proyectado los pozos analizados para este estudio (red existente en morado, red secundaria en rojo).

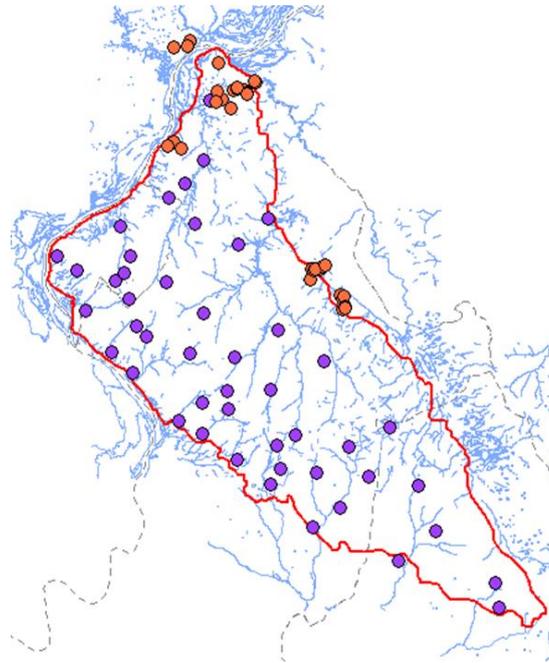


Figura nº10. Ubicación de los puntos de muestreo de agua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Estudio Hidrogeológico del acuífero Patiño (2016).

En el informe concluye que la tendencia predicha en el estudio de 2007 respecto a los niveles de agua no se ha cumplido ya que se observa una subida de niveles y no de bajada como se esperaba. Alude a las fuertes lluvias de 2014 y 2015 como principal factor en el incumplimiento de esta previsión, así como a la falta de datos reales en 2007 (ya que en gran parte fueron teóricos) y a la nivelación de los piezómetros.

El estudio también señala que la salinidad del agua presenta valores más elevados en la zona que bordea el acuífero (Limpio-Piquete Cué) que no se manifiesta como una zona totalmente invadida por agua salada, sino que se presentan como manchas donde el agua es de buena calidad, recomendando que se realice un trabajo específico para definir las profundidades a las que se está extrayendo el agua y clasificar los estratos en función a la salinidad

4.9 Grupo de Investigación del Acuífero Patiño (2017)

Proyecto llevado a cabo por la Facultad Politécnica – Universidad Nacional de Asunción, Financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Los estudios realizados van dirigidos a las aguas subterráneas del acuífero Patiño, abarcando los departamentos Central y Paraguari y agrupa toda una serie de investigaciones relacionadas con el Acuífero Patiño, que surgieron a raíz de dos trabajos principalmente:

- ✓ Mapeo de la Vulnerabilidad y Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Gran Asunción (2012). Proyecto ya realizado en cuyo marco se realizaron 4 estudios:
 - Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Acuífero Patiño, cuyo objetivo fue elaborar los mapas de riesgo de contaminación del acuífero Patiño en su extensión total (1.176 km²).
 - Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Acuífero Patiño. Área del Gran Asunción: similar al anterior pero estudiando exclusivamente el acuífero Patiño en el Área del Gran Asunción o Área Metropolitana de Asunción (567 km² aproximadamente).

- Comparación de Mapas de Riesgo de Contaminación del Acuífero Patiño que pretendía verificar si existe alguna diferencia entre los diferentes mapas de riesgo de contaminación.
 - Identificación de las Fuentes Puntuales de contaminación sobre el acuífero Patiño aplicando el método POSH: con objeto de identificar geográficamente, cuantificar y calificar las fuentes de contaminación en el área del acuífero Patiño y de esta manera evaluar el peligro que generan las fuentes puntuales identificadas sobre él.
- ✓ Monitoreo y Simulación de Transporte de Contaminantes en Zonas Urbanas del Acuífero Patiño: proyecto actual.

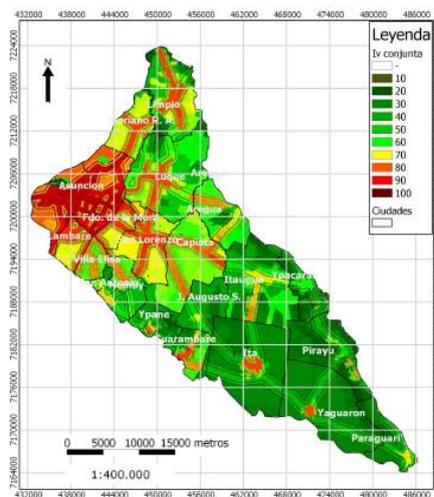


Figura nº11. Mapa de riesgo normalizado. Fuente: Mapeo de la vulnerabilidad del Gran Asunción (Liz Baez, Cinthya Villalba, Juan Pablo Nogués, UNA, 2014)

En estos trabajos se modelan varios escenarios, suponiendo siempre un aumento lineal de las extracciones de agua subterránea y manteniendo la recarga constante. Bajo esas premisas los niveles estáticos tienden a disminuir.

4.10 Conclusiones

Después de haber estudiado los proyectos existentes y haber analizado la información adquirida previa al trabajo que nos ocupa se puede observar que existe una gran cantidad de estudios que se han llevado a cabo para tratar de conocer las características del Acuífero Patiño procedentes de financiación de varias instituciones.

Sin embargo, uno de los principales problemas es que en muchos casos los estudios realizados no tienen continuidad en el tiempo. Por este motivo, existe una gran cantidad de datos recopilados pero sin una sistemática definida en frecuencia ni en metodología, lo que complica obtener series continuas de datos históricos y por lo tanto, permitan hacer una buena modelación del Acuífero.

Este hecho hace que muchos de los estudios sacan conclusiones con datos temporales, lo que da como resultado que de un informe a otro el acuífero parezca cambiar radicalmente su tendencia como ocurre al comparar el estudio de **Políticas y Manejo ambiental de Aguas subterráneas (2006-2007)** y el **Estudio Hidrogeológico del acuífero Patiño (2016)**.

5 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL ACUÍFERO

5.1 Localización geográfica

El acuífero Patiño está ubicado en territorio de Paraguay; se trata de un acuífero libre localizado en el flanco oriental del Alto de Asunción que aflora en forma de triangular, formando vértices en la Ciudad de Asunción, el río Paraguay y la ciudad de Paraguari, así como una pequeña región en el Chaco, específicamente en el municipio de Benjamín Aceval. Sus límites son al norte y oeste, el río Paraguay; al este, la cuenca del río Salado y el lago Ypacarai; al sur, el municipio de Paraguari y los humedales que drenan al sistema Ypoa.

De acuerdo a la información disponible más completa, se caracteriza un área que abarca aproximadamente 1.176 km² de extensión e incluye en su territorio la ciudad de Asunción y la zona conurbana, así como los distritos de Limpio, Mariano Roque Alonso, Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora, San Lorenzo, Luque, Areguá, Capiatá, J. Augusto Saldívar, Itauguá, Itá, Ypané, Guarambaré, Villa Elisa, Ñemby, San Antonio, Yguarón y parte de Paraguari e Ypacarai. Se halla urbanizado en un porcentaje que oscila entre el 30 y 50 % del área total y las zonas no urbanizadas son praderas, campos de pastoreo y agricultura.

Por su posición estratégica, es uno de los acuíferos más importantes del Paraguay después del Guaraní. Sirve a una población de 2.000.000 de personas aproximadamente, lo que representa un 38% de la población nacional.

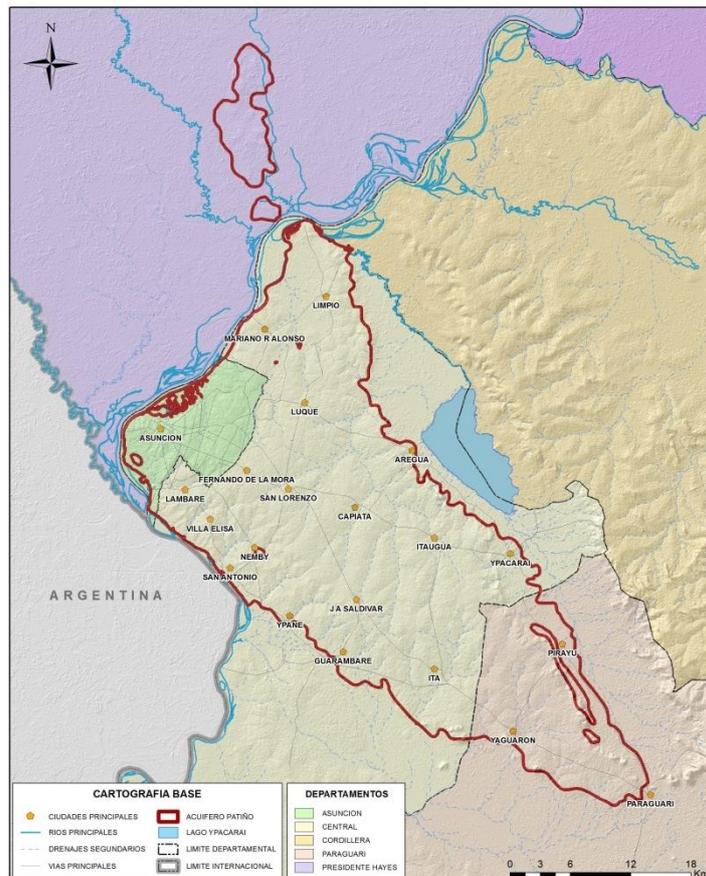


Figura nº12. Localización del Acuífero Patiño

5.2 Clima

5.2.1 Datos climáticos

Los datos recopilados provienen de diversas fuentes, estando en varios formatos y acopiando datos de varios periodos.

Las principales fuentes de datos son:

- Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA)
- FECOPROD
- ITAIPU
- Climate Research Unit (CRU). Modelos a nivel mundial calibrados con estaciones de referencia.

Todos los datos recopilados han sido recogidos e introducidos en una base de datos a partir de la cual se han analizado.

5.2.2 Precipitación

La precipitación es probablemente, conjuntamente con la temperatura las principales variables a tener en consideración en el tratamiento de variables la cual juega un papel fundamental en el proceso de modelación de las aguas superficiales.

El tratamiento realizado a este tipo de variables, se ajusta a las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), expuestas en la guía de prácticas climatológicas.

A grandes rasgos el tratamiento que se realiza de los datos almacenados consiste, en la identificación de datos anómalos (*Outliers*), seguido de un análisis de consistencia y homogeneización, corrigiendo el dato en el caso que sea posible concluyendo con un proceso de relleno de datos y posterior desagregación a nivel diario para conseguir un dato a adecuado que permita, a posteriori, ser introducido en los modelos posteriores.

5.2.2.1 Estaciones pluviométricas analizadas.

Se ha realizado una primera selección de estaciones pluviométricas dentro del área de influencia del acuífero Patiño con las que poder analizar la distribución espacial y temporal de la precipitación a lo largo del tiempo.

Se han seleccionado un total de 11 estaciones meteorológicas que registran datos de precipitación de forma continua en el tiempo (ver Tabla nº1). Estas estaciones están localizadas en las inmediaciones del límite del acuífero recogiendo una zona exterior para no condicionar los bordes de la distribución espacial de la precipitación, tal y como se muestra en la Tabla nº1.

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	DEPARTAMENTO	FUENTE	COTA	COORDENADA X	COORDENADA Y
11090601	SL Fiuna	MET		FIUNA	138,967	449667,94	7201739,15
11090602	Carapegua (Fuera de Funcionamiento)	MET	Paraguarí	DMH	90,528	476602,6	7150135,19
11090603	Quiindy (Fuera de Funcionamiento)	MET	Paraguarí	DMH	221,411	478310,32	7127989,62
11090604	Paraguari	MET	Paraguarí	DMH	118,73	485359,76	7165635,7
11090605	San Lorenzo (Fuera de Funcionamiento)	MET	Central	DMH	184,982	442980,26	7196175,61

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	DEPARTAMENTO	FUENTE	COTA	COORDENADA X	COORDENADA Y
11090606	Asunción, Sajonia	MET	Central	DMH	101,91	434559,01	7203520,06
11090607	Asunción, Aeropuerto	MET	Central	DMH	82,8228	448156,59	7208808,64
11090608	Sede Central FECOPROD	MET	Central	FECOPROD	87,8676	441757,38	7205959,69
11090609	FCA San Lorenzo	MET	Central	FECOPROD	126,02	447911,7	7197723,78
11090617	Asuncion City	MET	Central	CRU	63,2862	419533,88	7190518,66
11090618	Aeropuerto SIL	MET	Central	CRU	88,3394	447633,17	7207268,27

Tabla nº1. Estaciones meteorológicas seleccionadas con datos de precipitación. Fuente: Elaboración propia



Figura nº13. Localización de las estaciones meteorológicas. Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Existencias y grado de cobertura

Se entiende por existencia el número de meses completos con datos mensuales de precipitación que se dispone para cada una de las estaciones seleccionada. Estas existencias se muestran en un gráfico en el que por cada color se muestra los años completos de datos tanto

a nivel mensual como a nivel diario. Por cobertura se entiende el grado de solape que existe entre los datos de las diferentes estaciones, períodos comunes con existencia de datos entre las diferentes estaciones.

Este primer análisis, muestra de forma preliminar el grado de calidad de los datos, apreciándose la disponibilidad de datos tanto a nivel temporal como en distribución regional.

Como se aprecia en la Figura nº14 y Figura nº15 existen muy pocas estaciones con una longitud de datos extensa, a nivel mensual la estación del Aeropuerto es la que presenta una serie continua desde el año 1970. Paraguari presenta una serie discontinua desde el año 1981 hasta 1994 y a partir de 2006 hasta la actualidad. El resto de estaciones tienen registros que comienzan en el año 2007 y 2016, por tanto en la mayoría de estaciones únicamente se dispone de un período con datos inferior a 10 años. En este mismo análisis **se descarta para su análisis la estación de San Lorenzo**, ya que no dispone de datos suficientes para poder ser analizados.

A nivel diario, la longitud de datos es similar, únicamente se dispone de las estaciones de Aeropuerto con una serie de datos completos desde 1970 y Paraguari con datos de 1981 a 1994 y de 2006 hasta la actualidad.

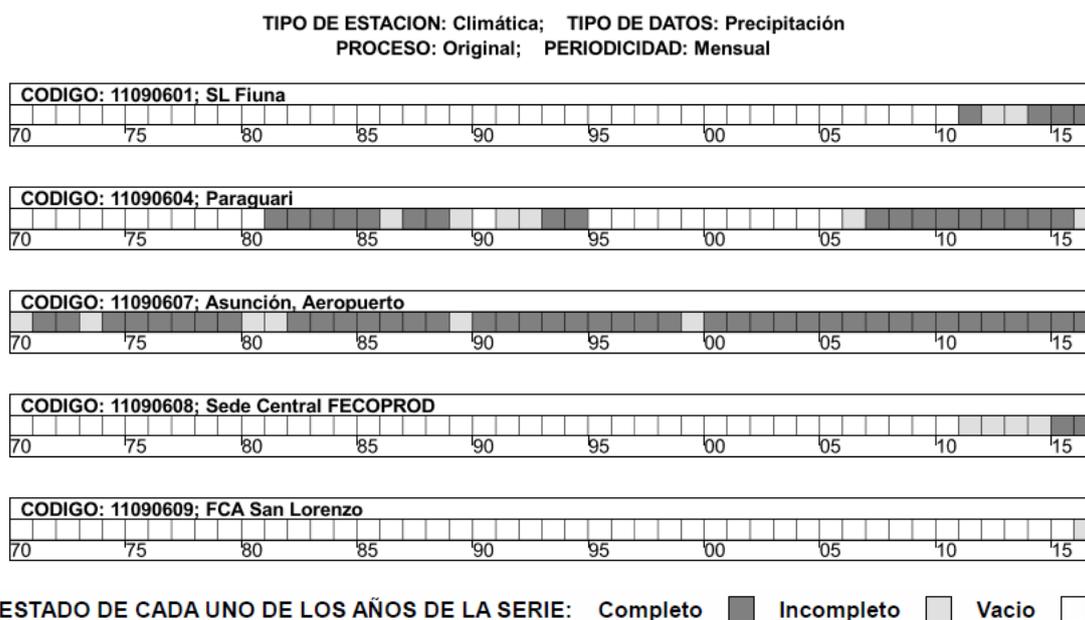
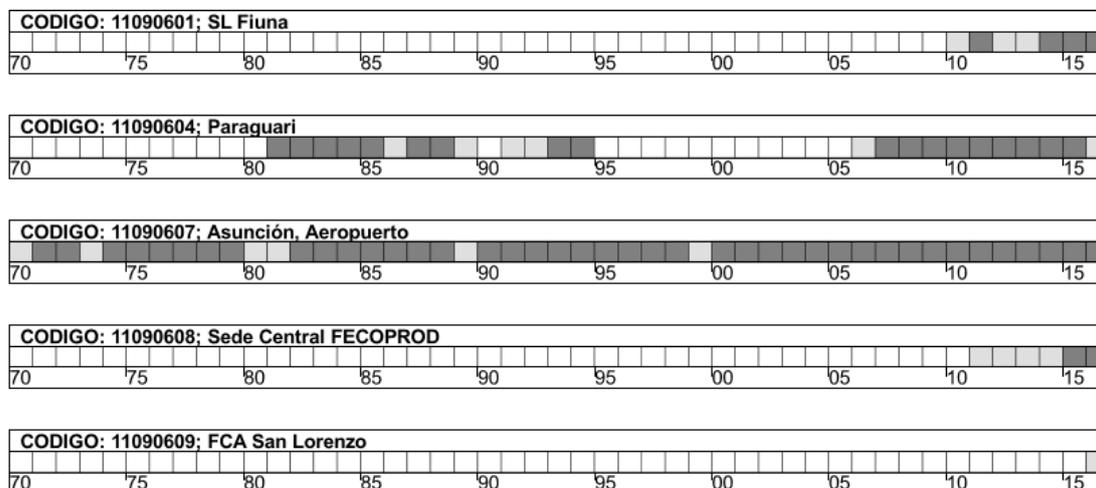


Figura nº14. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia

TIPO DE ESTACION: Climática; TIPO DE DATOS: Precipitación
PROCESO: Original; PERIODICIDAD: Diaria



ESTADO DE CADA UNO DE LOS AÑOS DE LA SERIE: Completo ■ Incompleto □ Vacío □

Figura nº15. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel diario. Fuente: Elaboración propia

Tal y como se ha comentado anteriormente, la cobertura de datos, muestra el período de existencia común para el conjunto de las estaciones, aunque ya en la figura anterior se muestra que el grado de solape para el conjunto de los datos registrados es muy escaso, y que se concentra en los años más actuales de la serie; en la Figura nº16 se muestra como el máximo recubrimiento con 4 estaciones se produce durante los años 2012 y 2015 con un máximo de 4 estaciones con datos. Este periodo sería el único susceptible a ser tratado y completado mediante métodos de correlación múltiple.

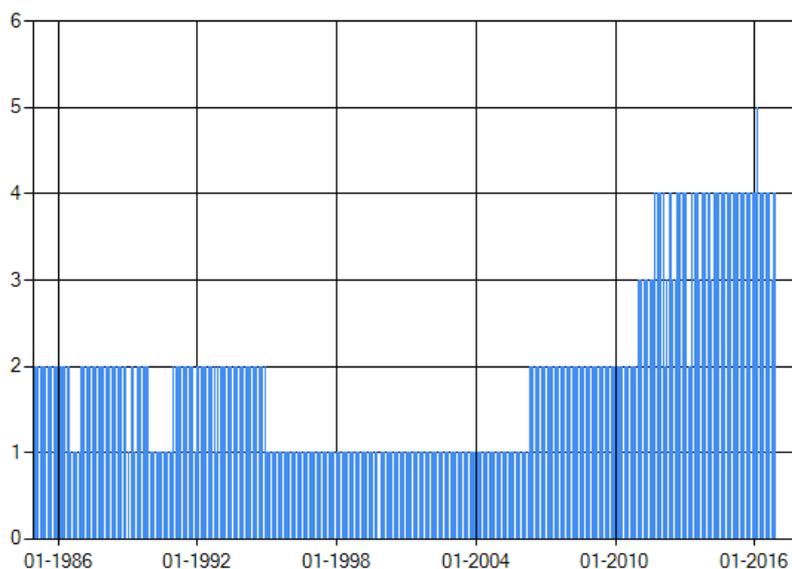


Figura nº16. Niveles de cobertura de los datos de precipitación según las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3 *Análisis de la calidad de los datos pluviométricos*

En base a los datos anteriormente tratados se han tomado los datos que presentan una mejor cobertura para proceder a completarlos mediante métodos de correlación múltiple, como paso previo a este tratamiento, se procede a realizar un análisis de *outliers*, con el objetivo de eliminar todos aquellos datos anómalos. En base a los datos anómalos se procederá a realizar el completado.

Este tipo de análisis de error mediante gráficos de cajas o “*box plots*”, muestran las series ordenadas en el que se representa la mediana, el primer y el tercer cuartil. Se muestra el máximo y el mínimo de cada serie, considerando como valor anómalo aquel que supera 1,5 veces el intercuartil. Tal y como se aprecia en la Figura nº17, aunque se aprecia un único dato susceptible de ser eliminado, dado que está dentro de lo que podría ser plausible se **continúa con el conjunto con la totalidad de los datos registrados en estas estaciones.**

Una vez detectados datos anómalos, se realiza, dados la longitud de los datos un ejercicio sencillo para analizar la homogeneidad de los datos mediante un análisis de **dobles masas**. En la figura, se realiza este análisis utilizando como estación de base la estación del Aeropuerto. La falta de homogeneidad se aprecia en el momento en el que se aprecia un punto o varios puntos de quiebro en la recta.

La poca longitud temporal de los datos no permite realizar un análisis de consistencia adecuado, por tanto este tipo de análisis se deben realizar en el momento en el que exista entre 10 y 15 años de datos comunes. Es muy importante que cualquier tipo de modificación en el estado de las estaciones sea adecuadamente documentado para de esta forma poder realizar este tipo de análisis de forma adecuada.

El análisis de dobles masas realizado que se muestra en la Figura nº18, se aprecia un quiebro en la estación de Fiuna en el año 2012, que muestra la baja calidad que ofrece esta estación, el resto de estaciones analizadas muestran unos datos homogéneos con la estación del Aeropuerto considerada estación de referencia.

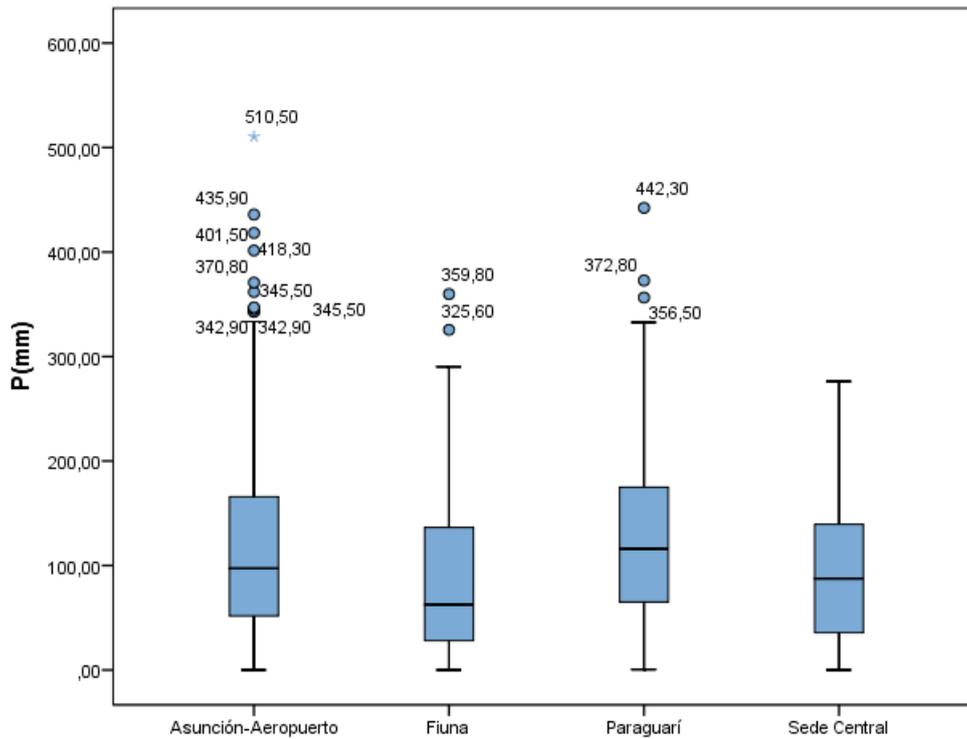


Figura nº17. Análisis de outliers de las estaciones meteorológicas

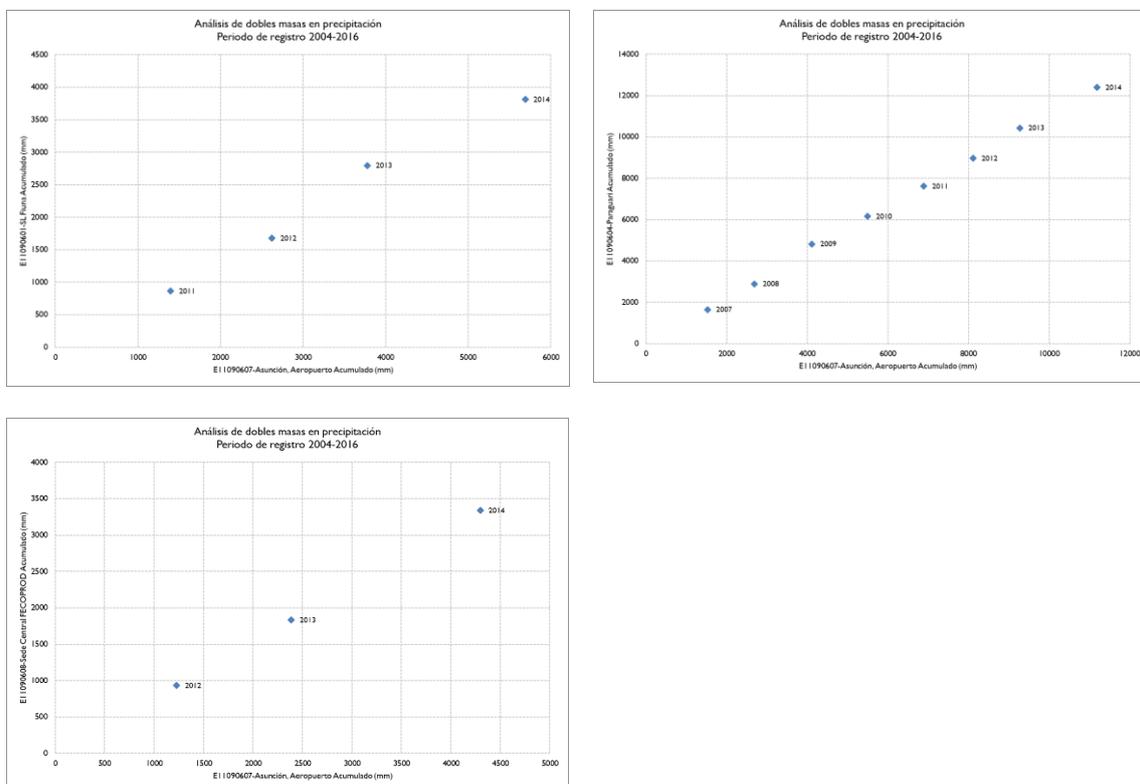


Figura nº18. Análisis de dobles masas entre las estaciones de la región

El análisis comparativo de las series (ver tabla nº2 y tabla nº3) nos muestra una baja confiabilidad de la serie de Fiuna, de entrada se aprecia cómo esta estación tiene una baja correlación con la estación del aeropuerto, que se considera de referencia, además los valores medios de cada una de ellas están muy distantes. Situación no es esperable dada la proximidad entre estas dos estaciones.

Por su parte la estación de Sede Central Ofrece una alta correlación con la estación Aeropuerto, aunque muestran demasiadas diferencias en valores medios anuales y mensuales entre ambas estaciones, tal y como se muestra en la figura nº23.

	Asunción, Aeropuerto	SL Fiuna	Paraguarí	Sede Central FECOPROD
Asunción, Aeropuerto	1,00	0,59	0,71	0,81
SL Fiuna	0,59	1,00	0,56	0,70
Paraguarí	0,71	0,56	1,00	0,61
Sede Central FECOPROD	0,81	0,70	0,61	1,00

Tabla nº2. Matriz que muestra el coeficiente de correlación R2 entre las diferentes estaciones analizadas. Fuente: elaboración propia.

	Asunción, Aeropuerto	SL Fiuna	Paraguarí	Sede Central FECOPROD
Asunción, Aeropuerto	0	7.230	56.991	7.005
SL Fiuna	7.230	0	50.768	8.967
Paraguarí	56.991	50.768	0	59.391
Sede Central FECOPROD	7.005	8.967	59.391	0

Tabla nº3. Matriz que muestra la distancia en metros entre las diferentes estaciones analizadas. Fuente: elaboración propia.

Dado que únicamente quedan dos estaciones confiables con un corto período común de datos, no se considera posible realizar un proceso de completado de datos mediante técnicas de correlación múltiple. Estas dos estaciones será utilizadas para la construcción de los modelos de transformación lluvia-escorrentía, que servirán para calcular la recarga al acuífero por infiltración directa del agua de lluvia.

Aún y así y con la finalidad de obtener la máxima información existente se mantiene la utilización de estos datos en el análisis temporal y espacial de la precipitación con el fin de observar algún tipo de patrón que deberá ser corroborado a lo largo del paso del tiempo una vez se tenga series con la suficiente longitud con las que poder contrastar estos resultados.

5.2.2.4 Variación temporal y estacional

Para analizar la variación temporal y estacional se ha analizado el período comprendido entre el año 2004 y la actualidad, intentando buscar el máximo solape entre las diferentes estaciones. Este tipo de análisis tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre estaciones y analizar la evolución actual de las variables climáticas más importantes.

La evolución temporal de la precipitación muestra durante período analizado que abarca unos 10 años una clara estabilidad, no apreciando ningún tipo de tendencia en este periodo, esto se observa tanto en la estación del aeropuerto como en la Paraguarí. Esto nos indica que escenarios a corto y medio plazo, inferior a 10 años se puede contemplar un escenario de precipitación de estabilidad, asumiendo muy poco error en este tipo de asignaciones. Por el contrario cuando se examinan la evolución de la precipitación considerando un espacio de

tiempo superior de más de 30 años se puede observar como existe una clara tendencia a aumentar la precipitación ver figura nº21.

El período de 12 meses más seco se produce entre el mes de abril de 2008 y abril de 2009 con una media mensual de 75 mm. Esto mismo se produce en la estación Paraguarí, con una media mensual del período que asciende a los 100 mm. La situación contraria se produce durante los meses de mayo de 2006 y 2007, con una media mensual superior a los 150 mm. Esta misma circunstancia se observa en la estación del Paraguarí.

Por otro lado el registro de la precipitación muestra un claro comportamiento estacional, los meses de menor precipitación se producen entre junio y septiembre, que se alterna con dos épocas húmedas entre enero a mayo y octubre a diciembre. El mes más seco suele corresponder a agosto, mientras los meses más húmedos se registran durante enero o noviembre.

De forma sistemática se puede observar como la estación Paraguarí registra valores de precipitación más elevados que el resto de estaciones, mostrando una zona de mayor precipitación en esta zona. Esta última cuestión se tendrá en consideración durante el análisis de la distribución espacial de la precipitación.

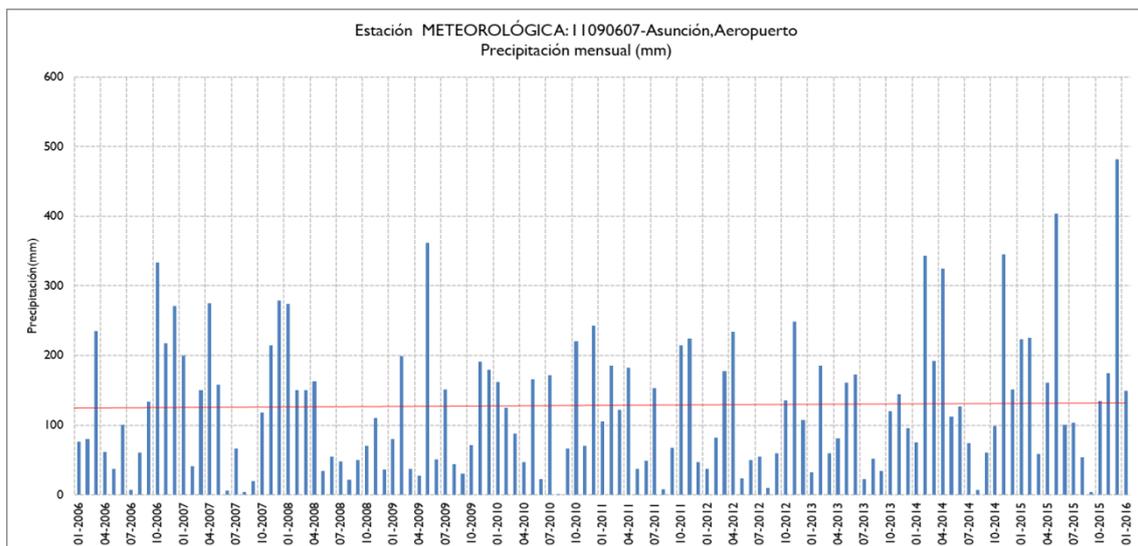


Figura nº19. Evolución temporal de la estación del Aeropuerto en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

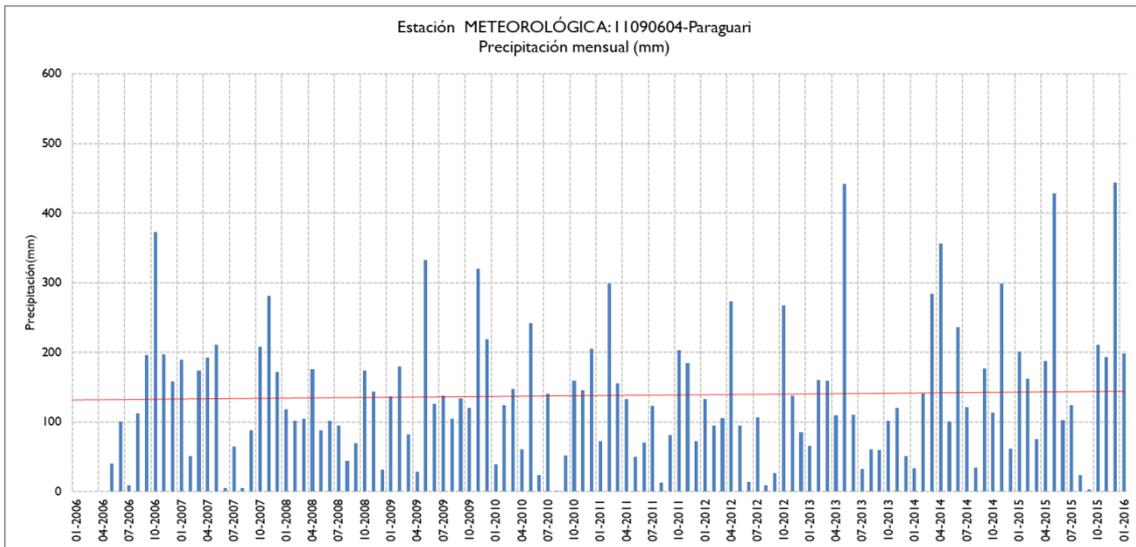


Figura nº20. Evolución temporal de la estación Paraguari en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

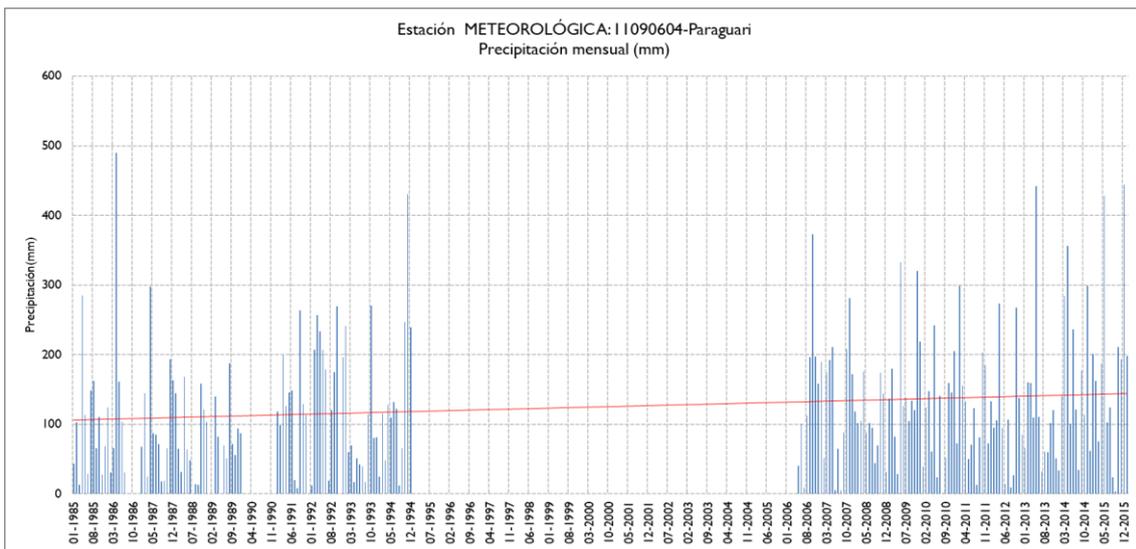


Figura nº21. Evolución temporal de la estación Paraguari analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

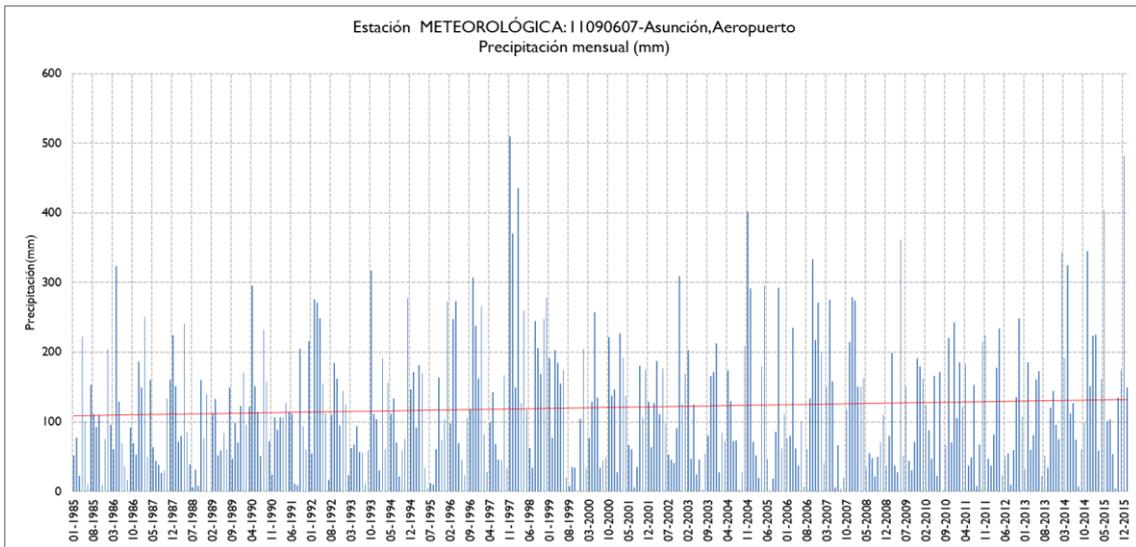


Figura nº22. Evolución temporal de la estación del Aeropuerto en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

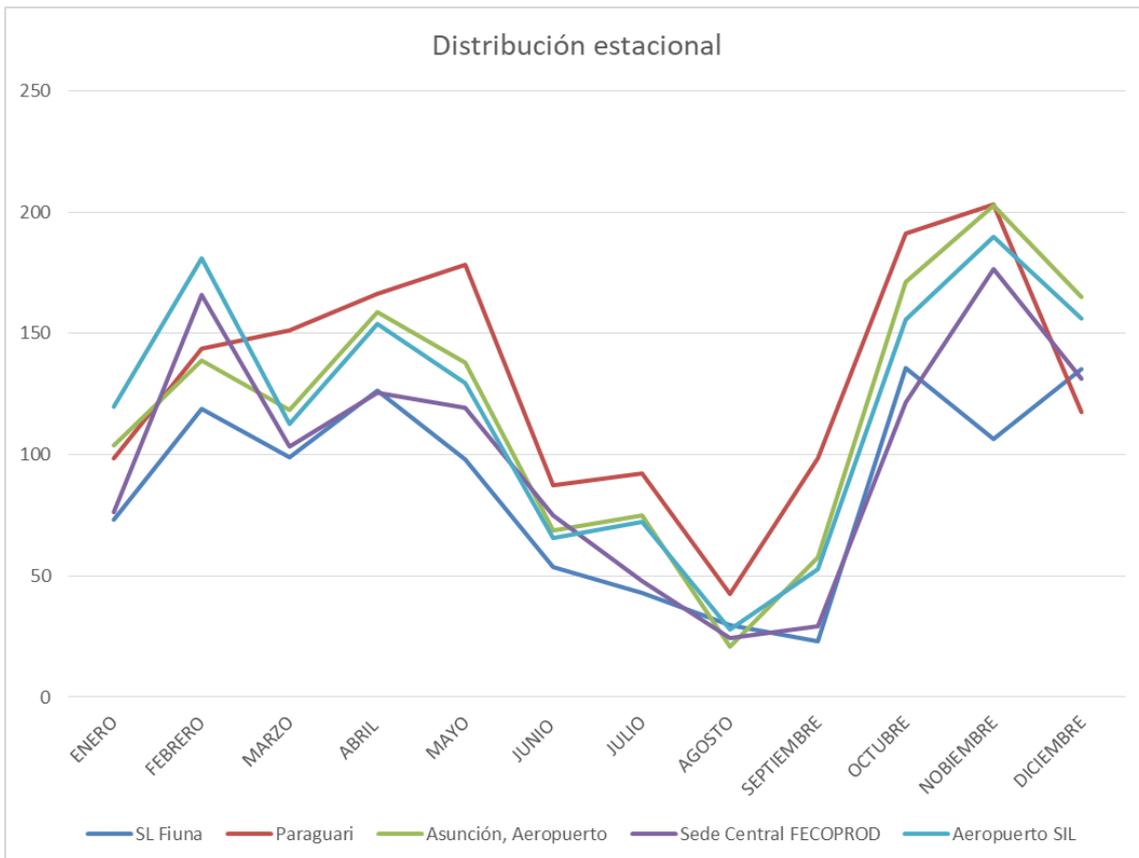


Figura nº23. Evolución estacional de la precipitación de las diferentes estaciones analizadas

5.2.2.5 Variación espacial de la precipitación

Como se ha comentado anteriormente, el análisis de la distribución espacial se realiza de forma orientativa ya que no se dispone de datos suficientes y de la suficiente calidad.

Para realizar este análisis se muestra la media de la precipitación en el período analizado, que ofrecen los datos que se muestran en la Tabla nº4. Como ya se ha comentado en repetidas ocasiones las estaciones de SL Fiuna y Sede Central, registran datos inferiores a las otras dos estaciones. A su vez en la Figura nº24 se puede observar como los primeros años de la serie registran datos anómalos, por tanto se debe realizar un seguimiento de estas dos estaciones para poder corregir este comportamiento.

En consecuencia estas dos estaciones no son utilizadas en el análisis espacial, quedando únicamente las estaciones del Aeropuerto y Paraguarí para realizar este análisis.

Estación	Media de precipitación (mm)
SL Fiuna	1044
Paraguarí	1549
Asunción, Aeropuerto	1419
Sede Central FECOPROD	1210

Tabla nº4. Valores medios anuales de precipitación.

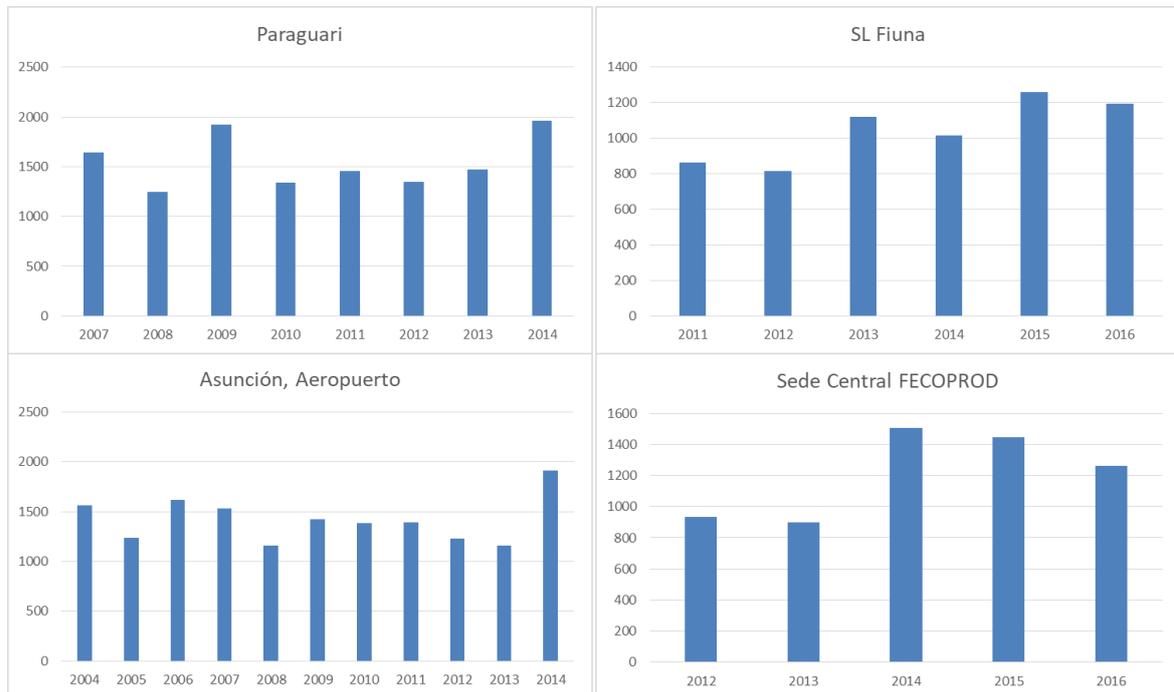


Figura nº24. Evolución anual de la precipitación

Estas estaciones presentan una variación en valor medio anual del 10% aproximadamente de precipitación indicando un cierto aumento de la precipitación hacia el Sureste del acuífero. En consecuencia la precipitación media varía de unos 1400 mm al Noroeste del acuífero a unos 1550 mm al Suroeste.

En el momento de realizar el modelo numérico de simulación y de esta forma recoger esta realidad de una forma confiable.

5.2.2.6 Datos del modelo CRU

Los datos procedentes del Aeropuerto SIL, extraídas del Climatic Research Unit (CRU) son procedentes de un modelo climático a nivel mundial que se intercalibra con datos reales procedentes de estaciones localizadas en determinadas regiones, en el caso de esta estación los datos son intercalibrados con la estación del Aeropuerto, si se comparan ambas series (ver Figura nº25) y las series de Asunción-Aeropuerto perteneciente del DMH, se observa que son prácticamente idénticas. Por tanto teniendo en consideración la calidad que ofrece esta última estación en relación dada su continuidad y longitud en el tiempo, será esta la que se tendrá en consideración para su utilización en el modelo.

Por otro lado el modelo climático global será tenido en consideración durante el análisis de cambio climático debido a la gran longitud temporal que presenta esta serie.

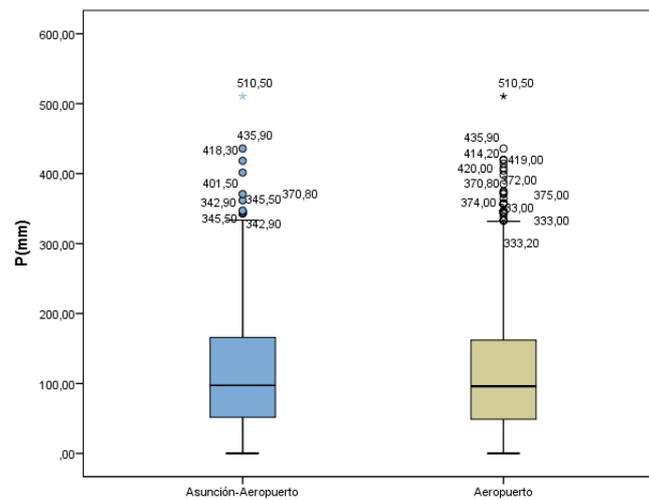


Figura nº25. Comparación de las estaciones del aeropuerto DMH a la izquierda y la estación Aeropuerto SIL perteneciente al modelo CRU.

5.2.3 Temperatura

5.2.3.1 Tratamiento de los datos de temperatura

Al igual que ocurre con la precipitación se ha realizado una primera selección de estaciones pluviométricas dentro del área de influencia del acuífero Patiño con las que poder analizar la distribución espacial y temporal de la precipitación a lo largo del tiempo.

En este caso se dispone de un menos número de estaciones que registran los datos de temperatura media de forma continua en el tiempo; estas pueden verse en la siguiente tabla:

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	DEPARTAMENTO	FUENTE	COTA	COORD X	COORD Y
11090601	SL Fiuna	MET		FIUNA	138,967	449667,94	7201739,15
11090604	Paraguari	MET	Paraguari	DMH	118,73	485359,76	7165635,7
11090608	Sede Central FECOPROD	MET	Central	FECOPROD	87,8676	441757,38	7205959,69
11090609	FCA San Lorenzo	MET	Central	FECOPROD	126,02	447911,7	7197723,78
11090617	Asuncion City	MET	Central	CRU	63,2862	419533,88	7190518,66
11090618	Aeropuerto SIL	MET	Central	CRU	88,3394	447633,17	7207268,27

Tabla nº5. Estaciones meteorológicas seleccionadas con datos de Temperatura. Fuente: Elaboración propia

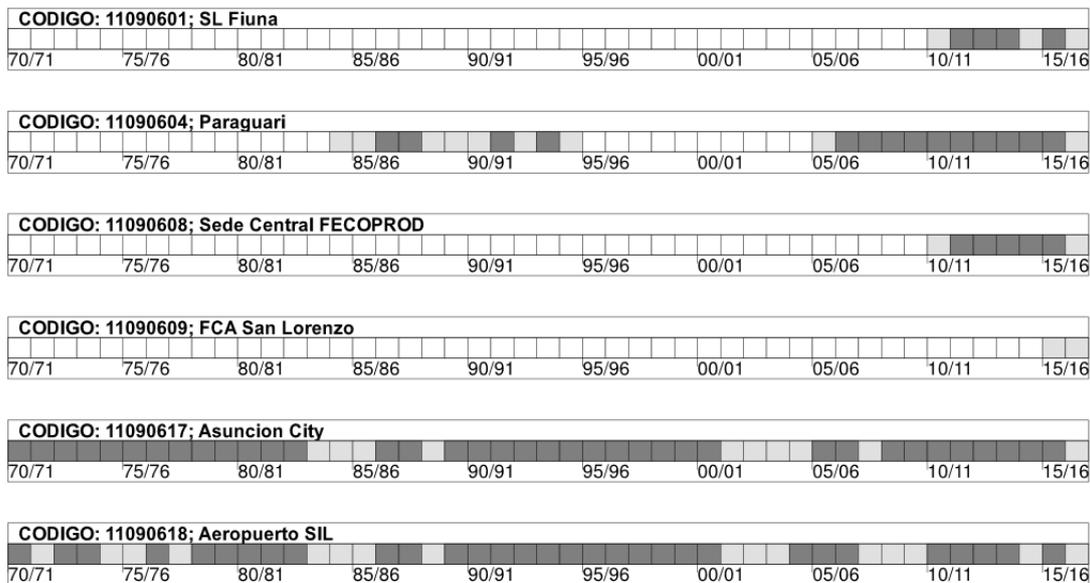
Los datos existentes para estas estaciones se muestran en un gráfico en el que por cada color se muestra los años completos de datos tanto a nivel mensual como a nivel diario. Por cobertura se entiende el grado de solape que existe entre los datos de las diferentes estaciones, períodos comunes con existencia de datos entre las diferentes estaciones.

Este primer análisis, muestra de forma preliminar el grado de calidad de los datos, apreciándose la disponibilidad de datos tanto a nivel temporal como en distribución regional.

Como se aprecia en la Figura nº26 y Figura nº27 existen muy pocas estaciones con una longitud de datos extensa, a nivel mensual la estación del Aeropuerto es la que presenta una serie continua desde el año 1970. Paraguari presenta una serie discontinua desde el año 1981 hasta 1994 y a partir de 2006 hasta la actualidad. El resto de estaciones tienen registros que comienzan en el año 2007 y 2016, por tanto en la mayoría de estaciones únicamente se dispone de un período con datos inferior a 10 años. En este mismo análisis **se descarta para su análisis la estación de San Lorenzo**, ya que no dispone de datos suficientes para poder ser analizados.

A nivel diario, la longitud de datos es similar, únicamente se dispone de las estaciones de Aeropuerto con una serie de datos completos desde 1970 y Paraguari con datos de 1981 a 1994 y de 2006 hasta la actualidad.

TIPO DE ESTACION: Climática; TIPO DE DATOS: Temperatura
PROCESO: Original; PERIODICIDAD: Mensual



ESTADO DE CADA UNO DE LOS AÑOS DE LA SERIE: Completo ■ Incompleto ■ Vacio □

Figura nº26. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia

TIPO DE ESTACION: Climática; TIPO DE DATOS: Temperatura
PROCESO: Original; PERIODICIDAD: Diaria

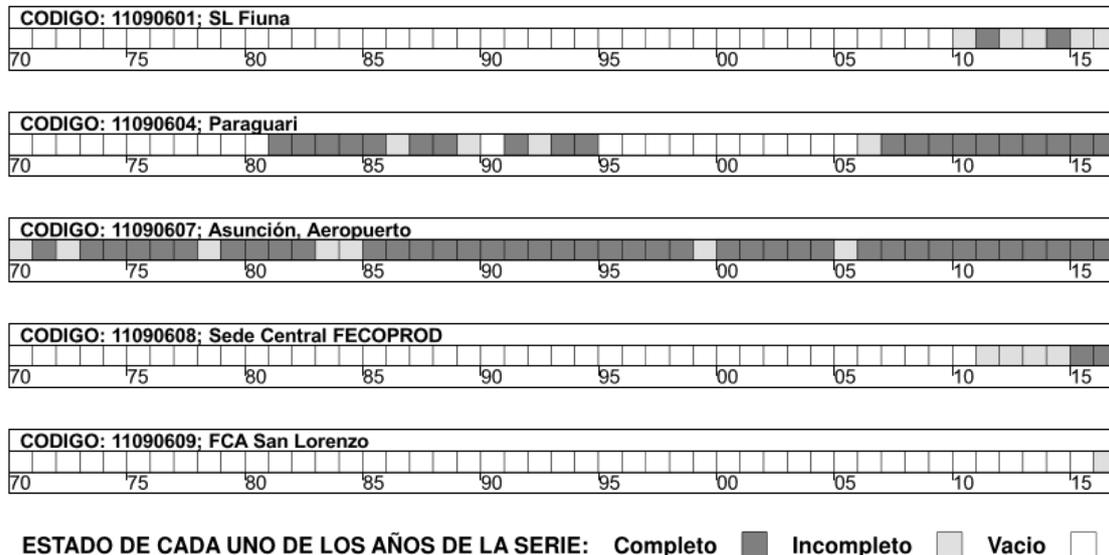


Figura nº27. Existencias de datos meteorológicos en el conjunto de las estaciones analizadas a nivel mensual. Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en la figura de datos mensuales, el período de existencia común para el conjunto de las estaciones es muy escaso y, al igual que para la precipitación, se concentra en los años más actuales de la serie produciéndose desde 2011 a 2017. Los datos completos de estas estaciones pueden consultarse en el anexo de Clima, así como las estadísticas anuales para cada estación.

5.2.3.2 Variación temporal análisis de estacionalidad

De la misma manera que se hizo para la precipitación, para analizar la variación temporal y estacional se ha analizado el período comprendido entre el año 2004 y la actualidad, intentando buscar el máximo solape entre las diferentes estaciones. Este tipo de análisis tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre estaciones y analizar la evolución actual de las variables climáticas más importantes.

La evolución temporal de la temperatura muestra durante período analizado que abarca unos 6 años una clara estabilidad, no apreciando ningún tipo de tendencia en este periodo (La tendencial a largo plazo se analizan en el apartado de variabilidad climática), esto se observa tanto en la estación del aeropuerto SIL como en la Paraguari. Esto nos indica que escenarios a corto y medio plazo, inferior a 10 años se puede contemplar un escenario de precipitación de estabilidad, asumiendo muy poco error en este tipo de asignaciones.

Por otro lado el registro de la temperatura muestra un claro comportamiento estacional, los meses más fríos se producen entre abril y septiembre, mientras que los más cálidos serían enero y diciembre, con una oscilación térmica en torno a los 10 °C. Se observa además que, aunque todas las estaciones tienen una distribución espacial similar, la estación de Sede Central FECOPROD registra temperaturas sensiblemente superiores al resto en todas las épocas del año

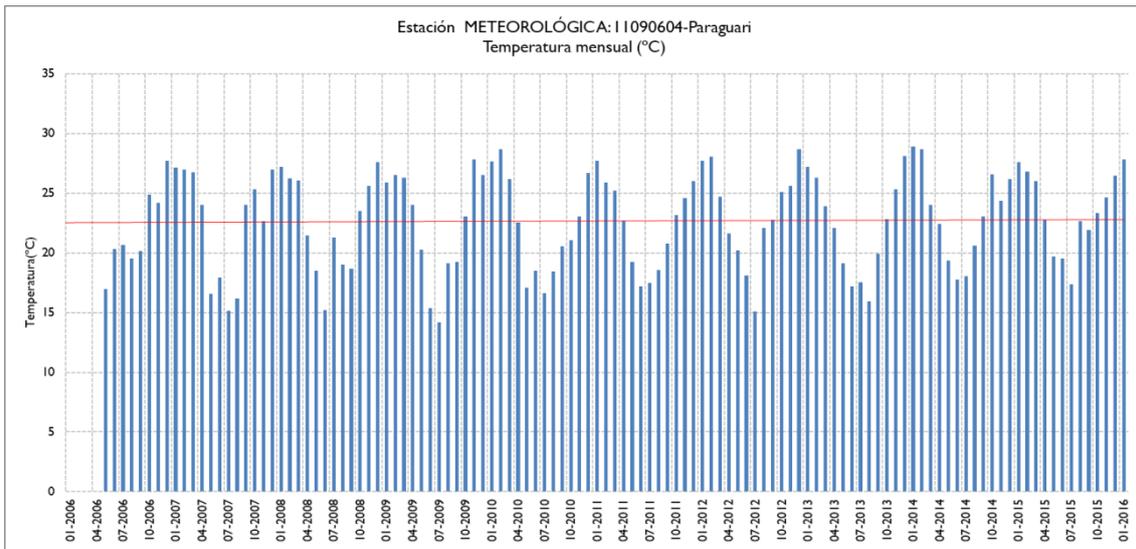


Figura nº28. Evolución temporal de la estación Paraguari analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

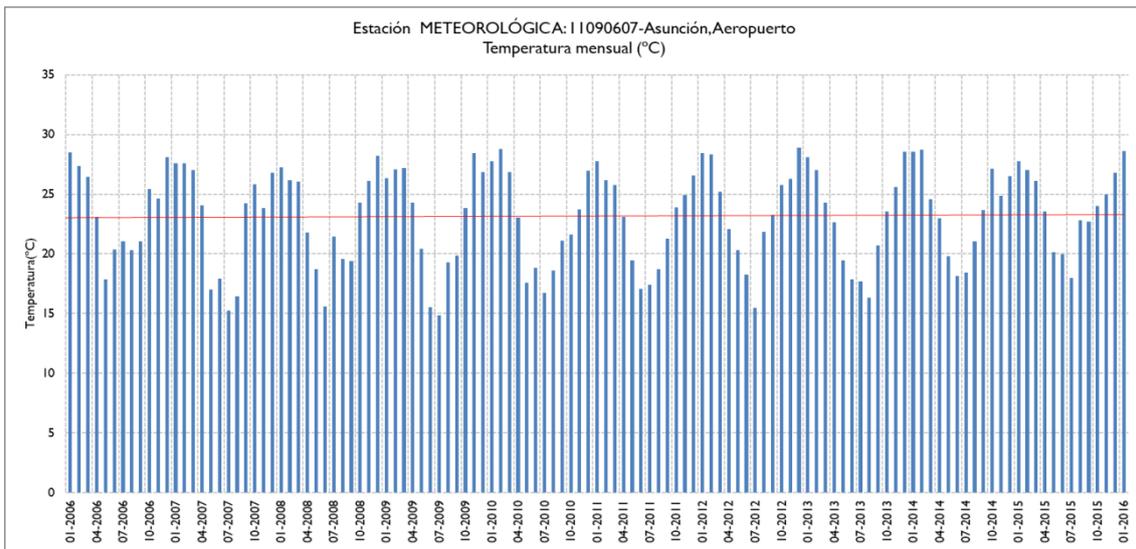


Figura nº29. Evolución temporal de la estación Aeropuerto SIL analizada en la que se muestra la tendencia lineal en color rojo.

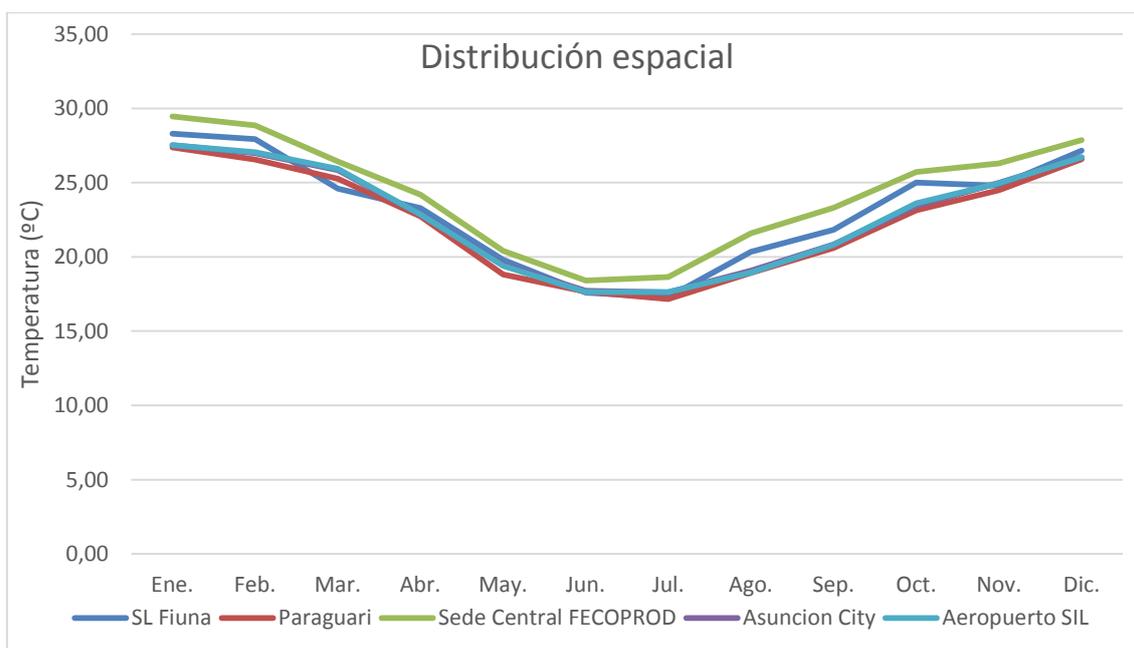


Figura nº30. Evolución estacional de la precipitación de las diferentes estaciones analizadas

En la tabla que sigue a continuación se pueden ver los datos medios mensuales de las estaciones seleccionadas.

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
11090601 La Fiuna	28.29	27.93	24.60	23.29	19.80	17.60	17.28	20.33	21.83	25.00	24.80	27.16	22.86
11090604 Paraguari	27.38	26.56	25.27	22.73	18.81	17.66	17.16	18.93	20.60	23.15	24.50	26.58	22.16
11090608 Sede Central FECOPROD	29.47	28.85	26.43	24.20	20.40	18.42	18.64	21.58	23.30	25.72	26.30	27.87	23.98
11090617 Asunción City	27.53	26.98	25.85	22.85	19.47	17.71	17.62	19.07	20.83	23.44	24.98	26.71	22.47
11090618 Aeropuerto	27.52	27.05	25.92	22.85	19.39	17.64	17.63	18.95	20.81	23.61	24.97	26.71	22.46

Tabla nº6. Temperatura media mensual en las estaciones completas. Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa como la media anual oscila entre los 22 y 23 °C excepto Sede Central FECOPROD que excede esta media en casi un grado, como se comentaba anteriormente. Esto coincide con el estudio de “Balance Hídrico integrado del Acuífero Patiño” de 2007 en el que se indica que temperatura media anual para la cuenca en el período 1961 – 1990 es de 22,7 °C.

5.2.3.3 Variación regional

La cuenca del acuífero Patiño es una cuenca que cuenta con pocas estaciones hidrométricas en su interior por lo que se trabaja también con estaciones cercanas como es el caso de las estaciones de Asunción City y Paraguari.



Figura nº31. Estaciones disponibles en la cuenca de Patiño

5.2.3.4 Isotermas

A partir de la información de temperatura media multianual en las estaciones de la región presentadas en apartados anteriores, se realizó un análisis de correlación con la altura, en la que se comprobó prácticamente no existe correlación entre estaciones. Esto es debido a la poca variabilidad que presentan tanto de temperatura como de altura, lo que hace suponer que todas las estaciones pertenecen a la misma zona climática.

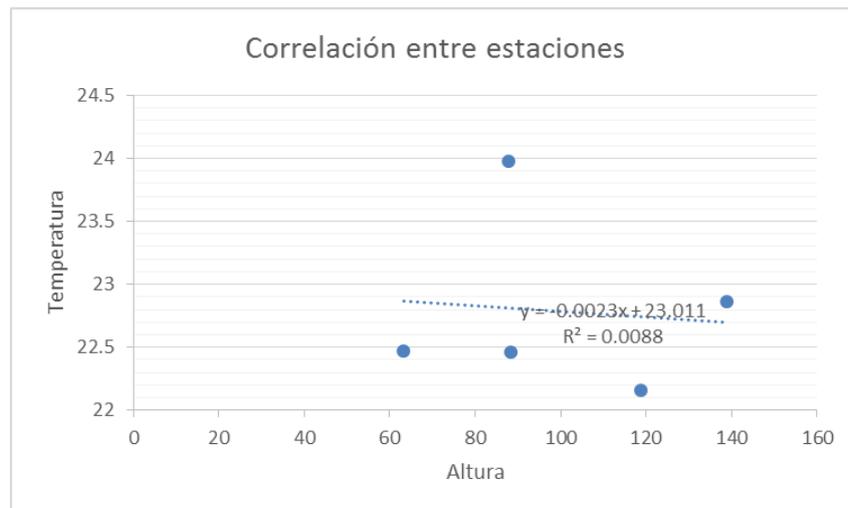


Figura nº32. Correlación de temperatura entre estaciones hidrometeorológicas

5.2.4 Otras variables climáticas

En el estudio de “Políticas y manejo ambiental del Acuífero Patiño” elaborado por el Consorcio CKC-JNS en 2007 se realizó una comparación entre la evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR) con respecto a la distribución temporal de la precipitación media en el periodo 1961 – 2005, tras lo cual pudo observarse que:

- La ETP, calculada por el método de Thornthwaite es inferior a la precipitación prácticamente durante todo el año, con excepción de los meses de diciembre y enero, sugiriendo un balance hídrico atmosférico positivo en la cuenca.
- La ETR, calculada a partir del método del Balance Hídrico (Excesos y déficit hídricos en Paraguay, DIPRI-UNA, 2001 (www.foroagua.org) (Monte Domecq y Báez, 2001), también es inferior a la precipitación media durante todo el año.

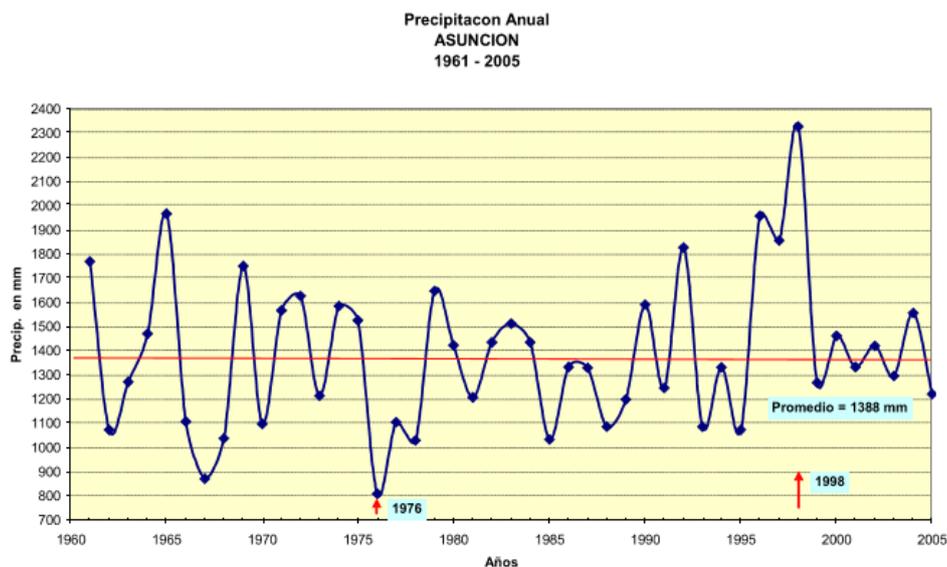


Figura nº33. Variación interanual de la precipitación en Asunción en el periodo 1961 – 2005. Fuente: (Consorcio CKC-JNS, 2007)

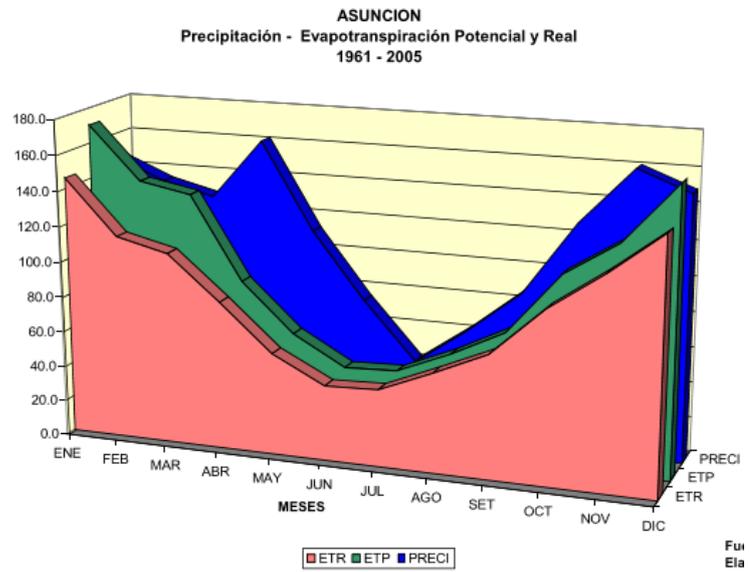


Figura nº34. Precipitación versus Evapotranspiración Potencial (ETP) y Real (ETR). Fuente: (Consortio CKC-JNS, 2007)

5.3 Hidrografía e hidrología

5.3.1 Cuencas hidrográficas

La cuenca del acuífero de Patiño abarca aproximadamente 1.172 km² de extensión con una altura máxima de 361 msnm y su punto más bajo de 3 msnm. A partir del Modelo Digital de Elevación de terreno (DEM) de resolución 30m x 30m se han generado subcuencas teniendo en cuenta las direcciones de flujo marcadas por este. Estas subcuencas se han cotejado con las obtenidas en los estudios Balance Hídrico Integrado de la Cuenca de Patiño (2007) y Plan saneamiento Integral Lago Ypacarai (2015) obteniendo como resultado lo que se detalla a continuación:

Nombre	Area	Perimetro	Hmin	HMax	Altitud media
Itá	119.78	58.82	85.00	244.00	141.20
Itay Alto	14.06	22.44	55.00	116.00	71.73
Itay Alto	1.29	5.60	58.00	80.00	70.23
Itay Bajo	154.77	81.24	56.00	182.00	102.95
Lambaré	43.84	38.57	39.00	196.00	116.62
Mbocayaty Guazu	47.23	38.95	54.00	195.00	135.12
Mburicao	35.35	42.03	52.00	168.00	102.44
Paso Ybycui	36.22	37.78	91.00	201.00	138.25
Pirayu Alto	33.01	39.09	91.00	362.00	151.37
Pirayu Bajo	84.48	60.15	71.00	237.00	135.13
Rio Salado	16.09	34.40	53.00	139.00	94.42
Rio Salado (Oeste)	11.01	20.71	80.00	144.00	117.58
Rio Verde Chaco	1.71	7.03	61.00	89.00	68.49
Rio Verde Chaco	32.24	43.81	33.00	106.00	77.05
Subcuencas Chaco	1.79	13.34	N/A	N/A	N/A
Subcuencas Chaco	15.00	24.65	3.00	97.01	73.70
Subcuencas Chaco	1.58	5.19	61.00	74.00	66.40
Subcuencas menores	0.31	2.66	58.00	89.00	72.15
Subcuencas menores	6.89	13.30	49.00	155.00	100.25
Subcuencas menores	19.51	23.72	106.00	272.00	153.73
Subcuencas menores	12.66	21.84	53.00	111.00	83.59
Subcuencas menores	26.12	36.62	51.00	159.00	92.30
Subcuencas menores	1.56	6.72	54.00	65.00	59.84
Subcuencas menores	16.29	20.43	98.00	275.00	142.91
Subcuencas menores	2.67	10.75	49.00	165.00	97.11
Subcuencas menores	1.03	4.96	58.00	112.00	94.61
Villa Eisa	15.89	22.22	54.00	187.00	121.38
Yaguarón	61.35	44.59	91.00	358.00	145.96
Ytororo/Ypané/ Portrerito	59.10	42.35	51.00	200.00	136.13
Yukyry /Arroyo Capiatá	42.75	39.93	85.00	184.00	137.64
Yukyry mi	38.72	38.03	75.00	158.00	115.18

Nombre	Area	Perimetro	Hmin	HMax	Altitud media
Yukyry mi	22.15	24.62	79.00	201.00	119.10
Yukyry/Arroyo Mboi'y	64.71	45.12	92.00	209.00	148.96
Yukyry/Arroyo San Lorenzo	73.47	50.86	76.00	187.00	130.56
Yukyry/Costa SW	29.96	56.43	70.00	252.00	136.08
Yukyry/Yuquyry Bajo	66.36	62.41	88.00	193.00	143.96

Tabla nº7. Subcuencas generadas. Fuente: elaboración propia

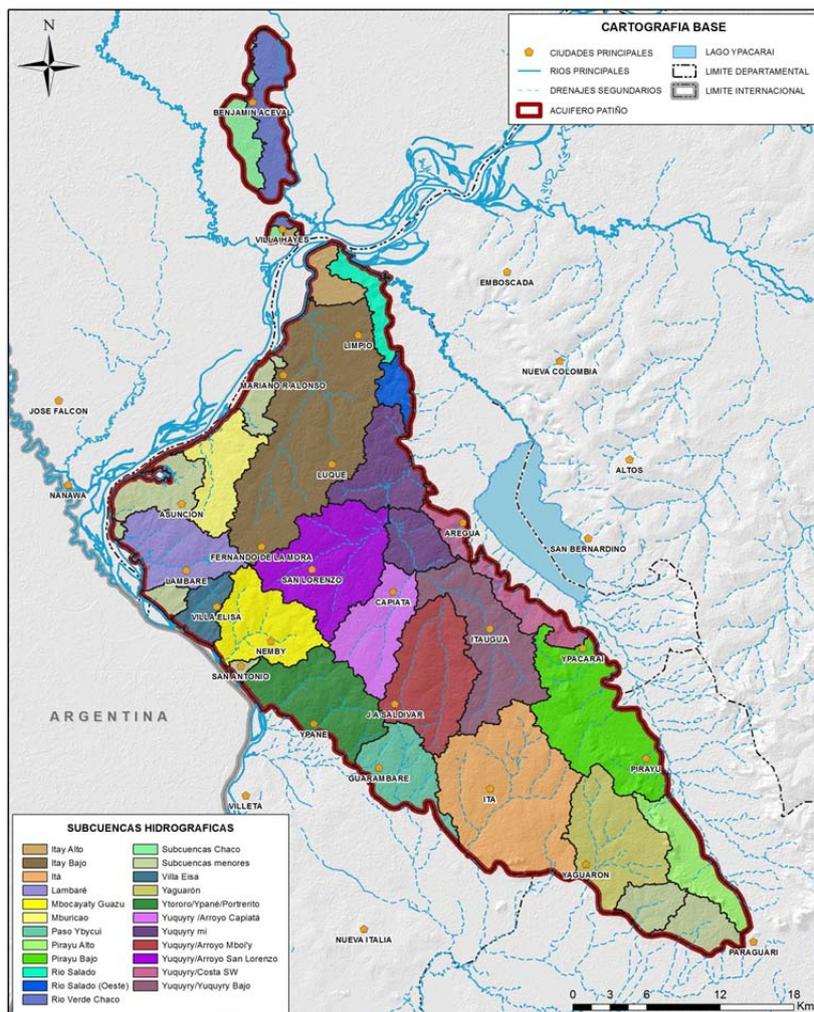


Figura nº35. Subcuencas generadas para el área de estudio. Fuente: elaboración propia

La hidrología superficial del área del Patiño se caracteriza por el escurrimiento del agua superficial y sub superficial hacia el río Paraguay al norte y oeste del área; al lago Ypacarai al este, y hacia el sur al sistema de cauces que drenan al lago Ypoa.

Las principales cuencas hidrográficas son la Cuenca del Arroyo Itay, de unos 170 km², en Asunción y la Cuenca del Arroyo Yukyry, de aproximadamente 338 km², en el sector central del

área del acuífero, abarcando a los distritos de Itauguá, Capiatá, San Lorenzo, Areguá y parte de Itá y Luque, y que drena hacia el Lago Ypacarai - riacho Salado, los cuales finalmente drenan al río Paraguay. Estas dos cuencas en su conjunto drenan cerca del 50% de superficie del acuífero. En segundo orden se tienen cuencas menores que drenan casi todas al río Paraguay, que ocupan un total de 87 km². Así mismo al norte de la cuenca, la región del Chaco abarca una superficie de cuenca 18,37 km² y la cuenca de Río verde aproximadamente 34 km².

A continuación se describen brevemente las principales características de las cuencas más representativas:

Yukyry:

Es la cuenca más importante y la más estudiada ubicada sobre el Acuífero Patiño y la que tiene una mayor actividad antropogénica. Abarca a los distritos de Itauguá, Capiatá, San Lorenzo, Areguá y parte de Itá y Luque, y sus aguas drenan hacia los humedales que alimentan al lago y al río Salado. De hecho, esta cuenca aporta el 35% del caudal que llega al lago.

Se divide en 6 subcuencas: Arroyo Capiatá, Arroyo Mboi'y, Arroyo San Lorenzo, Costa SW, Yukyry Bajo y Yukyry mi, siendo Arroyo Mboi'y e Yukyry Bajo las zonas con mayor terreno agrícola y Arroyo San Lorenzo la más urbanizada.

En el año 2004 la Facultad de Ingeniería, con apoyo de la JICA, realizó un Monitoreo Hidrológico superficial intensivo del Aº Yukyry durante un periodo de 10 meses, determinando que el caudal base de la cuenca es de 1 m³/s. Posteriormente, con el Proyecto Acuífero Patiño (SENASA) se dio continuidad al monitoreo hidrológico en los años 2005 y 2006, en dicho estudio se estableció que para dicho periodo el caudal base fue de 1,2 m³/s.

La cuenca del río Yukyry no tiene abastecimiento de agua por ESSAP, es decir, su principal fuente de abastecimiento es principalmente subterránea. Se trata de una cuenca muy presionada por la carencia de un Plan de Ordenamiento Ambiental, con una gran cantidad de desagües cloacales, vertidos de la actividad industrial presente y la falta de recogida y deposición de los residuos sólidos. En los estudios realizados se detectan valores elevados de Coliformes y fósforo, indicador de importante carga orgánica y aguas eutrofizadas.

Actualmente se vienen ejecutando las obras de ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de Itauguá, aunque de forma lenta, y están previstas las obras de alcantarillado sanitario para Areguá. Además, recientemente fue desarrollado un Plan de Saneamiento Integral de la cuenca del Lago Ypacarai que abarca todos los municipios de la cuenca del Arroyo Yukyry.

Itay:

Cuenca con alto nivel de urbanización, abarca los distritos de Fernando de la Mora, Asunción, San Lorenzo, parte de Luque y Limpio, desemboca en el río Paraguay a la altura de Surubi-ý. Se divide en Itay Alto y Bajo. En la parte alta de la Cuenca, el terreno cae abruptamente desde las colinas con cotas que varían entre 100 y 180 m. Las áreas más altas de la Cuenca están compuestas de un suelo de arena suelta que cubre la formación de arenisca dura. Las áreas intermedias comprenden depósitos de arena roja friable, variablemente cementada y arcillas. La erosión eólica y fluvial de estas rocas ha resultado en extensos depósitos aluviales formados por arena, arcilla y sedimentos en la parte baja.

En esta zona, casi el 100% de la población tiene acceso a agua potable corriente proveída por ESSAP S.A.; sin embargo, la cobertura de alcantarillado sanitario es sólo de alrededor de 12%. Fuente: (ESSAP, 2012), sin embargo existen proyectos próximos a implementación que amplía

la cobertura a unos valores de 15-20%, principalmente la zona de Fernando La Mora y San Lorenzo. Algunos cursos internos son drenados mediante emisario hacia el río Paraguay.

Existen diversas industrias, de productos lácteos, bebidas gaseosas, cervezas, procesamiento de caña de azúcar, jabón, pinturas, productos farmacéuticos y procesamiento de carne. Junto con la descarga de aguas residuales poblacionales son una fuente de aportación de coliformes y de niveles altos de DBO y DQO (según el estudio de “control y mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca del Lago Ypacarai y del río Paraguay” elaborado por JICA-DIGESA en 2007, se detectan valores de 2.8 a 7.6 mg/l de Oxígeno disuelto, 1.4 a 100 mg/l de DBO y 17.6 a 165 mg/l de DQO).

Lambaré:

La cuenca del Arroyo Lambaré es una cuenca fuertemente antropizada. Abarca casi la totalidad de la ciudad de Lambaré y parte de las ciudades de Asunción, Fernando de la Mora y Villa Elisa con un área de unas 3619 Ha. Solo un 15% de la población de la ciudad de Lambaré cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, de ESSAP (Fuente: (ESSAP, 2012)) y de prestadores privados, mientras que la mayoría recurre a soluciones individuales por pozos ciegos y/o cámaras sépticas.

La descarga de aguas residuales se realiza, sin tratamiento previo, en la ribera del río Paraguay, mediante el emisario denominado Kennedy, de diámetro de 200 mm, en la zona de límite entre Asunción y Lambaré.

Esta subcuenca se caracteriza por su estado de gran deterioro. Históricamente ha sido utilizado como vertedero de residuos sólidos y desagües cloacales de las viviendas, además de la invasión de familias de escasos recursos con edificaciones precarias ocupando los bordes del arroyo. Sus aguas muestran una calidad muy deficiente ya que todos sus afluentes actúan como colectores cloacales, recogiendo también los vertidos de residuos sólidos y los vertidos de las pequeñas industrias de la zona.

Además, esta cuenca se caracteriza por sus grandes avenidas de agua y desbordes en los meses más lluviosos. En algunas zonas se han realizado obras de protección muy precarias para proteger de los desbordamientos.

Mbocayaty Guazu:

Cuenca urbanizada con alta densidad de población, abarca parte de la ciudad de Fernando la Mora y parte de Villa Elisa. Comprende dos cauces hídricos que se juntan en el arroyo Guazú, y desemboca en el río Paraguay a la altura del Puerto de San Antonio.

Esta cuenca no cuenta con servicios de alcantarillado sanitario de ESSAP. La principal problemática son los niveles freáticos elevados de la zona, lo que dificulta la disposición de efluentes domiciliarios, generándose pequeños cursos de aguas cloacales a cielo abierto que se agrava por el vertido de residuos sólidos sin control alguno.

Sus principales cursos recoge las aguas de vertimiento de pequeños talleres artesanales, servicios generales para el transporte, talleres de mecánica, pintura y chapa, debido que esta cuenca es recorrida por la principal vía de comunicación entre Asunción y ciudades como Ñemby, San Antonio, Ypane, Guarambaré y Paraguarí,

Villa Elisa:

Abarca el área urbana del municipio de Villa Elisa, formando parte del Gran Asunción. Cuenca semi urbanizada, drena de noreste a suroeste y desemboca en el río Paraguay, a la altura de

Villa Elisa (Petropar). Su terreno, de características arenosas, está cubierto por una significativa vegetación compuesta por árboles y arbustos.

Esta cuenca no dispone de servicio de alcantarillado.

Pirayú:

Corresponde a la porción occidental de la cuenca del arroyo Pirayú, cuenca natural con formaciones rocosas. Se divide en 2 subcuencas: Pirayú Alto y Bajo. Drena al lago Ypacarai.

La cuenca Pirayú tiene una baja densidad poblacional y su actividad industrial es casi inexistente. Su principal actividad es la agricultura y pequeñas explotaciones ganaderas.

El agua potable es proveída por la Junta de Saneamiento de Pirayú, con más 30 años de funcionamiento y más de 2000 usuarios.

No existe alcantarillado ni está previsto. La zona urbana de Pirayú se encuentra en el SENASA para integrar la futura implementación del alcantarillado sanitario en el marco del Programa “Agua Potable y Saneamiento para Pequeñas Ciudades y Comunidades Rurales e Indígenas” con financiación del BID.

Itá:

Cuenca rural, semi urbanizada, drena de noreste a suroeste y desemboca en un sistema que drena al Lago Ypoa. El uso del suelo es básicamente agrícola con zonas de vivienda dispersa.

Yaguarón:

Cuenca rural, drena de norte a sur, comprende dos tributarios, el cauce principal descarga en el sistema hídrico que alimenta al lago Ypoá, se une con el arroyo Caañabé.

Mburicao:

Cuenca urbanizada, ubicada en Asunción drena de sur a norte, comprende 2 cauces que se juntan en el Mburicaó, el cual desemboca en el río Paraguay, en el barrio Tablada. La falta de alcantarillado en el tiempo hace que este arroyo recoja casi todo el drenaje sanitario de la ciudad de Asunción.

Paso Ybycui:

Cuenca rural, drena de norte a sur, con un tributario principal localizado al sur del distrito de Guarambaré.

Ypané/Ytororo/Portrerito:

Cuenca rural con mucho terreno residencial en consolidación. La parte sur de la cuenca sigue siendo de uso agrario mientras que en la parte norte abunda el uso del suelo residencial de baja densidad. Drena de noreste a suroeste, desemboca en el río Paraguay.

Río Salado:

El río Salado es el cauce por el cual el lago Ypacarai drena sus aguas al río Paraguay a unos 2 km de la toma de agua de la planta de tratamiento de agua de Viñas Cué. Sirve como límite natural a los departamentos de Central y Cordillera, y se encuentra rodeado a lo largo de sus orillas por llanos y esteros.

Se trata de una cuenca presionada por una vía de comunicación que une Luque con San Bernardino.

Los efluentes industriales y domésticos del municipio San Bernardino cuentan con una planta de tratamiento primario que descarga en el humedal. La presión antrópica tiene alta influencia en el humedal, es de carácter estacional y creciente.

Río Verde Chaco:

Cuenca rural situada al norte de la cuenca del acuífero drena de noroeste a sureste al río Paraguay.

Subcuencas Chaco:

Comprenden la zona de El Chaco que no pertenece a la subcuenca del río Verde. Se trata de cuencas rurales con uso del suelo fundamentalmente agrícola con zonas de vivienda dispersa.

Destacan a nivel urbano el arroyo Ytay y los arroyos Mburicaó y Lambaré, todos altamente urbanizados y degradados. Estos arroyos son considerados corrientes perennes, manteniendo caudales en tiempo seco, los cuales obviamente se encuentran degradados por la contaminación industrial y urbana. En periodos húmedos con alta pluviosidad, los caudales crecen hasta 30 – 50 veces su caudal base, desbordando de sus cauces naturales produciendo inundaciones urbanas con impacto sobre infraestructuras y afectación al ambiente humano. Puntualmente se menciona que la situación de encajonamiento de los cauces por la urbanización agrava las inundaciones en el sector urbano.

A nivel rural se destacan los arroyos Itá y Yaguarón. En menor escala, Yukyry, Guazú o Ñemby. De ellos, el arroyo Yukyry que drena al lago Ypacarai, presenta el mayor caudal base con 1000 l/s (1200 l/s de acuerdo a datos del monitoreo del estudio de 2007 “Balance Hídrico Integrado del Acuífero Patiño”). El Arroyo Itá se destaca por el uso agrícola intensivo que se da en la parte final, el cual drena luego hacia el sistema Caañabé.

Un caso particular es el arroyo Pirayú, el cual no presenta un área bien definida dentro del Acuífero Patiño, desembocando en el sector este del lago Ypacarai.

Los otros arroyos menores drenan al río Paraguay, que es el receptor final de todas las descargas del Acuífero Patiño.

5.3.2 Red de drenaje principal

La cuenca del acuífero Patiño se caracteriza por sus bajas pendientes, como se puede observar en la siguiente tabla, las pendientes medias de las subcuencas oscilan en torno a los 2-3 grados subiendo de forma muy puntual a más de 4. Esto da lugar a ríos poco erosivos con tendencia a hacer meandros.

Nombre	Longitud Cauce (km)	Pendiente Media
Itá	1.29	2.68
Itay Alto	N/A	1.89
Itay Alto	6.62	1.34
Itay Bajo	1.63	2.10
Lambaré	0.86	2.75
Mbocayaty Guazu	2.32	3.04
Mburicao	0.47	2.43
Paso Ybycui	1.30	2.35
Pirayu Alto	0.66	4.48
Pirayu Bajo	1.87	3.02

Nombre	Longitud Cauze (km)	Pendiente Media
Rio Salado	N/A	3.05
Rio Salado (Oeste)	2.56	3.12
Rio Verde Chaco	N/A	1.45
Rio Verde Chaco	N/A	2.13
Subcuencas Chaco	N/A	N/A
Subcuencas Chaco	N/A	1.86
Subcuencas Chaco	N/A	1.15
Subcuencas menores	N/A	2.51
Subcuencas menores	0.63	3.41
Subcuencas menores	1.69	2.61
Subcuencas menores	3.35	2.52
Subcuencas menores	1.04	2.87
Subcuencas menores	N/A	1.40
Subcuencas menores	1.81	2.64
Subcuencas menores	8.07	3.35
Subcuencas menores	N/A	3.56
Villa Eisa	0.53	3.47
Yaguarón	2.51	2.88
Ytororo/Ypané/ Portrerito	0.61	2.77
Yukyry /Arroyo Capiatá	8.41	2.28
Yukyry mi	0.44	2.67
Yukyry mi	0.60	2.58
Yukyry/Arroyo Mboi'y	2.70	2.36
Yukyry/Arroyo San Lorenzo	2.12	2.15
Yukyry/Costa SW	1.71	4.16
Yukyry/Yukyry Bajo	1.10	2.39

Figura nº36. Red de drenaje principal. Fuente: elaboración propia



Figura nº37. Mapa de pendientes de las subcuencas del Acuífero Patiño.

5.3.3 Análisis de las estaciones hidrométricas

Respecto a estaciones hidrométricas sólo existe una en la cuenca del acuífero Patiño, se trata de la situada en el Arroyo Yukyry que responde al nombre de “11090612 Arroyo Yukyry”.



Figura nº38. Estaciones de la cuenca del acuífero Patiño.

En el año 2005 la Facultad de Ingeniería, con apoyo de la JICA, realizó un monitoreo superficial intensivo en el arroyo Yukyry que aparece detallado en el estudio de 2015 “Plan de saneamiento integral del Lago Ypacarai”. En este estudio se determinó la curva HQ tras lo que se determinó el caudal base del arroyo Yukyry en $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

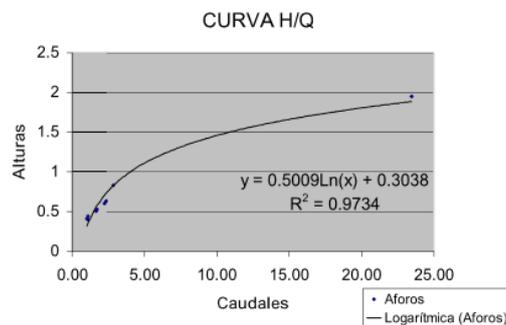


Figura nº39. Curva Altura – Caudal de la estación 11090612 Arroyo Yukyry. Fuente: Plan de Saneamiento Integral del Lago Ypacarai (Consortio Beta-Thetis 2015).

En el año 2008 un nuevo estudio reveló que para el período 2005-2008 la media del caudal de dicho arroyo oscilaba entre $2.53 \text{ m}^3/\text{s}$ con niveles base de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Este dato de caudal base fue ratificado en las mediciones realizadas en el arroyo Yukyry a lo largo del 2015 por parte de la SEAM y la ITAIPU; en este mismo año se registró que el nivel máximo el 3 de mayo con 3.65

metros, cuyo hidrograma se puede observar a continuación. Del análisis de las series y gráficos se observó en el estudio que el tiempo pico en la cuenca es del orden de 13 a 15 horas y el de bajada de alrededor de 40 horas.

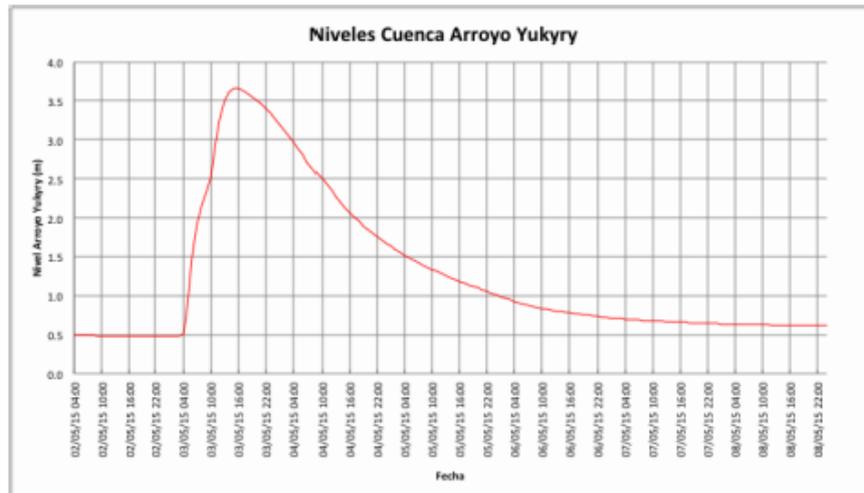


Figura nº40. Hidrograma del evento del 2 de mayo del 2015 (máximo del 2015) en la estación 11090612 Arroyo Yukyry. Fuente: Plan de Saneamiento Integral del Lago Ypacarai (Consortio Beta-Thetis 2015).

5.3.4 Eventos extremos

Se analizan a continuación los episodios de inundaciones y sequías asociados a la oscilación climática del sur (Niño y Niña).

Para la identificación de estos fenómenos, la NOAA (Administración Nacional para el Océano y la Atmosfera de los Estados Unidos) utilizó el denominado índice ONI (Índice Oceánico del Niño). Este índice se calcula promediando 3 meses consecutivos la serie mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar medidas en el Pacífico Tropical en la Región 3.4 del Niño.

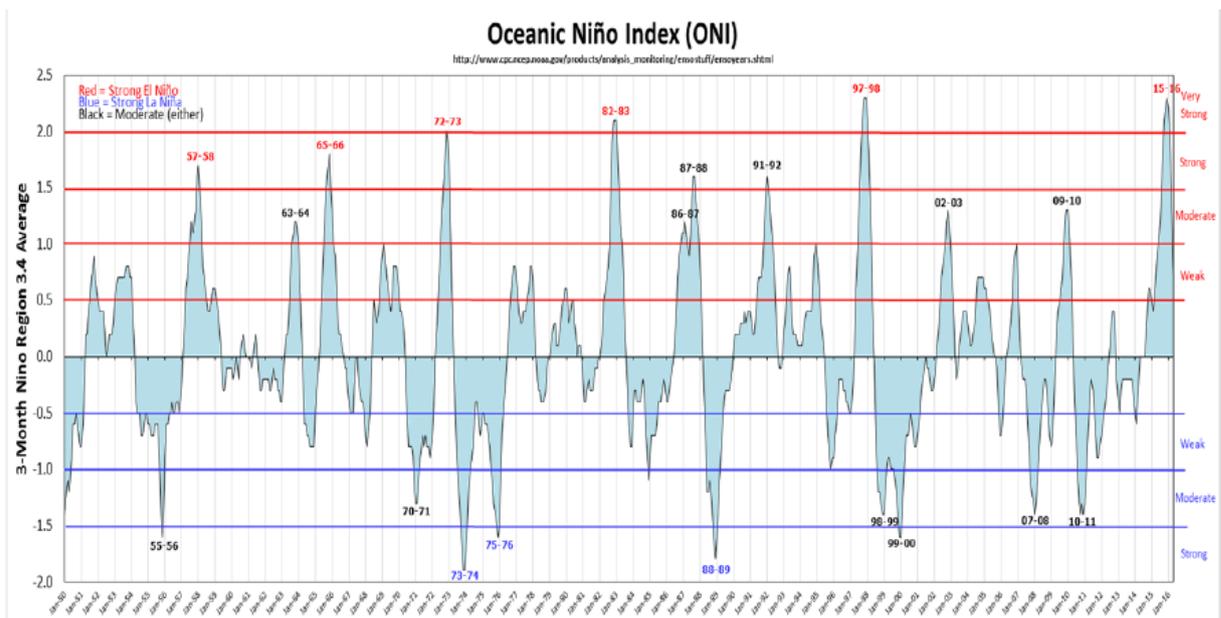


Figura nº41. Eventos extremos en el periodo 1950-2016. Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

A partir de estos datos se han recogido y categorizado los eventos históricos del Niño desde 1950:

NIÑO				NIÑA		
Débil	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Débil	Moderado	Fuerte
1951-52	1963-64	1957-58	1982-83	1964-65	1970-71	1955-56
1952-53	1986-87	1965-66	1997-98	1967-68	1998-99	1973-74
1953-54	1987-88	1972-73	2015-16	1983-84	1999-00	1975-76
1958-59	1991-92			1996-97	2007-08	1988-89
1968-69	2002-03			2006-07	2010-11	
1969-70	2009-10			2011-12		
1976-77						
1977-78						
1979-80						
1994-95						
2004-05						
2006-07						

Figura n°42. Categorización de eventos del Niño desde 1950. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del NOAA

Los mayores impactos producidos por el fenómeno de El Niño en el Paraguay son las grandes lluvias en casi todo el país, que a su vez generan inundaciones, tanto en la cuenca del río Paraná, como en la sub-cuenca del río Paraguay. Estas lluvias producen enormes pérdidas económicas, perjuicios ambientales y sociales de consideración. A su vez, La Niña se caracteriza por la extrema sequía, con precipitaciones abruptas y ocasionales.

Como ejemplo, El Niño del año 1997-98, produjo en Paraguay pérdidas evaluadas en US\$ 186 millones, de los cuales el 66% corresponde al sector agrícola. En cuanto a sequías, en el año 2004-2005 se reportaron pérdidas equivalentes a US\$ 500 millones.

5.4 Análisis de tendencia relacionada al Cambio climático

Según el documento “Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en la Región de América Latina y Caribe”, elaborado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), Paraguay se encuentra en la posición 8 de 33, situándose en la categoría de “riesgo extremo”, situación atribuida a diversos factores al poseer zonas fluviales de riberas bajas, zonas áridas y semiáridas, áreas susceptibles a la deforestación y erosión, áreas altamente contaminadas y ecosistemas frágiles. Para ello, el país ha expresado el compromiso de intervenir frente al Cambio Climático de manera transversal e integrada, cumpliendo con los compromisos internacionales asumidos ante la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la firma del Acuerdo de París en la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) en diciembre del 2015.

El Gobierno ha definido funciones y responsabilidades inherentes a la Secretaría del Ambiente a través de la normativa de su creación (Ley 1561/00), entre ellas la de constituirse en autoridad de aplicación de diversas normativas relacionadas al medioambiente, incluida la de cambio climático (Ley 251) y mediante la cual la SEAM es Punto Focal CMNUCC. Asimismo, ha promovido de la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (ENACC, 2015) y el

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2016), este último estructurado de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo (PND 2030).

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) es el responsable de la preparación de informes completos de evaluación sobre el estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático, sus causas, impactos potenciales y las estrategias de respuesta. El último informe realizado es el **Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5)** publicado en 2014.

En la actualidad se está realizando la actualización del análisis de los Escenarios Climáticos para el Paraguay, según las indicaciones del IPCC contenidas en el Quinto Informe de Evaluación. A continuación se analizan para el caso del Paraguay, los escenarios definidos en el cuarto informe del IPCC y se realiza un breve análisis de los escenarios definidos en el Quinto Informe.

5.4.1 Resultados del Cuarto Informe IPCC

En el artículo (Centro Argentino de Meteorólogos., Coronel, Ríos, & de los Santos, 2012) “Escenarios climáticos futuros para Paraguay” se analizaron 2 escenarios climáticos A2 y B2 de los 4 definidos en el Cuarto Informe del IPCC. El A2 siendo el escenario con un crecimiento poblacional y donde no se toman acciones internacionales para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y el B2 donde predominan las soluciones locales a la sustentabilidad económica, social y medioambiental.

En dicho informe se concluye que Paraguay experimentaría para la década centrada en el 2020 un calentamiento que estaría en el entorno de +1° C según el promedio de los cuatro modelos analizados, para el escenario A2 (alto). Para la década centrada en 2050 el calentamiento sería aún más importante con valores entre +2° y +2.5° C. Sin embargo el modelo HADCM3 estima un calentamiento aún mayor, que los otros tres modelos analizados, con calentamientos del orden de los +3° C en promedio anual y de +4°C para la primavera.

Los mayores calentamientos se verificarían sobre el norte y noroeste del territorio (Chaco y cuenca del Río Paraguay) y los menores sobre el sureste de la región oriental (cuenca del Río Paraná). Para la década centrada en 2080 el calentamiento sería aún más importante con valores entre +2.5° y +4.8°C. Las estimaciones de cambio de la precipitación para las décadas de 2020, 2050 y 2080 varían entre los modelos climáticos analizados. En general se prevé un decrecimiento hacia el norte del Paraguay y los mayores incrementos se darían hacia el sureste de la región en estudio (cuenca del Río Paraná). La mayoría de los modelos prevé un aumento de la precipitación en la región sobre el final del año, en los meses de noviembre y diciembre, esta tendencia se observa ya en la década de 2020 pero es más notoria en la década del 2050 donde la media del conjunto muestra incrementos de hasta 1 mm/día en el mes de octubre, para la ciudad de Asunción, pero esto se evidencia sobre la mayoría de las localidades estudiadas sobre el territorio paraguayo.

A continuación se presentan las gráficas de evolución de la temperatura y la precipitación en los dos escenarios extremos A2 y B2. Para cada variable el cero se considera el valor medio de dicha variable en el periodo 1961-1990.

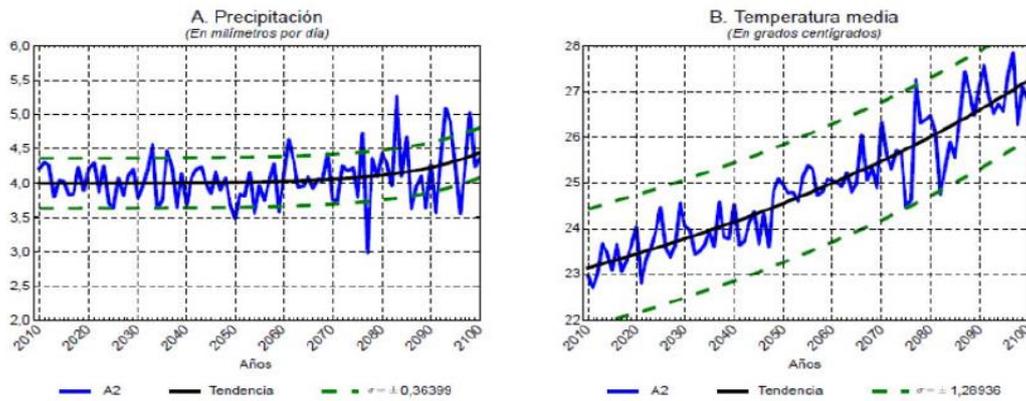


Figura nº43. Proyección de precipitaciones y temperaturas para el escenario A2 definido en el cuarto informe del IPCC. Fuente: Segunda comunicación Nacional a la CMNUCC (SEAM, 2012)

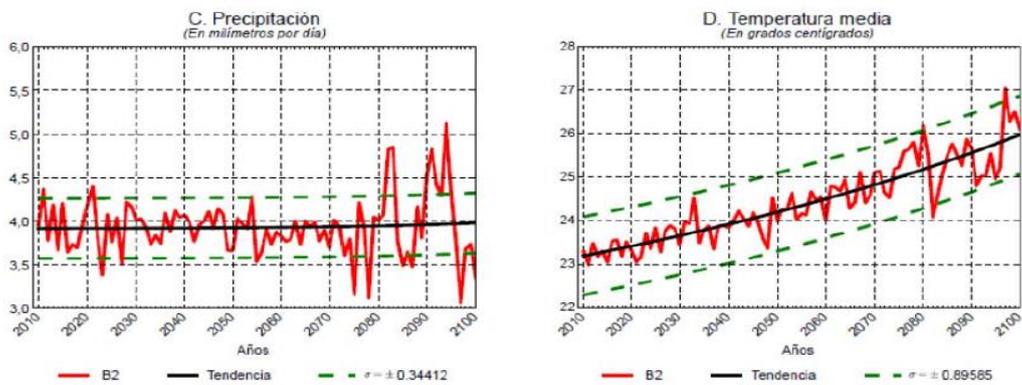


Figura nº44. Proyección de precipitaciones y temperaturas para el escenario B2 definido en el cuarto informe del IPCC. Fuente: Segunda comunicación Nacional a la CMNUCC (SEAM, 2012)

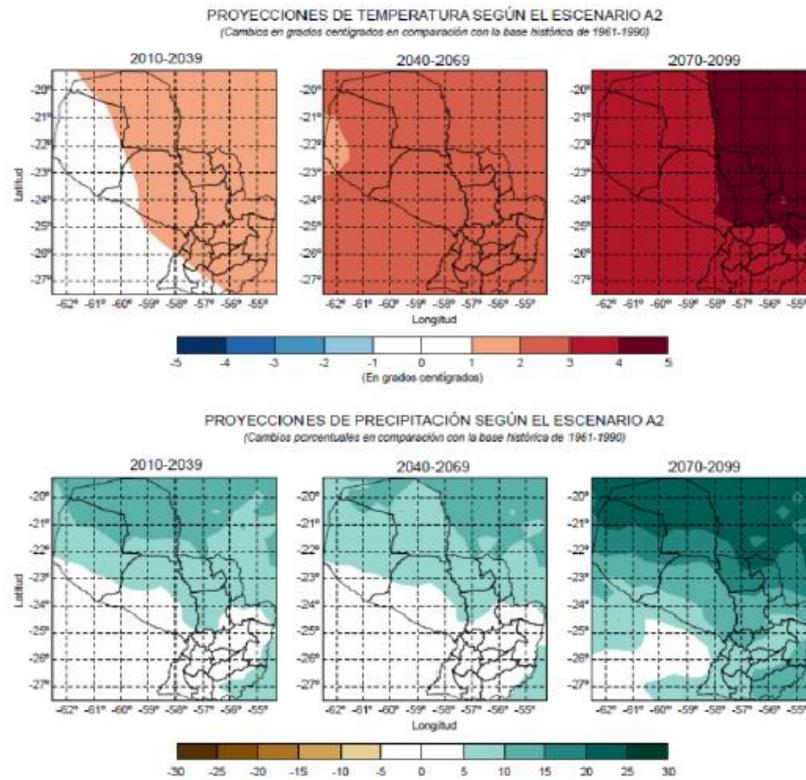


Figura nº45. Proyecciones de temperatura y precipitación según el escenario A2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)

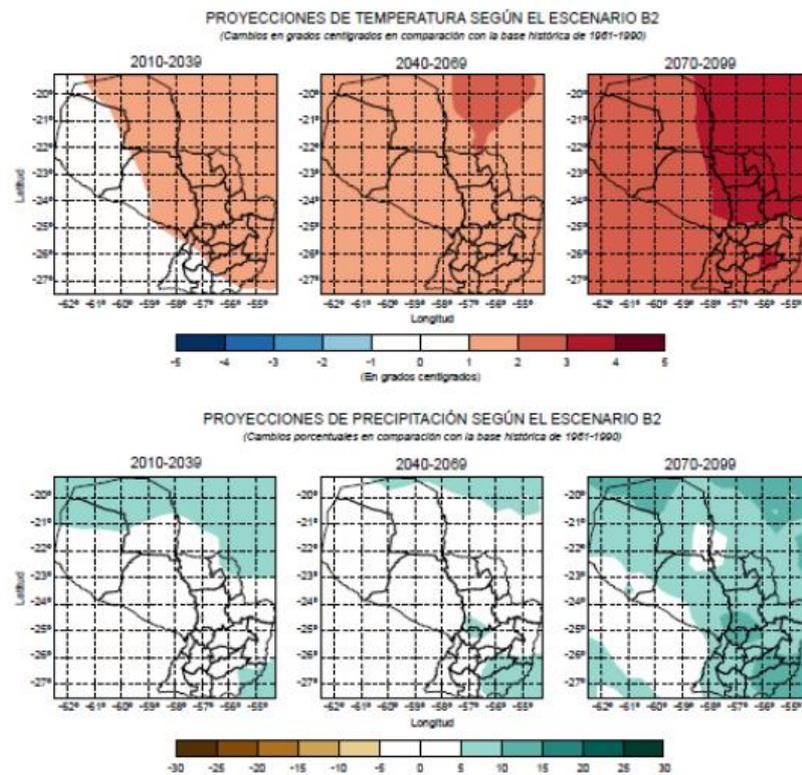


Figura nº46. Proyecciones de temperatura y precipitación según el escenario B2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)

En la siguiente tabla se resumen los posibles impactos sobre los recursos hídricos para los escenarios A2 y B2.

	2010-2039	2040-2069	2070-2099
Temperatura (T)	Incremento de 1,5°C al final del periodo.	Incremento de casi 3°C al final del periodo.	Incremento de casi 4°C al final del periodo.
Precipitación (PP)	La precipitación iniciaría superior a la línea base.	A partir de 2050 comienza un ascenso gradual de la precipitación.	En este último periodo seguiría aumentando la precipitación.
Evapotranspiración (ETR)	Como la precipitación disminuiría hacia el final del periodo, la ETR seguiría esa tendencia.	Aumentaría a partir de 2050.	Con el aumento de la temperatura y la precipitación, la ETR llegaría a su máximo para 2100.
Escurrentía (RO)	Al inicio la escurrentía rebasaría ligeramente la línea base y disminuiría casi en un 25%.	Se mantendría por debajo de la línea base.	Tendría un ligero aumento con respecto a los otros periodos pero siempre por debajo de la línea base.
Índice de Vulnerabilidad en función del estrés hídrico (Iv)	La vulnerabilidad sería proporcional al aumento poblacional, por lo que aumentaría.	Aumentaría durante el periodo 2040-2050 y luego se mantendría.	Se mantendría constante.

Tabla nº8. Posibles impactos sobre los recursos hídricos, escenario A2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)

	2010-2039	2040-2069	2070-2099
Temperatura (T)	Incremento de 1°C al final del periodo.	Incremento de casi 1,5°C al final del periodo.	Incremento de casi 3°C al final del periodo.
Precipitación (PP)	La precipitación inicial sería superior a la línea de base.	A partir de 2050 comienza un ascenso gradual de la precipitación hasta 2070.	Tendría una mayor variabilidad hasta 2100.
Evapotranspiración (ETR)	Como la precipitación disminuiría hacia el final del periodo, la ETR seguiría esa tendencia.	Aumentaría a partir de 2050.	A partir de 2070 tendría un descenso.
Escurrentía (RO)	Al inicio la escurrentía rebasaría ligeramente la línea base y al final disminuiría manteniéndose casi igual.	Entre 2050 y 2070, sería prácticamente la misma.	La escurrentía sería menor.
Índice de Vulnerabilidad en función del estrés hídrico (Iv)	La vulnerabilidad sería similar a la línea base.	Menor que para A2 pero mayor que la línea base.	A partir de 2070 aumentaría y comenzaría a ser moderada para 2100..

Tabla nº9. Posibles impactos sobre los recursos hídricos, escenario B2. Fuente: (UN-CEPAL, 2014)

5.4.2 Resultados del Quinto Informe IPCC

En el AR5 se han definido 4 nuevos escenarios de emisión denominadas como: Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés), identificadas por su forzamiento radiactivo total que para el año 2100 oscila entre 2,6 y 8,5W/m². Cada escenario se basa en una combinación de modelos de evaluación integrados, modelos climáticos sencillos, modelos de la química atmosférica y modelos del ciclo global del carbono.

	FR	Tendencia del FR	[CO ₂] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m ²	creciente	936 ppm

Figura nº47. Escenarios contemplados en el AR5. Fuente: Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC Grupo de Trabajo I. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España 2014

Los escenarios muestran el resultado de los diferentes niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, desde la actualidad hasta 2100. En todos los escenarios, las concentraciones de dióxido de carbono son más elevadas en 2100 que en la actualidad. El escenario de emisiones bajas (RCP2.6) supone una reducción considerable y sostenida en las emisiones de gases de efecto invernadero. El escenario de emisiones altas (RCP8.5) supone la continuidad de las tasas de emisiones altas. Los dos escenarios intermedios (RCP 4,5 y 6,0) suponen una cierta estabilización de las emisiones.

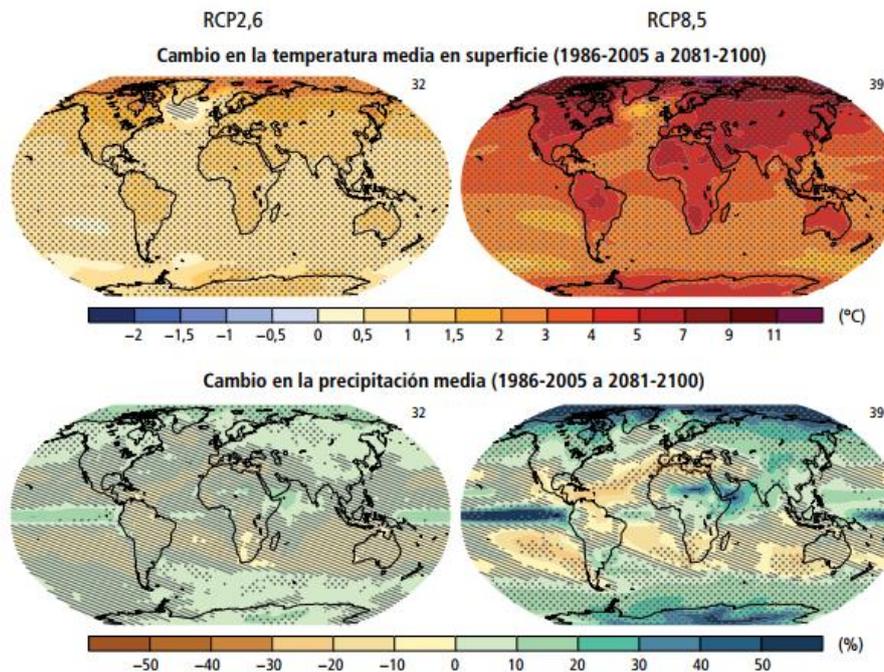


Figura nº48. Proyecciones para la temperatura media anual y la precipitación media en los 2 escenarios más extremos, Fuente: IPCC Fifth Assesment Report (2014)

En todos los escenarios, con excepción del escenario de emisiones bajas, es probable que el calentamiento global a fines del siglo XXI sea al menos de 1,5°C. En los dos escenarios de emisiones más altas es probable que el calentamiento global sea de 2°C.

A continuación se analizan los resultados obtenidos para Latino América y para Paraguay.

5.4.2.1 Tendencia observada en Latino América

En el Quinto Informe del IPCC, las series de temperatura y lluvia están desglosadas por los siguientes ámbitos geográficos:

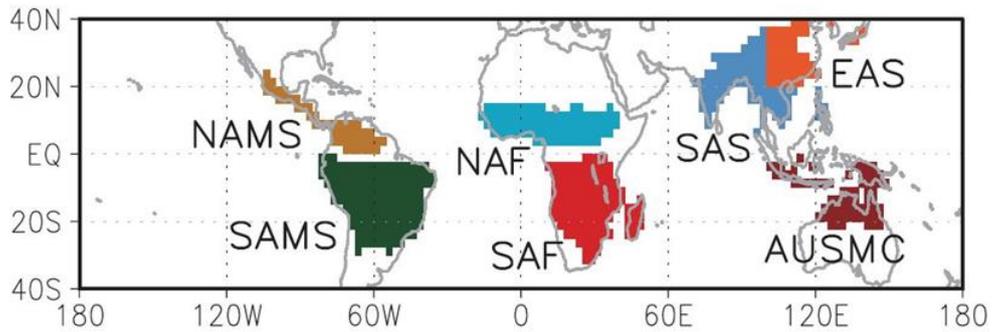


Figura nº49. Ámbitos geográficos. Fuente: capítulo 14 Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. IPCC, 2014.

A continuación se presentan las gráficas de evolución de la temperatura y la precipitación en los dos escenarios extremos RCP2.6 y RCP8.5 para la zona SAMS. Estas curvas representan el valor medio de los 42 modelos de cambio climático recogidos en el Quinto Informe del IPCC correspondientes al área de estudio (SAMS). Para cada variable el cero se considera el valor medio de dicha variable en el periodo 1986-2005. Los incrementos de la temperatura se miden en °C y los de la lluvia en %.

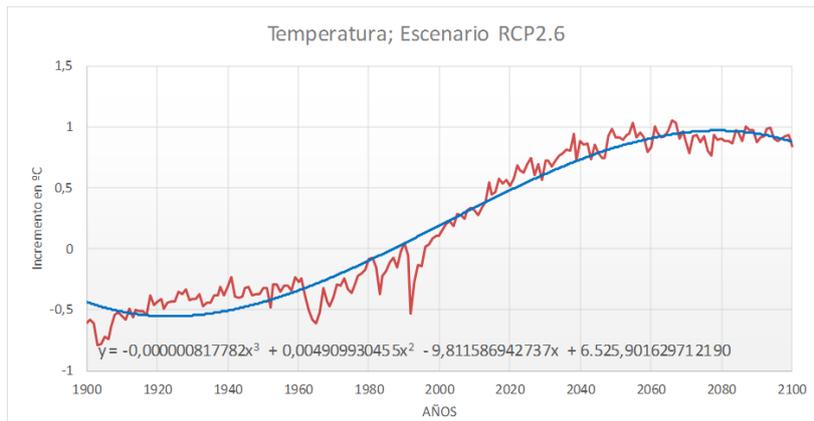


Figura nº50. Proyección de temperatura para el escenario RCP2.6 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPCC (2014)

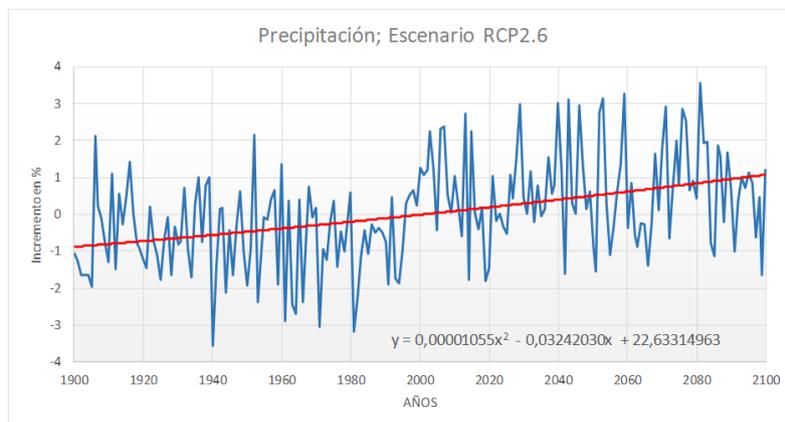


Figura nº51. Proyección de precipitación para el escenario RCP2.6 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPCC (2014)

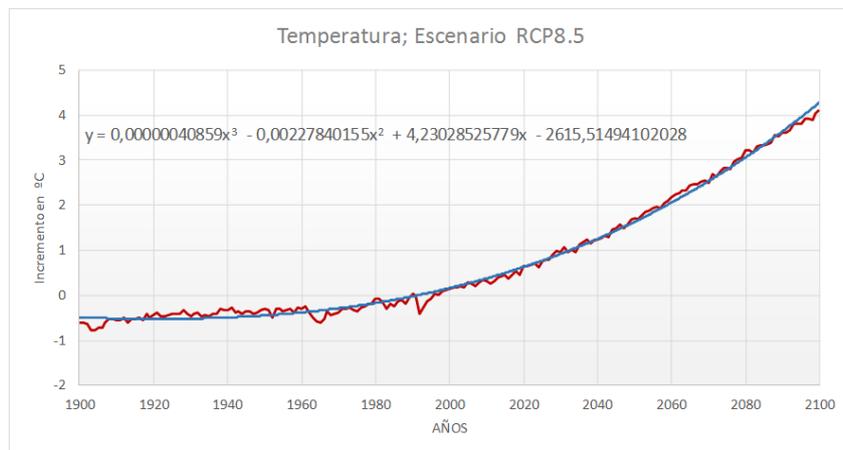


Figura nº52. Proyección de temperatura para el escenario RCP8.5 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPCC (2014)

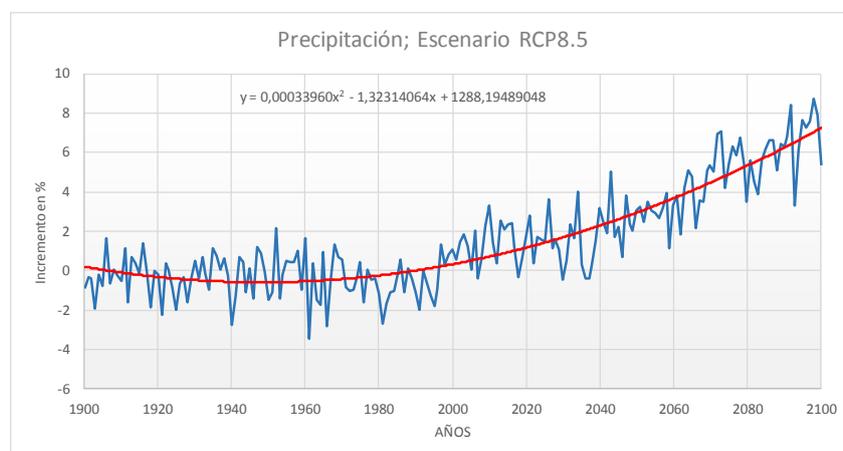


Figura nº53. Proyección de precipitación para el escenario RCP8.5 para la zona SAMS. Fuente: Quinto informe del IPCC (2014)

En el Quinto Informe del IPCC se han detectado y observado muchos cambios en cuanto al clima América Latina.

En relación a la temperatura, se detectó un calentamiento de 0,7 a 1°C desde la década de 1970, a excepción de la costa chilena, donde se observó un enfriamiento aproximado de -1°C en el mismo período de tiempo. Se observó un aumento de las temperaturas extremas en América Central y en la mayor parte de la zona tropical y subtropical de América del Sur.

La tendencia de la precipitación es un aumento anual en el sureste de América del Sur, que contrasta con la tendencia en descenso en América Central y el centro-sur de Chile. La mayor frecuencia de precipitaciones extremas en el sudeste de América del Sur ha dado lugar a deslizamientos de tierra e inundaciones repentinas.

Una de los principales impactos observados es el cambio en el caudal y la disponibilidad del agua en la cuenca del Río de la Plata, que comprende partes de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Los glaciares andinos están retrocediendo y ello afecta la distribución estacional del caudal de agua y los cambios en las aguas superficiales de escorrentía, principalmente en la cuenca del Río de la Plata y del Paraná.

5.4.2.2 Tendencia observada en Paraguay

En la actualidad se está realizando la actualización del análisis de los Escenarios Climáticos para el Paraguay según el Quinto Informe de Evaluación.

En las siguientes figuras se muestra la evolución de la temperatura y la precipitación para el caso más desfavorable (RCP8.5) en Paraguay, desarrollado en el Plan Nacional de Adaptación al cambio climático..

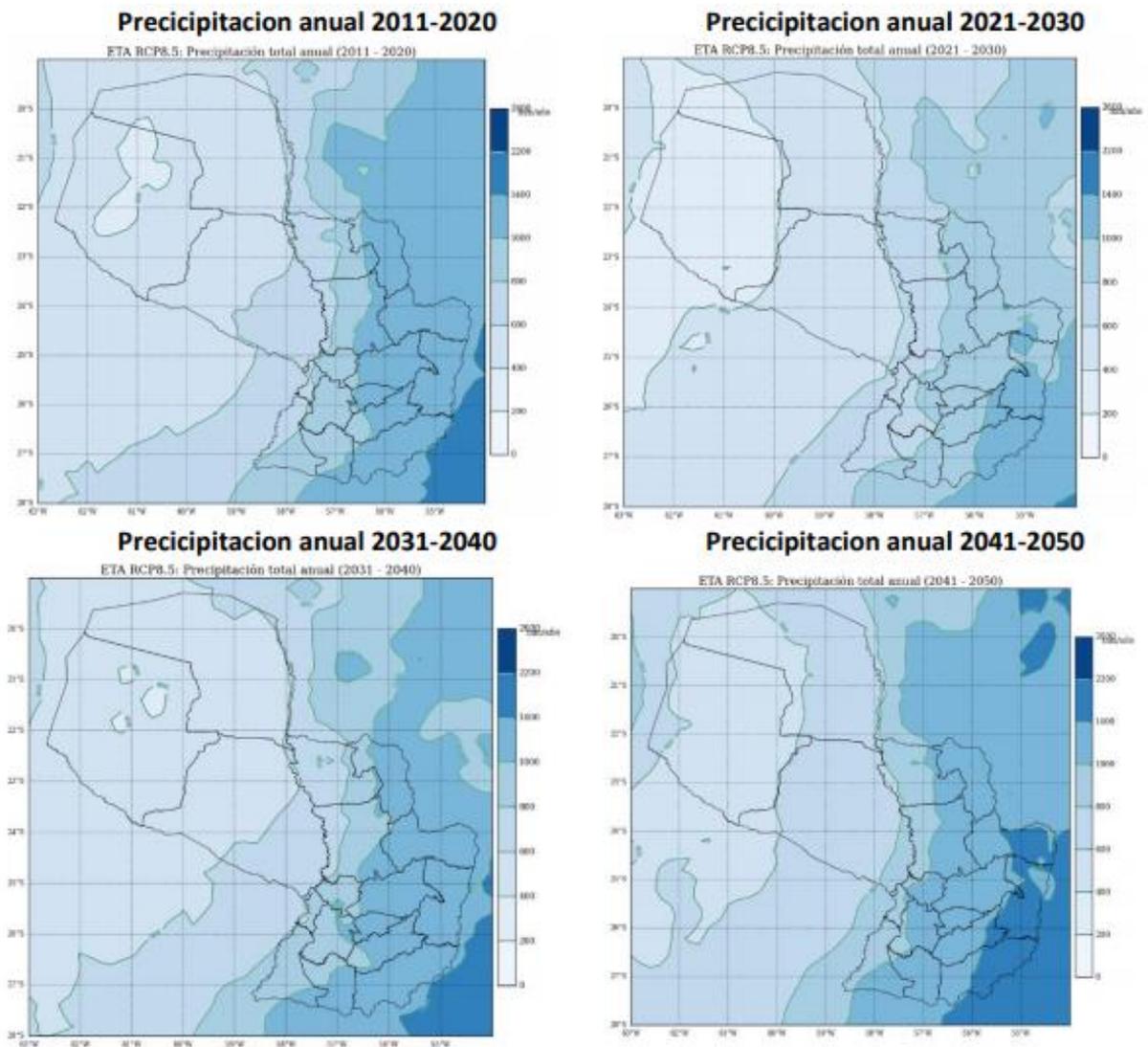


Figura nº54. Proyección de precipitaciones. Escenario RPC8.5. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al cambio climático, 2016 (Barreto, Echague, & Estigarribia, n.d.)

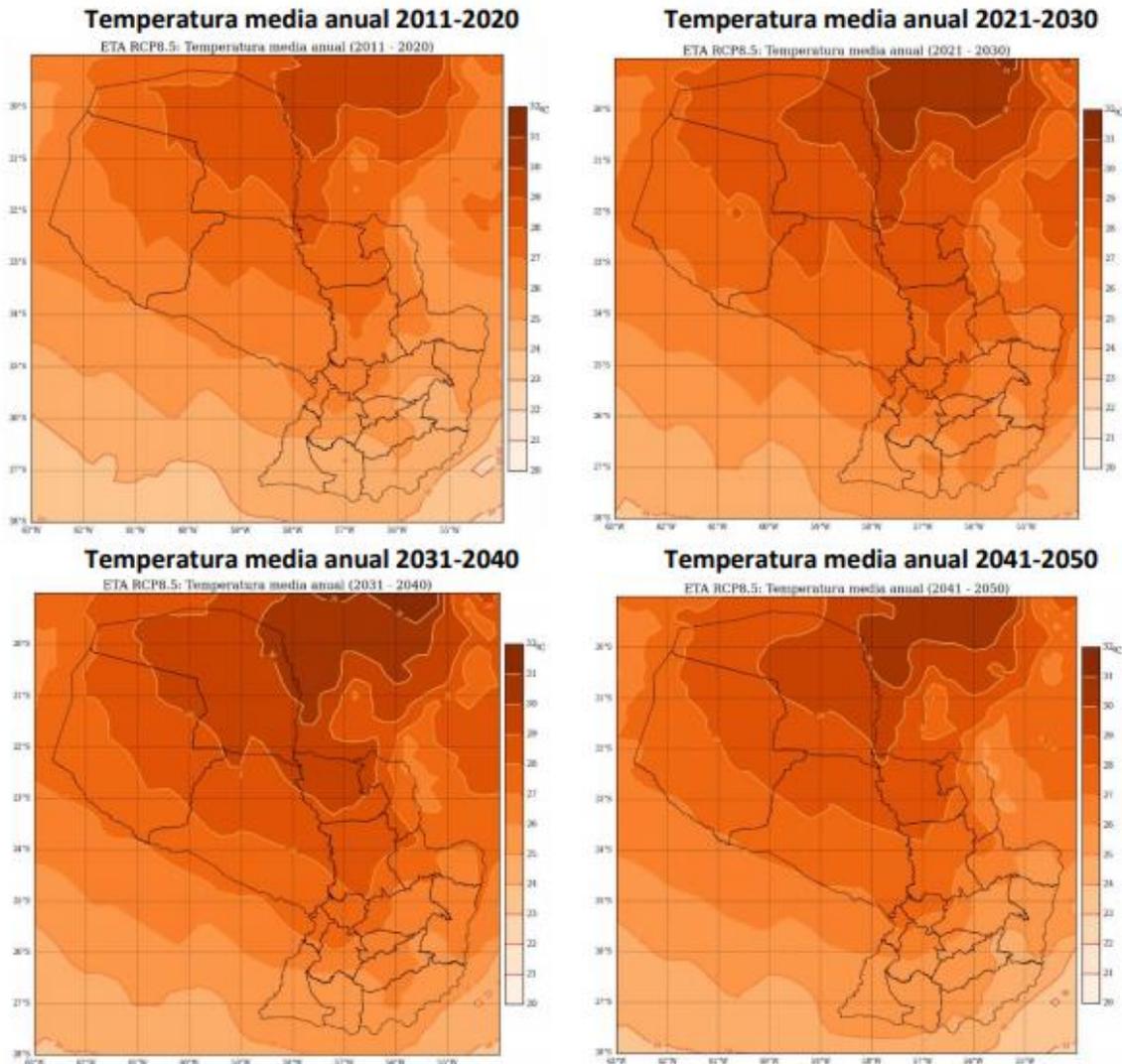


Figura nº55. Proyección de precipitaciones. Escenario RPC8.5. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al cambio climático, 2016 (Barreto et al., n.d.)

Al comparar los valores obtenidos en el Quinto Informe del IPCC, se puede observar que los valores de incremento de temperaturas y precipitaciones se mantienen en magnitudes bastante similares respecto al informe anterior.

5.5 Geología

5.5.1 Generalidades

Con la denominación de arenisca Misiones. De edad Triásica, Harrington (1950), Eckel (1959) y Putzer (1962) trataron de englobar los sedimentos de granulometría gruesa y coloración rojiza que tienen ocurrencia en las cercanías de Asunción, Villa Hayes, Limpio, Luque, Aregua, San Lorenzo, Ypane, Nueva Italia, Villeta y Yaguaron. Más tarde, Franco et al. (1980, apud Proyecto PAR 83/005, 1986) caracterizan, en alrededores de la ciudad de Aregua, una secuencia clástica de granulometría gruesa, con algunos centenares de metros de espesor, constituida mayormente por conglomerados. Estos, llamados de conglomerados Patiño (Spinzi, 1983), se distinguen en la columna estratigráfica asociada a lugares donde las características litológicas muestran mudanzas o evidencias de episodios geológicos marcantes (Orué, 1996)

5.5.1.1 Distribución territorial

La Formación Patiño presenta distribución irregular y cubre una superficie aproximada de 2.000 km². Aflora en todo el extremo NW del “rift”, en los alrededores de Benjamín Aceval y Villa Hayes, en el Chaco Paraguayo, y de modo más acentuado en el borde SE, en las inmediaciones de la Sierra de Ybytymi.

Otros afloramientos pueden ser vistos en las localidades de Asunción, Limpio, Luque, Aregua, San Lorenzo, Ñemby, San Antonio, Ypane, Villeta, Nueva Italia y Yaguarón, donde la unidad llega a un espesor de 200 m. Transpuesta a la Cordillera de Yaguarón, en la dirección de la ciudad de Paraguari, esa formación está presente junto a los pueblos de Sapucaí y General caballero, de ahí extendiéndose hasta la Sierra de Ybytymi.

5.5.2 Posición Estratigráfica

En el interior del “rift”, la Formación Patiño se asienta discordante sobre los depósitos marinos del grupo Itacurubi (Figura nº56), accidentalmente sobre la Formación Arroyos Esteros en subsuperficie, además de estar tapada, en discordancia angular, por los sedimentos cuaternarios de la formación Santa Rosa y aluviones recientes. Por otro lado, las relaciones con rocas ígneas apuntan en ciertos lugares para la existencia de metamorfismo de contacto.

Las distintas opiniones encontradas en la literatura indican que esta unidad estratigráfica está comprendida en el intervalo entre Neocretácico y el Eoceno Terciario.

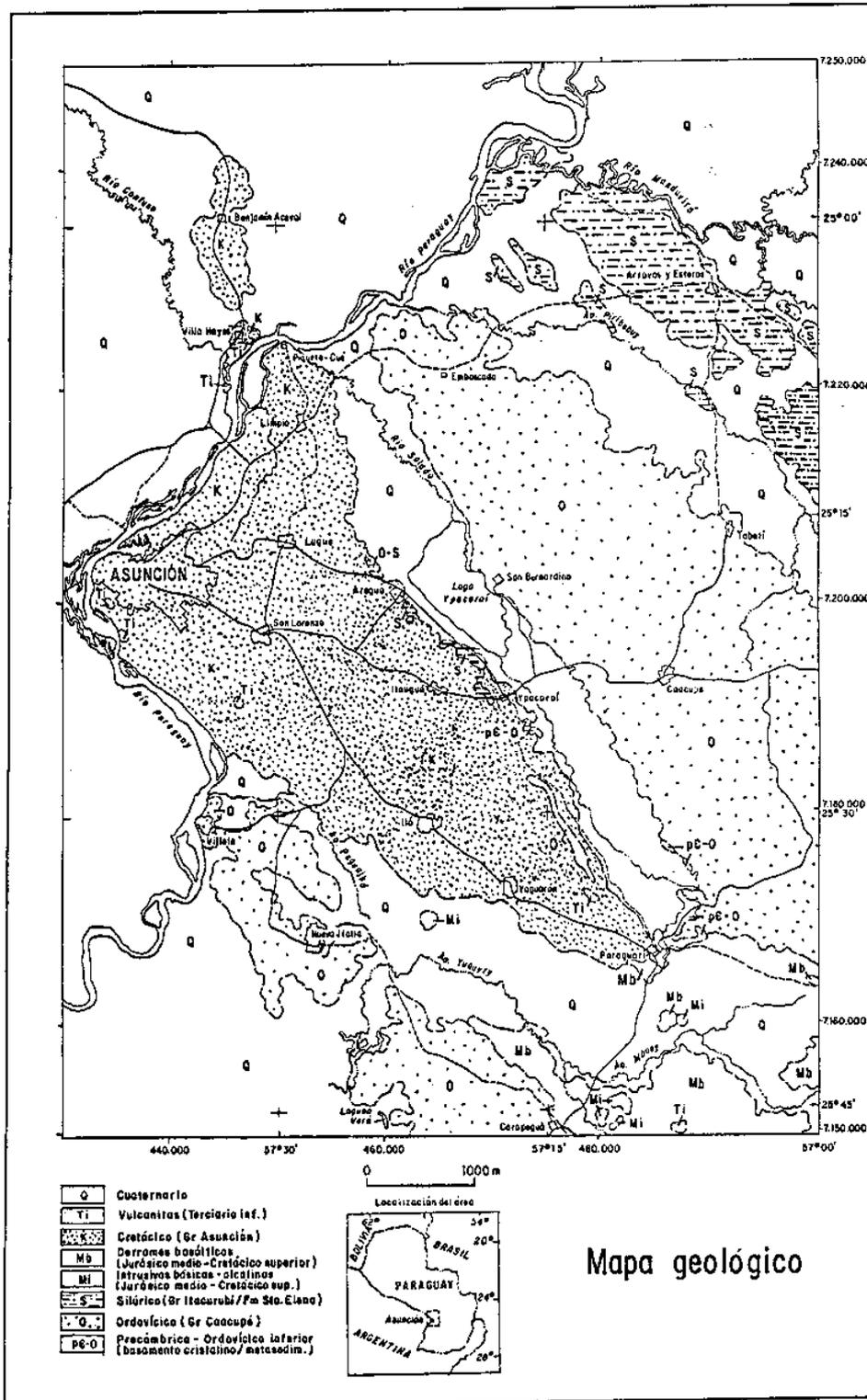


Figura nº56. Mapa Geológico, Bartel, W. (1995)

5.5.3 Tectónica

Figueredo, C. (1980) en un estudio de gravimétrico en el área de Asunción y alrededores localiza una línea de falla normal de rumbo NW-SE paralelo al río Paraguay e indica que el bloque oriental de la falla se hundió 400m con respecto al bloque occidental.

Con el propósito de analizar la evolución de la falla de Ypacarai, DeGraff et al. (1981) realizaron un estudio geológico y geofísico del borde occidental del Valle homónimo. Los autores, basados en un régimen tectónico del tipo fuerza dupla, en que la dirección principal coincide con su eje, verificaron que esa fuerza habría originado un régimen tectónico tensional dextral (zonas de cizallamiento), creando así, un sistema de fallas a lo largo de aquel eje. Un proceso de erosión selectiva habría actuado más rápidamente sobre las rocas afectadas por ese sistema, dejando los bordes como dos líneas de fallas, y llevando a la configuración actual del Valle. Allí, tuvo lugar la depositación del material clástico inmaduro, conteniendo guijarros de rocas ígneas de edad Eo Terciario. Por otro lado, los autores se refieren a la presencia, en las proximidades de Asunción, de depósitos compuestos de areniscas rojizas semiconsolidados, y portadores de fósiles del NeoTerciario al EoCuaternario.

Posteriormente cupo a DeGraff y Orue (1984) la realización de estudios estructurales cubriendo las características ("rif", "graben" y fallas normales) originadas a partir de una tectónica distensional, como la reconocida en la región meridional del Paraguay (Rift de Asunción). De esta megaestructura se dio el desenvolvimiento de fracturas, que se, que estuvieron acompañados de procesos de distensión, ruptura y soterramiento de sedimentos paleozoicos subyacentes a los depósitos del NeoCretácico al EoCenozoico, los cuales extravasaron la sedimentación en el "rift".

El proyecto PAR 83/005 (1986), en su informe sobre geología general del Paraguay empleó por primera vez el término Formación Patiño para designar una asociación litológica consistiendo esencialmente en conglomerados y areniscas, respectivamente, junto a la base y parte superior de la secuencia, sugirieron una edad del Cenozoico Inferior para esas rocas.

Gómez, D. (1991) resume que DeGraff et al. (1981) indican 1) la zona ubicada al oeste del valle Ypacarai predominan fallas normales de dirección N-S, cuyos lados occidentales habrían descendido 925 a 1125 m como máximo con respecto a sus lados orientales; y 3) la conclusión que el borde oriental del valle no está genéticamente con una falla de rechazo vertical y de dirección Noroeste, se propone que el valle de Ypacarai, habría evolucionado por erosión selectiva a lo largo de una falla de cizallamiento de sentido dextrógiro que correría actualmente a lo largo del valle. Seguidamente Gómez D. (1981), considera que la Antiforma de Asunción es el resultado de: 1) Tectonismo (Jur/Cret) que afecta la zona en cuestión generando una fosa limitada por rocas del silúrico (Línea Villeta-Carapeguá y Línea Emboscada-Cerro Santo Tomas); 2) Sedimentación o carga de la fosa con aportes de fragmentos de macizos rocosos circundantes (Cret/Terc). 3) Tectonomagmatismo que controla la configuración actual y nueva sedimentación (Ter.Med).

Báez Presser (1992) describió, en la Hoja 5569-III La Colmena, en las proximidades de la falla de Acahay, depósitos clásticos pos-magmático, de edad Mesozoica, constituidos por sedimentos de granulometría gruesa, poco cohesivos, presentando guijarros de diversos tamaños y litologías derivadas de varias fuentes (Grupo Caacupé, conglomerados y areniscas, Formación Alto Paraná, basaltos; Formación Sapucaí, rocas alcalinas). Según ese autor, esos sedimentos serían correlacionables a la Formación Patiño.

Tratando de los aspectos tectono-magmáticos de la Provincia Alcalina Central, de edad Mesozoica, Velázquez (1992) propone un modelo en que se procura explicar el origen y

evolución de megaestructura conocida como “Rift de Asunción”. El autor subdividió los estadios evolutivos en cuatro ciclos. A, con edad de 160 a 145 Ma; 145 a 135 Ma; C, 135 a 120 Ma; D, 60 a 15 Ma. Ese trabajo, dio énfasis a los factores relacionados con las actividades magmáticas, aunque, en función de la inversión de terreno provocada por las transformaciones tectónicas, los cuatro estadios han sido responsables por procesos erosivos y mudanzas del área fuente de los sedimentos.

Wiens et al. (1993), con estudios focalizando la evolución tectono-estructural del Bloque de Asunción, bien como en las características de los sedimentos asociados a la Cuenca de esa localidad, introducen modificaciones en la columna estratigráfica del proyecto PAR 83/005 (1986), que implicaran en la eliminación de la unidad conocida como Formación Patiño. Por otro lado, adoptaron para esos sedimentos el nombre de Formación Palacios, termino este que entendemos también como más apropiado, y propusieron la subdivisión de la secuencia en tres ciclos: inferior, medio y superior.

Bartel, (1994) define a la fosa tectónica como un Semi-graben que se extiende a lo largo de una faja de dirección aproximada NW - SE, desde el pueblo de Cerrito (Chaco) en la Región Occidental hasta la ciudad de Paraguari en la Región Oriental el cual probablemente se habría originado entre el Jurásico al Cretácico Inferior, en el contexto de la ruptura del paleocontinente Gondwana asignándole al relleno, basado en la datación de un cuerpo intrusivo que no llego a afectar la base del mismo, una edad relativa Cretácico inferior (límite Jurásico/Cretácico) y adopta la denominación de Grupo Asunción (Gómez Duarte, 1991), subdividiéndolo en dos formaciones; el conglomerado basal de la Formación Patiño y la Formación Yaguarón compuesta por areniscas. Estima que el Grupo Asunción tiene aproximadamente 600m de espesor.

Báez Presser (2017) Para encuadrar mejor la información presentada, la configuración del *rift* se vuelca en las Figura 2 y 3, en el mapa geológico 1:500.000 diseñado (editado digitalmente) por The Anschutz Corporation (1981). Con la indicación que los sedimentos por ellos mapeados como Ms (Fm. Misiones) junto al *rift* de Asunción, se tratan más bien de sedimentos del Grupo Patiño o Grupo Asunción; incrementándose aun su presencia entre las ciudades de Villa Hayes-Benjamín Aceval.

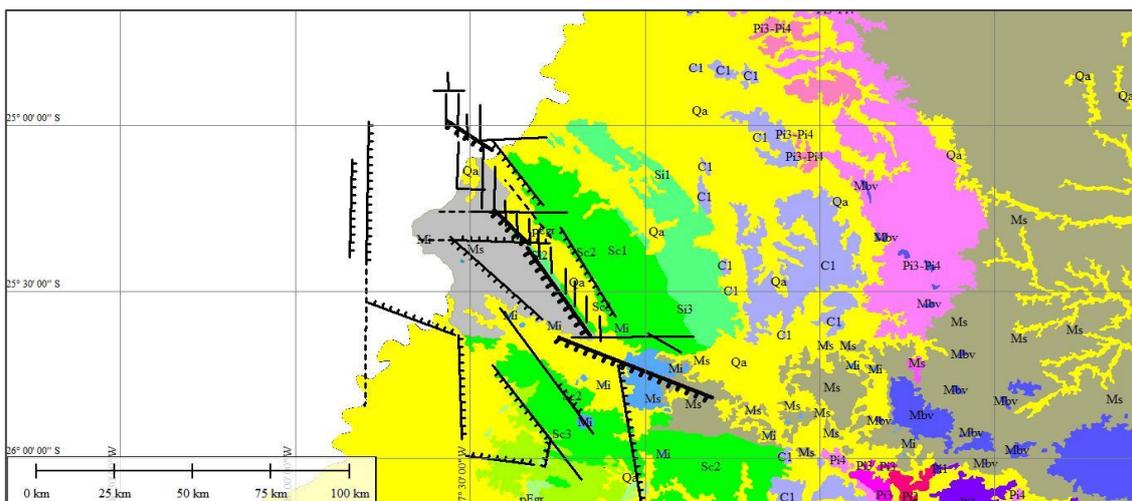


Figura nº57. El *rift* de Asunción volcado sobre el mapa geológico editado digitalmente y perteneciente a The Anschutz Corporation (1981). Ms en gris corresponde al Grupo Patiño, bordeado al NE, S y SE por el Grupo Caacupé (Siluro -Ordovícico) Sc1-3.

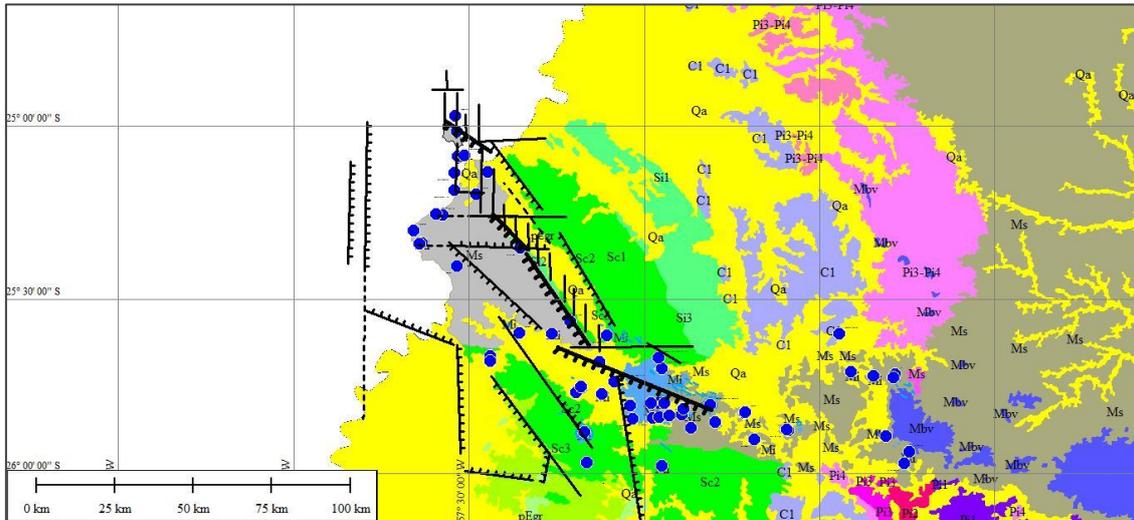


Figura nº58. Distribución de rocas alcalinas del Terciario en el rift de Asunción y las del Mesozoico en el borde E.

5.5.3.1 Arquitectura del rift y el magmatismo alcalino del Terciario.

Como se resalta en la figura siguiente (también un perfil en 3D del basamento modelado, con la ecuación de profundidad del basamento; base de información de gravimetría de isostasia) y se contrasta la configuración-arquitectura en forma de fichas de dominó: fallas ~N-S inclinadas parcialmente al NW y que habrían sido dislocadas por nuevas fallas de rumbo ~E-W –zona del borde al Este del *rift*, aunque menos visibles en otras zonas. Las intrusiones de rocas alcalinas del Terciario (En Comin-Chiaramonti et al., 2013: *Na-alkaline mafic-ultramafic plugs carrying mantle xenoliths -Asunción Province; age between 66 and 39 Ma*) estarían visiblemente controladas por estas fallas ~N-S y ~E-W como lo sugiere la Figura 4.

La Figura 5 concluye que la configuración de probablemente potentes y profundas fallas ~N-S y ~E-W, bien dibujadas por la información de gravimetría de isostasia (Figura 4) (en parte también por gravimetría de Bouguer), condicionarían la gran mayoría de las intrusiones de rocas alcalinas sódicas del Terciario. Fallas ~N-S y ~E-W que serían más antiguas a la formación del *rift*; un fallamiento menos marcado se habría reflejado en el basamento del Fm. Patiño y de los sedimentos del Fm. Patiño.

Finalmente, Báez Presser (2017) en base a un estudio inédito de modelado geofísico, concluye que en base a 3 (tres) informaciones gravimétricas distintas (incluye Bouguer) dejan bien evidenciada una anomalía gravimétrica negativa marcada en la porción oeste del *rift* de Asunción y que se traduce en una cuenca de más de 3000 metros de profundidad (gravimetría de free-air e isostasia) (Figura nº59 y Figura nº60).

5.5.4 Ambiente de sedimentación

Como consecuencia del régimen tectónico que afectó la porción centro-oriental del país, y relacionados del punto de vista genético con el proceso de abertura del Océano Atlántico, se formó la megaestructura conocida como “Rift de Asunción”, englobando todos los depósitos clásticos inmaduros reunidos bajo la denominación de sedimentos “sin rift”, y análogos a los de la Formación Patiño. En esa fosa, tuvo inicio, en el EoTriásico, la acumulación de sedimentos con características de depósitos de taludes (conglomerados) y desarrollados en un substrato irregular debido a la superficie del área fuente junto a las márgenes oriental y occidental de la estructura. A partir de entonces, el área permaneció inundada, algunas veces en que se ven de la reactivación de las fallas contrarias al escurrimiento regional, posibilitando, así, la deposición, en áreas negativas de subsidencia rápida, de sedimentos de conos aluviales, coluviales y deltas (fanglomerados), más tarde cortada por el drenaje de los tributarios de la región, y, subordinadamente, por el río Paraguay en el extremo norte. Como resultado, se registró entonces una gran variedad litológica de una región a otra en razón al cambio del área fuente y, más todavía, del tectonismo local contemporáneo al proceso de sedimentación.

Integran también ese ambiente de depositarios los sedimentos “post-rift”, que son caracterizados por la presencia de secuencias constituidas predominantemente por fracciones clásticas finas (Formación Santa Rosa y Formación Aluviones actuales, del Cuaternario).

Con base a la cronología establecida por Velázquez (1992) para los eventos magmáticos afectando el área, se concluye que los estadios C y E (intervalo 135-31 Ma) se encuentran relacionados a la evolución sedimentaria de la fase “sin-rift”, que tiene conglomerados y areniscas como principales litologías, y que la Formación Patiño puede ser incluida en el Neocretáceo al EoTerciario.

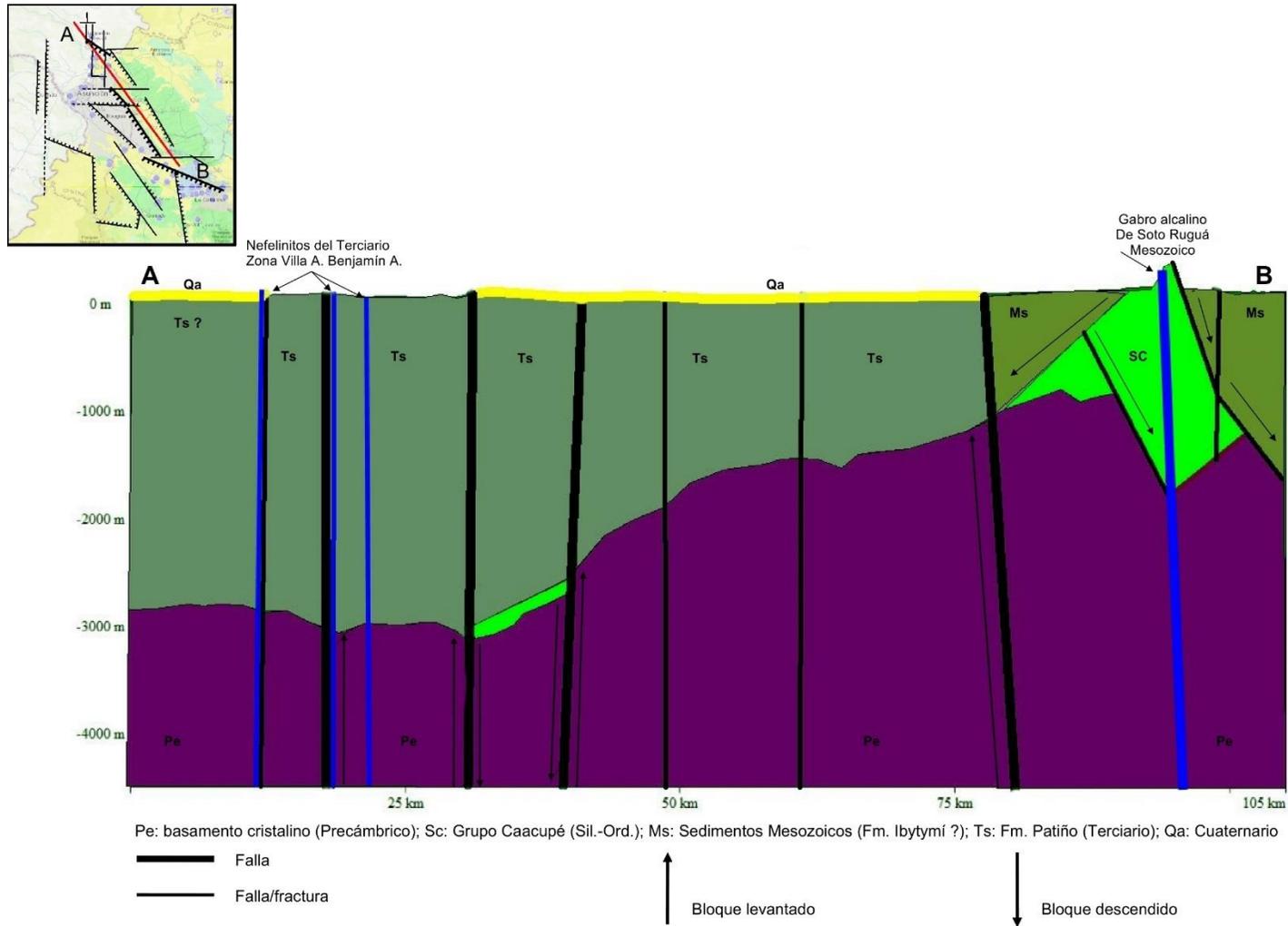


Figura nº61. Corte Geológico-Estructural Benjamina Aceval – Paraguari según Baez Presser, inédito (2017)

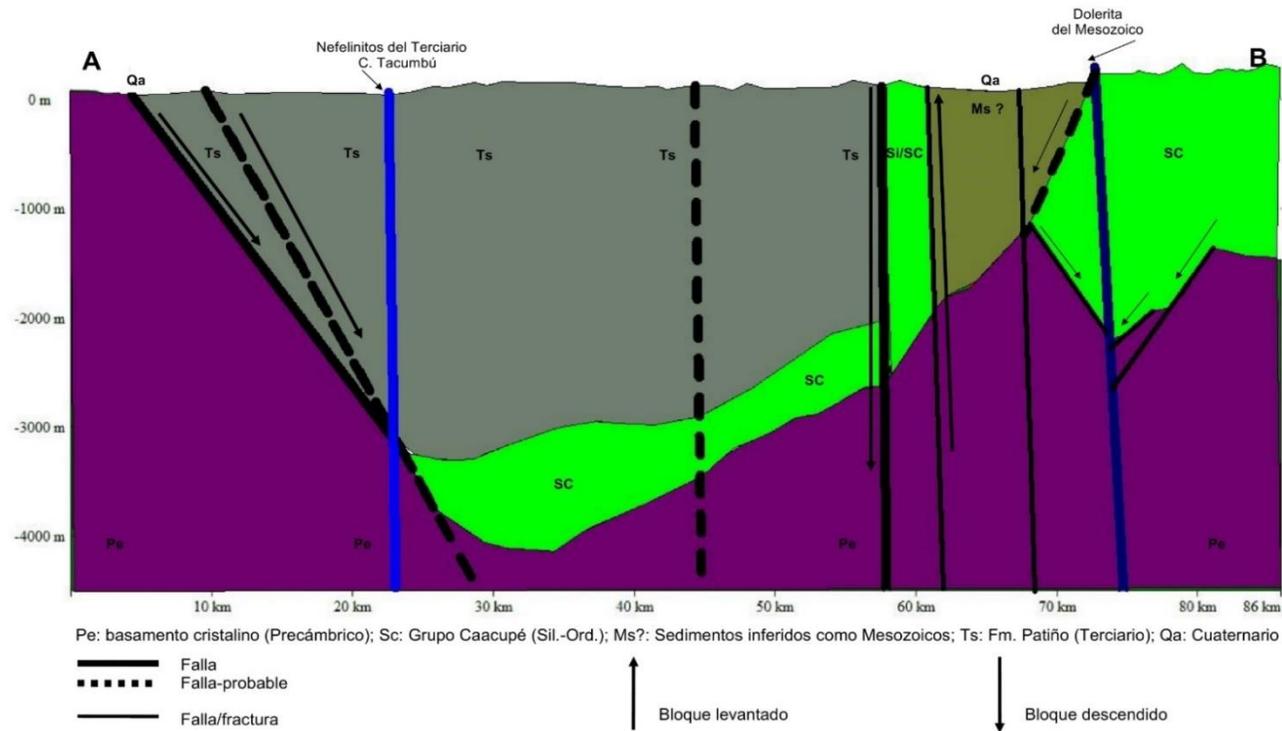
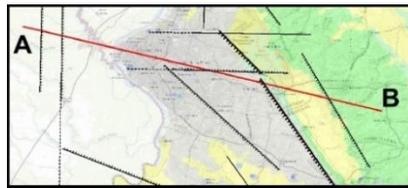


Figura nº62. Corte Geológico-Estructural Caacupé – Clorinda según Báez Presser, inédito (2017)

5.5.5 Petrografía

La Formación Patiño, aunque presente gran diversidad litológica, se muestra homogénea en sus diversas litofacias. Los sedimentos asociados a megaestructuras y referidos como “sin-rift” son formados básicamente de cuatro litofacias, siendo dos de ellas de naturaleza conglomerática, una fanglomerática y la última arenosa (Orue, 1996).

5.5.5.1 Conglomerática

Aquí estos incluidos conglomerados de naturaleza oligomítica y polimítica. Los primeros son de color clara, a veces grisáceo, sin estratificación, en general semiconsolidados, pasando de friables a localmente silicificados, y poseen matriz cuarzosa de granulometría media a gruesa.

La fracción clástica contiene guijarros redondeados de cuarzo, variando en diámetro de pocos milímetros a 10 cm, y accidentalmente de fragmentos de rocas (cuarcita). Los segundos exhiben coloración rosada a grisácea y características texturales semejantes a las dos anteriores.

La fracción clástica, sin embargo, es de naturaleza variada, reconociéndose guijarros de cuarzo, cuarcita y cuarcita micáceo, calcáreo y de nefelinito con xenofilitos mantelicos. Los guijarros son subredondeados a angulosos, con las mayores dimensiones no excediendo a 15 cm. A ejemplo de los oligomíticos, no fueron observadas variaciones en la granulometría de esas rocas a lo largo de la secuencia.

5.5.5.2 Fanglomerática

Los fanglomerados son de color rojizo a marrón, sin estratificación, semiconsolidados, poco seleccionados, a veces friables, y localmente silicificados. La matriz es de granulometría media a gruesa, de naturaleza silico-arcillosa y se encuentra impregnada por óxidos de hierro.

La fracción clástica contiene guijarros angulosos a subredondeados, con diámetro pasando de pocos milímetros a 40 cm, y composición variada donde es posible distinguirse fragmentos de cuarzo, cuarcita, arenisca, arcillita y de rocas básicas alcalinas con material carbonático. De la base para el techo de la secuencia se nota disminución de la granulometría.

5.5.5.3 Arenosa

Estas areniscas son de coloración rojiza-morada, a veces amarillenta, bien seleccionados, friables a localmente silicificados, y con estratificación cruzada. La granulometría es variable de fin a gruesa, reconociéndose también los horizontes más conglomeráticos y mismo feldespáticos. La matriz es constituida predominantemente por minerales arcillosos y se encuentra impregnada por óxidos de hierro, en general asociados a fibras de cerecita y muscovita.

5.5.6 Consideraciones de las características geológicas en general

Figueredo (2007) sugiere agrupar los rellenos de la fosa en tres unidades sedimentarias a fin de dar una caracterización general a la geología del Acuífero Patiño quedando de la siguiente forma:

- Una unidad basal compuesta por fanglomerados y conglomerados de la Formación Patiño.
- Una unidad de areniscas conglomeráticas interdigitadas con lentes y cuerpos de conglomerados de limitada extensión lateral y de espesores muy variables entre 15 y 90m.

-Una unidad de areniscas de grano fino a muy fino y medio con ocasionales niveles arcillosos. Ambos pertenecientes a la Formación Yaguarón y, por último,

-Las intrusiones magmáticas del Terciario de influencia local sobre los sedimentos del Grupo Asunción.

CKC (2007) en base a sondeos eléctricos verticales-SEV- en el área del acuífero (ver Figura nº63) identifica (4) cuatro unidades hidroestratigráficas principales a saber:

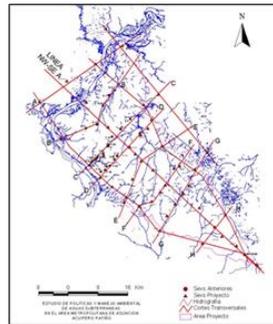
- La unidad principal del acuífero representada por su designación de conductividad hidráulica K1. Esta unidad consiste en una arenisca fina a media con areniscas gruesas ocasionales. El valor de K1 fue determinado a partir de los ensayos de bombeo en los pozos productores como fue descrito anteriormente.

- La segunda unidad, K2, tiene una conductividad hidráulica más baja que K1. Su litología consiste en conglomerados con una matriz de arenisca o una matriz de arenisca arcillosa. Según los registros compilados en este estudio, no hay ningún pozo perforado en esta zona". En consecuencia, no había resultados de ensayos de bombeo para determinar un valor de K. Por lo tanto, se otorgó un valor igual a K3 para evitar la adopción de un valor arbitrario sin justificación. Esta es una aproximación conservativa porque conociendo que en realidad K2 debería ser > K3, la adopción de un valor de K2 inferior a lo que debería en teoría evitara la sobrestimación de los recursos hidráulicos.

- La unidad basal del acuífero está representada por su conductividad hidráulica K3. Se constituye por un conglomerado de origen aluvial (fanglomerático), y forma el piso del acuífero con una conductividad hidráulica perceptiblemente más baja que K1.

- Intrusiones de roca ígnea que se consideran prácticamente impermeables. Se señalan como K4 e intersecan las unidades anteriores como intrusiones en áreas localizadas.

En estas localizaciones la profundidad total todavía no había sido lograda al realizar la modelación, pero si ya contaban con la información necesaria para definir la profundidad de modelación. Por lo tanto, decidieron considerar el espesor máximo de la unidad principal del acuífero como 300 m.



Sección NW-SE A

Exageración Vertical 250

Formación Hidrogeológica

K1
K2
K3
K4
? Agua Salada

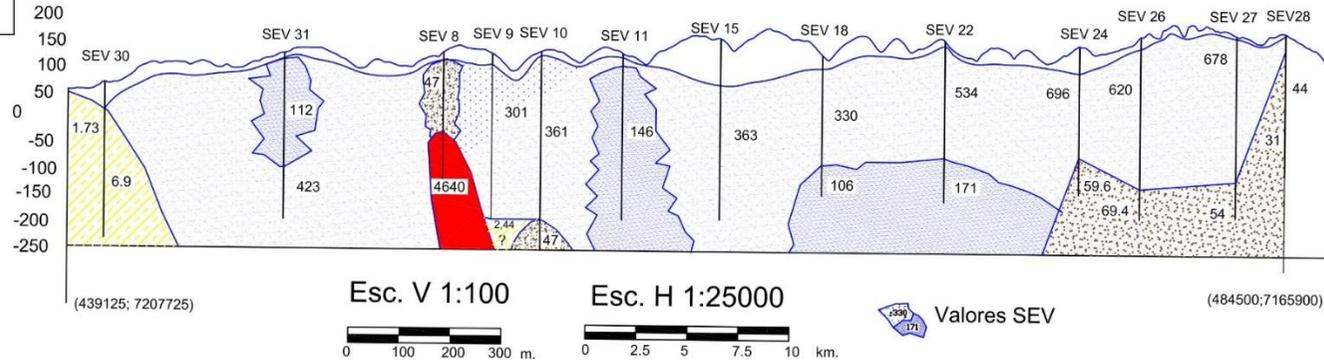


Figura nº63. Corte geoelectrico (SEV), región oriental (Fuente CKC, 2007); K1= areniscas gruesas ocasionales; K2= conglomerados con una matriz de arenisca o una matriz de arenisca arcillosa; K3= conglomerado de origen aluvial (fanglomerático); K4= intrusiones magmáticas en áreas local

Geyth, M.A. et. al. (2012) en una investigación hidrogeológica dentro de la Cooperación SEAM/BGR, manifiesta que el área alrededor de Benjamín Aceval pertenece al Bajo Chaco (Figura nº63), el cual está conformado principalmente por sedimentos jóvenes, no consolidados del Cuaternario. Desde esta extensa planicie sobresale en la ciudad de B. Aceval una elevación de arenisca que se encuentra yaciendo morfológicamente irregular.

La zona de Benjamín Aceval estructuralmente pertenece al Bloque de Asunción. Debido a la similitud petrográfica de las areniscas que ocurren en B. Aceval estas se interpretan como una continuación occidental del acuífero Patiño, a pesar de que hasta ahora no se pudo realizar una datación exacta.

Las colinas en la ciudad de Benjamín Aceval, las cuales están rodeadas por la planicie chaqueña, están conformadas en su mayoría por arenisca.

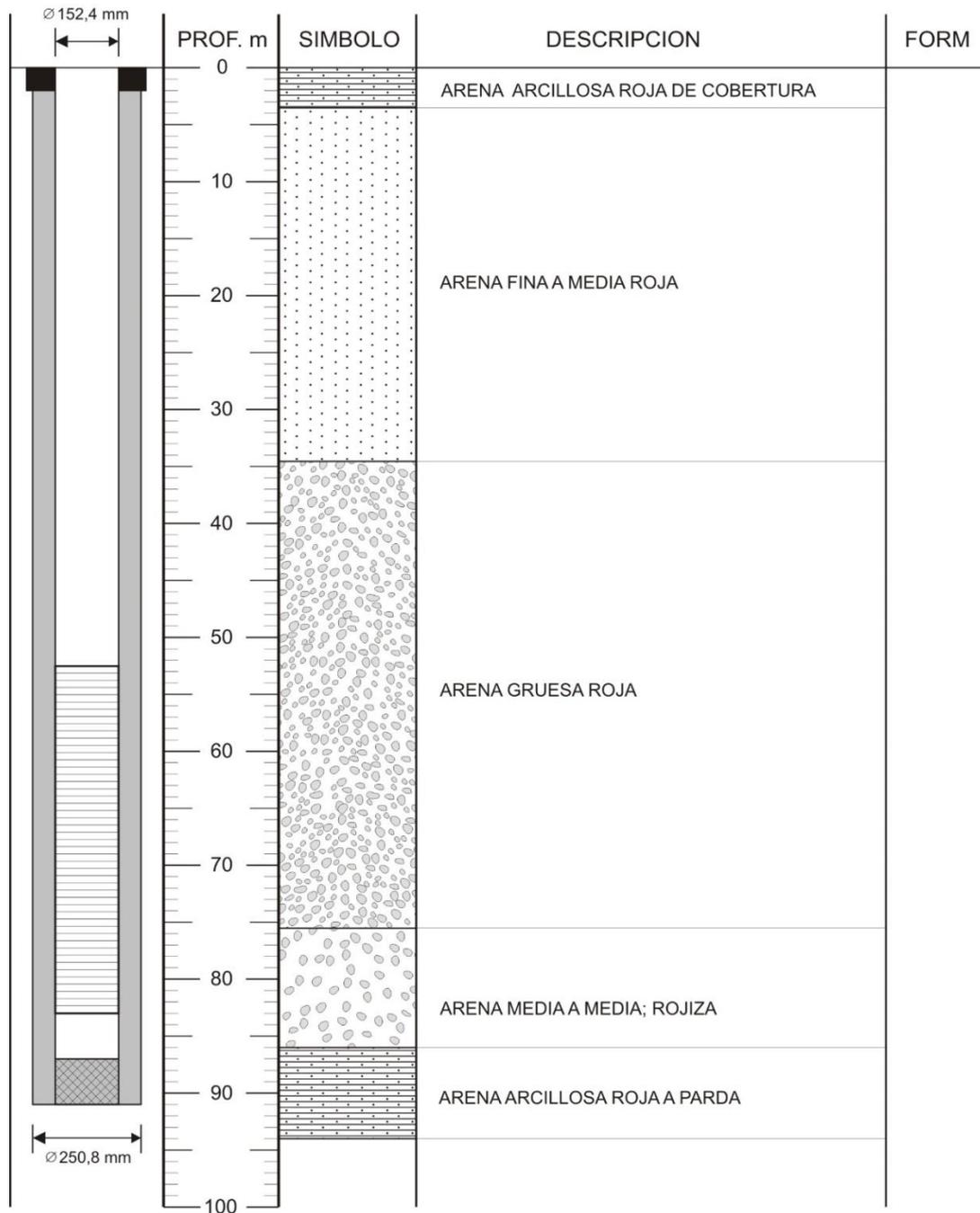
Las areniscas son localmente penetradas por intrusiones basálticas aisladas que tienen unos pocos metros de diámetro hasta varios cientos de metros. Dos yacimientos más grandes de basalto fueron (Kure Cua) o son (ECOMIPA, Cerrito) explotados para la extracción de triturada. Al penetrar en las areniscas los basaltos las han metamorfizado.

Debido a la fuerte meteorización las areniscas no se encuentran en la superficie y están cubiertas por suelos y una capa gruesa de arena de varios metros. Una peculiaridad en la cantera de Isla Ita (costado de la ruta Km 37 Ruta Transchaco) son las areniscas columnares. Tal como en el Cerro Koi (Areguá) también aquí se tienen columnas de cuatro a seis caras.

En los perfiles de perforación, los cuales, después de 2 a 4 m de suelo arenoso-arcilloso presentan arenisca roja con capas intercaladas de arcilla y de conglomerados. Particularmente interesante es la capa de arcilla plástica y roja de al menos 8 m de espesor que se encuentra a unos 86 m de profundidad en la perforación Pozo 1 A (Figura nº64). Una capa similar se encontró en la perforación Pozo 3, Benjamín Aceval, a 96 m de profundidad (Figura nº65). Podría tratarse del límite hidráulico inferior del acuífero del acuífero de Benjamín Aceval.

PERFIL DE POZO PERFORADO

POZO N° : 1A
LUGAR : BENJAMIN ACEVAL 3
ORDEN N° :



Nivel Estático. 13 mts
 Caudal da Explotación: 25 m³/h

Nivel Dinámico: 40 mts.
 Ubicación de la eléctrobomba. entre 40 y 50 mts.

X = 444274
 Y = 7235678

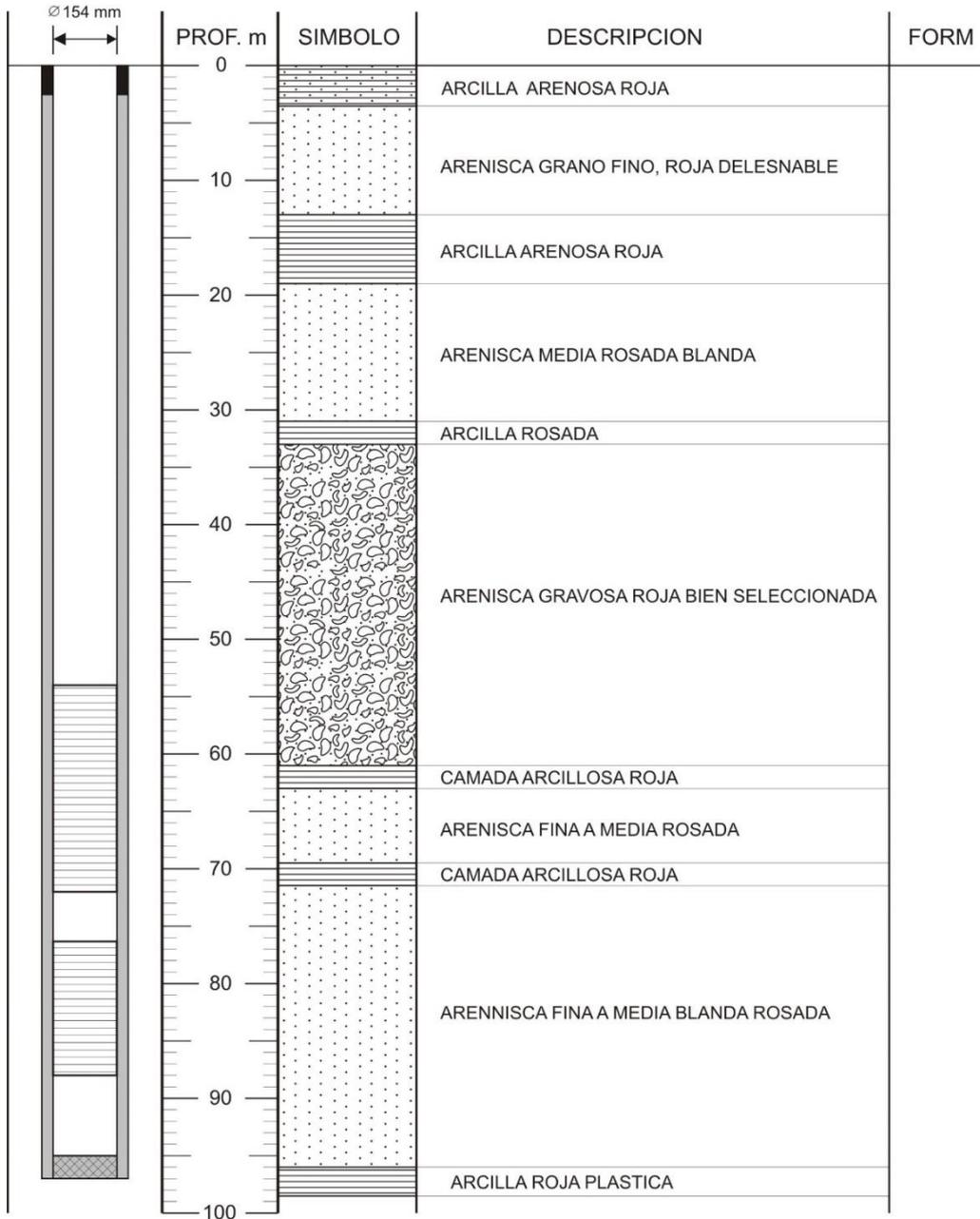
Figura nº64. Perfil representativo Benjamín Aceval

PERFIL DE POZO PERFORADO

POZO N^o : 3

LUGAR : BENJAMIN ACEVAL

ORDEN N^o : 583



Diametro: $\varnothing 2''$ NE: 10,85 X = 444578
 Cavetal de Orveba: 12 m³/h ND: 27,07 Y = 7238406
 Instalacion: entre 90 y 94 mts. ? Q_g: 12m³/h

Figura n^o65. Perfil representativo Benjamín Aceval

5.6 Límite del acuífero y Parámetros hidráulicos

Se ha delimitado el acuífero considerando sus características geológicas, la calidad del agua, su uso y los límites hidráulicos naturales.

En base a la delimitación geológica está comprobado que la explotación de las aguas subterráneas se produce en los materiales de relleno de la fosa tectónica de la Formación Patiño, las interdigitaciones que se describen en el apartado de geología le proporcionan una característica de acuífero libre (en algunos lugares se muestra semiconfinado), de baja permeabilidad. Su elevada potencia le confiere al acuífero su condición de ser explotable, aunque para ello se necesitan profundidades que en promedio son cercanas a los 100 metros.

Los materiales de la Formación Patiño, situados en la zona basal poseen unas características hidráulicas más pobres que la zona superior, los materiales heterométricos y desordenados de los fanglomerados, poseen unas permeabilidades aún más bajas que dificultan claramente su explotación.

Por tanto es claro que el límite del acuífero está definido por la formación Patiño, como formación principal que es explotada, el espesor de esta formación está muy discutido y tal como se indica en el apartado de Geología podría llegar a diversos miles de metros. A este límite litológico se le suman los límites de tipo hidráulico en el que la zona de descarga del Lago Ypacaraí, resulta ser un límite claro al Este. En la zona occidental, las aguas con elevada salinidad, marcan un límite claro, en el que existiendo la conexión entre ambas zonas, las características físico-química del agua definen este límite.

Teniendo en consideración estas cuestiones, se recoge el límite geológico del acuífero que se definió en el estudio (Bartel & Muff, 2010), en el que además del límite antes descrito se considera la zona de Benjamin Acebal como un afloramiento de los materiales Mesozoicos y un reducto de agua dulce en la zona del Bajo Chaco.



Figura n°66. Límites del Acuífero. Fuente: elaboración propia a partir de Bartel & Muff (2010)

Las características litológicas y tectónicas antes descritas que definen el ámbito del acuífero condicionan su comportamiento hidráulico, los parámetros que condicionan el movimiento del agua en el subsuelo y acaba determinando el nivel y la velocidad del agua que fluye por el mismo, estos parámetros son básicamente la porosidad eficaz y la conductividad hidráulica o permeabilidad.

La porosidad es la porción de volumen que es ocupada por los poros en una unidad de control, entendiendo por porosidad eficaz aquel volumen por los cuales el agua es capaz de desplazarse o fluir, entendiendo que estos poros están interconectados, gracias a este parámetro se puede deducir el volumen efectivo de agua que se puede encontrar en el acuífero.

En el caso de la Conductividad hidráulica es un parámetro que está ligado al tipo de fluido, a la porosidad eficaz y al tamaño de poro, su valor es constante y varía según la dirección. Este es un parámetro clave en la determinación del movimiento del agua ya que condiciona el caudal de agua que puede llegar a fluir a través de una sección del acuífero o puede ser extraído mediante bombeo mecánico.

La determinación de estos parámetros se obtienen gracias a la realización de ensayos de bombeo donde se registran en los niveles piezométricos del agua durante un momento transitorio provocado por una extracción de agua continuada.

En el caso del acuífero Patiño se han realizado a lo largo del tiempo un elevado número de este tipo de ensayos. Debido a que existen diferentes formaciones acuíferas es muy importante reconocer en cuales de ellas se está realizando este ensayo para poder asignar de forma adecuada estos parámetros hidráulicos.

Entre los estudios consultados destaca la recopilación realizada por el Consorcio CKC-JNS, en el marco del “Estudio de políticas y manejo ambiental de aguas subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción” (Acuífero Patiño) del año 2007. En este estudio se recopilieron los ensayos de bombeo que disponía la SENASA hasta la fecha y se realizaron 10 ensayos adicionales donde se corroboró que el conjunto valores estaba dentro del mismo orden de magnitud.

Nombre Pozo	UTM_X	UTM_Y	Cota (2006)	Cota (DEM 30m)	Profundidad	Conductividad (m/día)
CL-P0001	452786	7219795	97,5	102,5	146	0,42
CL-P0002	452809	7219843	111,3	104,7	146	0,03
CL-P0003	452965	7215803	111,2	115,9	128	1,1
CL-P0008	455731	7207222	118,8	121,3	124	0,95
CL-P0009	455087	7208732	109	113,2	116	0,97
CL-P0011	453196	7204780	113	120,6	122	0,24
CL-P0013	452002	7204734	125	129,9	67	0,99
CL-P0016	455931	7211846	117,5	124,3	75	3,79
CL-P0019	455791	7202268	98,1	105,6	142	0,32
CL-P0022	459280	7196353	112	115,9	134	0,6
CL-P0024	462865	7196336	163,8	164,4	91	2,26
CL-P0025	458278	7197583	113,6	118,6	132	1,03
CL-P0029	458991	7202613	118	121,3	90	0,8
CL-P0039	456693	7188970	140,9	143,1	122	0,27
CL-P0040	456190	7188250	148,9	151,4	132	0,3
CL-P0041	451359	7192235	156	159,7	146	0,44
CL-P0042	452099	7192576	150	152,4	166	0,57
CL-P0044	456227	7188696	154,5	160,3	144	0,87
CL-P0045	459279	7188288	131,6	137,9	122	0,25
CL-P0050	457347	7194046	130,9	137,1	169	0,16
CL-P0053	450895	7194938	118,3	126,4	143	0,1
CL-P0054	451027	7194531	127,6	133,0	134	0,24
CL-P0056	463146	7191635	111,9	117,7	141	1,79
CL-P0058	463075	7186292	140,1	143,4	142	0,52
CL-P0068	459132	7184454	146	150,4	131	0,15
CL-P0069	452610	7217429	97,7	100,2	152	0,1
CL-P0074	453084	7219775	102,5	106,9	146	0,16
CL-P0075	446819	7192105	140,8	143,5	127	0,38
CL-P0076	446769	7190972	113	117,9	128	0,43
CL-P0086	455855	7188207	159,8	165,1	150	0,49

Nombre Pozo	UTM_X	UTM_Y	Cota (2006)	Cota (DEM 30m)	Profundidad	Conductividad (m/día)
CL-P0097	452589	7220489	95	102,7	145	0,29
CL-P0098	437100	7195900	122,2	130,6	196	0,29
CL-P0099	439700	7195800	139,2	144,0	205	0,43
CL-P0104	454623	7206407	103,4	113,8	148	0,67
CL-P0107	466546	7182619	127,9	134,2	147	0,83
CL-P0111	461461	7181653	147,5	151,7	131	0,32
CL-P0115	460444	7179953	142,1	145,1	144	0,48
CL-P0116	459402	7181042	175	180,5	158	0,58
CL-P0118	454150	7187800	146,1	151,6	195	0,94
CL-P0120	452413	7220327	89,4	94,0	124	0,38
CL-P0122	451081	7222195	79,3	83,2	97	0,11
CL-P0139	453796	7194011	142,2	146,1	193	0,67
CL-P0140	445488	7194060	122,2	129,9	190	0,78
CL-P0144	444159	7195361	144,2	148,9	172	0,11
CL-P0334	442652	7197435	169,3	175,4	213	0,28
CL-P0426	454923	7196008	130,2	132,9	128	0,42
CL-P0961	457364	7202850	135,8	139,7	150	0,42
PG-P0054	480134	7168527	151	155,3	150	0,16
PG-P0084	476660	7177315	132	134,6	52	0,78
PG-P0186	472056	7170822	100,8	102,1	98	0,25
PG-P0198	469903	7177251	154,2	157,5	150	0,18

Tabla nº10. Conductividad hidráulica de los pozos de la SENASA. Fuente: Modificado de (Consortio CKC-JNS, 2007)

Lugar	UTM_X	UTM_Y	Cota (DEM 30m)	Longitud de filtros	Conductividad (m/día)
SENASA San Lorenzo	448735,619	7198074,84	122,9	30	1,1
ESSAP Luque	450581,163	7204873,12	130,9	60	0,4
ESSAP Mariano Roque Alonso	447130,087	7211583,77	95,0	30	3,8
Junta de Saneamiento Itagua	464082,982	7190974,54	120,9	20	13
Junta de Saneamiento Yaguaron	471661,532	7172994,85	111,4	18	0,4
Junta de Saneamiento Limpio	452220,107	7217091,01	100,5	24	2,3
Junta de Saneamiento Posta Ybyraro	453976,043	7187687,77	148,3	40	2,5
Junta de Saneamiento Capiata	455265,899	7196727,81	125,4	30	1,67
ESSAP Lambare	439705,018	7195835,9	142,7	48	0,8
Pozo Exploratorio	455684,928	7198645,44	111,2	24	2,5

Tabla nº11. Conductividad hidráulica extraída de los ensayos de bombeo del estudio

De la observación de los datos recopilado se aprecia como la permeabilidad es muy constante en el conjunto del acuífero, tanto de forma distribuida espacialmente y en profundidad, el rango de permeabilidad está entre 10-2 y 5 m/día, considerando la clasificación del USBR de 1977, y de (Custodio & Llamas, 1996) (Tabla nº12 y Tabla nº13), se podría decir que se está frente un acuífero con una permeabilidad moderada a baja, que configura un acuífero pobre, algo permeable, compuesto por arena fina, limos con interdigitaciones arcillosas, arenisca limpia y lutitas, que encaja perfectamente con la composición y la explotación de los pozos de los materiales terciarios sedimentarios de la formación Patiño.

Rango (m/día)	10^{-7}	$3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^0$	$4 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^5$
Calificación	Impermeable	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable	
Calificación de la formación	Acuicludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero regular bueno	Acuífero excelente	
Ejemplo de materiales	Arcilla compacta	Limo arenoso	Arena fina	Arena limpia	Grava limpia	
	Pizarra	Limo	Arena limosa	Grava y arena		
	Granito	Arcilla arenosa	Caliza fracturada	Arena fina		

Tabla nº12. Calificación del terreno según rangos de conductividad hidráulica. Fuente: (Custodio & Llamas, 1996)

10^4	10^3	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja					
Grava limpia	- Arena limpia y grava -	Arena fina	- Limo, arcilla y mezcla de arena, limo y arcilla	-Arcilla masiva					
Basalto vesicular y caliza y dolomitas cavernosas	- Arenisca limpia y rocas metamórficas e ígneas fracturadas	- Arenisca laminada, lutitas laminadas	- Rocas metamórficas e ígneas masivas						

Tabla nº13. Rango de conductividades hidráulicas para diferentes tipos de roca. Fuente: (USBR, 1977)

La uniformidad de la permeabilidad para el conjunto del acuífero se aprecia de forma aún más clara en la Figura nº67, donde se muestra la distribución espacial de las permeabilidades recogidas, conjuntamente con la zona donde se explota el agua y la profundidad de los pozos, pudiéndose ver de esta forma su distribución en profundidad.

Pare el resto de formaciones geológicas que forman parte del acuífero Patiño, como son la formación Patiño, los diques magmáticos terciarios y los conglomerados de la propia formación, no se identifican unos parámetros hidráulicos y por tanto este valor será estimado, considerando su litología y que ha sido descrita en el apartado de Geología.

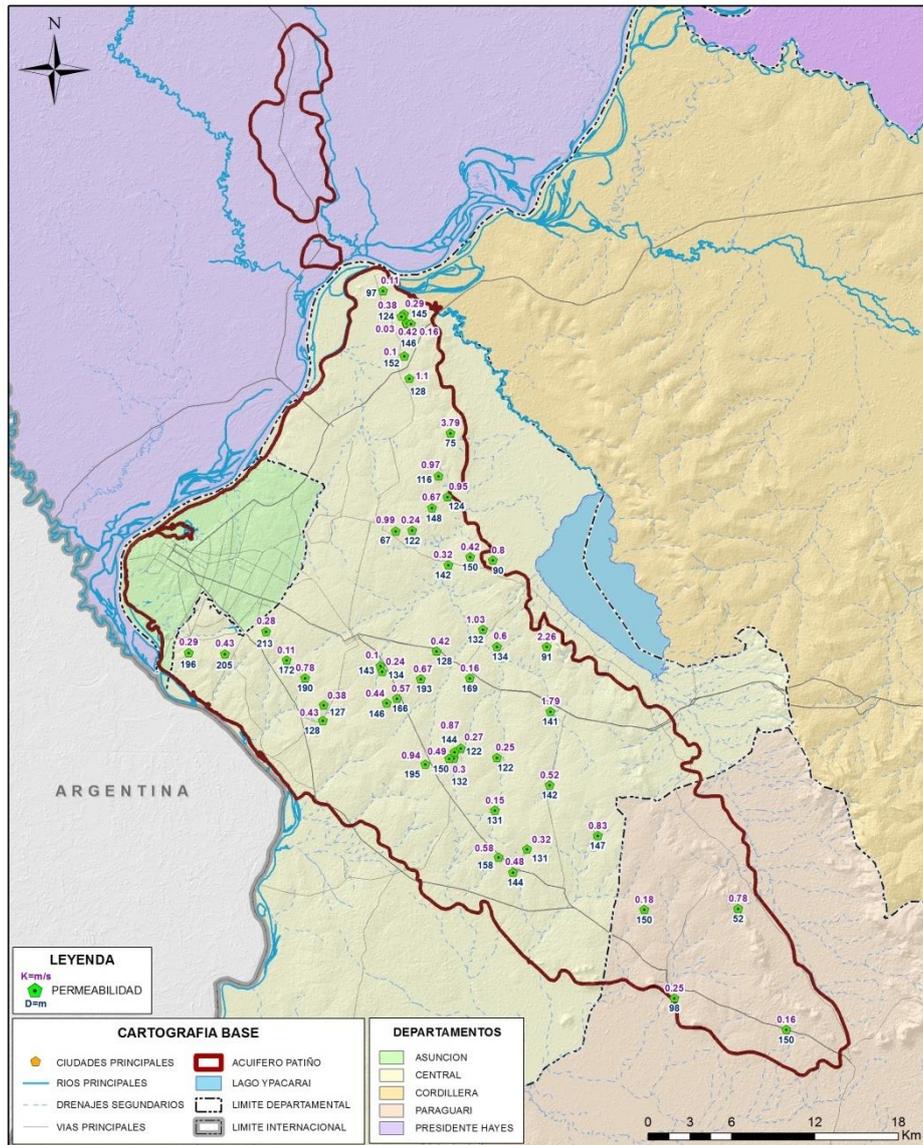


Figura n°67. Distribución en planta de las permeabilidades calculadas en el acuífero Patiño. Fuente: Elaboración propia en base a los datos recogidos de CKJ 2006

5.7 Coberturas y usos de las tierras

En cuanto al uso actual del suelo, según el Estudio de Políticas Y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción de 2007, existen cuatro áreas bien diferenciadas:

- ✓ Zona urbana, con un nivel de urbanización medio a alto donde se localizan los principales distritos del área metropolitana de Asunción
- ✓ Zona agrícola, área rural con actividades agropecuarias de nivel bajo a medio (el porcentaje del área cultivada no supera el 15 %). La producción ganadera se concentra en la producción láctea.
- ✓ Bosques, zonas más reducidas distribuidas por todo el área de estudio
- ✓ Lagos

En este estudio se analizaron los usos del suelo, se observa que la zona noroeste concentra la mayor población del área y coincide con los distritos de Lambaré, Villa Elisa y San Antonio, así como Fernando de la Mora, San Lorenzo y Luque y la capital Asunción. Cerca del 50 % del área del Patiño se encontraba urbanizada, con tendencia a expansión hacia el este y sureste.

El Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA) realizado entre 2012 y 2014 por la cooperación del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) incluía una actualización de los usos del suelo bastante detallada que ha sido completada mediante Google Earth en aquellas zonas de la cuenca en la que faltaba información del área de estudio. El resultado se puede visualizar en la siguiente figura.

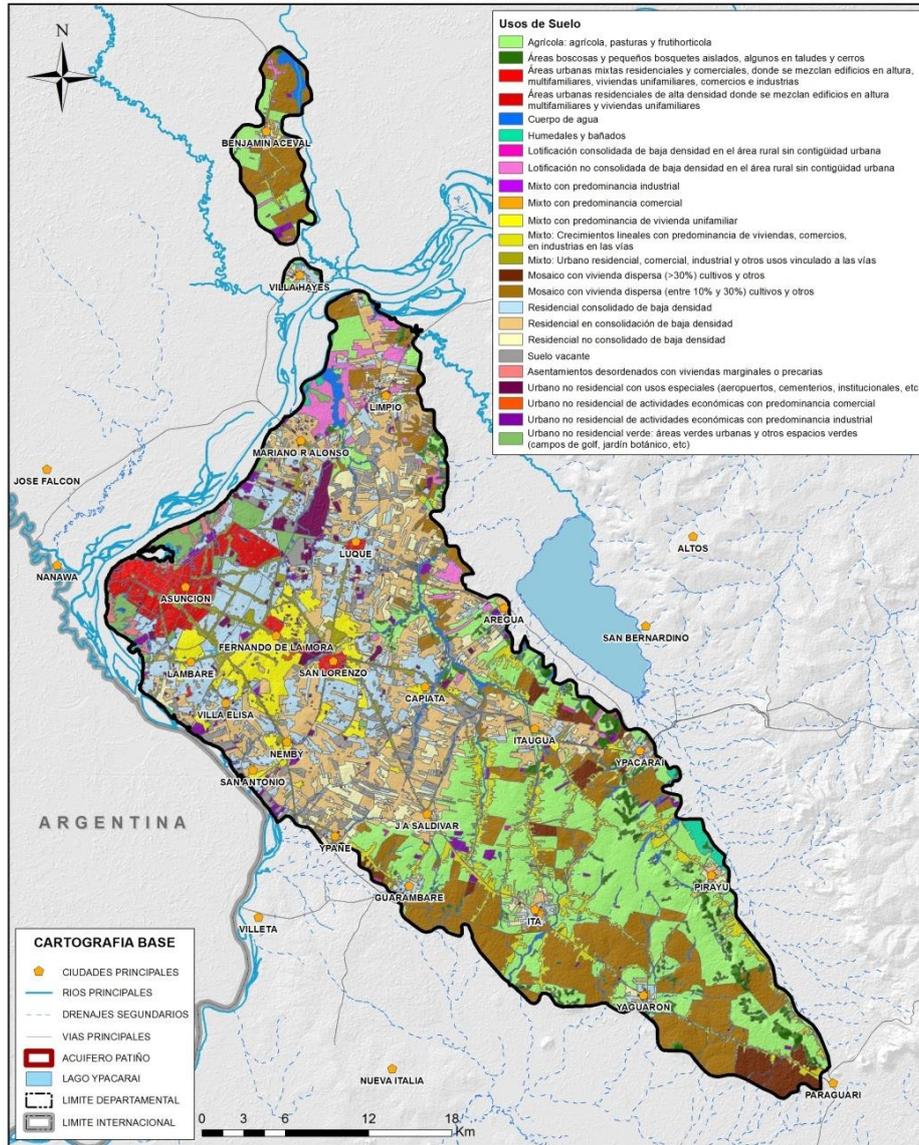


Figura nº68. Usos del suelo. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA) y actualizado con ortofotos actuales.

En la siguiente tabla puede observarse el área ocupada por cada uno de los usos identificados y qué porcentaje de la cuenca representa cada uno

Id	Descripción del uso	Area (ha)	Porcentaje
1	Lotificación consolidada de baja densidad en el área rural sin contigüidad urbana	77,01	0,06
2	Lotificación no consolidada de baja densidad en el área rural sin contigüidad urbana	2181,77	1,80
3	Agrícola: agrícola, pasturas y frutihortícola	25724,73	21,24
4	Áreas boscosas y pequeños bosquetes aislados, algunos en taludes y cerros	3061,15	2,53
5	Mosaico con vivienda dispersa (entre 10% y 30%) cultivos y otros	17447,04	14,41

Id	Descripción del uso	Area (ha)	Porcentaje
6	Urbano no residencial de actividades económicas con predominancia industrial	1956,36	1,62
7	Residencial no consolidado de baja densidad	5579,52	4,61
8	Asentamientos desordenados con viviendas marginales o precarias	573,66	0,47
9	Mixto: Crecimientos lineales con predominancia de viviendas, comercios, en industrias en las vías	5693,19	4,70
10	Urbano no residencial con usos especiales (aeropuertos, cementerios, institucionales, etc)	2359,49	1,95
11	Mixto con predominancia industrial	7,04	0,01
12	Residencial en consolidación de baja densidad	18163,15	15,00
13	Urbano no residencial verde: áreas verdes urbanas y otros espacios verdes (campos de golf, jardín botánico, etc)	2432,47	2,01
14	Mosaico con vivienda dispersa (>30%) cultivos y otros	2414,97	1,99
15	Mixto con predominancia comercial	186,93	0,15
16	Humedales y bañados	706,95	0,58
17	Cuerpo de agua	2881,55	2,38
18	Áreas urbanas residenciales de alta densidad donde se mezclan edificios en altura multifamiliares y viviendas unifamiliares	2607,67	2,15
19	Urbano no residencial de actividades económicas con predominancia comercial	153,70	0,13
20	Mixto: Urbano residencial, comercial, industrial y otros usos vinculado a las vías	3409,65	2,82
21	Áreas urbanas mixtas residenciales y comerciales, donde se mezclan edificios en altura, multifamiliares, viviendas unifamiliares, comercios e industrias	1268,10	1,05
22	Mixto con predominancia de vivienda unifamiliar	4407,50	3,64
23	Suelo vacante	4633,90	3,83
24	Residencial consolidado de baja densidad	13167,21	10,87
TOTAL		121094,73	100,00

Tabla nº14. Porcentaje de ocupación según uso del suelo. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del PEMA

Así pues los mayores usos actuales de la cuenca son el agrícola (21,24%), residencial en consolidación de baja densidad (15%), mosaico con vivienda dispersa (entre 10% y 30%) cultivos y otros (14,41%) y residencial consolidado de baja densidad (10,87%) estando el resto de usos por debajo del 10% del total del área de la cuenca.



Figura nº69. Gráfica de los distintos usos del suelo de la cuenca Patiño. Fuente: Modificado del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA)

En la figura anterior se puede apreciar gráficamente la distribución de los usos en la cuenca de Patiño, como se comentaba anteriormente, se aprecia que hay 4 usos principales en la cuenca relacionados principalmente con la agricultura y el desarrollo urbano.

5.8 Caracterización hidrogeoquímica

5.8.1 Datos hidroquímicos

Existe una gran cantidad de datos químicos que se han recogido de los diferentes estudios realizados durante los últimos años. Si bien la cantidad de datos parece a priori abundante, la heterogeneidad del tipo de analíticas y muestras es evidente. Es decir, es difícil establecer comparaciones entre los datos recopilados ya que han sido recogidos en diferentes épocas del año, en pozos con características constructivas y estado de mantenimiento muy diferente, incluso las metodologías de toma de muestra no siempre seguirían los mismos protocolos. Por lo tanto, lo que se pretende en este capítulo es analizar el estado hidroquímico de las aguas subterráneas del Patiño a partir de los datos disponibles.

Para la caracterización hidrogeoquímica de las aguas del acuífero Patiño se parte de los resultados de analíticas completas y semi-completas de las diferentes campañas realizadas. Todas ellas presentan características particulares que aunque no permita realizar comparaciones directas nos permitirán trazar una línea base de la situación actual y conocer la evolución reciente de los principales parámetros, así como detectar la problemática asociada y las posibles carencias de información.

Los principales estudios que se han utilizado para el análisis de la calidad de las aguas subterráneas son los siguientes:

- Perforaciones de los pozos de SENASA (1980-2000). Se realizaron analíticas de aniones y cationes mayoritarios, sin embargo no se incluyeron analíticas de sodio y potasio, con lo cual la elaboración de diagramas hidroquímicos es inviable.
- Analíticas realizadas durante los estudios FEHS (2000-2001). Analíticas completas con todos los parámetros hidroquímicos incluidos. Sin embargo, se constata un error de balance iónico elevado (entre 19% y 53%).
- Analíticas de la tesis de grado “Estudio de la contaminación del acuífero Patiño” (UNA, 2006). Analíticas de nitratos y coliformes.
- Red piezométrica SEAM. Se dispone de datos de conductividad y pH con una frecuencia de 3-4 valores anuales desde 2006 hasta 2016. En 2010 se realizaron analíticas completas. Tienen sellado sanitario, con lo cual sus condiciones de toma de muestra serían a priori los más confiables.
- Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval. Dep. Presidente Hayes. Incluye análisis de las aguas de lluvias y análisis isotópico de las aguas de la zona del Acuífero Patiño ubicada en la región de Benjamín Aceval.
- Analíticas realizadas durante el estudio actual. Actualmente en curso.

Se han incluido los principales estudios realizados en el acuífero Patiño que aportan mayor cantidad de datos, pero se quiere destacar que existen una gran multitud de estudios específicos donde se miden los parámetros fisicoquímicos in situ (conductividad eléctrica, pH, temperatura) sin toma de muestra para análisis de cationes y aniones mayoritarios o metales.

En la actualidad, la SEAM se dispone de una red de control compuesta por 47 piezómetros, de los cuales 30 de ellos estarían totalmente operativos sin ningún tipo de problema.

5.8.2 Análisis de los datos y características físicas de las aguas

En este apartado se analizan las características físicas de las aguas del acuífero Patiño como pH, conductividad eléctrica y turbidez.

5.8.2.1 Análisis del pH

Por lo general, en todas las analíticas recopiladas se observa un **pH con tendencia ácida**, raramente encontrando valores superiores al 7. En el caso del pH no se detecta una evolución de los valores significativa, es decir, mantienen una misma distribución y unos mismos valores en pozos de la misma zona.

Para tener una visión global de los valores de pH se han graficado los resultados de las analíticas realizadas en 2010 en la red piezométrica. Para analizar la zona ubicada en Benjamín Aceval se han utilizado los valores medidos en el año 2008 para el estudio “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval” publicado en 2010 por BGR en el marco del proyecto PAS-PY.

Se observa que los valores de pH más elevados (entre 7 y 8) se ubican en la zona occidental del acuífero, en la franja colindante con el río Paraguay. Los valores de pH más bajos se localizan en Ñemby y J.A.Saldivar, donde se llegan a alcanzar valores inferiores a 5 y se tendría una mayor tendencia a disolver ciertos metales presentes en el suelo. Estos valores estarían en consonancia con bajos contenidos en carbonato (típico de las areniscas).

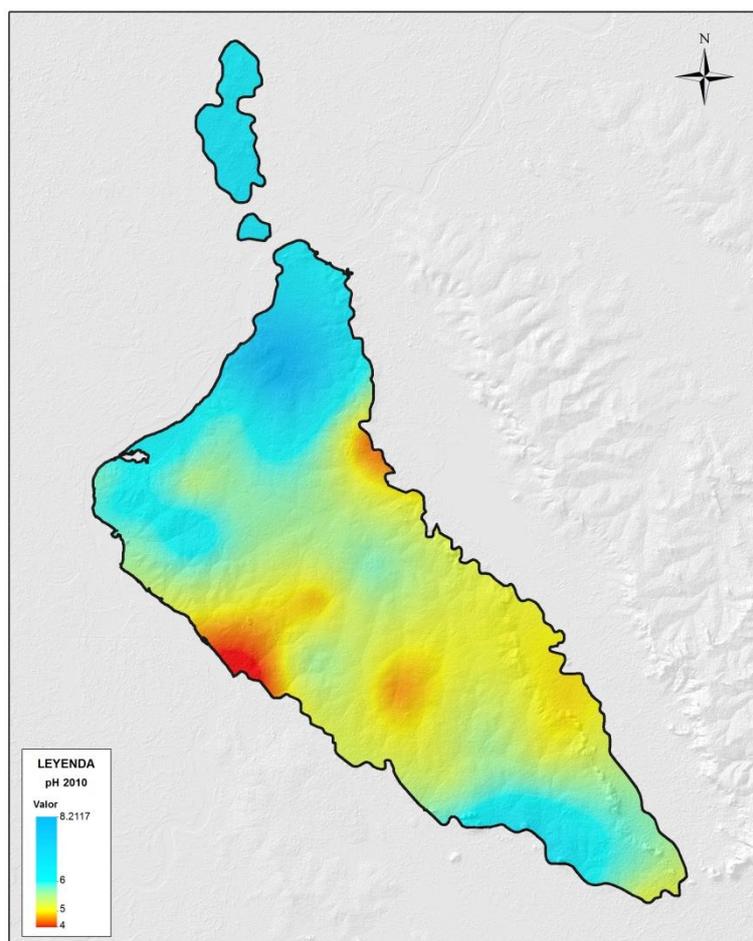


Figura nº70. Distribución de los valores de pH. Fuente: elaboración propia a partir de las analíticas realizadas por SEAM (2010) y analíticas del estudio de Benjamín Aceval (2010).

5.8.2.2 Análisis de la conductividad

La Conductividad Eléctrica es un parámetro que nos aporta gran información en relación a la presencia de sales disueltas en agua. Por lo general, todas las analíticas revisadas presentan una conductividad relativamente baja que no suele superar los valores 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y por lo tanto, son aguas de débil mineralización. Sin embargo, existe una excepción en Limpio donde en uno de los piezómetros de la red de control (num.38) estos valores se disparan por encima de los 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, es decir, aguas ya clasificadas como salobres (según clasificación DAVIS & DE WIEST, 1967). Si bien no se considera un error de lectura ya que su medida se repite en varios monitoreos, sí que debe considerarse como un punto anómalo.

Es difícil establecer criterios de comparación ya que los pozos medidos son diferentes en la mayoría de estudios, y las características constructivas y su estado no son los mismos en todos los casos. Se ha intentado establecer una suerte de comparativa y evolución entre los datos de 3 fuentes, pero finalmente no se ha considerado adecuado realizar comparaciones por las diferencias detectadas:

- ✓ Analíticas realizadas en la perforación de pozos de SENASA (décadas 80-90): los valores de conductividad recogidos son mucho más bajas que en otros estudios. En realidad, fueron valores medidos después de la construcción de los pozos, es decir, muy probablemente después de haber introducido un volumen de agua importante durante la perforación. Esto genera un cierto efecto dilución y los valores de conductividad reflejados son más bajos que los valores reales.
- ✓ Analíticas realizadas durante los estudios FEHS (2001). Su metodología es a priori correcta y en un principio se consideró poder comparar estos valores con los de la red actual. Sin embargo, examinando los resultados de las analíticas y viendo que el error de balance iónico es muy elevado, se ha concluido que quizás hubo algún error durante la toma de muestras o durante el análisis y los resultados no son del todo confiables.
- ✓ Analíticas realizadas en la red piezométrica (2010 y 2015). En principio las más confiables ya que son puntos de control construidos a tales efectos y la metodología de toma de muestra y método de análisis son los mismos.

Los datos de conductividad de los puntos analizados se han interpolado por triangulación y se han representado usando una misma escala de leyenda. En las siguientes figuras se muestra la distribución de los valores de conductividad de las analíticas de la red piezométrica de SEAM en 2010 y 2015.

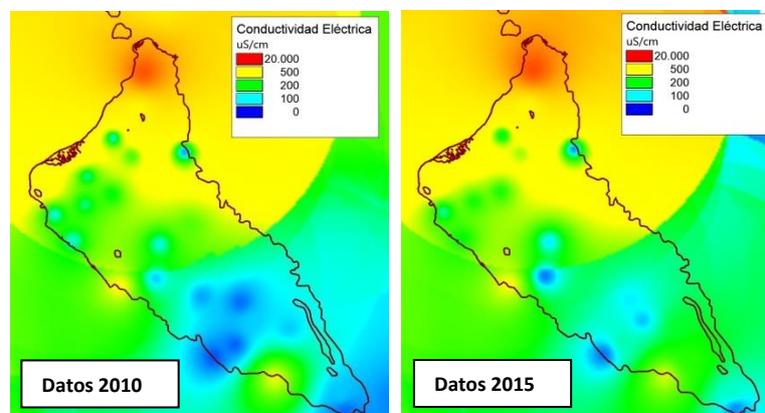


Figura nº71. Representación de los valores de conductividad según datos red piezométrica 2010 y 2015.
Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por SEAM.

Entre 2010 y 2015 no existen diferencias significativas. Se observa un aumento general de la conductividad aunque se siguen presentando las características de mineralización débil (valores por debajo los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Las zonas de mayor conductividad se sitúan en las zonas colindantes al río Paraguay (donde se alcanzan los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en algunos casos) y lago Ypacaraí.

Cabe destacar el valor anormalmente elevado del piezómetro num.38 ubicado en el distrito de Limpio que presenta valores que promedios de 16 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en todas las analíticas realizadas por SEAM entre 2007 y 2015. En este punto se clasifica como agua salobre según clasificación DAVIS & DE WIEST (1967), ya que presenta valores de Total de Sólidos Disueltos (TDS) superiores a 10 000 mg/l. Este punto es una particularidad ya que su perfil geológico, a diferencia de otros pozos aledaños, indica su composición de minerales salinos.

Referente a la zona del Acuífero Patiño localizada en Benjamín Aceval, se han analizado los datos de las analíticas tomadas para el estudio “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval” (2010).

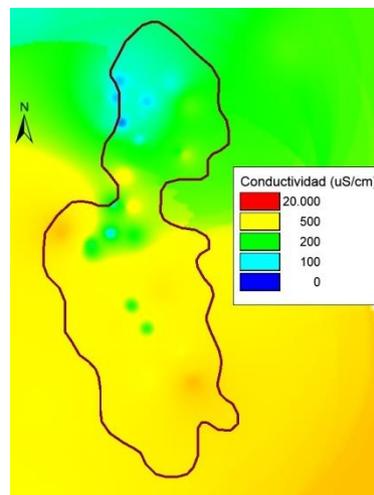


Figura nº72. Distribución de los valores de Conductividad en Benjamin Aceval. Fuente: elaboración propia a partir de datos del estudio “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval” (2010).

En esta zona las conductividades presentan valores promedio de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo más elevadas en la zona más próxima al río Paraguay, con 2 puntos que superan los 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por otra parte, se constata que los valores de conductividad no corresponden a la distribución de pH que se ha observado en el apartado anterior. Es decir, las conductividades ligeramente más elevadas detectadas en la zona cercana al Chaco y Benjamín Aceval (pH ligeramente superiores a 7) no corresponderían a una mayor disolución de sales por efecto de pH ácido, sino más bien a un posible efecto de salinización o de contaminación antrópica.

5.8.2.3 Análisis de la turbidez

Por lo general, las aguas subterráneas presentan unos niveles de turbidez muy bajos. Sin embargo, tras analizar los datos recopilados, se observa que en algunos puntos muy concretos la turbidez del agua es más alta que lo esperado, superando en muchos casos los 5 NTU (turbidez máxima aconsejada para la OMS para consumo humano) y en caso muy puntuales, los 40 NTU.

Los puntos identificados con turbidez ligeramente más elevada de lo esperado no presentan una localización precisa ni un patrón de evolución. Valores elevados de turbidez podrían indicar un grado de contaminación procedente de la filtración de aguas residuales, o bien de la disolución de partículas presentes en el agua. Al igual que la conductividad, los altos valores de turbidez no parecen estar relacionados con el pH.

5.8.3 Análisis de los datos y origen de las aguas

En el siguiente apartado se analizan las características químicas de las aguas subterráneas con el objetivo de conocer la problemática existente y conocer su origen. Se analizan las familias de aguas, la salinidad y la posible presencia de contaminantes.

5.8.3.1 Características del agua de lluvia

Para definir el origen de las aguas subterráneas a partir de sus características químicas, es importante conocer en primer lugar la calidad de las aguas de lluvia. Al no disponer de otros datos se ha optado por utilizar las analíticas realizadas en el estudio “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval. (2010)”. En este estudio se tomaron 7 muestras de lluvia en Asunción durante los años 2009 y 2010, considerando que la calidad de estas muestras es asimilable a toda la zona del Acuífero Patiño.

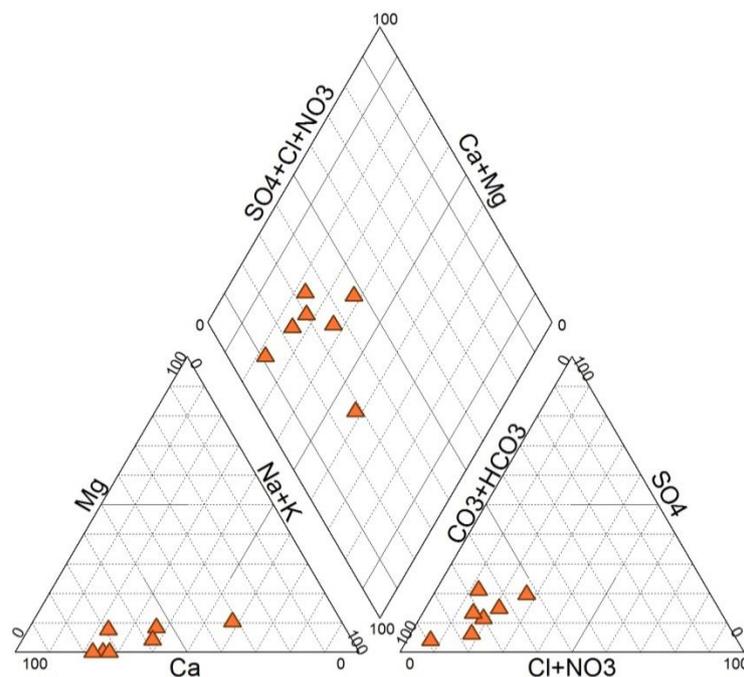


Figura nº73. Diagrama de Piper del agua de lluvia de Asunción. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio de “Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval. (2010)”.

Tras analizar el diagrama de Piper obtenido se observa que el calcio es el catión mayoritario y los carbonatos/bicarbonatos los aniones dominantes. Por lo tanto, las aguas de lluvia son **bicarbonatadas cálcicas**.

Las conductividades están por debajo de los 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El promedio de cloruros es de 0,3 mg/l, el promedio de nitratos de 1 mg/l y el de sulfatos ronda 1 mg/l. Los valores de hierro, magnesio y manganeso se sitúan por debajo del límite de detección.

Se podrían destacar unos valores ligeramente más elevados de lo esperado en cuanto los nitratos (1 mg/l en promedio), así como la presencia de nitritos (promedio de 0,02 mg/l) y amoníaco (en la mitad de los puntos supera 0,5 mg/l) en el agua de lluvia. Esto es muy probable que se deba a la contaminación aérea procedente de la combustión de vehículos y procesos industriales de la ciudad de Asunción.

5.8.3.2 Familias de aguas

Para analizar las familias de aguas existentes en el acuífero Patiño, y después de examinar todos los datos de analíticas de cationes y aniones mayoritarios, se optado por utilizar los datos de las analíticas realizados en el año 2010 en la red de control piezométrico.

Si bien se disponen de varios estudios de analíticas completas, en los datos recopilados de SENASA no se incluye analítica de sodio y potasio, con lo cual la elaboración de diagramas hidroquímicos es inviable. En las analíticas realizadas durante los estudios FEHS, las analíticas eran completas, sin embargo, el error iónico se sitúa en valores muy elevados (entre 19% y 53%), lo que nos lleva a descartar esos análisis para determinar las familias de aguas.

Los datos del 2010 presentan un promedio del error de balance iónico del 8%, cifra admisible para la interpretación de resultados ya que se sitúa por debajo del 10%.

Por otra parte, y para estudiar la tipología de agua de la zona de Benjamín Aceval, se han utilizado los datos recogidos en las analíticas del estudio Exploración de las lentes de agua dulce en el Distrito de Benjamín Aceval. (2010)". Estos datos están completos a cuanto a cationes y aniones mayoritarios y presentan un error de balance iónico de un 3% en promedio.

Diagrama de Piper

Uno de los métodos más conocidos para relacionar las aguas de un mismo acuífero y saber el origen o procedencia de las aguas son los diagramas de Piper que permiten conocer la familia a facie del agua.

En el caso del Patiño observamos aguas con una composición aniónica bastante variada, en su mayoría ricas en cloruros, bajas en sulfatos y unas proporciones variables de bicarbonatos. Respecto a los cationes se diferencian claramente 2 tipologías: aguas con una proporción muy elevada de calcio y aguas con una proporción sódico-potásica importante y presencia de magnesio.

Por lo tanto, en base a lo observado en el Diagrama de Piper (figura siguiente) podemos distinguir claramente 2 grandes familias de aguas en el área del Acuífero Patiño:

- Aguas **cloruradas cálcicas** (en rojo). Su catión predominante es el calcio. Su contenido aniónico es más variable pero siempre predomina el cloruro.
- Aguas **cloruradas sódico-potásicas** (en verde). Predomina claramente el catión sodio y potasio. Son aguas muy blandas, prácticamente no hay presencia de calcio y magnesio. Su contenido aniónico es más variable pero predomina el cloruro.

Respecto a los puntos analizados en la zona de Benjamín Aceval, también pueden diferenciarse 2 tipologías de aguas:

- Aguas **cloruradas sódico-potásicas** (en azul). Tienen la misma composición que las aguas de pozos ubicados en la margen izquierda del río Paraguay. Predomina claramente el catión sodio y potasio. Son aguas muy blandas, prácticamente no hay presencia de calcio y magnesio. Su contenido aniónico es variable pero predomina el cloruro.

- Aguas **Bicarbonatadas sódicas** (en amarillo). Aguas ricas en bicarbonatos y de baja mineralización.

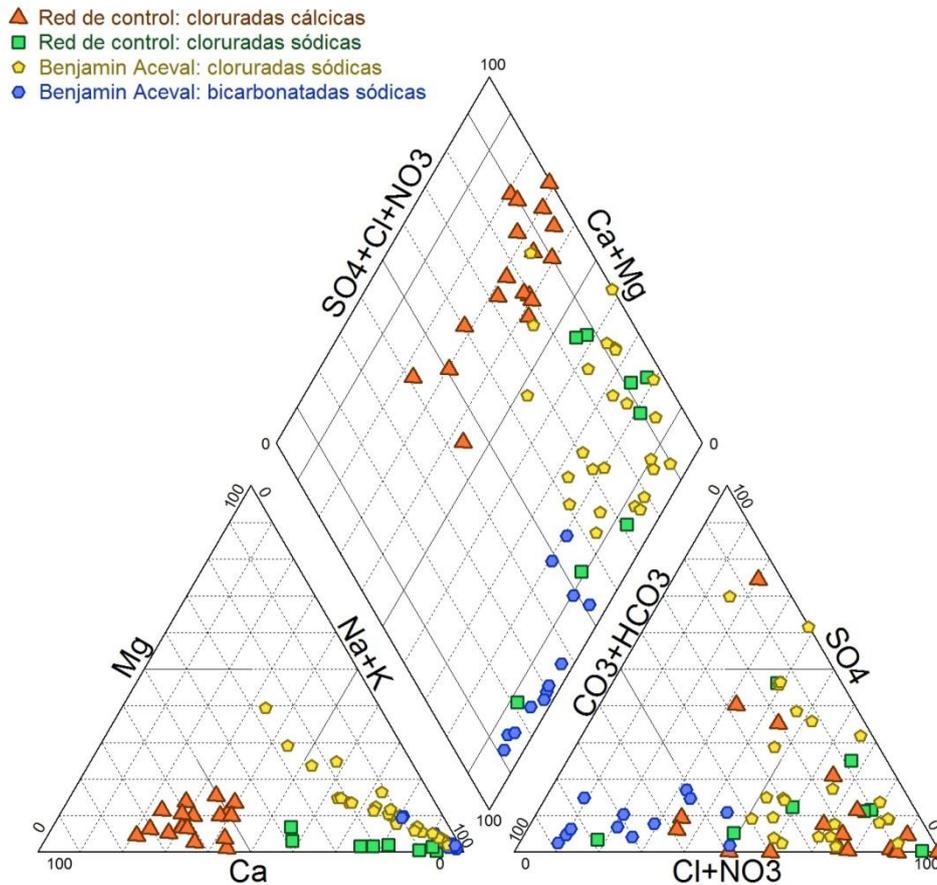


Figura nº74. Diagrama de Piper. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de 2010 de la red piezométrica de SEAM.

Esta diferenciación de las familias de agua nos permite definir el origen de la recarga. Si comparamos estos resultados con las analíticas anteriores, las aguas clasificadas como cloruradas cálcicas parecen tener una procedencia clara del agua de lluvia aunque su composición aniónica ha variado y se observa un enriquecimiento importante en cloruro, y en menor medida, en nitratos durante la recarga. Se trataría, por lo tanto, de un grupo de agua de baja mineralización y un corto tiempo de residencia.

Por otra parte, tenemos un grupo de puntos que presentan una composición catiónica diferente, con predominancia de sodio y potasio y presencia no descartable de magnesio. Este grupo correspondería a un agua más “antigua”, con tiempo de residencia mayor y cuyo origen ya no sería la recarga directa de lluvia. En esta zona se aprecia un cierto efecto de salinización (además corresponde a las conductividades más elevadas) por lo que podemos deducir que existe una marcada influencia del Chaco.

Los puntos analizados en la zona de Benjamín Aceval presentan una zona de mezcla de aguas. Por una parte, existen pozos (puntos amarillos) que tienen una composición muy similar a los puntos situados en la franja del margen izquierdo del río Paraguay (puntos en verde) y guardarían una cierta relación entre ellos. Sin embargo, se entremezclan pozos con bajos contenidos en cloruros y baja mineralización (puntos azules) que no guardaría relación con ninguno de los anteriores y cuya composición tampoco evidenciaría una relación directa con la

de agua de lluvia. En esta zona por lo tanto, estamos ante presencia de agua con cierta salinización (influencia del propio chaco) con “lentejones” de agua dulce.

Si proyectamos estos grupos de puntos en un mapa, podemos observar que en el caso de los puntos de la red de control, las familias de agua corresponden a una distribución concreta ya que las aguas sódico-potásicas se localizan en los márgenes del río Paraguay y el resto en el área del Acuífero Patiño más alejada del río. En la zona de Benjamín Aceval existe una cierta mezcla de aguas.

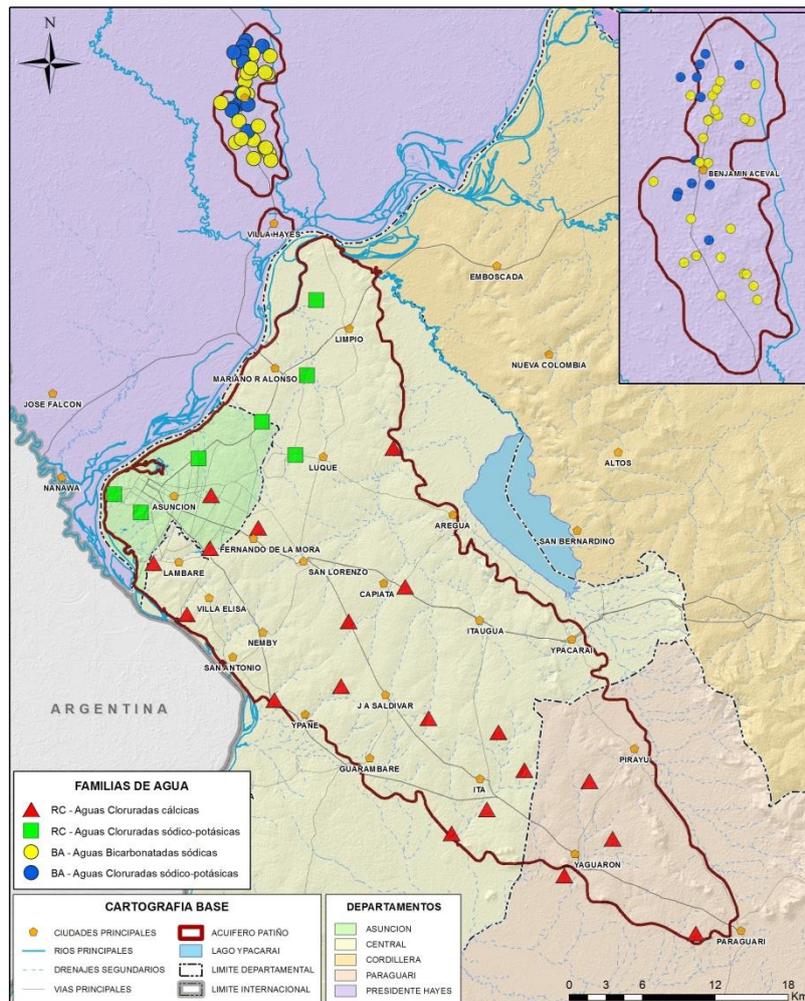


Figura nº75. Distribución de los puntos de control según familia de aguas. Fuente: elaboración propia

Diagramas de Stiff:

Se han representado los diagramas de Stiff para los puntos analizados en la red de monitoreo en el año 2010. De esta manera, podemos diferenciar con más claridad las diferentes familias de agua según su composición y conocer su grado de mineralización.

Por una parte, se ha detectado un grupo de puntos cuyos diagramas de Stiff tienen la forma característica en “punta de flecha” donde el catión predominante es el calcio. En el caso de los aniones, tenemos una predominancia del cloruro y los nitratos. En todos los casos se trata de

aguas de muy baja mineralización, citando la excepción del pozo nº 5 que presenta valores ligeramente superiores.

Todos estos puntos corresponden a puntos definidos en el apartado anterior como **cloruradas cálcicas**.

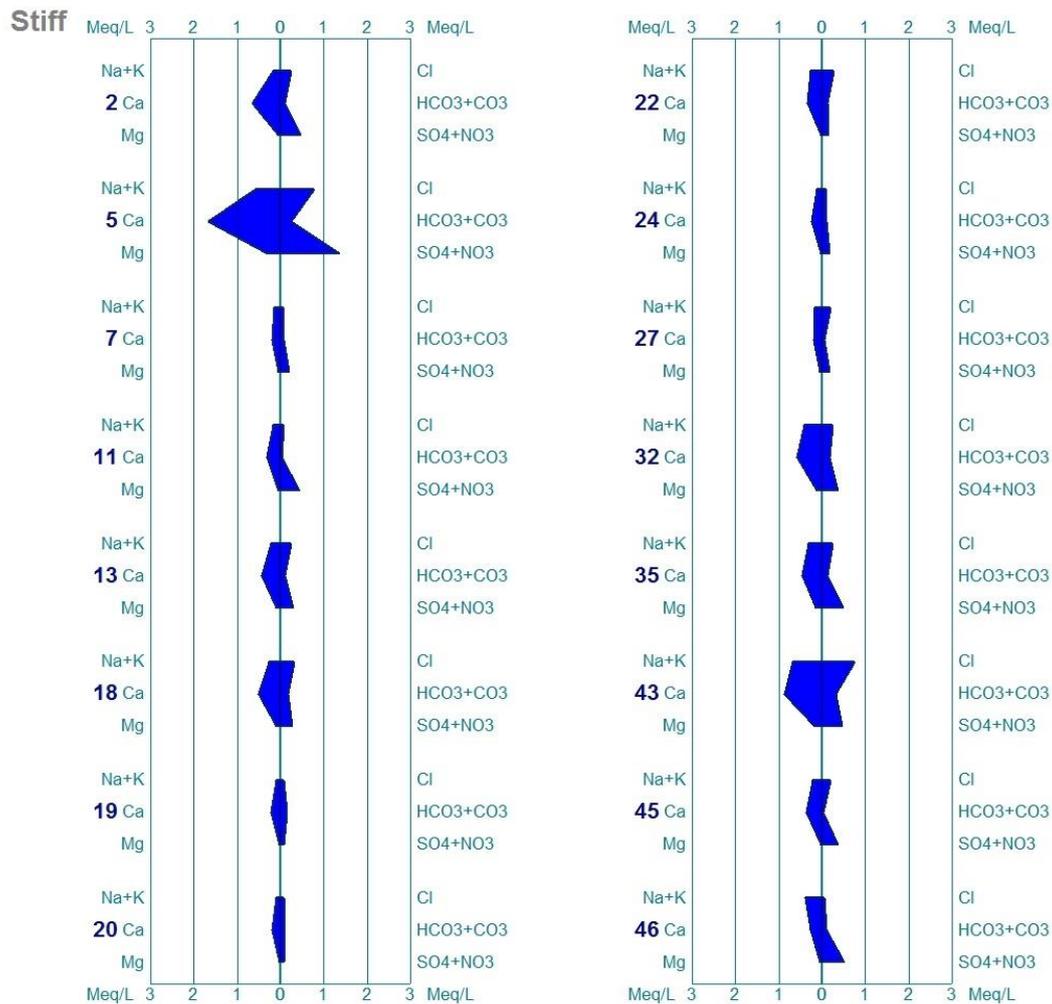


Figura nº76. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia

Los puntos 15 y 21 se han querido citar a parte ya que presentan una predominancia del calcio pero a diferencia de las anteriores el anión predominante son los bicarbonatos. Al igual que los anteriores corresponden a puntos cuyas aguas se han definido como **cloruradas cálcicas**.

Realmente, la tipología de agua es la misma, la diferencia vendría dada por la gran influencia del equilibrio carbonato-bicarbonato. El pH en estos 2 puntos es mucho más alto que en el resto: 6,3 y 6,5 respectivamente frente a los pH ácidos que rondan 5 para el resto y presentan valores de bicarbonato ligeramente superiores al resto.

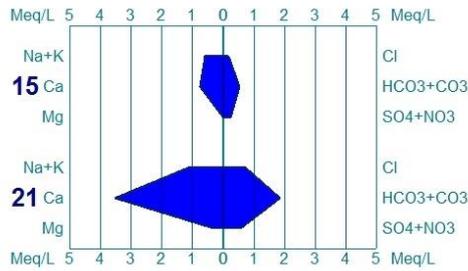


Figura nº77. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia

Finalmente, se distinguen una serie de puntos claramente diferentes que presentan un Stiff característico en “forma de T” y con un grado de mineralización más elevado (se han representado a una escala menor que los anteriores). En este caso predominan los cationes sodio y potasio y los aniones cloruro.

Esta forma es más típica de las aguas que tienen influencia marina o bien que presentan un cierto grado de salinización. Estos puntos corresponden a los definidos en el apartado anterior como aguas **cloruradas sódico-potásicas**.

Merece una mención especial el punto nº38, ubicado en el distrito de Limpio, que presenta unos valores de sodio y cloruro extremadamente elevados, mostrando unas características claramente salobres (se representa a una escala 20 veces mayor que el resto). De hecho, este punto tiene un valor de TDS superior a 10.000 mg/l, es decir, que ya se clasifica como agua salobre (según clasificación DAVIS & DE WIEST, 1967).

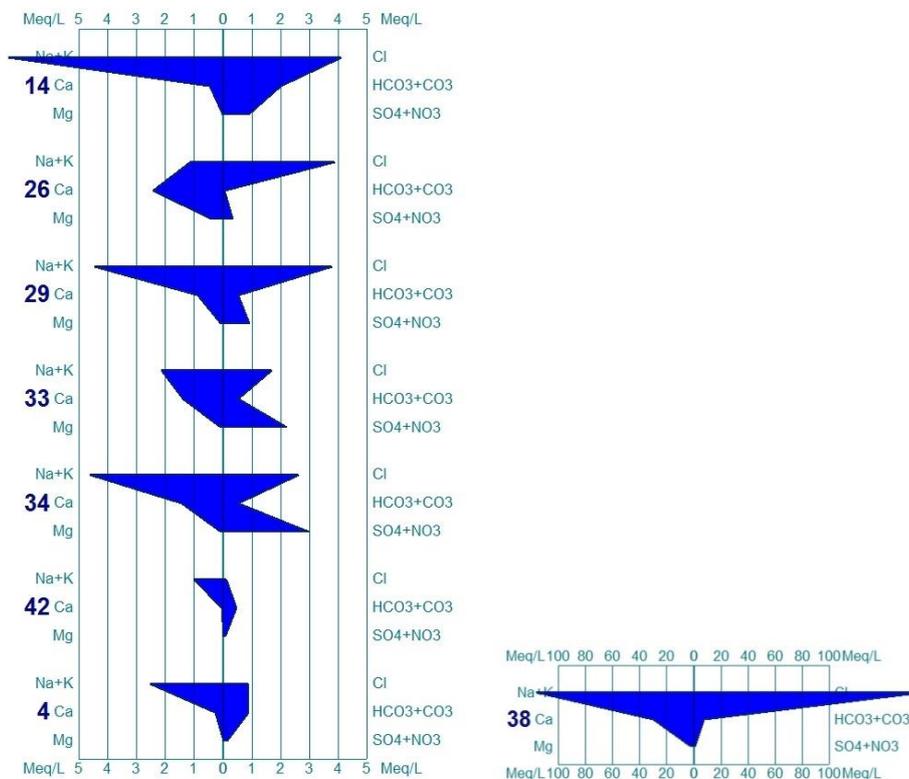


Figura nº78. Diagramas de Stiff. Fuente: elaboración propia

En conclusión, los resultados observados en los diagramas de Stiff reflejan claramente 2 tipologías de aguas: por una parte, las de baja mineralización con predominancia del calcio, y

por otra parte, las que presentan una cierta influencia salina con predominancia del sodio y del cloruro. Estos resultados corresponden a lo ya citado en el análisis de diagramas de Piper.

Conclusiones:

A partir de los análisis realizados se desprenden las siguientes conclusiones:

- El agua de lluvia presenta una composición **bicarbonatada cálcica**.
- Existen 2 familias de aguas claramente diferenciadas: **cloruradas sódico-potásicas y cloruradas cálcicas**.
- Según su composición, las aguas cloruradas cálcicas tienen su origen en la recarga directa por agua de lluvia. Por otra parte, las aguas sódico-potásicas serían aguas más “antiguas”, con tiempo de residencia mayor y marcada influencia del Chaco.

5.8.4 Análisis de los datos y características químicas de las aguas

5.8.4.1 Nitratos

Los nitratos nos aportan información sobre posible contaminación en los suelos. Su procedencia se debe a aguas residuales no tratadas o bien al uso excesivo de fertilizantes en agricultura. En el caso del Acuífero Patiño se añade además la problemática latente de la falta de una red de alcantarillado sanitario y los numerosos pozos sépticos. A pesar de ello, los valores medidos no son excesivamente altos, ya que pocas veces superan los 45 mg/l (concentración máxima recomendada por la OMS).

Se ha comparado la concentración de nitratos recopilada en las diferentes analíticas de los últimos años. Como se ha comentado anteriormente, uno de los principales inconvenientes a la hora de analizar los datos es que las analíticas han sido tomadas en puntos diferentes, épocas diferentes y con características diferentes, con lo que no son estrictamente comparables.

Además, hay que resaltar que la medición de nitratos puede estar muy condicionada por la tipología y características constructivas de los pozos. Es decir, pozos artesanos a poca profundidad sin sellado sanitario pueden reflejar valores de nitratos que no se corresponderían con los valores reales del agua del acuífero ya que pueden verse afectados por filtraciones de las aguas usadas. Ejemplo de esta problemática es que durante los años 2007 a 2009 DIGESA realizó varios muestreos de pozos para analizar el contenido en nitratos, obteniéndose valores anormalmente elevados (entre 45 mg/l y 145 mg/l). Entre las principales causas de estas anomalías se puede destacar la poca profundidad de los pozos y la introducción de contaminantes por el inadecuado diseño y construcción de pozos por parte de particulares y empresas privadas. Por ese motivo, para el análisis del contenido de nitratos se ha evaluado los resultados obtenidos de la tesis de final de grado de la UNA (“Estudio de la contaminación en el acuífero Patiño”, 2006) y de las analíticas de la red piezométrica recogida en el año 2010.

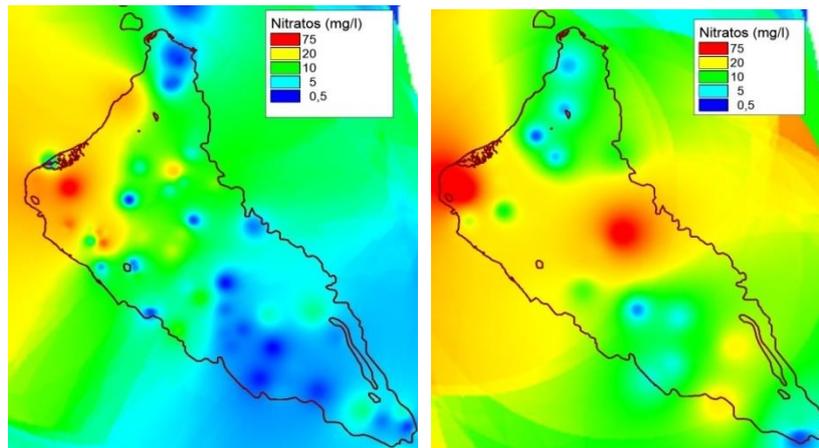


Figura nº79. Representación de los valores de nitratos (mg/l) según datos recopilados en los años 2006 (tesis UNA) y 2010 (red piezométrica). Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por <http://www.estudiopatino.pol.una.py>.

Como se ha indicado anteriormente, los datos no son comparables ya que se trata de puntos de medición diferentes y en diferentes épocas del año, simplemente se quiere mostrar la diferencia que se aprecia entre los datos recopilados en 2006 y 2010.

Tal y como se aprecia en las figuras, las mayores concentraciones de nitratos se detectan en la zona urbana de Asunción, donde se alcanzan valores de hasta 75 mg/l. En el resto del área del acuífero este parámetro es mucho menor y siempre en consonancia con la densidad urbana.

Se destaca el aumento de nitratos en la zona de Capiatá detectada en 2010. Si bien podría considerarse que coincide con la zona donde la conductividad ha aumentado ligeramente y donde varios estudios indican un aumento de la salinización. Las analíticas que se realizarán en los próximos meses servirán para conocer la evolución de nitratos en esa zona.

En todos los casos los nitratos son la forma predominante del nitrógeno, lo que resulta lógico ya que es su forma más oxidada. Las concentraciones de nitritos son prácticamente inexistentes y los valores de nitrógeno amoniacal son muy bajos, su presencia nos indicaría una ligera acción bacteriana, por lo tanto, posible presencia de aguas residuales, sin embargo no hay que olvidar que las aguas de lluvia ya contenían pequeñas concentraciones de nitrógeno amoniacal.

5.8.4.2 Cloruros

Los cloruros son el parámetro clave que nos aporta información sobre la posible salinización del agua subterránea. Esta información siendo incluso más fiable que la Conductividad ya que ésta última también puede verse afectada por procesos de contaminación de manera más contundente que los cloruros.

Los datos disponibles corresponden a las analíticas realizadas en 2010 en la red de control piezométrico de SEAM, no disponiendo de datos más recientes para poder analizar su evolución.

Como se puede observar en la figura siguiente, los valores más elevados de cloruros (alcanzando hasta los 1500 mg/l) se localizan en las zonas colindantes al río Paraguay, especialmente en Limpio. Estos resultados concuerdan con la apreciación general de población e industria que indican la presencia de aguas salobres en esas zonas. La localización de estas concentraciones de cloruros indicaría una marcada influencia del Chaco.

Los resultados que se obtengan en las campañas de campo que se realicen en los próximos meses aportarán información clave para conocer hacia donde evoluciona la salinización.

Referente a la zona de Benjamín Aceval, se observa una clara predominancia de cloruros, es decir, aguas con tendencia salobre. Sin embargo se observan pequeñas zonas de agua dulce, con bajos contenidos en cloruros. Se trataría de una zona de mezcla de agua salada con lentejones de agua dulce.

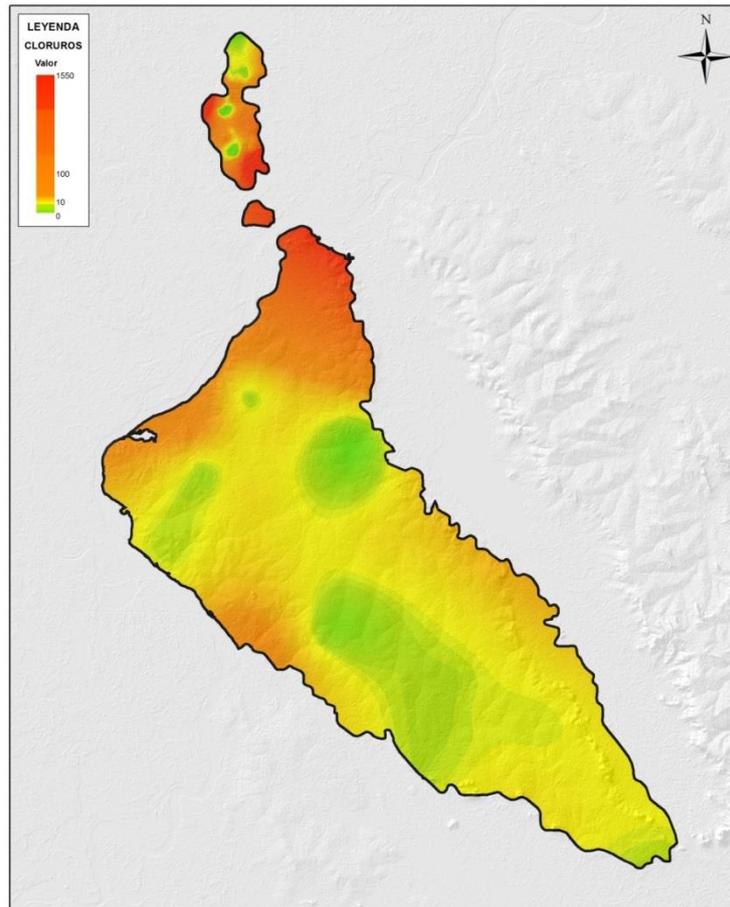


Figura nº80. Concentración de cloruros en el Acuífero Patiño. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de 2010 de la red de control proporcionados por SEAM

5.8.4.3 Coliformes

En los diferentes estudios analizados se han detectado en mayor o menor medida la presencia de coliformes. Al igual que los nitratos, este parámetro puede estar muy influido por las características constructivas del pozo y por su estado de mantenimiento.

Si se analizan los resultados obtenidos del análisis de muestras tomadas en la red piezométrica del 2010 (ya que se trata de puntos de control con sellado sanitario) se observa que en casi todos los puntos se encuentran la presencia de coliformes totales. Este parámetro indica una cierta carga biológica que llega al agua subterránea. Aunque sus cantidades son relativamente bajas - en ningún caso se supera las 70 colonias por 100 ml a excepción de los puntos 29 y 42 – es destacable el hecho de su presencia de manera continua.

En el caso de los coliformes fecales, solo se detecta su presencia en los puntos 29 y 42, ubicados en la zona urbana del norte de la ciudad de Asunción. Los coliformes fecales son indicio claro de contaminación de origen cloacal, procedente de fugas en la red de saneamiento, en filtración de aguas “negras” o incluso en el uso de pozos abandonados como pozos ciegos.

5.8.4.4 Otros elementos

De los datos revisados procedentes de los estudios disponibles, no se detecta a priori ninguna anomalía destacable en relación a otros parámetros de los mencionados anteriormente.

Destacar algunos valores de hierro ligeramente más elevados que los límites establecidos, lo que procedería de la naturaleza ferrosa de los suelos. De hecho, si se tuvieran pH más básicos, las concentraciones de hierro serían probablemente más elevadas, es decir, el pH ácido evita una mayor disolución del hierro en el agua.

5.8.5 Problemática detectada

Una vez analizados los datos de calidad, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En relación a la calidad de los datos hay que destacar la existencia de una discontinuidad de los datos ya que estos proceden de diferentes fuentes donde no se miden los mismos pozos, no existe una frecuencia definida y no existen datos sobre los protocolos de toma de muestra. Este problema quedaría solucionado con un plan de monitoreo de la actual red piezométrica de control, que dispone de medidas anuales de nivel, conductividad y temperatura pero no de analíticas completas.
- Se han definido 2 familias de aguas claramente diferenciadas. Por una parte, las aguas cloruradas cálcicas, de baja mineralización, procedentes de la recarga de lluvia. Por otra parte, las aguas cloruradas sódicas, de mayor mineralización y con tiempos de residencia mayores, donde se evidencia la influencia del Chaco.
- La zona de Benjamín Aceval presenta una mezcla de aguas, en su mayoría son cloruradas sódicas pero varios puntos muestran características bicarbonatadas sódicas. Los valores de conductividad y cloruros confirman esta mezcla de aguas.
- En relación a los parámetros de calidad analizados: existen evidencias de un aumento de la conductividad en algunas zonas del acuífero como la zona próxima al Chaco, y en menor medida la zona de Capiatá y Aregua.
- Los valores de nitratos superan los 50 mg/l en la zona urbana de Asunción y Lambaré y en la zona de Capiatá y Aregua. Hay que destacar que el agua de lluvia también presenta valores de nitrógeno ligeramente más elevado de lo esperado (posiblemente por la contaminación vehicular).
- En algunos puntos de Asunción se detectan coliformes fecales, lo que indica contaminación de origen cloacal y presencia de nitrógeno amoniacal, lo que indica una posible acción bacteriana. En el resto de puntos se detecta presencia de coliformes totales.
- El resto de parámetros muestra valores dentro de los límites normales. Destacar algún valor ligeramente elevado de hierro debido a la naturaleza ferrosa de los suelos.

Como se ha indicado anteriormente, este análisis se ha realizado en base a los diferentes estudios, tesis, artículos existentes. Los resultados de los monitoreos que se realicen durante el desarrollo de este estudio nos aportarán una valiosa información sobre la evolución de los parámetros analizados.

Las alteraciones de estos valores por las acciones antrópicas se desarrollan con mayor detalle en el capítulo de presiones e impactos.

6 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL ACUÍFERO

6.1 Análisis de los datos

Según se relata en el “PROYECTO BIRF 7710 - Py PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DEL SECTOR AGUA Y SANEAMIENTO – PM-SAS” de 2016, en los años 2006 y 2007 se construyeron una red de piezómetros para monitorear los niveles del Acuífero Patiño. En ese momento se tomaron datos pero no se siguió con su seguimiento. En 2010, la SEAM retoma la actividad realizando una analítica completa de gran parte de los piezómetros y planificando campañas anuales donde se toman los parámetros in situ de pH, conductividad y temperatura.

A continuación se listan los piezómetros que componen la red de control, de los cuales se dispone de información en mayor o menor medida. En el capítulo 9.2 del presente documento se realiza un diagnóstico de dicha red tras la visita que se realizó durante el mes de agosto 2017 a cada uno de los piezómetros para conocer su estado actual (ver Figura nº117).

N° Pozo	LUGAR	Municipio	X	Y
1	Col. Nac. San Lorenzo	S.Lorenzo Zona Sur	449204	7196476
2	Esc. Grad. 330 Margarita Veia	Capiatá km 19,5	452588	7191948
3	Col. y Esc. 4210 Acosta Nú	S. Lorenzo/Ñemby	447752	7192401
4	Esc. Grad. Julio Correa	Luque	448241	7205755
5	Esc. Grad. 3279 San José Obrero	Capiatá	457251	7194827
6	Esc. Grad. 2959 Mbocayaty del Sur	Itaugua km 28,5	462279	7191520
7	Esc. 3454 Santa Librada	Itá - Cñía Caraguataity	464919	7182763
8	Esc. Grad. 15049 Tatanga Mani	Itá	457570	7180476
9	Col. Nac. Cnel. Felipe Toledo	Itá	456428	7188565
10	Esc. Grad. 12739 Nueva Esperanza	Guarambaré km 26	457157	7182822
11	Esc. 402 Porfirio Chamorro	Itá - Cñía Las Piedras	459171	7183929
12	Esc. Grad. 3522 Esperanza	Itá B° Conavi Aveiro	461486	7179982
13	Col. Nac. Aurelia Torres	Itá - Cñía Potrero Poí	467062	7179630
14	Esc. Grad. 2378 Félix Ruiz	Mariano R. Alonso	449194	7212364
15	Esc. 1804 Gral. Patricio Escobar	Asunción - B° San Pablo	441186	7198020
16	Col. Nac. Rosa Agustina Fariña	V Elisa - B° 3 Bocas	441925	7195238
17	Esc. Grad. 2960 Miguel Angel Rodriguez	Ñemby - B° Villa Anita	443019	7194104
18	Esc. Grad. 20 Rca. Del Ecuador	Lambaré	436521	7196796
19	Esc. Grad. 882 Cornelio Gaona	Itá - Arrua í - Acceso Sur	463975	7176355
20	Esc. Grad. 3619 Porfirio Fernandez	Itá - Cñía Curupicayty	461083	7174379
21	Esc. Grad. 5357 Cerro Guy	Yaguarón - Cñía Cerro Guy	470336	7170882
22	Esc. Grad. 2194 Nta. Sra. De Asunción	Yaguarón - Cñía Tacuarindy	474316	7173931
23	Esc. Grad. 3238 Divino Niño Jesús	Yaguarón - Cñía Ñuati	480756	7168590

N° Pozo	LUGAR	Municipio	X	Y
24	Esc. Grad. 1675 Juan Bautista Regis	Paraguarí - Cñía Jugua Poí	481150	7166086
25	Col. Nac. Miguel Angel Torales	Ypané - Centro de Ypané	449043	7184030
26	Esc. Grad. 6931 Futuro de la Patria	Ypané - Capiatá	446488	7185433
27	Esc. Grad. 539 Héroes Luqueños	Luque - Yukyry	456256	7206334
28	Esc. Grad. 6304 S. Roque González	Ypané - B° Virgen de Fátima	449087	7187317
29	Esc. Grad. 275 Juana María de Lara	Asunción - B° Jara	440275	7205479
30	Esc. Grad. 343 Ortiz Guerrero	Asunción - B° Vista Alegre	439706	7199945
31	Esc. Grad. 202 Juan de salazar y Espinoza	Asunción - B° Tembetary	440585	7200694
32	Esc. Grad. 15 Rep. De Panamá	Asunción - B° Villa Morra	441266	7202416
33	Esc. Grad. Juan Manuel Frutos	Asunción - B° Obrero	435529	7200998
34	Esc. Grad. Rca. Del Perú	Asunción - B° Sajonia	433333	7202505
35	Esc. Julio Cosme Gutierrez	Villa Elisa - Zona Petropar	439300	7192535
36	Esc. Grad. 616 Sto. Domingo Savio	Pirayú - Cñía Nú Poi	469435	7184787
37	Esc. Despertar Fé y Alegría	Mariano R. Alonso	447214	7210014
38	Esc. Grad. 1876 Cap. De Fragata Romualdo	Limpio - Villa Jardín	449948	7218585
39	Col. San Sebastián - B° Kennedy	Capiatá - B° Kennedy	451743	7188528
40	Esc. Basilio Mancuello	Guarambaré - B° Rincón	452830	7181425
41	Esc. Santiago Leguizamón	Luque - B° Ykua Duré	453033	7203601
42	Esc. Vicente Mongelós - Col. C.A. López	Asunción - Loma Pytá	445468	7208505
43	Col. Nac. Fernando de la Mora	Fernando de la Mora Z.N.	445141	7199730
44	Col. San Antonio/ San Francisco de Asís	San Antonio	441555	7190322
45	Esc. Alberto González	Yaguarón - B° Zambonini	472433	7178719
46	Esc. Municipal N° 5 - San José	Ypané	451972	7186588

Tabla nº15. Piezómetros que componen la red de control. Fuente: SEAM

Se ha realizado un análisis de los datos de nivel disponibles, graficando los niveles históricos para cada uno de los piezómetros. Los gráficos obtenidos nos permiten ver la evolución de los niveles y detectar posibles anomalías. La representación de datos de los distintos piezómetros puede consultarse en el **Anexo 5**.

En general todos los piezómetros cuentan con una serie bastante escasa: de 6 a 10 datos en un período intermitente ya que no se miden todos los puntos durante las campañas. Los piezómetros 3, 8, y 25 sólo cuentan con un dato inicial en 2006/07 por lo que no serán tenidos en cuenta para el análisis de datos.

En algunas estaciones se encuentra la presencia de valores fuera de rango u outliers, fácilmente reconocibles por ser numéricamente distantes del resto de los datos, los encontramos en los piezómetros 4, 37, 39, 42, 43 y 44.

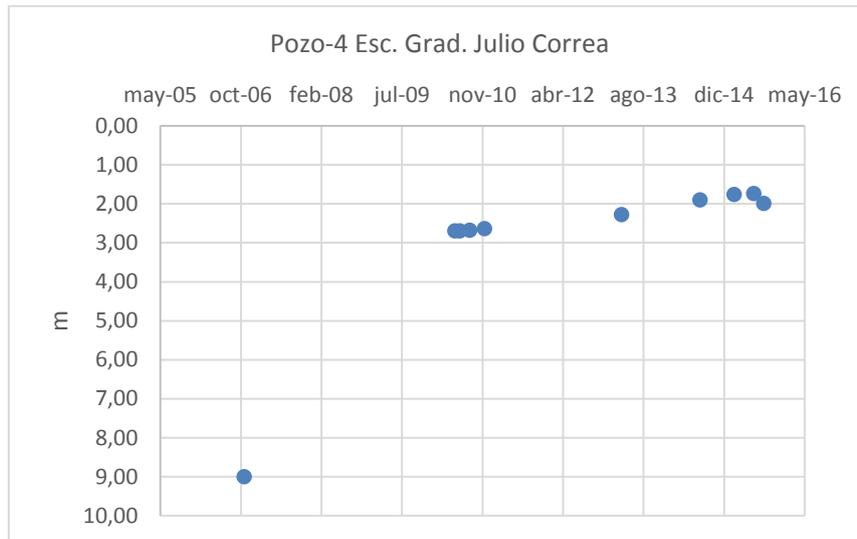


Figura nº81. Piezómetro nº 4, se puede apreciar que el primer dato está completamente fuera de rango. Fuente: elaboración propia

En este caso, en el documento “PROYECTO BIRF 7710 - Py PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DEL SECTOR AGUA Y SANEAMIENTO – PM-SAS” de 2016 ya se menciona que en el momento de la construcción de los piezómetros se tomaron datos y que estos datos podrían tener algún error. Todos los valores anómalos encontrados en las estaciones pertenecen precisamente al período 2006/07 por lo que se consideran datos falsos y no serán tenidos en cuenta.

En resumen, las estaciones con serie truncada en el período 2006/07 son las siguientes

Nº Pozo	LUGAR	Municipio	X	Y
3	Col. y Esc. 4210 Acosta Ñú	S. Lorenzo/Ñemby	447752	7192401
8	Esc. Grad. 15049 Tatanga Mani	Itá	457570	7180476
25	Col. Nac. Miguel Angel Torales	Ypané - Centro de Ypané	449043	7184030

Tabla nº16. Estaciones piezométricas no tenidas en cuenta. Fuente: Elaboración propia

Y los valores anómalos detectados corresponden a estas estaciones:

Nº Pozo	LUGAR	Municipio	X	Y
4	Esc. Grad. Julio Correa	Luque	448241	7205755
37	Esc. Despertar Fé y Alegría	Mariano R. Alonso	447214	7210014
39	Col. San Sebastián - Bº Kennedy	Capiatá - Bº Kennedy	451743	7188528
42	Esc. Vicente Mongelós - Col. C.A. López	Asunción - Loma Pytá	445468	7208505
43	Col. Nac. Fernando de la Mora	Fernando de la Mora Z.N.	445141	7199730
44	Col. San Antonio/ San Francisco de Asís	San Antonio	441555	7190322

Tabla nº17. Estaciones piezométricas que presentan valores anómalos. Fuente: Elaboración propia

Ver el Anexo 5, donde se han incluido todos los gráficos generados.

6.2 Comportamiento general del acuífero

El análisis del comportamiento hidráulico del acuífero se centra en conocer el movimiento regional del flujo de agua del acuífero, este movimiento está regido por las líneas de energía del acuífero, representadas por las líneas equipotenciales o isopiezas, el flujo de agua se desplaza de forma perpendicular a este flujo mostrando en líneas generales su movimiento.

El comportamiento del acuífero es dinámico y varía en base a la recarga y descarga del acuífero, ya sea natural o mediante bombeo. Y la explicación que a continuación se muestra responde a un comportamiento regional que en lugares concretos puede ser diferente o variar en el tiempo.

Para poder realizar este primer análisis se ha construido la superficie piezométrica a partir de los niveles estáticos de agua tomados del control de la SEAM entre los meses de noviembre de 2006 y febrero de 2007.

El análisis de esta superficie muestra un flujo que sigue a grandes rasgos a la superficie topográfica y los flujos superficiales, la principal recarga se produce en las zonas altas de las cuencas que se encuentran en la superficie del acuífero. Los gradientes hidráulicos muestran una conexión con los principales cursos, y en la mayoría drenan el acuífero convirtiéndose en una zona de descarga natural. Este mismo comportamiento se aprecia en la Figura nº06, que procede de los estudios antecedentes y que por tanto corrobora el comportamiento regional antes descrito que permanece en el tiempo.

Los límites del acuífero son a su vez zonas de descarga natural, las líneas de flujo muestran una clara dirección hacia el Lago Ypacaraí en el Este, un flujo hacia el río Paraguay tanto en el Norte como en el Oeste, y en el Sur un flujo que descarga hacia las depresiones adyacentes.

Observando los perfiles realizados considerando la piezometría de 2007 (ver figura nº83 y Figura nº84) se aprecia como en las zonas donde existe una mayor concentración de pozos tales como los municipios de Fernando de la Mora, Ñemby, San Lorenzo y Capiatá existe una clara depresión de los niveles de agua. En esta zona parece evidente como la explotación es muy intensiva provocando estos descensos claramente apreciables.

En términos generales el nivel piezométrico se encuentra a unos 30 metros de media con máximos que pueden alcanzar los 60 metros.

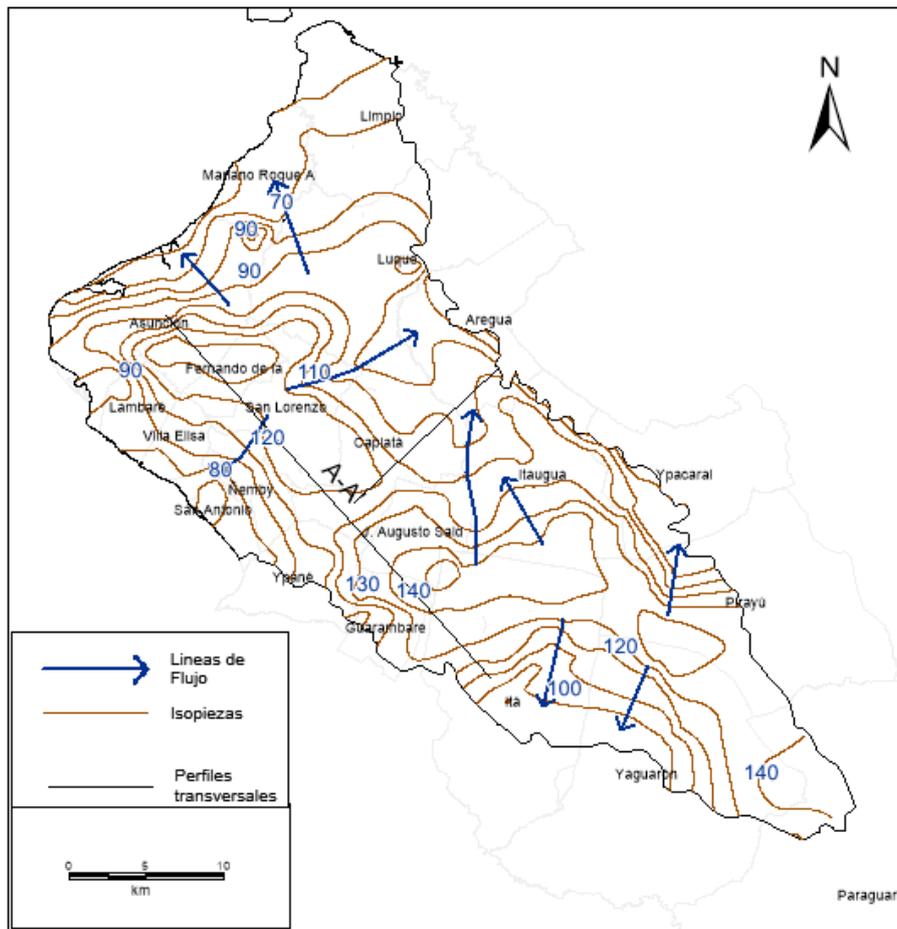


Figura nº82. Superficie piezométrica realizada a partir de los niveles del año 2006-2007 de la red de control de la SEAM.

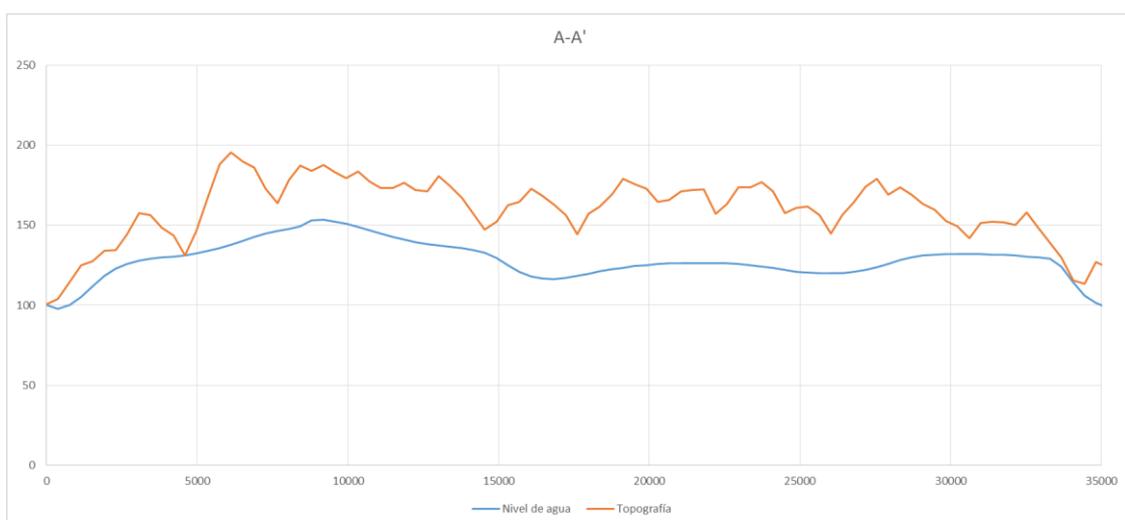


Figura nº83. Perfil piezométrico correspondiente a la zona A-A', dirección Sureste Noroeste.

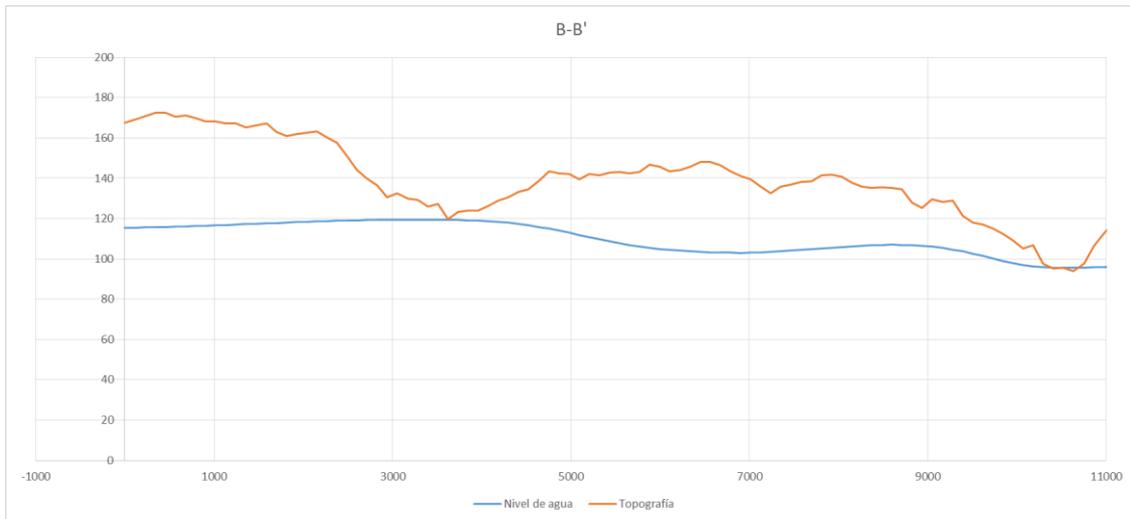


Figura nº84. Perfil piezométrico correspondiente a la zona B-B', dirección Oeste- Este

6.3 Relación Río Acuífero

Haciendo un análisis detallado de los principales cursos que drenan las cuencas que intersectan con el acuífero y especialmente el Río Yukyry, se aprecia una forma convergente del flujo mostrando un curso efluente o ganador, que drena el acuífero. Esto se aprecia para el conjunto de cursos importantes presentes en el acuífero.

Por el contrario, los pequeños cursos identificados que drenan hacia al Este, como es el caso de Villa Elisa, presentan un comportamiento influente o perdedor, el nivel del acuífero está por debajo de los límites de los cursos y por tanto el agua que circula por ellos es susceptible de ser infiltrada. Por tanto el comportamiento es dispar y responde en buena medida del grado de explotación del propio acuífero.

Además de esta época del año en el que existe abundancia de precipitaciones, se ha analizado el comportamiento del acuífero para los meses secos, en la Figura nº91 se muestra la piezometría construida para el mes de septiembre de 2010, en la que se aprecia que el comportamiento del acuífero es muy similar y la relación entre los cursos que lo drenan y el mismo acuífero, está más condicionada por el grado de explotación que no por la época del año.

Este comportamiento que se ha descrito en este capítulo será nuevamente analizado y corroborado si es el caso durante la construcción del modelo en el que se podrán integrar el conjunto de variables.

6.4 Evolución de los niveles del acuífero entre los años 2006-2016

En el proyecto BIRF 7710 (Daniel H. García S., 2016)- ver capítulo 4.8 - se analizaron el conjunto de pozos de la red de control y se pudo llegar a la conclusión de que en la gran mayoría de ellos se aprecia un aumento de los niveles de agua estáticos entre el año 2006 y 2016, justificado como posibilidad que este aumento podría ser debido a la concurrencia de años extremadamente húmedos como son el 2014 y 2015, donde se registraron precipitaciones

muy por encima de la media de la región. Aunque no es concluyente por la falta de registros históricos sí que deja claro y de manifiesto que las tendencias previstas en el estudio (Consortio CKC-JNS, 2007) no se están produciendo.

En este estudio además se realiza una nivelación de los piezómetros que persigue que no existan errores en la interpretación de los resultados, pero cabe decir que además es necesario poder disponer una topografía general que permita poder relacionar estos niveles con el resto de la topografía regional de la zona y especialmente con las zonas de descarga del acuífero, como son los cursos superficiales. Sin esta información únicamente se dispone de una información parcial que no acaba de solucionar el problema de la localización y nivelación de los puntos de agua en el conjunto del acuífero.

En base a la misma información de niveles piezométricos estáticos de recogidos entre los años 2006 y 2015 (ver Figura nº90) se han elaborado los mapas de isopiezas (ver Figura nº91) que muestran una la evolución del acuífero en los últimos 10 años, en este sentido se puede observar como a grandes rasgos el comportamiento del acuífero no cambia y que a evolución es muy escasa con una clara tendencia a la subida de niveles, mostrándose de forma más evidente en la zona de Asunción donde se pueden apreciar ascensos entre 3 y 4 metros. En las zonas del Este del acuífero como Luque o Limpio, los ascensos son prácticamente imperceptibles mostrando un equilibrio a lo largo del tiempo.

En la Figura nº90 se muestran una selección de puntos donde se aprecia la evolución del nivel piezométrico a lo largo del tiempo, se puede observar como este nivel a grandes rasgos presenta una tendencia ascendente. Todo apunta a una relación directa de este ascenso con el aumento de precipitación sucedido durante los últimos años registrados, aunque hay que tener presente que un desequilibrio entre la recarga y las extracciones como se apuntaba en el estudio de (Consortio CKC-JNS, 2007) habría mostrado una tendencia inversa, por tanto parece evidente que los supuestos que se consideraron en aquel estudio, para aquellos escenarios no se están cumpliendo o no se consideraron de forma adecuada los parámetros de caracterización del acuífero. El resto de gráficos que se pueden consultar en el anexo 5.

Para poder comprobar la relación existente entre la precipitación y la evolución del nivel piezométrico se ha graficado el registro de precipitación mensual de la estación del Aeropuerto conjuntamente con los datos registrados en la red de control. A su vez se ha graficado la media móvil de la precipitación con el fin de encontrar el grado de desfase de ambos procesos.

Se ha podido comprobar como la media móvil que va desde los 8 a los 12 meses recoge bastante bien la tendencia en un elevado número de puntos pertenecientes a la red de control tal y como se puede apreciar en la figura nº85, figura nº86, figura nº87 y figura nº88 (La correlación existente con el resto de valores se puede consultar en anexo 5), esta circunstancia se localiza de forma distribuida en el conjunto del acuífero tal y como se puede observar en la figura nº89. Hay que tener presente que este es valor estimado que hay que tomarlo de forma orientativa ya que existen muy pocos datos registrados (11 valores durante 10 años), para poder realizar este tipo de análisis sería necesario disponer en determinados puntos un dato mínimo a nivel mensual. Este resultado sí pone de manifiesto la importancia que tiene la precipitación en el proceso de recarga del acuífero y el grado de conexión entre ambos sucesos.

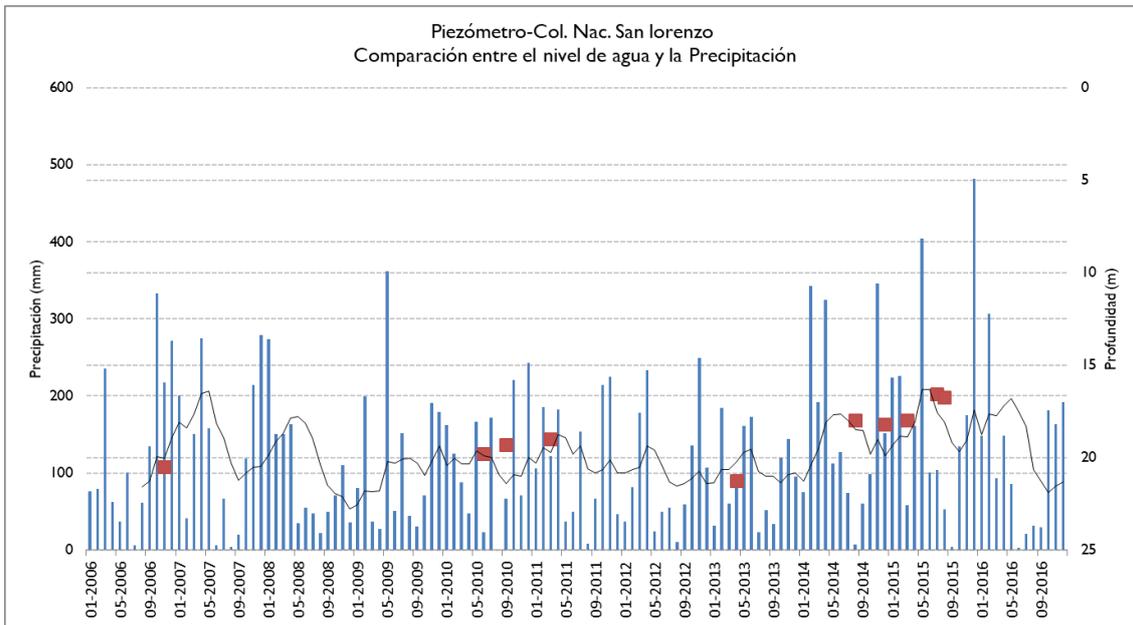


Figura nº85. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Col. Nac. San Lorenzo. Fuente: elaboración propia

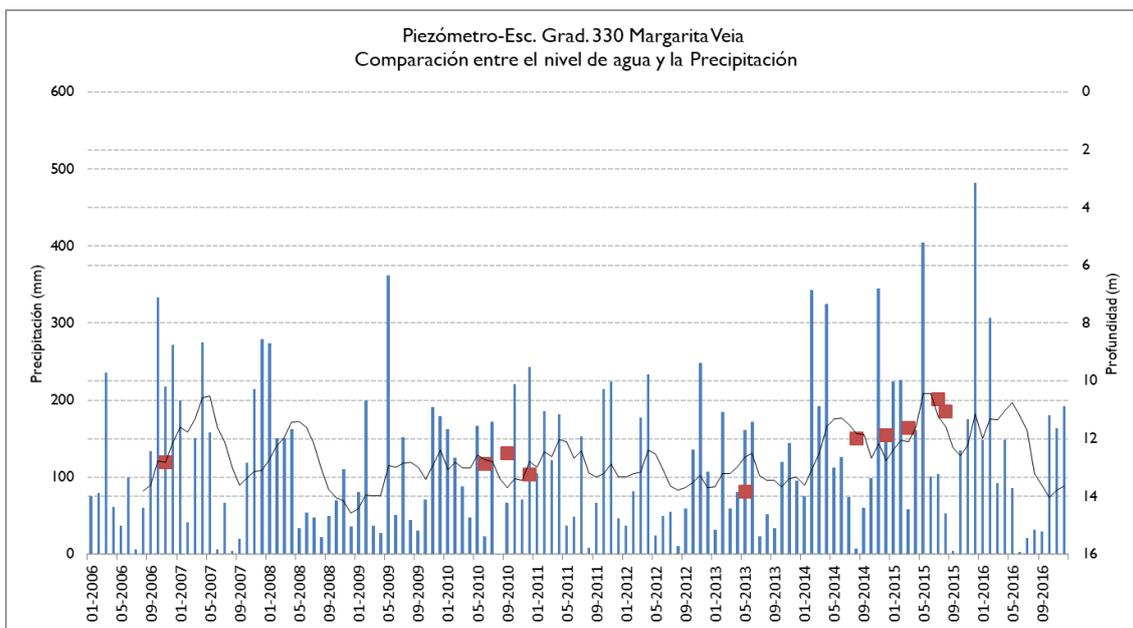


Figura nº86. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Esc. Grad. 330 Margarita Veia. Fuente: elaboración propia

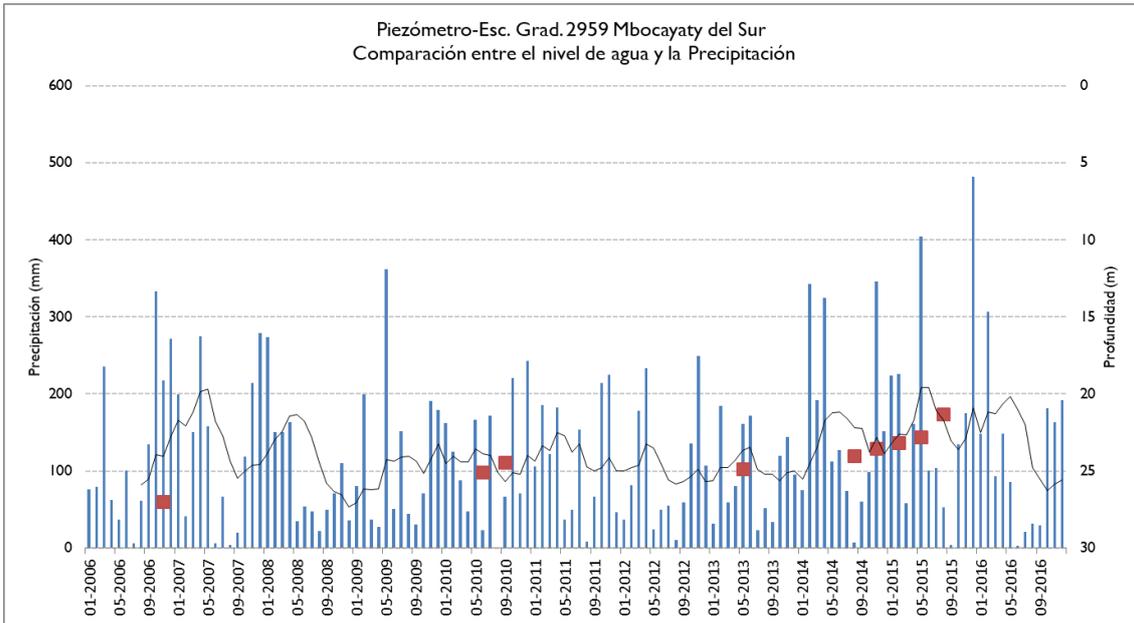


Figura n°87. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Esc. Grad. 2959 Mbocayaty del Sur. Fuente: elaboración propia

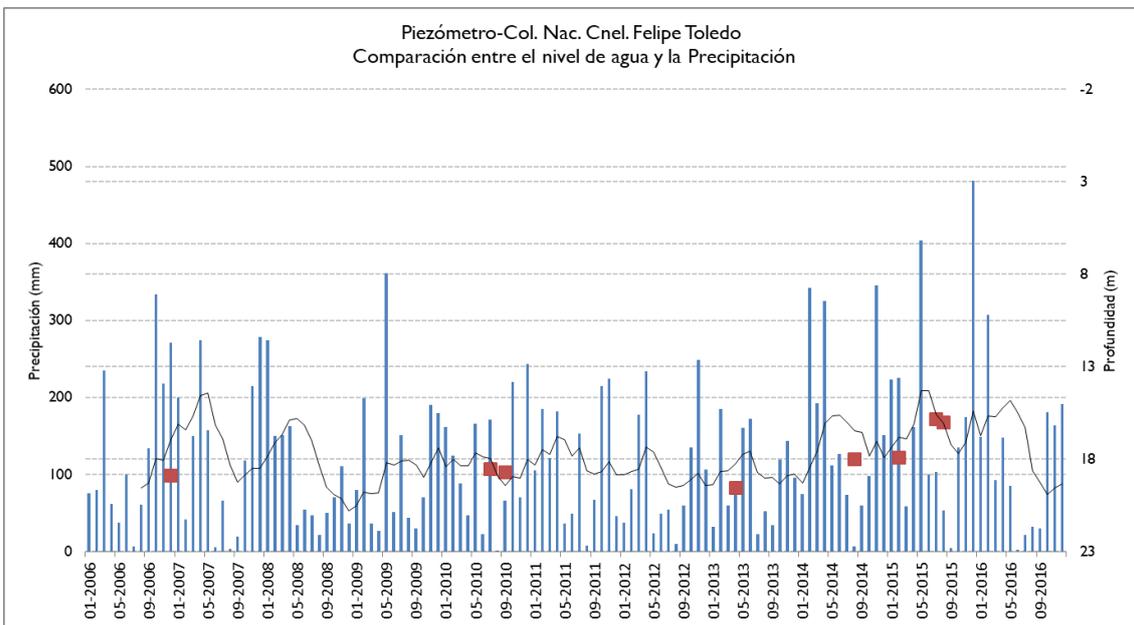


Figura n°88. Relación entre el nivel piezométrico y la precipitación en la estación de control situada en Col. Nac. Cnel. Felipe Toledo. Fuente: elaboración propia

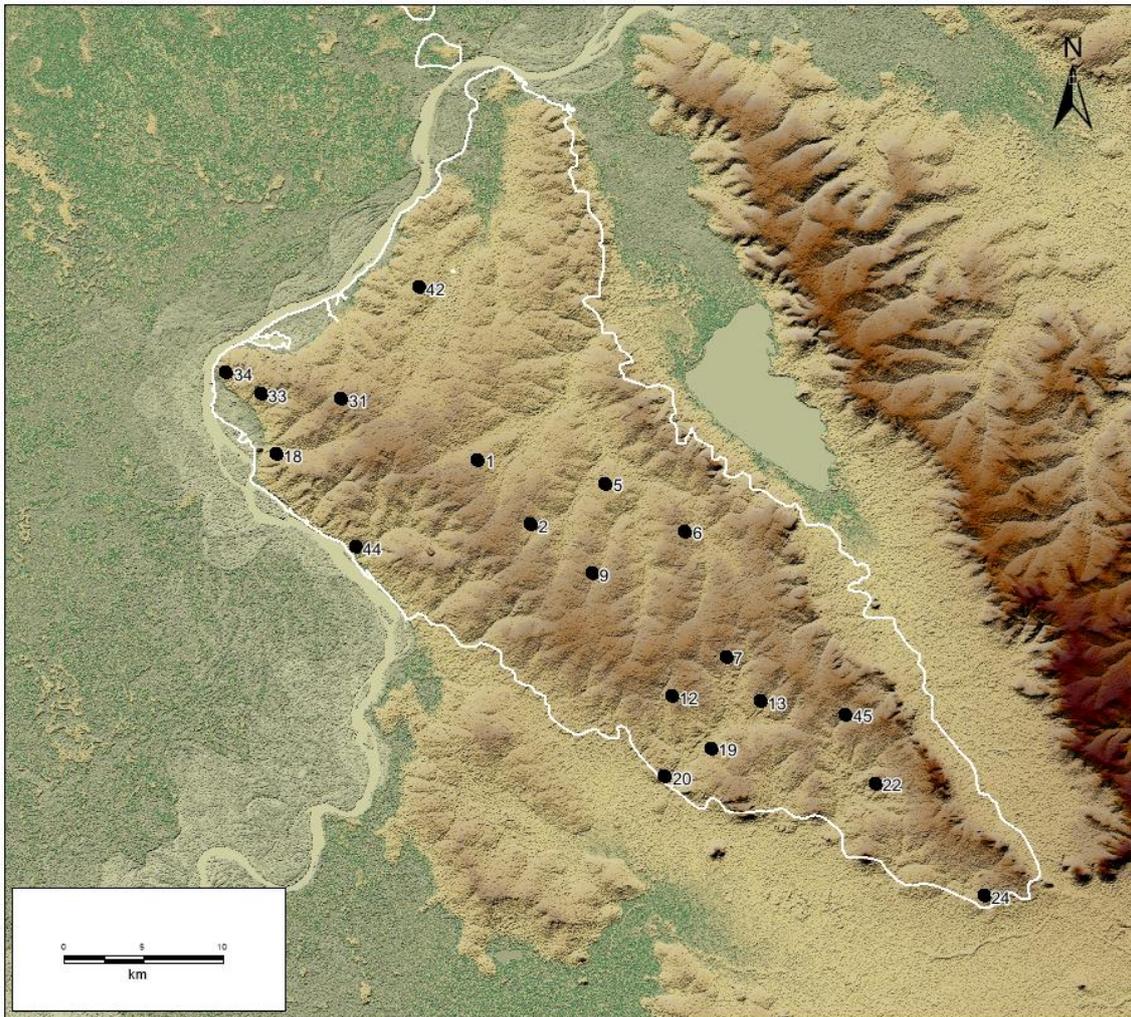


Figura nº89. Conjunto de puntos de control que presentan una buena correlación entre la precipitación y la evolución de los niveles piezométricos.

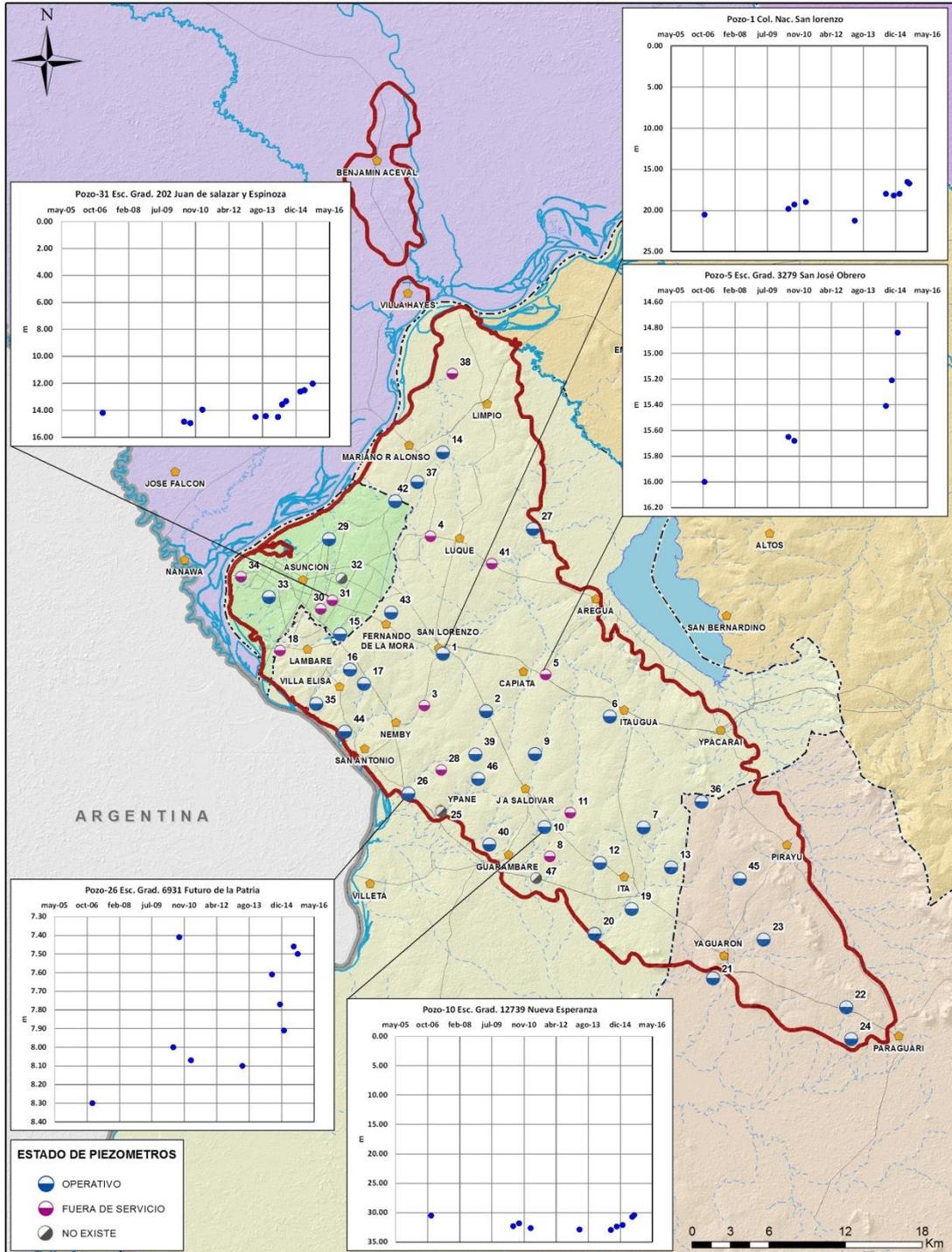
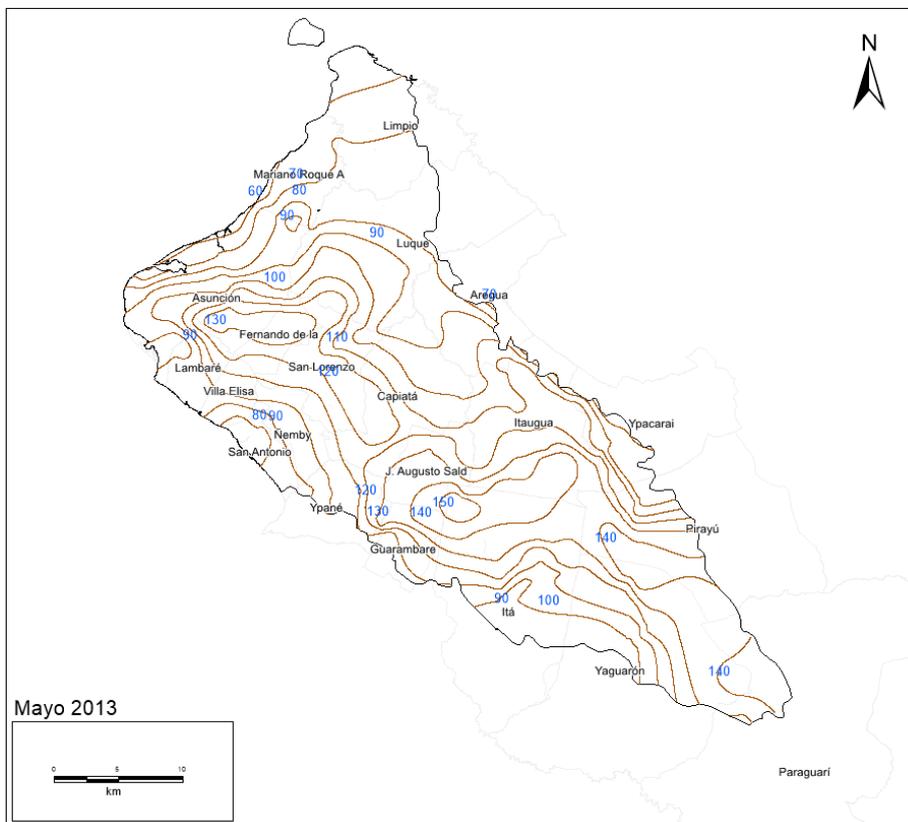
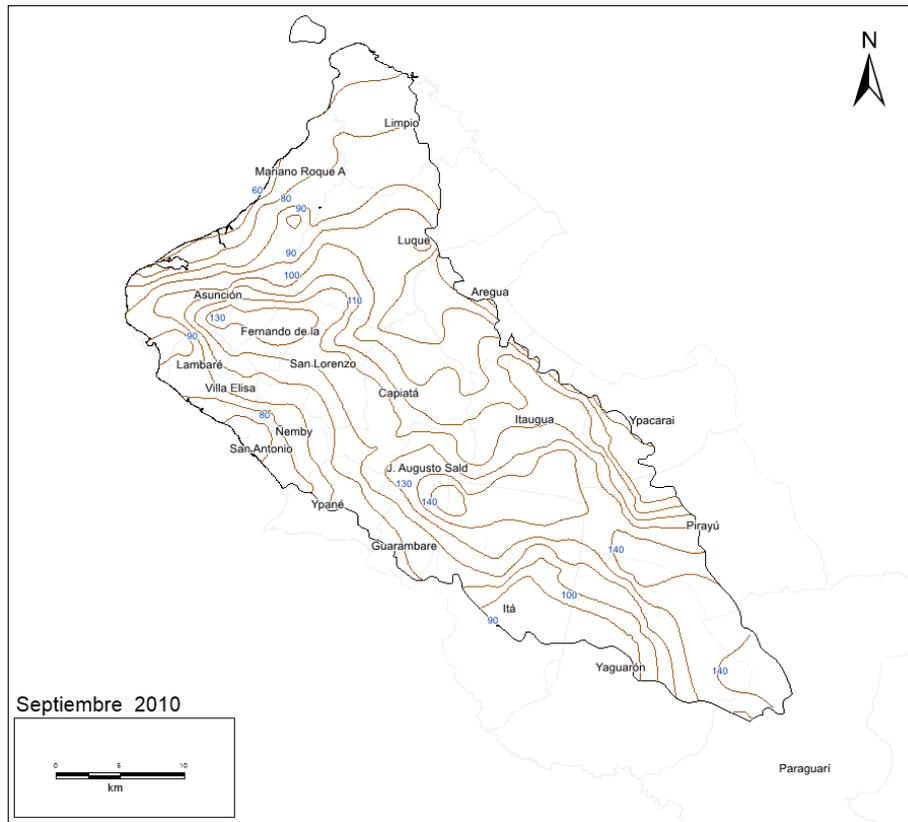
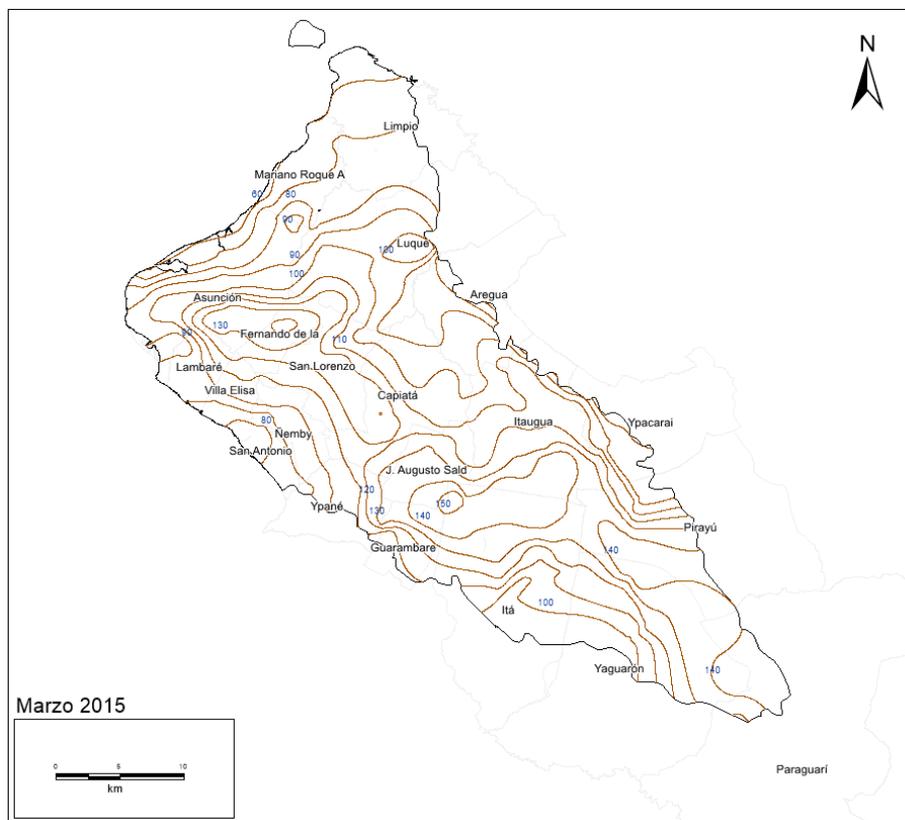
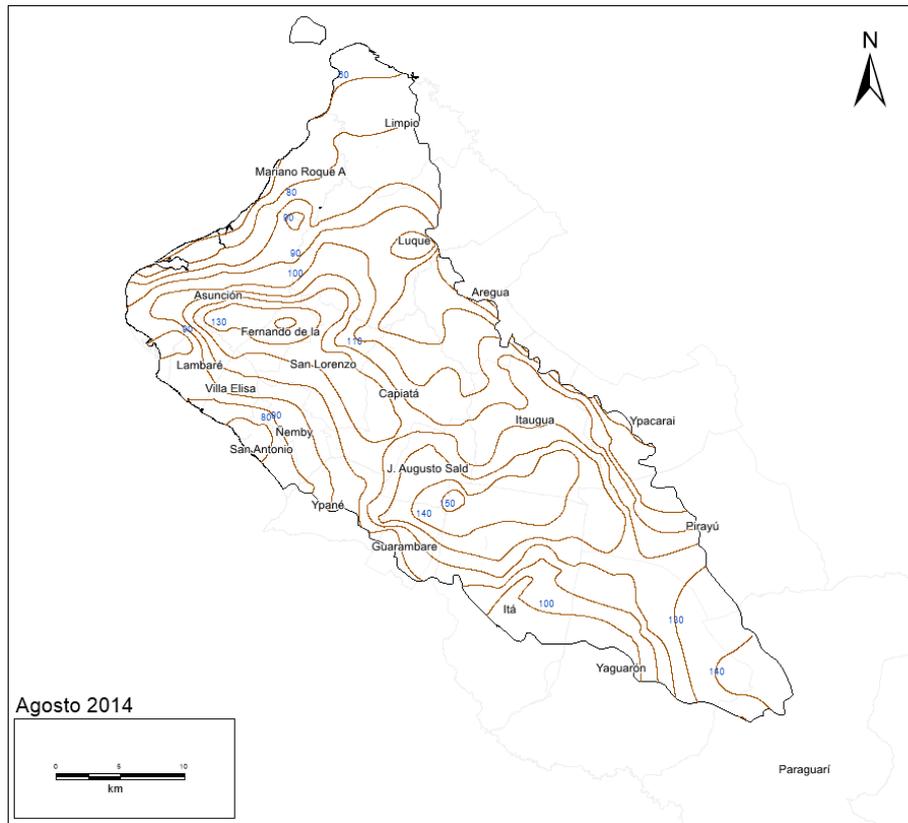


Figura nº90. Ejemplos de evolución de niveles piezométricos. Fuente: elaboración propia





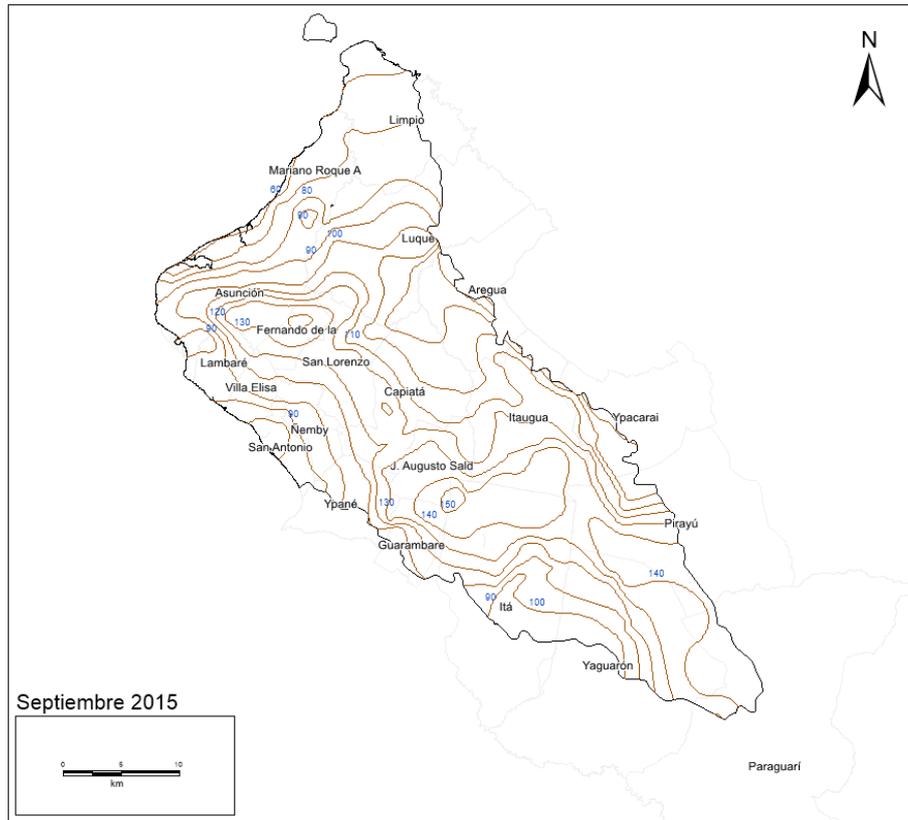


Figura nº91. Isopiezas en diferentes periodos. Fuente: elaboración propia

7 PRESIONES E IMPACTOS SOBRE EL ACUÍFERO PATIÑO

Se define como **presión** los resultados de todas aquellas actividades que pueden afectar el estado cualitativo o cuantitativo del agua subterránea. La identificación de presiones consiste básicamente en disponer de un inventario actualizado de las actividades que pueden afectar a los cuerpos de agua existentes.

Un impacto es el resultado de una presión sobre el estado previsto de un cuerpo de agua. A partir de las presiones significativas detectadas, se evalúa el impacto que éstas generan sobre la masa de agua.

7.1 Identificación de posibles presiones

Según su distribución espacial, las presiones pueden ser difusas o puntuales.

Las **presiones puntuales** son aquellas derivadas de actividades antrópicas en un lugar concreto como por ejemplo, la gestión de residuos sólidos (vertederos), residuos de aguas residuales, estaciones depuradoras, fugas de hidrocarburos y captaciones de agua.

Las **presiones difusas** abarcan un territorio más amplio y son más difíciles de concretar. Suelen ser derivados de las actividades agrícolas o bien proceder de fugas en colectores o alcantarillado.

Una presión se considera significativa si puede contribuir a un impacto sobre la calidad o la cantidad del recurso hídrico, en este caso, subterráneo.

En la siguiente tabla se muestran las presiones significativas que podrían encontrarse sobre las aguas subterráneas del Patiño.

Tipo de presión	Subtipo de presión	Impactos
Contaminación de fuente difusa	Ganadería y Agricultura	Aportación de nitrógeno, eutrofizantes (nitratos y fosfatos), pesticidas y herbicidas
	Aeropuertos y redes viarias	Herbicidas, hidrocarburos, plomo, PAHs
	Botaderos	Varios
	Drenaje de líneas de saneamiento	Nitrógeno, coliformes, cloruros
	Tejido urbano e industrial	Nitrógeno, hidrocarburos, sustancias derivadas de las actividades industriales
Contaminación de fuente puntual	Vertido de aguas urbanas	Coliformes, nitratos
	Vertimientos puntuales	Varios
	Vertimientos de industrias con residuos peligrosos	Varios
Extracción de agua		Descenso en los niveles
Intrusión salina		Presencia de cloruros, aumento de la conductividad

Figura n°92. Posibles presiones significativas identificadas en el acuífero Patiño

7.2 Presión sobre la calidad

7.2.1 Fuentes difusas

Tal y como se ha indicado anteriormente, las presiones difusas abarcan un territorio amplio y son más difíciles de concretizar que aquellas que son puntuales. Son fuentes difusas de contaminación la agricultura, la ganadería, los aeropuertos, vías de transporte, alcantarillado, zonas urbanas dispersas, zonas mineras y gasolineras.

A continuación se realiza un breve análisis de donde se centra este tipo de potenciales fuentes contaminantes en la región que abarca el acuífero Patiño.

7.2.1.1 Agricultura y ganadería

La agricultura y ganadería son una fuente potencial de contaminación de las aguas subterráneas.

A partir de los datos de uso de suelos obtenidos a partir del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA), elaborado entre 2012 y 2014, se ha limitado el área agrícola dentro del ámbito de estudio.

Por otra parte, y a partir de los datos georreferenciados que se han obtenido del estudio de Políticas y Manejo Ambiental del Agua Subterránea de Asunción actualizados con los datos del Censo Económico realizado en 2011 por la DGEEC, se han identificado todas aquellas actividades relacionadas con la agricultura y ganadería como son los viveros, granjas (chancherías, caballerías, avícolas), tambos y piscicultura.

Zonas Agrícolas: la infiltración de las aguas residuales agrícolas aporta nitrógeno, fosfatos y sustancias químicas diversas derivadas de los herbicidas y pesticidas.

Granjas de animales: las deyecciones ganaderas aportan cantidades importantes de nitrógeno, que además, se suelen utilizar de forma concentrada como fertilizante para la agricultura. Las purinas de las chancherías suelen ser un mayor foco de contaminación, mientras que las explotaciones avícolas generan una presión menor.

Viveros: los viveros son actividades agrícolas intensivas en las cuales se utilizan cantidades considerables de agua y fertilizantes. Además, en el caso de encontrarse muy concentrados podrían suponer una cierta presión sobre la cantidad.

Piscicultura: aportan efluentes con gran contenido en nutrientes (fósforo y nitrógeno)

En la siguiente figura se localizan las actividades mencionadas y se indican las áreas definidas con un uso agrícola.

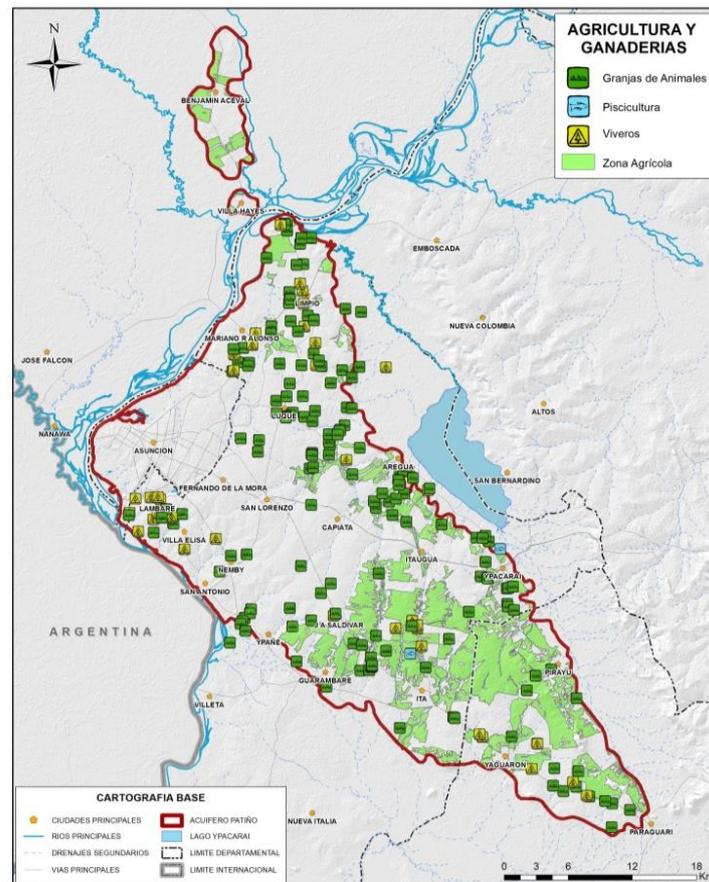


Figura n°93. Zonas de uso agrícola. Fuente: Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012, 2014) y datos estadísticos DGEEC

En la figura se observa que las zonas agrícolas representan el 21,2% del área total de estudio y se concentran en los distritos de Yaguarón, Itaugua, Pirayú e Itá (más del 70% de las zonas con uso agrícola se concentran en estos distritos). Por otra parte, también indican la presencia de actividades ganaderas en la zona de Limpio y Aregua, principalmente tambos y pequeñas explotaciones avícolas, que si bien su tamaño es mucho menor, las aportaciones de nitrógeno resultan más concentradas.

Estas zonas serían vulnerables a la aportación de nitrógeno y sustancias derivadas del uso de fertilizantes, herbicidas y pesticidas. No se tienen datos cuantificables para valorar el grado real de presión ya que no se conoce la cantidad de productos agrícolas utilizados.

Referente a la presión por nitratos ejercida por la ganadería, se puede realizar una estimación en base a los datos a nivel departamental obtenidos en el informe “Quinquenio 2010/2014: serie histórica por departamento y rubro agrícola-pecuario” (MAG/DGP/Unidad de Estudios Agropecuarios, Marzo 2015). Como aproximación a la cantidad de nitrógeno aportado por cada especie se han usado valores aportados por el Decreto 136/2009, de 1 de septiembre, de aprobación del Programa de actuación aplicable a las zonas vulnerables en relación con la contaminación de nitratos que proceden de fuentes agrarias y de gestión de deyecciones ganaderas (MAM, España, 2009).

Se han realizado los cálculos para los departamentos Central y Paraguari, obteniendo así los kg totales de nitrógeno producido por hectárea para cada uno de ellos.

	Número de cabezas	kg N/ha por especie	kg N producido
bovino	77.187,0	80,2	6.191.941,1
equino	2.184,0	63,8	139.339,2
ovino	2.031,0	4,5	9.139,5
caprino	1.801,0	3,6	6.483,6
porcino	16.615,0	8,5	141.227,5
aviar	11.369.138,0	0,5	5.684.569,0
	TOTAL Kg N en el departamento		12.172.699,9
	Ha totales del departamento		258.200
	TOTAL Kg N/ha		47,1

Figura nº94. Kg de nitrógeno producido por Ganadería en el departamento Central. Fuente: elaboración propia

	Número de cabezas	kg N/ha por especie	kg N producido
bovino	526.741,0	80,2	42.255.163,0
equino	16.424,0	63,8	1.047.851,2
ovino	24.753,0	4,5	111.388,5
caprino	3.826,0	3,6	13.773,6
porcino	46.722,0	8,5	397.137,0
aviar	1.408.950,0	0,5	704.475,0
	TOTAL Kg N en el departamento		44.529.788,3
	Ha totales del departamento		870.500
	TOTAL Kg N/ha		51,2

Figura nº95. Kg de nitrógeno producido por Ganadería en el departamento Paraguari. Fuente: elaboración propia

Si bien se trata de una aproximación ya que no se tienen una distribución distrital o con mayor detalle, en ninguno de los casos se alcanzan los 100 kg N/ha, considerado el valor a partir del cual la carga contaminante del nitrógeno ya resulta significativa.

La presión por ganadería es **baja**.

7.2.1.2 Aeropuertos y redes viarias

Las vías de transporte y aeropuertos son una fuente potencial de hidrocarburos, poliaromáticos, herbicidas y algunos metales pesados como el plomo. Son fuentes difusas ya que abarcan una parte amplia y no puntual del territorio.

En este rubro se consideran únicamente el aeropuerto y las vías principales, que se concentran especialmente en la zona urbana de Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora y Mariano R. Alonso, En el resto de municipios la densidad de redes viarias es mucho menor y la presión ejercida por estas es **baja**.

La ubicación de las principales redes viarias y aeropuerto se muestra en la siguiente figura:

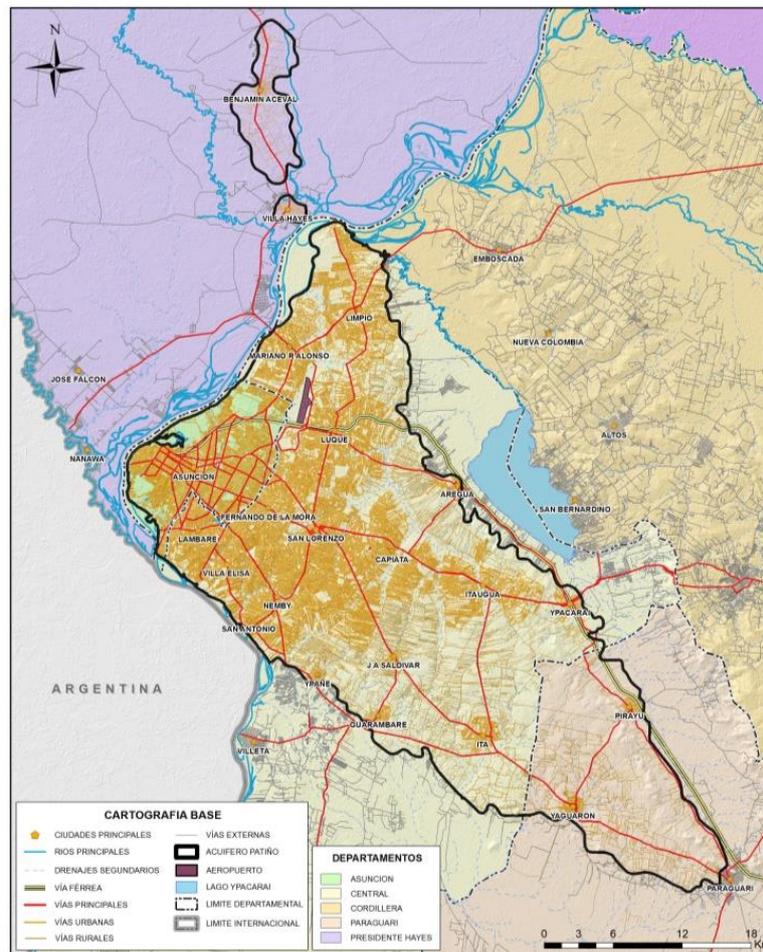


Figura nº96. Redes viarias y aeropuerto en el área del Acuífero Patiño. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SEAM.

7.2.1.3 Redes de drenaje y saneamiento

Las zonas urbanas y con actividades industriales suponen en mayor o menor medida una fuente difusa de contaminación para las aguas subterráneas debido al drenaje, escurrimiento y posibles fugas en su red de alcantarillado.

Para analizar la presión que ejercen se ha utilizado la información de usos de suelo obtenida a partir de la información del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción, elaborado entre 2012 y 2014. Se han seleccionado todas aquellas áreas de uso urbano residencial y urbano no residencial con uso comercial o industrial.

La presión que el drenaje, escurrimiento y posibles fugas desde núcleos urbanos puede ejercer sobre las aguas subterráneas, se estima en función del porcentaje de área ocupada por suelo urbano. Siguiendo como referencia los valores indicados en:

- Entre 10%-25%: presión baja
- Entre 25%-75%: presión moderada
- Más del 75%: presión alta

Los resultados obtenidos son los siguientes:

MUNICIPIO	AREA (ha)	AREA_URBANA (ha)	PORCENTAJE (%)	PRESIÓN
Aregua	8469,0	596,6	7,0	Baja
Asunción	11344,4	8547,5	75,3	Alta
Capiatá	8227,6	2408,9	29,3	Moderada
Fernando de la Mora	2077,5	1856,4	89,4	Alta
Guarambaré	2917,9	398,6	13,7	Baja
Itá	18141,1	2294,28	12,6	Baja
Itaugua	10654,2	1623,7	15,2	Baja
J. Augusto Sald.	3789,5	535,4	14,1	Baja
Lambaré	2391,4	1806,2	75,5	Alta
Limpio	9056,9	909,9	10,1	Baja
Luque	15284,3	3443,1	22,5	Baja
Mariano R. Alonso	3729,1	1142,0	30,6	Moderada
Ñemby	2524,7	1169,4	46,3	Moderada
Paraguarí	46205,5	345,7	0,8	Baja
Pirayú	17408,7	810,2	4,7	Baja
San Antonio	1927,2	770,7	40,0	Moderada
San Lorenzo	5668,0	3659,3	64,6	Moderada
Villa Elisa	1779,4	1026,3	57,7	Moderada
Yaguarón	23109,3	789,8	3,4	Baja
Ypacarai	9754,2	333,6	3,4	Baja
Ypané	4786,3	323,5	6,7	Baja

Tabla n°18. Porcentaje de área urbana residencial y no residencial con usos comerciales y/ industriales.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (2012-2014)

Los distritos de Asunción, Lambaré y Fernando de la Mora son los que presentan una mayor densidad urbana y por lo tanto los más susceptibles a la contaminación procedente de las aguas usadas, ya sea por filtración, drenaje o por fugas en la red de saneamiento.

7.2.2 Fuentes puntuales

Las fuentes puntuales son puntos potenciales de contaminación que se encuentran localizados en una zona en concreto.

Los datos utilizados para el análisis se han extraído, en su mayoría, del estudio “Mapeo de la Vulnerabilidad y Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Gran Asunción”, elaborado por Liz Baez L., Cynthia Villalba y Juan Pablo Nogués en marzo 2014 y del informe de “Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción” (2007).

A continuación se detallan las principales presiones antrópicas detectadas según su tipología y contaminantes aportados.

7.2.2.1 Estaciones de servicio

Las estaciones de servicio aportan básicamente hidrocarburos y poliaromáticos que pueden infiltrarse y llegar a las aguas subterráneas. Se generan entonces napas de alta y baja densidad (DNAPL y LNAPL).

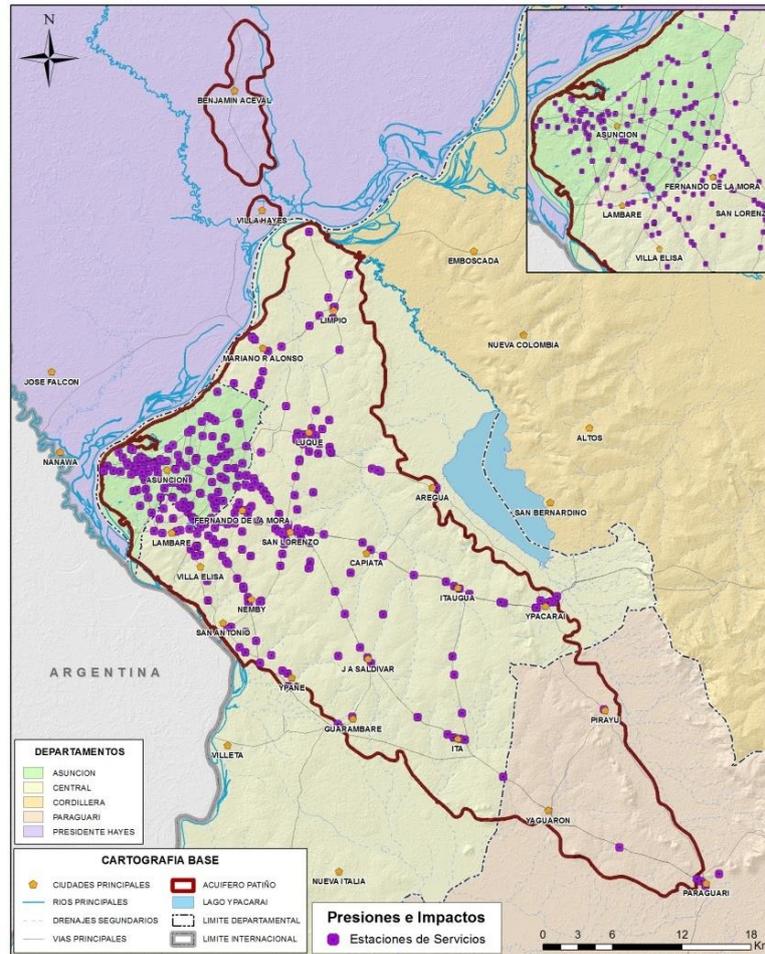


Figura n°97. Ubicación de las estaciones de servicio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos georreferenciados obtenidos del informe de “Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción” (2007)

Como se observa, las estaciones de servicio se concentran en las principales zonas urbanas y a lo largo de las principales vías de comunicación. Los municipios más vulnerables son Asunción, Lambaré y Fernando de la Mora.

7.2.2.2 Mataderos

Los mataderos son puntos de vertido que pueden aportar una carga biológica a las aguas subterráneas por la infiltración de sus efluentes si estos no se tratan de la forma adecuada. Son una de las principales fuentes de valores elevados de DQO y DBO, nutrientes, y además pueden ser un foco de posibles bacterias y virus.



Figura nº98. Ubicación de mataderos. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del informe de “Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción” (2007)

La densidad de mataderos es bastante baja y en ningún caso se concentran en una misma zona a excepción de una pequeña zona en el norte de Luque. Aunque no se dispone de datos concretos de volúmenes de aguas usados ni de gestión de las aguas residuales generadas, la presión que generan puede ser considerada como **baja**, aunque se deben controlar sus efluentes.

7.2.2.3 Talleres metálicos

A partir de los datos de uso de suelos obtenidos a partir del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA), elaborado entre 2012 y 2014 se han seleccionado todas aquellas actividades relacionadas con el trabajo con metales: herrerías, tornerías, talleres metalúrgicos y talleres electromecánicos. Suelen ser pequeños talleres o fábricas que pueden generar efluentes con contenido diverso en metales y no siempre son tratados de la forma adecuada.

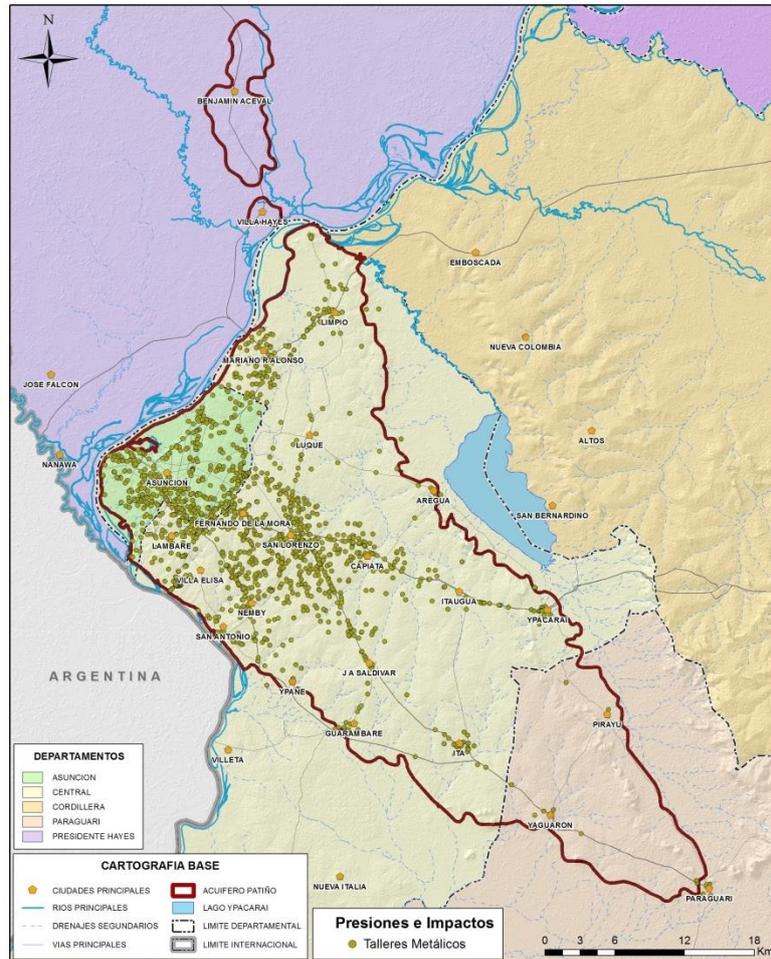


Figura nº99. Ubicación de actividades metalúrgicas, electromecánicas, herrerías y tornerías. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA) (2012-2014)

Lo que se observa en la figura es que este tipo de efluentes se centra en las zonas urbanas básicamente, siendo los distritos más vulnerables Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora, San Lorenzo y Mariano R. Alonso. No se dispone de datos cuantificables, por lo general son pequeños talleres cuyas aguas residuales constituyen volúmenes de agua poco importantes.

7.2.2.4 Fábricas

A partir de los datos de uso de suelos obtenidos a partir del Plan Estratégico Metropolitano de Asunción (PEMA), elaborado entre 2012 y 2014 se han seleccionado todas aquellas fábricas en activo que pueden tener algún efecto sobre las aguas subterráneas por filtración de aguas usadas sin el tratamiento adecuado.

Es difícil cuantificar la presión ejercida sobre las aguas subterráneas ya que no se tienen datos de los volúmenes de agua ni de la gestión realizada con las aguas usadas. La tipología de contaminantes aportados puede ser de diversa naturaleza dependiendo del sector de actividad, aunque por lo general se trata de pequeña industria.

En la siguiente figura se muestran las fábricas según tipología:

Fábricas de alimentación, embutidos, lácteos, aceites y grasas y productos similares. Estas industrias aportan una gran cantidad de carga orgánica. Generalmente, proteínas, hidratos de carbono, aceites y grasas son difíciles de descomponer.

Fábricas textiles y de artículos de cuero. Generalmente utilizan una gran cantidad de agua que al ser retorna contiene restos de tintes. También pueden aportar pequeñas cantidades de cromo, especialmente la industria del cuero, que puede llegar por filtración a las aguas subterráneas.

Fábricas de papel, cartón y madereras. Son grandes consumidoras de agua. La pulpa para fabricar papel y cartón puede aportar al agua subterránea aditivos, blanqueantes (generalmente derivados del cloro), carbohidratos, lignina, extractos, ácido acético, ácido fórmico y metanol, en concentraciones que dependen del tipo de madera usada como materia prima. Además, las aguas residuales del proceso suelen tener valores de DBO y DQO bastante elevados.

Fábricas Químicas, detergentes y productos de limpieza. Utilizan una gran variedad de productos químicos que pueden llegar por filtración a las aguas subterráneas si no se tratan adecuadamente. Pueden afectar al pH del agua y al contenido de nitratos y fosfatos.

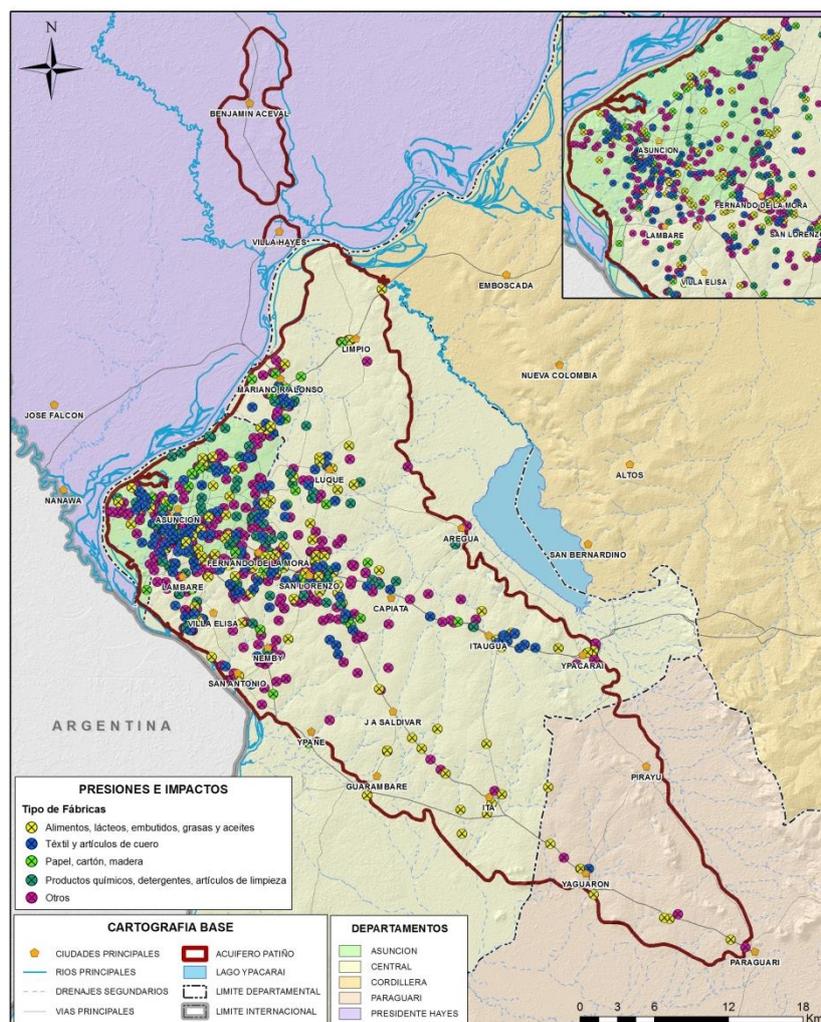


Figura nº100. Ubicación de fábricas. Fuente: datos georreferenciados obtenidos del informe de “Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas del Área de Asunción” (2007)

En la siguiente tabla se muestran las unidades económicas para cada distrito según los datos obtenidos del Censo Económico del 2011 elaborado por la DGEEC.

DISTRITO	Industrias totales	Alimentación	Textil/cuero	Papel/cartón/madera	químicos	km2	industrias/km2
Asunción	3692	368	684	126	88	113,44	32,54
Areguá	408	28	5	24	4	44,65	9,14
Capiatá	993	126	181	72	22	82,28	12,07
Fernando de la Mora	882	86	135	24	25	20,77	42,46
Guarambaré	79	19	16	0	0	24,54	3,22
Itá	406	36	97	37	0	120,90	3,36
Itauguá	474	41	230	20	6	99,09	4,78
Lambaré	720	73	129	24	17	23,91	30,11
Limpio	693	55	52	377	13	71,16	9,74
Luque	1323	118	328	172	32	109,17	12,12
Mariano Roque Alonso	517	25	151	22	7	37,29	13,86
Ñemby	394	50	93	14	10	25,25	15,61
San Antonio	179	25	47	5	4	19,27	9,29
San Lorenzo	1381	151	258	54	45	56,68	24,36
Villa Elisa	323	36	61	18	7	17,79	18,15
Ypacaraí	144	18	44	5	0	30,53	4,72
Ypané	117	8	19	12	4	28,50	4,11
J. Augusto Saldívar	116	25	22	8	0	37,90	3,06
Pirayú	62	4	47	0	0	67,00	0,93
Yaguaron	70	12	43	0	0	109,26	0,64

Figura nº101. Unidades económicas en el sector industria a nivel distrital. Fuente: Censo Económico 2011 (DGEEC)

Al igual que en los casos anteriores, la concentración de fábricas se concentra en las zonas urbanas, siendo los distritos con más unidades económicas por km² Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora y San Lorenzo. No se dispone de datos cuantificables, sin embargo se puede observar que la industria alimentaria se localiza mayormente en las zonas rurales mientras que el resto de industria tiende a concentrarse cerca de las zonas urbanas.

7.3 Presión sobre la cantidad

7.3.1 Prestadores de servicios

En Paraguay existen diversas modalidades de prestación de servicios de agua potable, dependiendo de las zonas de servicio. ESSAP S.A. es la principal prestadora de servicios en las zonas urbanas dando servicio a los distritos de Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora, Luque, San Lorenzo, Mariano Roque Alonso y parte de Villa Elisa, San Antonio y Limpio.

DISTRITO	Conexiones a 31/12/2012	Población servida (asumiendo 5 personas por conexión)
Asunción y Lambaré	178.596	892.980
Luque	12.869	64.345
San Lorenzo	13.481	67.405
Fernando de la Mora	23.330	116.650
Mariano R.Alonso	16.313	81.565
Limpio	195	975
Villa Elisa	1.693	8.465
San Antonio	1.004	5.020
TOTAL	247.481	1.237.405

Tabla nº19. Número de conexiones a la red de agua potable y alcantarillado sanitario por distrito.
Fuente: Anuario estadístico del año 2014 (DGEEC)

En las zonas periurbanas predomina la prestación por medio del sector privado, los llamados “aguateros”, que son pequeñas empresas que ofrecen servicios de agua potable a partir de sus propios pozos. Finalmente, las Juntas de Saneamiento que operan principalmente en las áreas rurales a partir de sus propios pozos.

En resumen, en el área del Acuífero Patiño como en Paraguay proveen el servicio de agua potable los siguientes prestadores:

- Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP SA), principal prestadora en los centros urbanos. Su principal fuente de agua es el río Paraguay aunque desde la década de 1980 ha operado una veintena de pozos productivos de gran diámetro, con una profundidad de entre 150 y 250 m.
- Aguaterías Privadas, predominantes en las zonas periurbanas. Generalmente cuentan con pozos de pequeño diámetro y profundidades de 80 a 120 m, que abastecen entre 100 y 600 conexiones, sobre todo en los municipios de San Lorenzo, Lambaré y Luque.
- Juntas de Saneamiento, que operan principalmente en áreas rurales con sus propios pozos.
- Otros (municipalidades, comunidades de vecinos, y otros)

Por lo tanto, la extracción de agua subterránea se centra prácticamente en las Aguaterías y Juntas de Saneamiento, siendo estas las que ejercen mayor presión sobre el Acuífero Patiño. El suministro procedente de ESSAP, es en su mayoría, de agua superficial

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las aguaterías y Juntas de Saneamiento que han sido extraídas del inventario de pozos incluido en la web www.estudiopatino.pol.una.py, donde se recopiló la información existente de pozos de Estudio de la Contaminación del Acuífero Patiño, Trabajo Final de Grado, Facultad de Ingeniería – UNA del año 2006, Base de datos Consorcio CKC-JNS y SENASA del año 2007 y Base de datos ERSSAN.

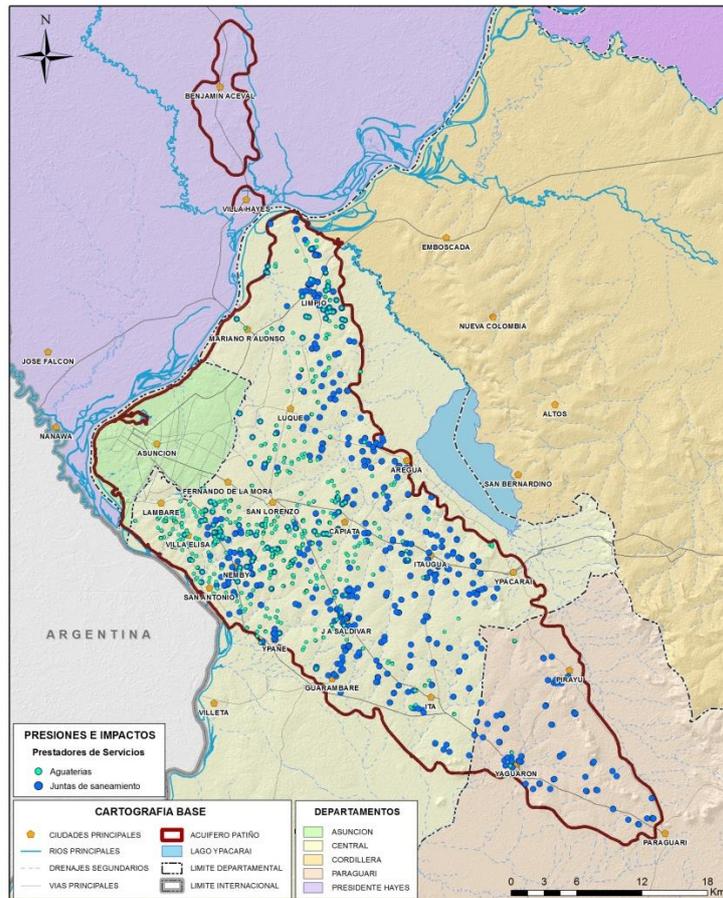


Figura nº102. Ubicación de las Aguaterías y Juntas de Saneamiento, principales presiones sobre la cantidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de www.estudiopatino.pol.una.py

7.3.2 Usos del agua

Dentro del área del Acuífero Patiño se consideran 3 usos del agua: poblacional, agrícola e industrial. El uso predominante es el poblacional ya que el desarrollo industrial aún es limitado y el área agrícola también es minoritaria frente al suelo urbano.

7.3.2.1 Uso poblacional

El uso poblacional es el que tiene más peso actualmente en el área de estudio y debe considerarse que está en aumento ya que según datos de la DGEEC la tasa de crecimiento anual es de cerca del 3% para las zonas urbanas y del 0,5% en las áreas rurales.

Para determinar la demanda referente al uso poblacional se han tomado los datos de población y proyecciones del Informe “Proyección de la población por sexo y Edad según distrito 2000-2025. Revisión 2015” elaborado por la DGEEC. Se analizarán los datos de los años 2007-2017 ya que es el periodo para el cual tenemos datos de niveles piezométricos y podremos así analizar la relación existente entre población y piezometría.

En la siguiente tabla se han recogido los datos de población desde 2007 hasta 2017.

DISTRITO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Asunción	531.831	531.701	531.389	530.895	530.227	529.433	528.528	527.497	526.408	525.294	524.190
Areguá	54.838	56.529	58.232	59.950	61.680	63.425	65.177	66.941	68.713	70.490	72.278
Capiatá	184.269	188.791	193.290	197.774	202.236	206.687	211.100	215.487	219.840	224.152	228.431
Fernando de la Mora	136.193	139.660	143.116	146.568	150.010	153.449	156.868	160.272	163.658	167.018	170.361
Guarambaré	22.251	23.322	24.427	25.568	26.746	27.963	29.216	30.508	31.839	33.208	34.618
Itá	60.870	62.508	64.146	65.786	67.427	69.070	70.709	72.346	73.979	75.606	77.229
Itauguá	75.805	78.409	81.045	83.719	86.427	89.173	91.947	94.755	97.592	100.456	103.350
Lambaré	142.137	145.432	148.700	151.947	155.170	158.375	161.543	164.682	167.787	170.851	173.884
Limpio	94.220	98.043	101.949	105.943	110.024	114.198	118.452	122.794	127.221	131.728	136.323
Luque	219.560	224.621	229.638	234.623	239.568	244.484	249.341	254.153	258.910	263.604	268.247
Mariano Roque Alonso	78.709	80.812	82.912	85.015	87.118	89.223	91.322	93.417	95.506	97.585	99.658
Ñemby	91.929	95.516	99.173	102.904	106.709	110.592	114.542	118.565	122.658	126.817	131.048
San Antonio	47.276	48.901	50.546	52.214	53.904	55.618	57.350	59.103	60.875	62.663	64.471
San Lorenzo	230.748	233.670	236.461	239.133	241.681	244.119	246.419	248.596	250.646	252.561	254.358
Villa Elisa	63.118	64.587	66.045	67.494	68.932	70.362	71.776	73.177	74.564	75.933	77.287
Ypacaraí	21.994	22.505	23.012	23.515	24.015	24.512	25.003	25.490	25.971	26.446	26.917
Ypané	33.469	34.987	36.548	38.154	39.806	41.507	43.252	45.045	46.885	48.772	50.708
J. Augusto Saldívar	43.938	44.868	45.787	46.695	47.592	48.480	49.353	50.213	51.060	51.891	52.709
Pirayú	16.567	16.672	16.780	16.890	17.002	17.118	17.236	17.356	17.478	17.601	17.727
Yaguarón	28.914	29.144	29.379	29.619	29.864	30.114	30.369	30.630	30.894	31.161	31.433
TOTAL											

Figura nº103. Población según distrito en el área de estudio. Fuente: Proyección de la población por sexo y Edad según distrito 2000-2025. Revisión 2015 (DGEEC)

Para el cálculo de la dotación de agua potable por habitante y día se han utilizado los datos del año 2012. Según los datos del Anuario Estadístico del año 2014 de la DGEEC, para ese año, la producción de agua potable por parte de la empresa ESSAP supuso un volumen anual de 130.587.569 m³ tan solo en el área del Gran Asunción. Ese volumen, según datos indicados en el mismo Anuario sirvió para dar abastecimiento a una población estimada de 1.237.405 habitantes (Tabla nº19).

Dividiendo el volumen de agua potable producido por los habitantes totales se obtienen una dotación **de 289,1 l/hab.día**, es decir, 105,5 m³/hab.año.

Partiendo de los datos de la población proyectada a 2017 (según cifras de la DGEEC), y considerando únicamente el porcentaje del municipio ubicado y dependiente del Acuífero Patiño, se obtiene el volumen de agua potable correspondiente al uso poblacional.

DISTRITO	Población proyectada a 2017	% de área perteneciente al Acuífero Patiño	Población dependiente del Acuífero Patiño	Demanda estimada (m ³ /año)
Asunción	524.190	100	524.190	55.319.558
Areguá	72.278	52,7	38.091	4.019.873
Capiatá	228.431	100	228.431	24.107.102
Fernando de la Mora	170.361	100	170.361	17.978.777
Guarambaré	34.618	84,0	29.079	3.068.806
Itá	77.229	63,7	49.195	5.191.716
Itauguá	103.350	93,0	96.116	10.143.449
Lambaré	173.884	78,6	136.673	14.423.568
Limpio	136.323	71,4	97.335	10.272.094
Luque	268.247	71,5	191.797	20.240.991
Mariano Roque Alonso	99.658	100	99.658	10.517.249
Ñemby	131.048	100	131.048	13.829.942
San Antonio	64.471	100	64.471	6.803.844
San Lorenzo	254.358	100	254.358	26.843.267
Villa Elisa	77.287	100	77.287	8.156.361
Ypacaraí	26.917	31,3	8.425	889.119
Ypané	50.708	59,6	30.222	3.189.431
J. Augusto Saldívar	52.709	100	52.709	5.562.560
Pirayú	17.727	38,5	6.825	720.266
Yaguarón	31.433	47,3	14.868	1.569.071
TOTAL	2.595.227	1.592	2.301.139	242.847.045

Figura nº104. Cálculo de la demanda poblacional en el Acuífero Patiño. Fuente: elaboración propia

La demanda total poblacional sería de **242,8 Hm³/año**, contabilizando tanto agua superficial como subterránea, ya que hay que considerar que ESSAP utiliza como fuente principal el río Paraguay y las Aguaterías y Juntas de Saneamiento extraen el recurso de pozos.

7.3.2.2 Uso Industrial

El uso de agua con fines industriales se puede estimar a partir del número y tipología de industrias dependientes el Acuífero Patiño. Sin embargo, no existe un registro del uso de agua con fines industriales.

Según el “Estudio de Uso industrial del agua en el acuífero Patiño” Tesis de Maestría FC y T – UCA elaborada por Rocío Ramírez en 2006, el consumo de agua para uso industrial en el área del acuífero Patiño era de 6,68 Hm³/año, aunque en su momento se consideró un volumen subestimado y se decidió adoptar **10 Hm³/año** como valor de referencia.

7.3.2.3 Uso Agrícola

Los datos de cultivos y volumen de producción agrícola se han extraído del informe “Quinquenio 2010/2014: serie histórica por departamento y rubro agrícola-pecuario” (MAG/DGP/Unidad de Estudios Agropecuarios, Marzo 2015). En la siguiente tabla se muestran los valores para los departamentos Central y Paraguari en el año 2014.

	Departamento central		Departamento Paraguari	
	Superficie de cultivo (ha)	Volumen de producción (ton)	Superficie de cultivo (ha)	Volumen de producción (ton)
Algodón	42	34	1.756	1.672
Arroz con riego	720	2.276	1.500	7.500
Caña de azúcar	3.320	165.679	23.909	1.332.469
Ka'a He'e	-	-	12	15
Maíz	833	1.574	10.596	30.310
Mandioca	1.331	12.800	15.118	168.264
Maní	80	51	1.642	1.168
Poroto	759	562	7.006	5.740
Sésamo	80	58	56	32
Soja	-	-	66	40
Tabaco	3	4	8	14
Tártago	-	-	12	9

Figura n°105. Producción agrícola en los departamentos Central y Paraguari. Fuente: Quinquenio 2010/2014: serie histórica por departamento y rubro agrícola-pecuario” (MAG/DGP/Unidad de Estudios Agropecuarios, Marzo 2015)

7.4 Conclusiones sobre las presiones

Tras el análisis realizado, se observa que las presiones antrópicas se concentran principalmente en las áreas urbanas. Los distritos de Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora, Mariano R. Alonso, Luque, son los más vulnerables a la contaminación potencial. Los distritos ubicados en la zona más oriental del acuífero soportan una menor presión antrópica y sus potenciales fuentes contaminantes son de origen agrícola y ganadero.

Los focos potenciales de contaminación suelen ser de volumen reducido aunque no tenemos valores cuantificables.

7.5 Impactos sobre la calidad

Se distinguen 2 tipos de impacto:

- **Impacto potencial:** es aquel que aunque no haya sido observado, puede ser posible o probable. El análisis de impactos potenciales puede resultar de ayuda cuando no se dispone de la información necesaria (bien porque la presión es reciente, o bien porque el impacto todavía no se ha manifestado).
- **Impacto comprobado:** es aquel que puede ser observado a través de las concentraciones de indicadores químicos y de la piezometría.

Por lo general, y como se ha observado en capítulos anteriores, existe un gran número de presiones sobre el área de estudio, especialmente sobre la zona urbana de Asunción y los distritos colindantes. Sin embargo, los resultados de las analíticas realizados no acaban de demostrar que exista una correlación directa de los contaminantes con las fuentes potenciales de contaminación analizadas. En este caso, hay que destacar que en muchas ocasiones las analíticas no se realizan de manera completa, es decir, no se “buscan” los contaminantes precisos en las zonas que reciben ciertas presiones. En ese sentido, los datos analizados en el capítulo de presiones e impactos serán un insumo importante a la hora de definir la red de control que será planteada en el Plan de Monitoreo que se elaborará en los próximos meses.

En el caso de la calidad química del agua subterránea, los impactos comprobados son:

- Presencia de cloruros en la zona más cercana al Chaco
- Ligeramente aumento progresivo del nivel de nitratos, principalmente en la zona más cercana al Chaco y cerca del lago Ypacarai
- Presencia de unos niveles de turbidez más altos de lo habitual.
- Presencia de coliformes totales y coliformes fecales

7.5.1 Distribución de cloruros

La distribución de los cloruros nos indica la evolución de una posible salinización del acuífero. Sin embargo no se disponen de datos confiables con los que poder seguir esta evolución, por lo que únicamente se cuenta con la situación monitoreada en el año 2010 en la red de control piezométrico. El único impacto comprobado es la presencia de cloruros en la zona más cercana al Chaco.

Los resultados que se obtengan durante el desarrollo de este estudio resultarán de gran utilidad para conocer el proceso y nos aportará información del comportamiento del acuífero.

7.5.2 Aumento de nitratos

El aumento de nitratos se localiza en las proximidades del Chaco, al norte de Asunción y, en menor medida, cerca del lago Ypacarai.

Los nitratos son elementos fácilmente incorporables a las aguas subterráneas ya que pueden proceder de diversas fuentes (aguas residuales, aguas de drenaje agrícola, vertidos de residuos sólidos, industriales...). Este aumento parece corresponder a la zona más urbanizada y con una mayor presión poblacional e industrial. En este sentido, la presencia de nitratos en concentraciones que llegan a superar los 100 mg/l pueden estar relacionados directamente con las aportaciones de aguas residuales no tratadas y posibles vertidos de actividades antrópicas no controlados.

También cabe resaltar que en la zona del Chaco han aumentado las conexiones domiciliarias en los últimos años. Es decir, el proveedor de agua potable pasa a ser ESSAP, cuya principal fuente de recurso es superficial y no subterránea. La consecuencia de este desarrollo es el abandono de algunos pozos que hasta hace unos años eran explotados. Esto puede generar varias consecuencias, por una parte, se explota menos recurso subterráneo, por otra parte, algunos de los pozos abandonados pasan a ser pozos ciegos, que pueden generar una fuente potencial de contaminación no controlada.

7.5.3 Presencia de turbidez y coliformes

Los problemas de turbidez y coliformes estarían relacionados con la disposición de aguas residuales, posibles fugas en las redes de alcantarillado y la utilización de algunos pozos obsoletos como pozos ciegos. Es destacable el hecho de que en alguna analítica, de forma puntual, se han detectado presencia de coliformes fecales, cuya procedencia son las aguas residuales de origen urbano.

En la actualidad se baraja un valor de 50% en fugas en la red de alcantarillado. El impacto potencial se produce en las zonas urbanas en expansión.

8 BALANCE Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL ACUÍFERO

8.1 Antecedentes

En el año 2001, con los auspicios de la Universidad Nacional de Asunción se realizó la investigación “Variación espacial de los Excesos y Déficit Hídricos en el Paraguay”, donde bajo la suposición de un suelo uniforme para todo el país se estableció una infiltración sub-superficial máxima de 100 mm. Con estas condiciones se estimó mensualmente y para un periodo de más de 20 años, los excesos y déficit hídricos para varias localidades del país. Estos excesos y déficit se obtuvieron a partir del cálculo de BH simplificado. El método no contempla parámetros no naturales. Determina los excesos y déficit hídricos por regiones del país.

Monte Domeq y Báez (2007) en el componente de Balance Hídrico del proyecto de Cooperación Técnica ATN/JC - 8228 – PR – SENASA - BID “ESTUDIO DE POLITICAS Y MANEJO AMBIENTAL DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE ASUNCIÓN” (ACUÍFERO PATIÑO) realizaron la elección de la metodología de aplicación para el cálculo del Balance Hídrico Integrado del acuífero Patiño (ver Figura nº106), porque responde fundamentalmente a la disponibilidad de datos para el cálculo de los diferentes componentes de la ecuación de balance.

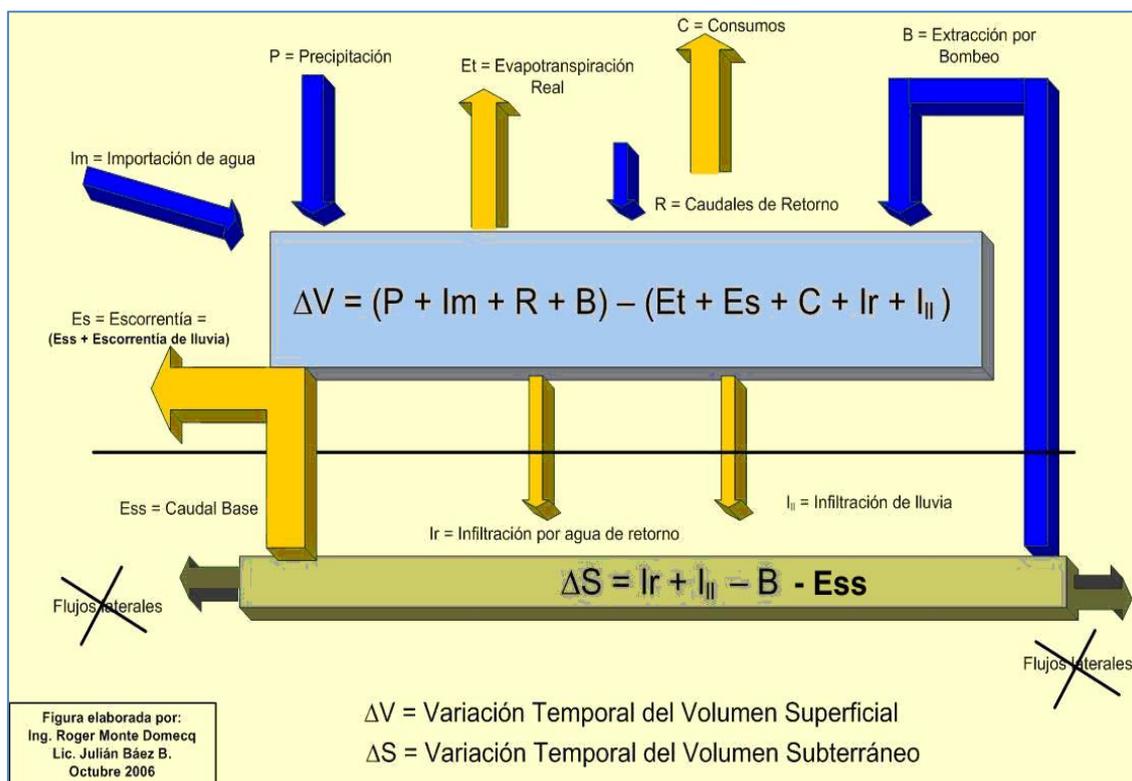


Figura nº106. Balance Hídrico Integrado (Balance Superficial + Subterráneo)

Para la aplicación de esta metodología consideraron los siguientes parámetros, desarrollándolo del siguiente modo:

Precipitación media: consideraron cuatro estaciones meteorológicas con series históricas de la región: Asunción (Aeropuerto Silvio Pettrossi), Caacupé (Instituto Agronómico Nacional, MAG), San Lorenzo (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, LIAPA) y Paraguarí. Con los datos de las cuatro estaciones, determinaron la precipitación media en el área del Patiño. La

precipitación media anual utilizada es la correspondiente a Asunción, 1388 mm/año, equivalente a 1624 Hm³ /año, observando que los extremos registrados son 811,1 mm/año en 1976 y 2330 mm/año en el año 1998, lo cual indica que existe una importante variabilidad interanual de la lluvia y que está asociada, por lo general, a la ocurrencia de eventos ENOS.

Evaporación y Evapotranspiración: Los métodos de cálculo de la ET realizados en este trabajo son: (i) Método de Thornthwaite y Matter; (ii) Método de Turc; (iii) Método de Penmann – Montith y (iv) Método de Blaney y Criddle. Los métodos (i) y (iv) fueron utilizados para calcular la ET en este estudio, mientras que los resultados de los métodos (ii) y (iii) fueron tomados del trabajo de Pastén y Armoa (2002). La literatura indica que el método de Penmann es el más preciso debido a que contemplan parámetros de radiación solar y de flujos de aire. En nuestro país, sin embargo, no existen suficientes observaciones que permitan determinar con exactitud la ETP por el método de Penmann. Pastén y Armoa, 2002, obtuvieron resultados con el método de Penmann asumiendo aproximaciones con los datos que limitan sustancialmente sus resultados.

La ETP calculada para la misma estación en el periodo 1961 – 2005 es de **1210 mm/año**.

Evapotranspiración real (ETr): En base a la determinación de la Evapotranspiración potencial, se determina la ETr utilizando el balance hídrico del suelo con capacidad de campo de 100 milímetros. Los datos utilizados, temperatura media mensual y precipitación total corresponden a la estación Silvio Pettirossi de Luque⁴ con registros mensuales entre 1961 a 2005. De esta forma, la ETr media anual calculada para la estación de Asunción en el periodo antes mencionado es de 1078,5 mm/año, que corresponde a 1264.4 Hm³ /año.

Escorrentía: Según el estudio de CITEC-FIUNA para la cuenca del arroyo Yukyry, los coeficientes de escorrentía para la cuenca son los siguientes: (i) Periodo Seco: 0,10; (ii) Periodo Húmedo: 0,16. Se adopta el promedio de ambos, por lo que el Coeficiente de escorrentía $C_e = 0,13$. En consecuencia, $0,13 \times 1388 \text{ mm/año} = 180,4 \text{ mm/año}$. El caudal de escorrentía de Lluvia Ell, para toda la cuenca del Patiño, determinado en base al C_e adoptado, es de 180,4 mm/año que equivale a 6,7 m³ /s y 211,6 Hm³ /año. De esta forma, la escorrentía total, caudal base más caudal producido por la lluvia es: $Es = 211,6 + 123 = 334,7 \text{ Hm}^3 \text{ /año}$, el cual representa el 20 % de la lluvia media del período de años considerados en el área, cuyo valor es 1624 hm³ /año (1388 mm/año).

Infiltración de lluvia: El cálculo de este parámetro, se realiza a partir del monitoreo hidrometeorológico de la cuenca del arroyo Yukyry que abarca el 30 % del área del Patiño. En base a los dos periodos, secos y húmedos, se adopta como Coeficiente de Esguerrimiento C_e , cuyo promedio es de 0,13 % de la precipitación media. La escorrentía $Ell = 0,13 \times 1388 \text{ mm/año} = 180,4 \text{ mm/año}$ que equivale a 211,6 hm³ /año. Por otro lado, para obtener la infiltración de lluvia, se utiliza la ecuación del balance hídrico superficial natural, sin considerar flujos subsuperficiales laterales para un periodo de un año: $P = ETr + Ell + I \text{ II}$ De donde $I \text{ II} = P - ETr - Ell \rightarrow I \text{ II} = 1388 - 1078 - 180,4 = 129,6 \text{ mm/año}$ (4,8 m³ /s), $I \text{ II} = 129,6 \text{ mm} = 152 \text{ Hm}^3 \text{ /año}$, valor que equivale al 9,4 % de la lluvia de la cuenca y es el adoptado para el cálculo del balance.

Como referencia y a efectos de validar el resultado anterior, se utiliza la precipitación real obtenida en el monitoreo hidrometeorológico 2005 – 2006, donde aplicando el método de las isoyetas para determinar la precipitación media, se obtiene un valor $P_m = 1200 \text{ mm/año}$:

$Ell = 1200 - 932 - 156 = 112 \text{ mm/año}$ (132 Hm³/año = 4,16 m³ /s), que equivale a 9,3 % de la precipitación media adoptada.

En consecuencia, con datos observacionales se determina que la infiltración es del orden de 10 % de la precipitación.

Infiltración de retorno, fugas, agua no contabilizada (ANC) y otros: en cuanto al Agua No Contabilizada - ANC -, definida como el agua que se pierde por las redes de distribución, se considera que solo el 50 % del mismo retorna al acuífero. El otro 50 % se pierde en las redes de alcantarillado, salidas en los arroyos, etc.

En resumen:

Infiltración de retorno (10 % de usos humano, agrícola, industrial y servicios) = 9,3 Hm³ /año
Infiltración de retorno del ANC (50 % de ANC) = 18,5 Hm³ /año.

Usos del Agua: según se ha detallado el apartado 7.3.2.1, la demanda poblacional se ha cuantificado en **242,8 hm³/año**.

El uso industrial, en consecuencia y a efectos del balance se asume un valor anual superior al registrado de 10 hm³ equivalente a 10.000.000 de m³ /año.

Consumo Agrícola: la superficie total cultivada registrada en el área del Patiño es de 12.642 ha, menos del 11 % del área del acuífero, lo cual confirma que en la actividad agrícola es reducida, frente a otras zonas del país (fuente: MAG). Finalmente, asumiendo una subvaluación en el registro de tierras irrigadas, se adopta como consumo suplementario agrícola 10 hm³ /año.

Caudales de Bombeo: Corresponde al volumen de agua extraído del acuífero a través de los diferentes sistemas de bombeo. Los datos recopilados corresponden al banco de datos del SENASA sumados a información complementaria obtenida por la actualización realizada en el marco del proyecto. Sin embargo, existe un sub-registro de la información específica relativa a los volúmenes de agua extraída, situación motivó analizar los diversos consumos como indicador del caudal de bombeo, utilizándose finalmente estos datos determinar indirectamente los volúmenes extraídos. Total, de Agua Subterránea Bombeada en el Acuífero 126 hm³ /año.

Importación de cuencas externas: De acuerdo a ESSAP se extrae, en promedio, del río Paraguay 9,3 millones de m³ al mes, equivalente a 112,8 hm³ /año. De esto, la importación neta que se bombea a la red pública es 8,8 millones de m³/mes, equivalente a 105,6 hm³/año.

Caudales de Retorno: Corresponde al porcentaje de agua residual de diferentes fuentes que ingresan al suelo. Comprende el porcentaje de uso humano, industrial, agrícola, servicios y las fugas de red (agua no contabilizada – ANC- de ESSAP y otras redes). Siendo el Total caudal de retorno 130,1 Hm³.

El balance hídrico integrado de 2005 y proyectado cada 5 años hasta 2035, realizado por los autores, se puede observar en la tabla nº20.

Item	Variables del Balance	2005	2010	2015	2025	2030	2035
Entradas							
1	Precipitación (P)	1624	1624.0	1624.0	1624.0	1624.0	1624.0
2	Importación de Cuencas Ext. (Im)	105.6	111.0	116.7	122.6	128.8	135.4
3	Retornos (Cons. H, I, A) (R)	93.6	101.2	122.2	143.1	164.0	185.0
4	Retorno de ANC (R1)	37.1	37.9	40.0	42.2	44.3	46.4
5	Bombeos (B)	126.0	154.1	182.4	210.7	238.9	267.2
Salidas							
6	Evapotranspiración Real	1265	1265	1265	1265	1265	1265
7	Escorrentía de caudal Base (Ess)	123	123	123	123	123	123
8	Escorrentía de lluvia (Ell)	211	224.7	238.2	251.7	265.3	278.8
9	Consumo Humano (Ch)	162.3	193.5	225.0	256.5	287.9	319.4
10	Consumo Industrial (Ci)	10	13.4	16.7	20.0	23.4	26.7
11	Consumo Agrícola (Ca)	10	16.6	23.3	30.0	36.6	43.3
12	Infiltración de retorno (Ir)	9.3	11.5	13.6	15.6	17.7	19.8
13	Infiltración de ANC (Ir1)	18.5	19.5	20.6	21.6	22.7	23.8
14	Infiltración de lluvia (I)	148	134.5	120.95	107.4	93.85	80.3
	V (Variación del volumen superficial)	29.2	26.5	39.0	51.6	64.6	78.0
	S (Variación del volumen subterráneo)	-73.2	-111.6	-150.3	-189.0	-227.7	-266.4

Tabla nº20. Proyección del Balance Hídrico Integrado hasta el año 2035. (Monte Domeq & Baez, 2007)

8.2 Resultados

Monte Domeq y Báez (2007) en base a este estudio de balance integrado del proyecto CKC/JNS, que se realizó a partir del monitoreo hidrometeorológico de la cuenca del arroyo Yukyry que abarca el 30 % del área del Acuífero Patiño, le otorgan un nivel razonable de confianza al comportamiento periódico de entradas y salidas de agua al sistema del Acuífero Patiño, estimando una infiltración de 10 % de la precipitación de lluvia al subsuelo, siendo la escorrentía total de 20 % de la precipitación y proyecta en el tiempo la variación de los volúmenes de agua tanto en la superficie como en el subsuelo (Figura nº107 y Figura nº108). Mencionando que dicho balance presenta indicadores de una **sobreexplotación creciente**.

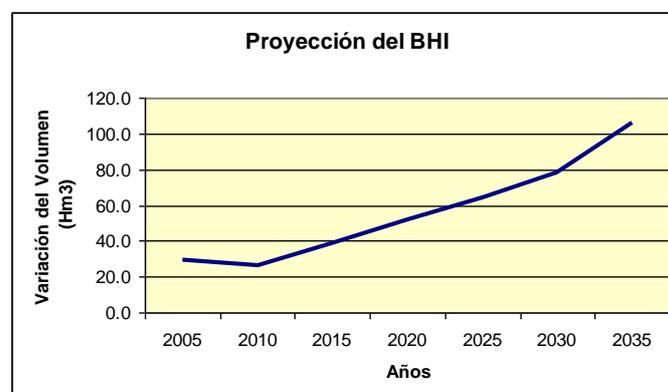


Figura nº107. Proyección de la evolución de ΔV (variación del volumen superficial hasta el año 2035)

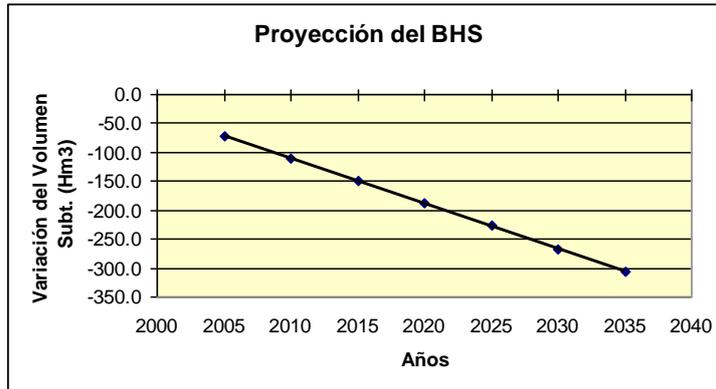


Figura nº108. Proyección de la evolución de ΔS (variación del volumen subterráneo) hasta el año 2035

El Balance Hídrico Integrado aplicado determina con un nivel razonable de confianza el comportamiento periódico de las entradas y salidas de agua al sistema Acuífero Patiño y proyecta en el tiempo la variación de los volúmenes de agua tanto en la superficie como en el subsuelo (Figura nº109).

Dichos autores alertan de que el plan de gestión del Acuífero Patiño debe necesariamente tener en cuenta la **afectación cuantitativa del agua subterránea**.

Manifiestan que el balance fue desarrollado con las limitaciones del caso, considerando la precipitación constante y valores de consumos humano, industrial y agrícola conservadores.

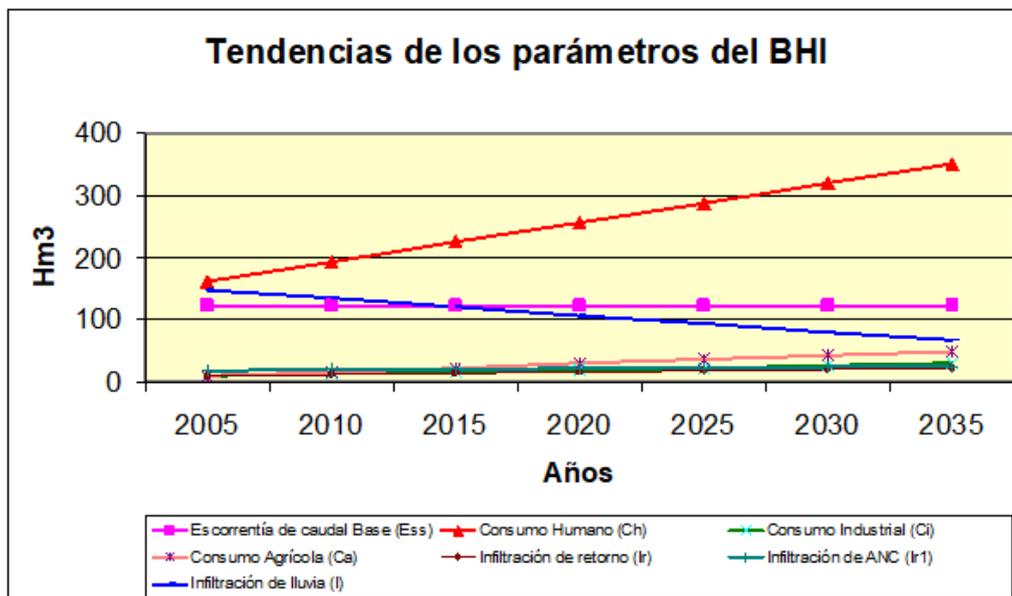


Figura nº109. Tendencias de los parámetros de consumo del Balance Hídrico Integral

El Proyecto SEAM/BID/INCLAM (2017) en base al análisis de las mediciones de niveles de agua de 2006 hasta 2017, esta última realizada por el equipo técnico de SEAM/INCLAM, observa que la tendencia del nivel del agua del Acuífero Patiño es de un leve ascenso (Figura nº110).

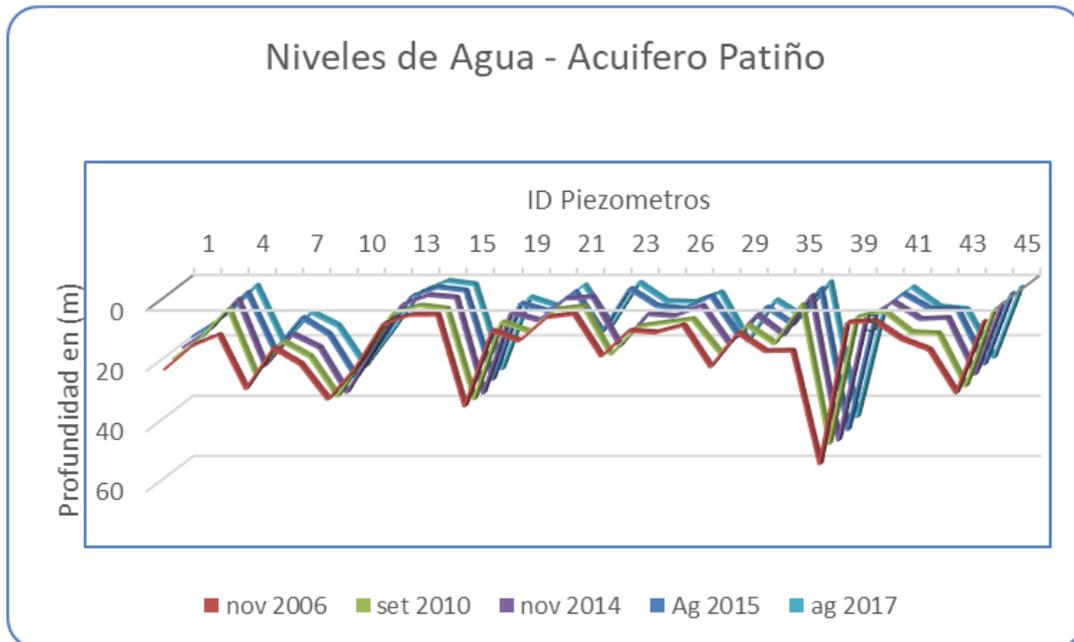


Figura nº110. Variación de niveles 2006-2017

Debido a estas observaciones, el proyecto revisará la metodología y los parámetros utilizados en el proyecto de CKC de 2007 en el balance hídrico integrado, actualizando datos y focalizándose en el balance hídrico subterráneo, como ser en:

- ✓ La valoración y/o coeficientes de algunos parámetros (infiltración, etc)
- ✓ La falta de parámetros (otros ingresos, otros volúmenes, etc)

Debido a ello el Balance Hídrico a efectuarse por INCLAM se estaría realizando a la par que el modelo numérico para ir calibrándolo con los datos actualizados y a generar, con el objetivo de tener parámetros calibrados y sensibilizados.

9 ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO

9.1 Recopilación previa de información

Antes de iniciar los trabajos se ha querido realizar una primera recopilación de los pozos ya existentes con el objetivo de saber qué información ya existe y que información resultaría de interés. De esta manera se pretende recabar datos, como las características de los pozos, caudales de extracción, usos del agua, etc... que aporten datos valiosos que puedan ser de utilidad en las fases posteriores.

En una primera aproximación, se ha recopilado la información disponible sobre pozos existentes, habiéndose encontrado 7 grandes grupos de información, aunque a medida que se han ido recopilando estudios esta información ha ido aumentando.

- ✓ Inventario de 1000 pozos realizado durante el desarrollo ESTUDIO DE POLITICAS Y MANEJO AMBIENTAL DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE ASUNCIÓN (2007), elaborado por CKC-JNS. **1014 pozos.**
- ✓ Banco Nacional de Datos Hidrogeológico del SENASA, dentro del marco del proyecto FEHS (Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SENASA). **951 pozos.**
- ✓ Red piezométrica de control, actualizada a 2016. Consta de **47 piezómetros.**
- ✓ Registro de pozos de SEAM, años 2011 a 2017. **140 pozos.**
- ✓ Listado de pozos de ESSAP. De los **80 pozos** listados solamente se tiene ubicación de 31 de ellos. El resto, al ser muy antiguos, no se dispone de datos.
- ✓ Listado de pozos perforados por la SENASA desde 2011 hasta la actualidad. Se tienen los datos de pozos perforados en todo el país. De los 379 listados, solo **29** están ubicados sobre el acuífero Patiño.
- ✓ Listado de pozos secundarios utilizados en el “Estudio Hidrogeológico del Acuífero Patiño” (Daniel H. García, 2016), dentro del marco del programa de modernización del sector agua y saneamiento PM-SAS. **31 pozos.**

A partir de estos estudios, se han identificado aquellos pozos que no disponen de información y son susceptibles a una caracterización adicional (estado, caudales de extracción, características...).

En segunda instancia, durante el desarrollo de los trabajos de campo se procederá al inventario de los pozos que se identifiquen en campo.

9.1.1 Planilla y protocolo para inventario

Para la realización de los trabajos de campo, se ha elaborado un protocolo específico y se ha creado una planilla de campo para facilitar y sistematizar la tarea del técnico de campo. El protocolo y la planilla de campo se incluyen como Anexo 2.

Este documento constituye un documento guía que expone los detalles principales que pueden intervenir durante el proceso de inventario y/o monitoreo. Cabe resaltar que es importante el buen criterio del muestreador el que, en cada caso particular, tendrá en cuenta los aspectos que considere más necesarios en función de las circunstancias hidrológicas y objetivos del muestreo.

9.1.2 Trabajos de campo

Se planificaron una serie de rutas siguiendo las pautas que se han descritos en los apartados anteriores.

Las condiciones climáticas han facilitado las visitas a los pozos y los trabajos se han llevado a cabo sin dificultades. Además, la recepción de los propietarios de los pozos ha sido favorable, las personas se muestran dispuestas a brindar datos y permitir las fotografías

Durante cada visita se ha completado la planilla de campo elaborada a tales fines, completando toda la información de características del pozo que ha sido posible completar. Se ha conversado con los propietarios y se ha recopilado aquella información que se ha considerado relevante incluir. Se han incluido varias fotos del pozo y del lugar y se ha incluido una figura de ubicación.

Estudio de Recursos Hídricos y Vulnerabilidad Climática del Acuífero Patiño												
Fotografías												
Esquema de ubicación												
Datos generales												
Nº muestr	004		Nombre del pozo	FDM-17								
Propietari	Petalí S.A.											
Dirección	Del Carmen e Don Bosco y Cnel. Pampliega (Paralela a Acaray)											
Fecha	31/7/2017		Departamento	Central								
Hora	15:31		Distrito	Fernando de la Mora								
UTM X	446837		Foto	<input checked="" type="checkbox"/> Sí								
UTM Y	7200052											
UTM Z												
Observaciones:												
<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>												
Características del pozo												
Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Piezometro		Tipo de pozo	<input checked="" type="checkbox"/> Entubado								
			Material									
			Diametro	6pulg								
			Tipo entubado	PVC								
Año de construcción			Estudio Hidrogeológico?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No								
Años en uso												
Nivel del agua (m)	1 m		Dinámico	<input type="checkbox"/> Dinámico <input checked="" type="checkbox"/> Estático								
Profundidad total	70 m											
Uso del agua	Para todo uso.											
Volumen extraído												
Presencia de bomp	<input checked="" type="checkbox"/> Sí											
Características de la bomp	2HP											
Caudal de bombeo	4000 L/H											
Existencia de datos históricos de nivel o calidad												

Figura nº111. Ejemplo de planilla de campo completada. Fuente: inventario de pozos agosto 2017



Figura nº112. Ejemplos de pozos visitados durante el inventario (agosto 2017)



Figura nº113. Ejemplos de pozos visitados durante el inventario (agosto 2017)

9.1.3 Análisis general de la situación de los pozos

De los pozos visitados hasta el momento, se pueden extraer las primeras conclusiones relacionadas a las características de los pozos.

Las profundidades de los pozos visitados son muy variadas. La gran mayoría tienen una profundidad entre 50 y 100m. El 25% de los puntos visitados supera a los 100m y tan solo el 7% no llega a los 50m de profundidad.



Figura nº114. Profundidades de los pozos visitados.

De los puntos visitados es resaltable la cantidad de pozos que actualmente están fuera de servicio. En total, 32% de ellos no están en funcionamiento a fecha actual.



Figura nº115. Pozos fuera de servicio

9.2 Visita de pozos de la red de control

Como parte del estudio “Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de las Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción” elaborado por el consorcio CKC-JNC fueron perforados en total 47 (cuarenta y siete) pozos piezómetros de 20mts, 30mts y 50 metros y algunos hasta 55 metros de profundidad.

El criterio tomado para la distribución espacial de los pozos fue el de utilizar las diferentes cuencas hidrográficas de la zona del acuífero Patiño como áreas de estudio y distribuir los pozos en las cuencas: alta, media y baja, y a mayor tamaño de cuencas se colocaron más cantidad de pozos. Estos pozos fueron perforados ubicándolos estratégicamente en las escuelas y colegios de los Departamentos Central y Paraguarí en el área que ocupa el Acuífero Patiño.

El diámetro de perforación fue de 6” de diámetro y encamisado de 85 mm de diámetro con tubería rígida de PVC. Los tubos tienen una longitud de 6 metros y en la porción inferior se encuentran colocados los filtros y en la longitud restante la tubería ciega. Además, se realizó un sello sanitario hasta los 10 metros de profundidad.

Entre Julio - Agosto del 2017, a solicitud de la SEAM, el Consorcio INCLAM HQA, en el marco del Proyecto BID PR - T1207, a través de la Firma local HIDROCONTROL S.A., presto apoyo logístico a técnicos de la DGPCRH para la revisión de los 47 piezómetros, verificando el estado de situación en que se encuentran los mismos, tomando el nivel del agua y fotos de cada pozo con su área de influencia.

De los piezómetros visitados y verificados, la situación es la siguiente:

- ✓ 30 (treinta) Piezómetros están operativos, y se realizaron el cambio de candado, la medición de Nivel estático y la profundidad de los 30 (treinta) piezómetros que son :1, 2, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 33, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 44, 45 y 46.
- ✓ 12 (doce) Piezómetros, que están fuera de servicio, No Operativos, actualmente no se realizó el cambio de los candados en los siguientes piezómetros: N° 3, 4, 5, 8, 11, 18, 28, 30, 31, 34, 38 y 41, los mismos presentan taponamiento mayormente con basura y en algunos casos falta colocarle la tapa metálica en los pozos. De estos, los piezómetros 4 y 41 están con obstrucción posiblemente de raíces de árboles de la zona, ambos tienen candado nuevo.
- ✓ 3 (tres) Piezómetros, los números 25, 32, y 47, no se encuentran físicamente.
- ✓ 1 (uno) Piezómetro con sensor remoto el N° 17, se encuentra con doble candado y son nuevos.
- ✓ Anomalía: El piezómetro N°39 presento un nivel estático muy bajo (46,15m), siendo la profundidad del pozo según los datos de perfil de 55 m.



Figura nº116. Ejemplo de pozos no operativo por basura o runas (pozo nº3 y nº34). Fuente: visita de campo agosto 2017

En la siguiente figura se muestra el estado actual de la red de control piezométrico tras la visita realizada durante el mes de agosto de 2017.



Figura nº117. Estado actual de la red de control piezométrica. Fuente: elaboración propia a partir de la visita realizada en agosto 2017

9.2.1 Recomendaciones

Como conclusión a la visita realizada, se realizan una serie de recomendaciones a fin de recuperar la operatividad de la red.

- ✓ Reactivar el Monitoreo de los 30 (treinta) pozos piezómetros que están en buen estado operativo;
- ✓ Se recomienda la gestión interinstitucional de la SEAM, con SENASA/MSPBS y el MEC para realizar la reparación de los piezómetros dañados;
- ✓ Se recomienda reactivar el Convenio de cooperación Interinstitucional entre SEAM/SENASA/MEC;
- ✓ Se recomienda impartir la educación ambiental a los actores locales y mantener a los Colegios y Escuelas en permanente comunicación del avance y resultados del proyecto;
- ✓ Complementar el cambio de candado en los piezómetros que requieran.

10 RESUMEN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La recopilación y análisis de la información que se ha realizado en este apartado es un insumo esencial para la generación de las fases siguientes de este proyecto.

En base al inventario realizado se localizaran los nuevos puntos de control que se deberán incorporar a la red de control existente e incorporado durante la incorporación del plan de gestión.

La información recopilada relacionada con las características físicas del acuífero y los datos hidroclimáticos son la fuente de información necesaria para poder realizar el modelo de hidrogeológico.

Temiendo en consideración las etapas necesarias para construir un modelo hidrogeológico (Kresic, 2007), se pueden resumir de la siguiente forma:

- Construcción de un modelo conceptual que explique el funcionamiento del acuífero desde el punto de vista hidráulico, conocer el comportamiento hidrológico de la zona, con la finalidad de caracterizar la recarga del acuífero.
- Selección de un modelo de simulación numérica que se adapte bien a las necesidades del análisis a realizar.
- Definición de la geometría del modelo. Extensión vertical y lateral a ser modelada definida por su contorno, tipo de malla y las diferentes capas a modelizar.
- Parámetros hidrogeológicos de entrada y parámetros de transporte. Conductividad hidráulica vertical y horizontal, porosidad efectiva, coeficiente de dispersión entre otros.
- Definición de las condiciones de contorno que condicionan el flujo de agua, o directamente lo causan. Jugando un papel importante en el desarrollo del conjunto del modelo.
- Definición de las condiciones iniciales del modelo, niveles de energía iniciales del modelo y distribución de las concentraciones de contaminantes distribuidos en la zona de dominio del modelo.
- Definición de los elementos que presionan al acuífero tanto desde el punto de vista hidrológico o hidráulico, como sobre la calidad.

Una vez construido el modelo es necesario poder realizar su calibración, la cual se realiza mediante los datos recogidos en campo y almacenados en las diferentes bases de datos.

- Niveles de agua subterránea registrados en la red de control.
- Registros de agua relacionados con el contorno, como son caudales en ríos.
- Concentración de la contaminación medida en la red de control y los lugares.

Siguiendo este orden de necesidades, en este documento se ha definido el **modelo conceptual** del acuífero – ver capítulo 6-, en el que se han definido las líneas principales d flujo, donde se producen las descargas del acuífero y determinando las principales zonas de recarga, como son las principales zonas de cabecera. Toda la información está recogida en una base de datos

georeferenciada que permite hacer consultas y recabar la información necesaria para construir el modelo numérico.

El capítulo 5.6 se han recogido los datos existentes relacionados con la **geometría del acuífero**, las conductividades hidráulicas y las los coeficientes de almacenamiento. Los límites del acuífero están bien caracterizados gracias a las diferentes campañas de identificación geológica realizadas. Los parámetros hidráulicos disponibles para caracterizar el acuífero están extraídos de forma mayoritaria de pozos perforados a profundidades y zonas de admisión similares. En base a esos datos se representa un acuífero libre, en el que existe una formación dominante en él, compuesto por arenas y areniscas de permeabilidad moderada, el resto de materiales identificados en el apartado de geología no presentan unos parámetros hidráulicos. En relación al coeficiente de almacenamiento, únicamente se dispone de un dato calculado en el marco del estudio “estudio de políticas y manejo ambiental de aguas subterráneas en el área metropolitana de asunción” (acuífero Patiño) (Consortio CKC-JNS, 2007). Por tanto en base a la litología existente y este único dato se puede hacer una estimación para el conjunto del ámbito que abarca el acuífero. Los parámetros relacionados con los coeficientes de dispersión de los solutos analizados serán obtenidos a partir de referencia bibliografía existente para cada tipología de iones disueltos.

Las condiciones de contorno están definidas en base a la explicación del comportamiento del acuífero en capítulo 6, donde se define un acuífero que drena por todo su perímetro, en el Este hacia el lago Ypacaraí, En Sur hacia las llanuras adyacentes y en el Norte y Oeste drena hacia el río Paraguay. En el interior del acuífero, se drenan sobre los cursos principales como es el caso del Río Yukyry donde estos cursos en todas las épocas del año se comportan como efluentes.

La evolución de los niveles y de calidad vendrá definida por las entradas que se le asignen acuífero a lo largo del tiempo, es este apartado probablemente uno de los que mayor incertidumbre tienen asociado. La recarga por infiltración directa de agua de lluvia vendrá definida mediante la aplicación de un modelo lluvia – escorrentía. Para construir ese modelo se utilizará los datos climáticos recogidos en el apartado 5.2, donde existen dos estaciones con datos diarios de temperatura y precipitación como son la de Aeropuerto y la de Paraguarí que recogen adecuadamente la distribución espacial y temporal estos dos parámetros primordiales. Además de esta información se cuenta con los datos de tipo y uso de suelo y el Modelo Digital del Terreno, de 30 metros de paso de malla que será utilizado para construir el modelo con las subcuencas que se muestran en el apartado 5.3. Por tanto se considera que se cuenta con la información necesaria para construir el modelo de aguas superficiales que se utilizará como condición de contorno del modelo de aguas subterráneas.

En el caso del resto de fuentes de información relacionadas con la recarga de agua sobre el acuífero, hay que tener presente el elevado grado de incertidumbre asociado a su determinación, los retornos o pérdidas de las redes de distribución de agua, la descargas directas al medio son difícilmente cuantificables y estarán sujetas a una análisis crítico durante el proceso de generación del acuífero, todas estas cuestiones están ampliamente detalladas en el apartado 8. del documento donde se realiza un análisis crítico sobre los datos existentes y los balances realizados en estudios antecedentes.

Las condiciones de contorno de río, también están sujetas a incertidumbres importantes, en el caso del río Yukyry únicamente se dispone de registro de caudales de una época que abarca únicamente 3 años. En el caso del resto de cursos, que drenan cuencas de inferior superficie no se disponen de datos en continuo y, se tienen datos puntuales que pueden servir para poder alcanzar interpretaciones considerando caudales medios.

Las presiones existentes sobre la calidad del agua sirven de base para poder estimar la concentración de las descargas en el medio que después se infiltran sobre el acuífero, en base a la tipología de industria y de vertido se estimarán las concentraciones de estas descargas. La información referente a las descargas en el medio se describe en el 7.5

En este sentido cabe decir que existe una gran incertidumbre sobre el interacción entre el flujo de agua del acuífero Patiño y la zona del Chaco, es extraordinariamente importante poder conocer de la mejor forma posible el funcionamiento de esta zona y saber dónde se sitúa la interfase agua dulce, agua salada. Poder conocer los niveles y la calidad del agua es necesario para poder realizar una adecuada interpretación sobre los resultados. A su vez se podrá plantear en las zonas de intrusión realizar unos perfiles de conductividad que permitan identificar la localización precisa de la cuña de intrusión.

Las condiciones iniciales del acuífero serán definidas en base a los datos de nivel y calidad de agua más antiguos disponibles de esta forma para poder simular el comportamiento del acuífero a lo largo del tiempo. Existe la posibilidad de intentar realizar una primera simulación en estado estacionario y calibrar esta situación con una situación en este régimen. y considerar esta situación como condición inicial para el resto de casos.

La situación del acuífero Patiño está condicionada de forma importante por las elevadas presiones antrópicas que sufre. El acuífero abarca parte de la superficie urbana de Asunción y su área metropolitana, provocando un claro deterioro de la calidad de agua. Los vertidos incontrolados de tipo urbano e industrial dañan ostensiblemente este recurso estratégico que es utilizado de forma mayoritaria para uso doméstico.

Además, los bombeos continuados a lo largo del tiempo han condicionado los niveles y los flujos existentes y la relación con las masas de agua adyacentes en los límites del acuífero, pudiendo agravar el problema de la calidad del acuífero favoreciendo previsiblemente el proceso de intrusión salina que se está produciendo producto del contacto con el acuífero del Chaco en una área importante.

Esta situación ha llevado a las autoridades del Paraguay a estudiar el acuífero en repetidas ocasiones, generando una valiosa información antecedente que sirve de base para poder comprender el estado actual del acuífero y su evolución. En este mismo sentido desde la Secretaría del Ambiente (SEAM) se ha promovido el estudio PR-T1207 “Estudio de Recursos Hídricos y Vulnerabilidad Climática del Acuífero Patiño”. Financiado por el AECID a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que tiene como objetivo último generar un plan de gestión del acuífero que garantice la sostenibilidad futura del acuífero.

En esta primera etapa del estudio se realiza un diagnóstico donde se recoge toda la información antecedente, se analiza y realiza una primera caracterización del estado del acuífero, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Toda la información recogida en este apartado es el principal insumo a tener en consideración en las fases siguientes del estudio, poniendo un énfasis especial en la generación del modelo numérico

orientado a simular el comportamiento del acuífero y conocer su potencial en base a diferentes escenarios futuros.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la recopilación y análisis de la información se pueden extraer un conjunto de conclusiones que identifican la situación actual del acuífero, de forma resumida las principales conclusiones de este primer análisis son las siguientes:

- La gestión y buen gobierno del acuífero presenta un conjunto de dificultades debido a la ausencia de una cultura relacionada con la gestión del agua y la existencia de multitud de entidades públicas y privadas que inciden en la gestión del agua dificultando una actuación coordinada que persiga objetivos comunes.
- Se ha realizado una caracterización física y química del acuífero que persigue recopilar toda la información necesaria para poder realizar las siguientes fases previstas y conocer el funcionamiento regional del acuífero y su estado actual tanto desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo.
- Se ha recopilados las principales variables climáticas necesarias para poder definir el comportamiento hidrológico e hidrogeológico de la cuenca. Las variables principales son la precipitación y la temperatura. La información analizada se ha centrado en recoger y analizar los datos de las estaciones meteorológicas cercanas a los límites del acuífero, de este análisis se aprecia que las estaciones del (Aeropuerto y Paraguari) presentan datos a nivel diario tanto de precipitación como de temperatura adecuados para ser utilizados para los cálculos posteriores, el resto de estaciones analizadas presentan pocos datos y en algunos casos los datos registrados muestran problemas de confiabilidad.
- En base a los resultados publicados en el cuarto y quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5), se consideran los diferentes escenarios de cambio climático. Estos diferentes escenarios muestran una evolución entre la temperatura y la Precipitación, en la que se muestra que ambas variables tienden a aumentar a lo largo del tiempo. Esto puede conducir a que se produzca un equilibrio de la recarga considerando la línea base. En cualquier caso, se tendrán en consideración las variaciones previstas poder contemplarlas en el modelo en los diferentes períodos analizados.
- En base al modelo digital de elevaciones se ha generado el conjunto de 36 subcuencas que drena el acuífero mostrando como cuencas más importantes la Cuenca del Arroyo Ytay, de unos 170 km², en Asunción y la Cuenca del Arroyo Yukyry, de aproximadamente 338 km². Esta primera discretización de subcuencas será utilizada para confeccionar el modelo hidrológico de aguas superficiales que tiene como objetivo calcular la recarga al acuífero por infiltración directa por agua de lluvia.
- La litología existente en el acuífero le confieren unas características hidráulicas determinadas, mostrando un acuífero con una permeabilidad moderada a baja, que configura un acuífero pobre, algo permeable. Esta tipología de acuífero encaja con unas formaciones rocosas compuestas por Areniscas y conglomerados del terciario correspondientes a la formación Patiño. Para el resto de materiales presentes en el

acuífero cuyos parámetros hidráulicos no se han obtenido mediante ensayos de bombeo, se estimaran sus características hidráulicas en base a su litología.

- Las piezometrias elaboradas muestran un comportamiento del flujo que sigue a grandes rasgos a la superficie topográfica y los flujos superficiales, la principal recarga se produce en las zonas altas de las cuencas que se encuentran en la superficie del acuífero. Los gradientes hidráulicos muestran una conexión con los principales cursos, y en la mayoría drenan el acuífero convirtiéndose en una zona de descarga natural
- En base a los datos de nivel piezométricos registrados durante los últimos 10 años en la red de control de la SEAM, se ha podido comprobar como los niveles se han mantenido prácticamente constantes con una ligera tendencia a ascender. En base a este mismo análisis se comprueba una relación entra la precipitación y la evolución de los niveles, mostrando el importante papel que juega la recarga por infiltración de agua de lluvia.
- El área del Acuífero Patiño es una zona altamente urbanizada donde existe una gran presión antrópica con una tipología muy variada de potenciales fuentes de contaminación. las presiones antrópicas se concentran principalmente en las áreas urbanas. Los distritos de Asunción, Lambaré, Fernando de la Mora, Mariano R. Alonso, Luque. La falta de planes de ordenamiento territorial hace difícil el conocimiento y control de dichas presiones.
- El balance hidrogeológico se realizará en una fase posterior cuando se determinen en base al modelo hidrológico los ingresos de agua en el acuífero mediante la generación de un modelo hidrológico de transformación lluvia – Escorrentía. El resto de variables que intervienen en el balance de agua se estiman en base a las presiones sobre la cantidad de agua que sufre el acuífero. De esta forma se obtiene el volumen de agua que se extrae de forma anual para satisfacer la demanda relacionada con os diferentes tipos de usos de suelo. También se tiene en consideración el volumen de agua que es aportado al acuífero como consecuencia de la transferencia que se produce desde el río Paraguay a través de las pérdidas de la red de distribución de agua potable y saneamiento. La incertidumbre asociada a la obtención de estos datos obligará a realizar un proceso de calibración para comprobar su grado de confiabilidad.
- El diagnóstico realizado a la red de control piezométrica muestra que solamente 30 de los 46 piezómetros que la componen están en funcionamiento. 13 de ellos están no operativos al estar obstruidosr por basura y/o raíces. Los 3 restantes han desaparecido. Se considera un factor clave la recuperación de dichos puntos de control para realizar el seguimiento y evolución de la cantidad y calidad del agua subterránea.
- Por último se ha revisado el modo en como la información recopilada se considerada en el proceso de generación del modelo de simulación. A modo de resumen se puede concluir que en base a los datos recopilados es posible construir de forma adecuada este modelo, aunque los resultados obtenidos estarán sujetos a una elevada incertidumbre debido a la cantidad y confiabilidad de la información de entrada disponible. Por este motivo se construirá el modelo con el objetivo que sea lo más simple posible que permita recoger de forma adecuada el comportamiento del acuífero y que a su vez permita una adecuada interpretación y una sencilla actualización que permita reducir el grado de incertidumbre que en estos momentos se tiene.

12 RECOMENDACIONES

De la recopilación de los datos y del análisis realizado a partir de ellos surgen una serie de recomendaciones que serán integradas en el plan de gestión que se realizará una vez se tenga el máximo conocimiento sobre el acuífero en base a la construcción de lo modelo numérico de simulación hidrogeológica.

- Considerando lo anterior sería recomendable que no exista tanta irregularidad en la toma de datos de la red de control piezométrico, ya que durante el período desde que se puso en servicio se tienen unos 10 datos. Se considera prioritario recuperar el funcionamiento de los puntos de control que han quedado fuera de servicio, de no realizarlo quedarían zonas del acuífero sin puntos de control que permitan comprobar la evolución de su comportamiento. A este respecto en particular se han realizado unas recomendaciones específicas que se pueden consultar en el apartado 9.2.1.
- Sobre la información climática es muy importante asegurar la calidad de los datos, con las dos estaciones seleccionadas es posible realizar el estudio climático, aunque tener redundancia de los datos e incluso una mayor red de cobertura permitiría mejorar la discretización climática, aunque de entrada no parece este un parámetro crítico en la generación del futuro modelo.
- Los datos de calidad del agua son muy escasos y obtenidos de forma muy irregular y poco sistemática, el análisis realizado en este documento se basa en los datos recogidos durante una única campaña en el año 2010, por tanto es necesario que se comience a realizar de forma sistemática la toma de muestras de agua y su posterior análisis.
- Existe una gran incertidumbre sobre las presiones que se ejercen sobre el acuífero. Aunque esto no deja de ser habitual en sistemas tan presionados antropicamente, es muy necesario que se mejore el control sobre las extracciones, ya que no se conoce con certeza el volumen de agua bombeado. Este es un elemento crítico que puede provocar interpretaciones erróneas durante el análisis del balance de agua.

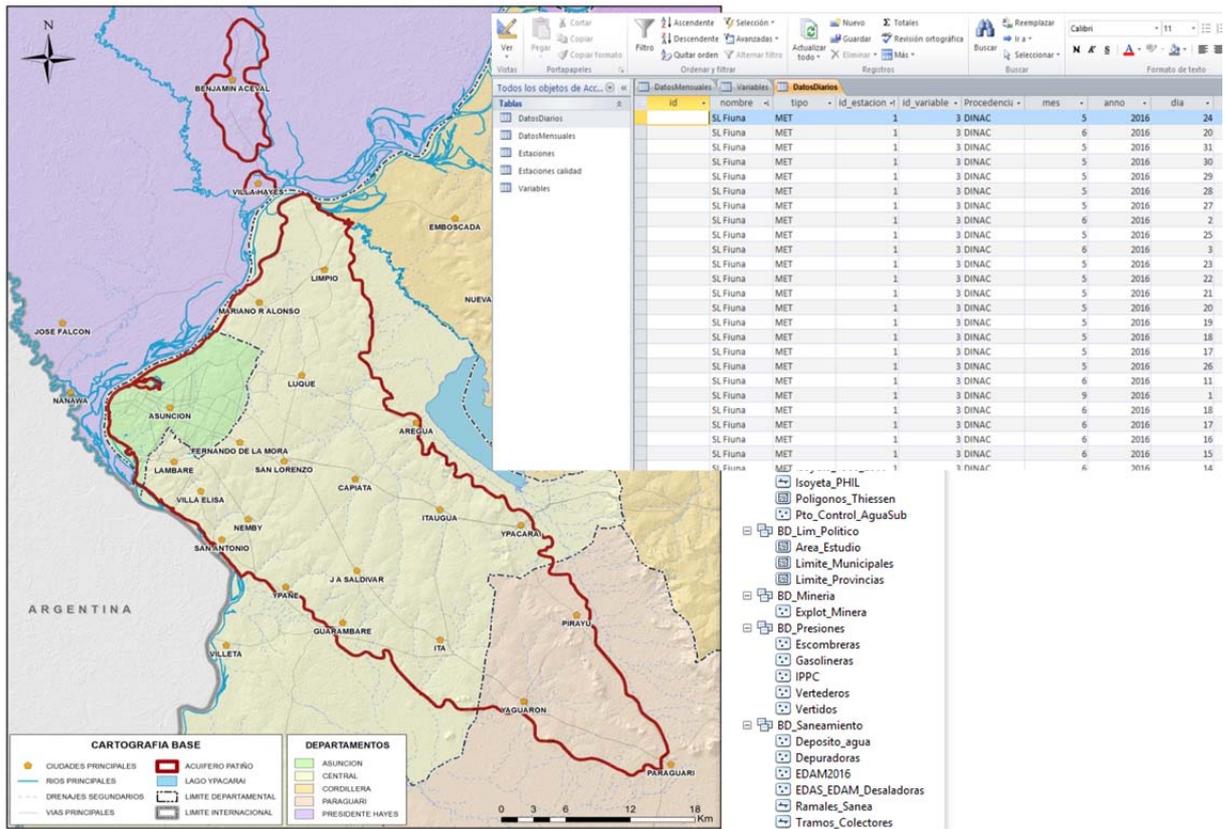
13 BIBLIOGRAFÍA

- Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). (2014). El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC ¿Qué implica para Latinoamérica?, 40.
- Báez L, Liz; Villalba, Cynthia; Nogues, J. P. (2014). El riesgo de contaminación del acuífero Patiño: Área del Gran Asunción. *CONACyT INV 20*, 23. Retrieved from <http://www.geologiadelparaguay.com/Riesgo-de-contaminacion-Acuifero-Patinho.pdf>
- Báez L, L., Cynthia, V., & Juan Pablo, N. (2014). Mapeo de la Vulnerabilidad y Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Gran Asunción., 20. Retrieved from http://opengeo.pol.una.py/descargas/Informe_Final_Politecnica_INV20.pdf
- Barreto, R. de B., Echague, S., & Estigarribia, E. (n.d.). Diseño del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, 1–88. Retrieved from http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/comunicacion/Ultima_version_Plan_Nacional_de_Adaptacion_al_Cambio_Climatico_2016_-_Para_prensa.doc.pdf
- Bartel, W., & Muff, R. (n.d.). OBSERVACIONES GEOLÓGICAS DE PARAGUAY CENTRAL EN RELACIÓN AL AGUA SUBTERRÁNEA.
- Bartel, W., & Muff, R. (2010). Observaciones Geológicas De Paraguay Central En Relación Al Agua Subterránea, 1–8.
- Centro Argentino de Meteorólogos., M., Coronel, G., Ríos, N., & de los Santos, B. (2012). Escenarios climáticos para Paraguay. *Meteorologica*, 37(2), 47–55. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2012000200001
- Consorcio CKC-JNS. (2007). “ESTUDIO DE POLÍTICAS Y MANEJO AMBIENTAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE ASUNCIÓN” (ACUÍFERO PATIÑO).
- Custodio, E., & Llamas, M. R. (1996). *Hidrología subterránea*. Barcelona: Ediciones Omega SA.
- Daniel H. García S. (2016). PROYECTO BIRF 7710 - Py- Estudio Acuífero Patiño. Asunción.
- Engineering, K., Co, C., Engineering, C. T. I., & Co, I. (2009). Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- FCIHS. (2009). *Conceptos Básicos de hidrología subterránea*.
- Final, I. (2005). Informe final octubre 2005.
- Georg Houben et al. (2012). Investigación de la calidad del agua, Cuenca hídrica del arroyo San Lorenzo, Departamento Central.
- Houben, G., Noell, U., Vassolo, S., Grisseemann, C., Geyh, M., Stadler, S., ... Vera, S. (2014). La lentille d’eau douce de Benjamin Aceval, Chaco, Paraguay: un analogue continental des lentilles d’eau douce d’île océanique. *Hydrogeology Journal*, 22(8), 1935–1952. <https://doi.org/10.1007/s10040-014-1169-2>
- Kresic, N. (2007). Hydrogeology and Groundwater Modeling. *Taylor & Francis Group*, 2(11), 1–791. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Mate, G. W. (2002). Groundwater Management : Gestión Sustentable del Agua and Tools de la Práctica Paraguay : El Uso de Agua Subterránea en Gran Asunción – Problemas Actuales y Regulación Propuesta, 1–6.
- Monte Domecq, R., & Wehrle, A. (2008). Interacción Agua superficial-subterránea en la Cuenca del Arroyo Yukyry y el Sistema Acuífero Patiño (FI/07/08), (2).
- MOPC. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de Asunción. Retrieved from http://www.geam.org.py/v3/uploads/2015/10/Informe_Final_PEMA_Socio_Demografico-parte-1.pdf
- Otero, J. R. (n.d.). Contaminacion de agua subterranea en areas puntuales del Gran asuncion.

ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



ANEXO 1

BASE DE DATOS CON LA INFORMACIÓN RECOLECTADA (PRODUCTO 1B)

Gestionado por



Financiación a través de la



Ejecución



INDICE

1	Introducción	3
2	Estructura de la base de datos	3
2.1	Tablas	3
2.1.1	Variables.....	3
2.2	Estaciones.....	4
2.3	Datos	5
3	Estructura de la información GIS.....	7
3.1	Estructura y almacenamiento de la información GIS.....	7
3.2	Modelo físico	7
3.3	Productos	10

INDICE de figuras

Figura nº01.	Variables introducidas en la BBDD	3
Figura nº02.	Variables incluidas en la BBDD	4
Figura nº03.	Estaciones introducidas en la BBDD.....	5
Figura nº04.	Estructura de carpetas SIG	8
Figura nº05.	Organización por temáticas del SIG	8
Figura nº06.	Organización por temáticas	10
Figura nº07.	Tipos de geometrías básicas en los Shapefile. Punto, polígono y líneas.....	10

1 INTRODUCCIÓN

Durante la elaboración del estudio se han recopilado, analizado y procesado diferentes tipologías de datos a partir de estudios y trabajos anteriores. Los datos recopilados se han incorporado a una **base de datos Access** con el objetivo de tenerlos disponibles para la posterior elaboración del modelo.

Por otra parte, se ha recopilado la información GIS recopilada y generada a partir de la información obtenida y se ha sistematizado por temática. Se ha trabajado con el formato shape (.shp), compatible con ArcGis y otros programas de libre distribución (por ejemplo, QGis). El objetivo es disponer de una serie de shapfiles que sean compatibles, en la misma proyección y donde se recojan todos los datos que se tengan.

El principal objetivo es disponer de herramientas que recojan toda la información del acuífero Patiño y tenerla sistematizada para facilitar su uso. A medida que avance el estudio, la Base de Datos será alimentada con la información y datos obtenidos.

2 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

La Base de Datos ha sido desarrollada en Access y se compone de una serie de tablas que contienen toda la información necesaria de las variables, estaciones y valores medidos. Las tablas de variables y estaciones sirven para identificarlas mediante un ID, lo que facilita su interpretación por parte de otros programas y evita posibles errores de denominación o tipeo.

2.1 Tablas

2.1.1 Variables

Se ha incluido una tabla donde se relacionan cada una de las variables (hidrológica, hidrogeológica y de calidad) con un número ID, que servirá para su identificación en las tablas de valores. Se incluye su nombre, su descripción y su unidad de medida.

id	nombre	descripcion
1	P (mm)	Precipitación (mm)
2	T med (°C)	Temperatura media (°C)
3	T min (°C)	Temperatura mínima (°C)
4	T máx (°C)	Temperatura máxima (°C)
5	Q med (m3/s)	Caudal medio (m3/sg)
6	N (msnm)	Nivel (m.s.n.m.)
7	V (hm3)	Volumen (hm3)
8	Ev (mm)	Evapotranspiración (mm)
9	Q max (m3/s)	Caudal máximo
10	Q min (m3/s)	Caudal mínimo
11	Ev Tanque (mm)	Evaporación en tanque (mm)
12	pHinsitu	pH medido en campo
13	Ceinsitu	Conductividad Eléctrica (mS/cm) medido en campo
14	Tinsitu	Temperatura (°C) del agua medido en campo
95	pH	pH del agua medido en laboratorio
96	T	Temperatura (°C) del agua medido en laboratorio
97	CE	Conductividad Eléctrica (mS/cm) medido en laboratorio
98	TDS	Sólidos Disueltos Totales (mg/l)
99	Na	Sodio (mg/l)
101	Mg	Magnesio (mg/l)
102	Ca	Calcio (mg/l)
106	Dureza	Dureza Total
108	SO4	Sulfatos (mg/l)
110	Fe	Hierro (mg/l)
115	NO3	Nitratos (mg/l)
100	K	Potasio (mg/l)

Figura nº01. Variables introducidas en la BBDD

Nombre	Descripción
P (mm)	Precipitación (mm)
T med (°C)	Temperatura media (°C)
T mín (°C)	Temperatura mínima (°C)
T máx (°C)	Temperatura máxima (°C)
Q med (m3/s)	Caudal medio (m3/sg)
N (msnm)	Nivel (m.s.n.m.)
V (hm3)	Volumen (hm3)
Ev (mm)	Evapotranspiración (mm)
Q max (m3/s)	Caudal máximo
Q min (m3/s)	Caudal mínimo
Ev Tanque (mm)	Evaporación en tanque (mm)
pHinsitu	pH medido en campo
Ceinsitu	Conductividad Electrica (mS/cm) medido en campo
Tinsitu	Temperatura (°C) del agua medido en campo
pH	pH del agua medido en laboratorio
T	Temperatura (°C) del agua medido en laboratorio
CE	Conductividad Electrica (mS/cm) medido en laboratorio
TDS	Sólidos Disueltos Totales (mg/l)
Na	Sodio (mg/l)
K	Potasio (mg/l)
Mg	Magnesio (mg/l)
Ca	Calcio (mg/l)
Alc	Alcalinidad Total
Dureza	Dureza Total
Cl	Cloruro (mg/l)
SO4	Sulfatos (mg/l)
Fe	Hierro (mg/l)
Mn	Manganeso (mg/l)
NO3	Nitratos (mg/l)
NO2	Nitritos (mg/l)

Figura nº02. Variables incluidas en la BBDD

2.2 Estaciones

De manera similar a la anterior, se incluye una tabla con la información referente a las estaciones. Las estaciones consideradas son los pozos donde se tiene información hidrológica, meteorológica y/o de calidad.

Cada estación está vinculada a un ID que servirá para su posterior identificación. Los campos contenidos son los siguientes:

ID: Número identificación

Código: código identificativo de la estación tal y como se indica en la fuente de la información

Nombre: nombre de la estación

Longitud: longitud en grados

Latitud: latitud en grados

Altitud: altitud en metros

Tipo: tipo de medición. MET: meteorológica. CAL: Calidad. HID: hidrológica

Departamento: departamento donde se ubica la estación

Provincia: provincia donde se ubica la estación

Distrito: distrito donde se ubica la estación

Fuente: fuente de la información.

id	altitud	tipo	Fuente	codigo	nombre	longitud	latitud	departamer	provincia	distrito
1		MET	FIUNA		Sl.Fiuna	-57,5	-25,3			
2	75 MET	DMH			Concepción	-57,430186	-23,441531	Concepción		
3	70 MET	DMH			Puerto Antequera (Fuera de Función)	-57,166667	-24,1	San Pedro		
4	81 MET	DMH			San Pedro	-57,087547	-24,085236	San Pedro		
5	161 MET	DMH			San Estanislao	-56,448136	-24,666944	San Pedro		
6	163 MET	DMH			Villarrica	-56,437906	-25,754125	Guairá		
7	159 MET	DMH			Cnel Oviedo	-56,377742	-25,483744	Caaguazú		
8	142 MET	DMH			Caazapa	-56,3547	-26,175472	Caazapa		
9	263 MET	DMH			Cptan. Meza	-55,331661	-26,834117	Itapúa		
10	228 MET	DMH			Cptan. Miranda (Fuera de Función)	-55,783333	-27,2	Itapúa		
11	90 MET	DMH			Aeropuerto de Encarnación	-55,9	-27,3	Itapúa		
12	90 MET	DMH			Encarnación	-55,837197	-27,22635	Itapúa		
13	131 MET	DMH			San Juan Bautista Mision	-57,134139	-26,670278	Misiones		
14	116 MET	DMH			Carapegua (Fuera de Función)	-57,233333	-25,766667	Paraguari		
15	181 MET	DMH			Quilindy (Fuera de Función)	-57,216667	-25,966667	Paraguari		
16	116 MET	DMH			Paraguari	-57,145831	-25,626808	Paraguari		
17	141 MET	DMH			Quyquyho	-56,983333	-26,216667	Paraguari		
18	247 MET	DMH			Aeropuerto Guaraní	-54,838947	-25,455839	Alto Paraná		
19	196 MET	DMH			Ciudad del Este (Fuera de Función)	-54,6	-25,533333	Alto Paraná		
20	120 MET	DMH			San Lorenzo (Fuera de Función)	-57,566667	-25,35	Central		
21	122 MET	DMH			Asunción, Sajonia	-57,65	-25,283333	Central		
22	83 MET	DMH			Asunción, Aeropuerto	-57,514744	-25,236108	Central		
23	58 MET	DMH			Pilar	-58,318383	-26,881239	Neenmbucú		
24	55 MET	DMH			Itá Corá (Fuera de Función)	-58,283333	-27,216667	Neenmbucú		
25	563 MET	DMH			Pedro Juan Caballero	-55,832725	-22,640278	Amambay		
26	297 MET	DMH			Salto del Guairá	-54,353836	-24,032575	Canindeyú		

Figura nº03. Estaciones introducidas en la BBDD

2.3 Datos

Finalmente, se incluyen las tablas con los datos recopilados, a nivel diario y a nivel mensual.

Todos los datos están incluidos en una misma tabla, donde están debidamente relacionados con la estación correspondiente y con la variable que están definiendo. De esta manera se facilita la realización de consultas posteriores evitando posibles errores de nomenclatura y tipo.

id	nombre	tipo	id_estacion	id_variable	mes	anno	valor	procedencia
1	Fiuna	MET	1	1	10	2011	114,7	DINAC
2	Fiuna	MET	1	1	11	2011	53,4	DINAC
3	Fiuna	MET	1	1	12	2011	12,5	DINAC
4	Fiuna	MET	1	1	1	2011	81,8	DINAC
5	Fiuna	MET	1	1	2	2011	138,8	DINAC
6	Fiuna	MET	1	1	3	2011	111,1	DINAC
7	Fiuna	MET	1	1	4	2011	144,7	DINAC
8	Fiuna	MET	1	1	5	2011	39,9	DINAC
9	Fiuna	MET	1	1	6	2011	40,2	DINAC
10	Fiuna	MET	1	1	7	2011	100,8	DINAC
11	Fiuna	MET	1	1	8	2011	7,7	DINAC
12	Fiuna	MET	1	1	9	2011	17,1	DINAC
13	Fiuna	MET	1	1	11	2010	62,2	DINAC
14	Fiuna	MET	1	1	12	2010	168,7	DINAC
15	Fiuna	MET	1	1	1	2012	37,1	DINAC
16	Fiuna	MET	1	1	2	2012	71,9	DINAC
17	Fiuna	MET	1	1	3	2012	57	DINAC
18	Fiuna	MET	1	1	4	2012	158,6	DINAC
19	Fiuna	MET	1	1	5	2012	45,9	DINAC
20	Fiuna	MET	1	1	6	2012	22,5	DINAC
21	Fiuna	MET	1	1	7	2012	28,2	DINAC
22	Fiuna	MET	1	1	8	2012	15,6	DINAC
23	Fiuna	MET	1	1	9	2012	28	DINAC
24	Fiuna	MET	1	1	10	2012	150	DINAC
25	Fiuna	MET	1	1	11	2012	147,9	DINAC
26	Fiuna	MET	1	1	12	2012	51	DINAC

Figura nº04. Tabla con valores introducidos

Los campos de la tabla son los siguientes:

ID: Número identificación

Nombre: nombre de la estación

Tipo: tipo de medición. MET: meteorológica. CAL: Calidad. HID: hidrológica

Id_estacion: número identificación de estación que vincula a los datos de la estación correspondiente incluida en la tabla de estación.

Id_variable: número identificación de la variable que vincula a la tabla de variables.

Mes: mes. Número de 1 a 12

Anno: año, 4 dígitos

Dia: día de 1 a 31 (solo aplica a los datos diarios)

Valor: valor de la variable en la estación y fecha definidos en los otros campos

Procedencia: fuente de la información.

3 ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN GIS

Con el objetivo de organizar la información geográfica disponible, recopilada y/o generada, se ha definido una estructura de datos espaciales que permita disponer la información de manera ordenada y sistematizada para facilitar el acceso a toda la data digital alfanumérica y cartográfica mediante figuras o mapas temáticos.

La estructura de datos espaciales basado en un sistema de información geográfica (SIG), permite la georeferenciación, almacenamiento, procesamiento y visualización de toda la información recopilada en el estudio. De esta manera se facilita su consulta y su disposición para otros estudios que puedan requerir de dicha información.

El formato de base de datos que permite almacenar de manera conjunta tanto los datos alfanuméricos como los que disponen de componente geográfico es mediante la creación de una estructura de carpetas por temáticas. El formato elegido para almacenar la información es mediante el archivo vectorial "Shapefile", archivo adecuado y especializado para la captura de geodatos alfanuméricos.

Para poder acceder a la visualización o análisis de la información geográfica se podrá utilizar software privados como el ArcGIS que por ahora es un software potente para el análisis de estos archivos, también se podrá utilizar programas como Global Mapper, AutoCAD civil 3D entre otros. La facilidad de utilizar un archivo vectorial "Shapefile" es compatible con muchos software entre ellos los programas GIS libres como el QuantumGis (QGIS) y/o gvSIG.

Todos los archivos "Shapefile" se encuentran en la proyección Universal Transverse Mercator, con Datum horizontal: WGS84 y zona UTM: 21 Sur, que es donde se ubica la mayor parte del país Paraguay.

3.1 Estructura y almacenamiento de la información GIS

El sistema de información geográfica (SIG), nos permitirán almacenar información tanto vectorial como raster, estas a su vez están ubicadas geográficamente mediante el sistema geodésico que para este proyecto es el WGS84.

El SIG elaborado para este proyecto está definido por una estructura de carpetas las cuales contiene los geodatos y archivos resultantes como lo son las figuras y/o mapas. La estructura de este SIG está dada por un conjunto de carpetas el cual almacena un modelo físico organizado para buscar y encontrar de forma ágil y sencilla los geodatos trabajados.

3.2 Modelo físico

El modelo físico queda definido por un conjunto de datos vectoriales o raster ordenados en temáticas y almacenadas en carpetas y/o sub carpetas que a su vez contienen los "Shapefile" los cuales almacenan información vectorial con información tabular que describen a las diferentes entidades. Cada entidad, queda descrita por una serie de campos o atributos relacionados a aspectos informativos y técnicos desarrollados dentro del proyecto.

El modelo físico del SIG, queda definido por un conjunto de "carpetas" o temas que contienen información vectorial y raster así como se muestra en la siguiente imagen.



Figura nº05. Estructura de carpetas SIG

La información del SIG, se almacena en la siguiente relación de carpetas:

- **01_BD_GIS:** Contiene las carpetas que a su vez contienen los archivos "Shapefiles" y "Rasters" empleados.
- **02_MXD:** Contiene los proyectos donde se trabajan y elaboran los mapas y figuras.
- **03_Membretes:** Contiene los modelos y logos de los cajetines donde se trabajaran los mapas y figuras.
- **04_Figuras:** Figuras elaboradas como referencia para el informe del proyecto.
- **05_Mapas:** Mapas elaborados en formato A3.
- **06_Tablas:** Tablas y cuadros con información alfanumérica complementaria.

En la figura siguiente, se muestra un ejemplo de la organización lógica del SIG. Toda la información se ha organizado en grupos de carpetas por temáticas.

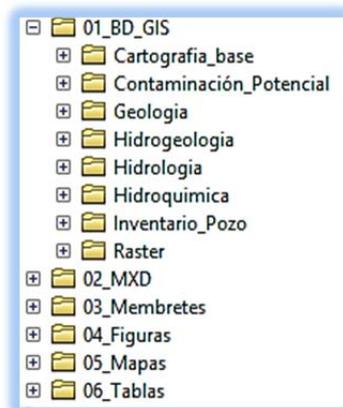


Figura nº06. Organización por temáticas del SIG

Las temáticas consideradas, como datasets quedan descritas en la siguiente tabla:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Cartografía base	Conjunto de temáticas principales para la mayoría de figuras y mapas (Hidrografía, vías, etc...)
Contaminación Potencial	Capas que podrían influir en contaminar así como fábricas, estaciones de servicios, metales, etc.
Geología	Capas relacionadas a las litologías, uso de suelos, capacidad de uso mayor de suelos etc...
Hidrogeología	Capas relacionadas con la temática como permeabilidad, piezómetros etc...
Hidrología	Capas relacionadas con el balance hídrico, ensayos de bombeo, estaciones hidrométricas, etc...
Hidroquímica	Capas relacionadas con la toma de muestras, como la conductividad, los nitratos, el pH, etc...
Inventario - Pozos	Capas relacionadas con los inventarios realizados, banco de datos, etc...

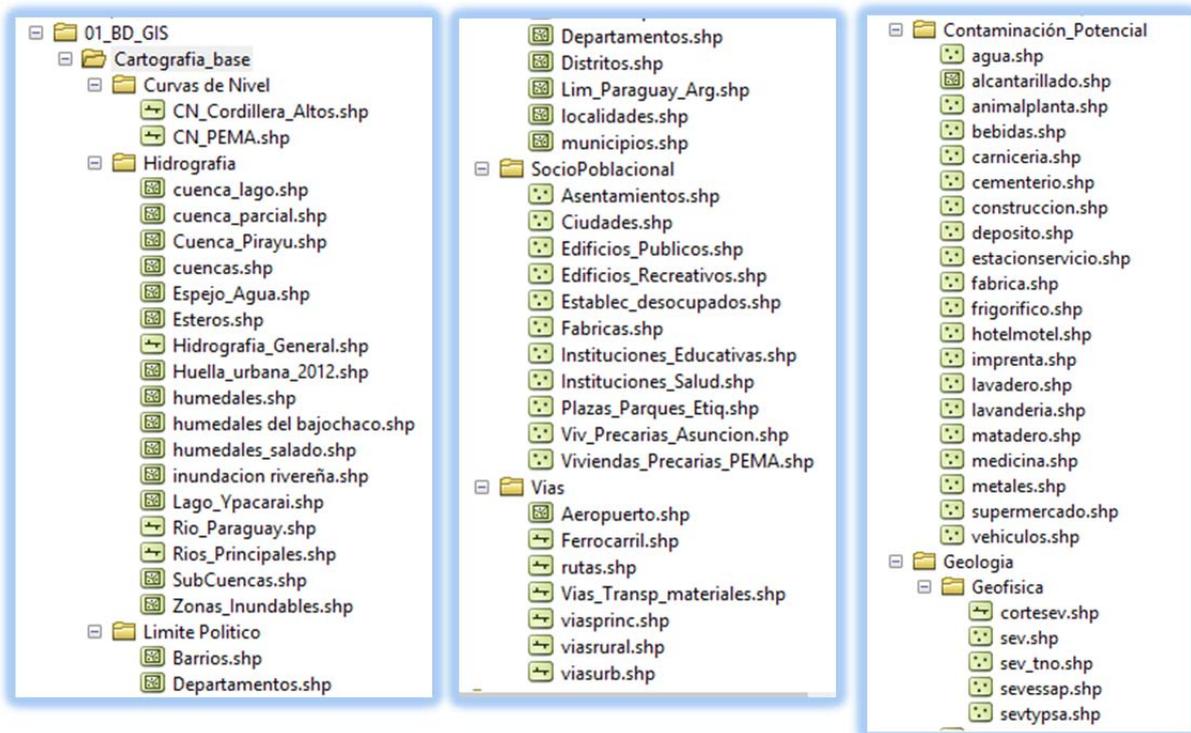
Tabla nº1. Datos vectoriales por temáticas.

Elementos de tipo raster contenidos en el SIG:

ELEMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
RASTER	Hillshade	Modelo de relieve
RASTER	Acuifero	Modelo digital de elevaciones del acuífero Patiño
RASTER	Patiño	Modelo digital de elevaciones del área en estudio
RASTER	Pendientes	Modelo de pendientes

Tabla nº2. Datos Raster empleados en el SIG.

En la siguiente figura se muestra el contenido físico de la “BD_GIS”, mostrándose para cada carpeta, el conjunto de temas que contiene.



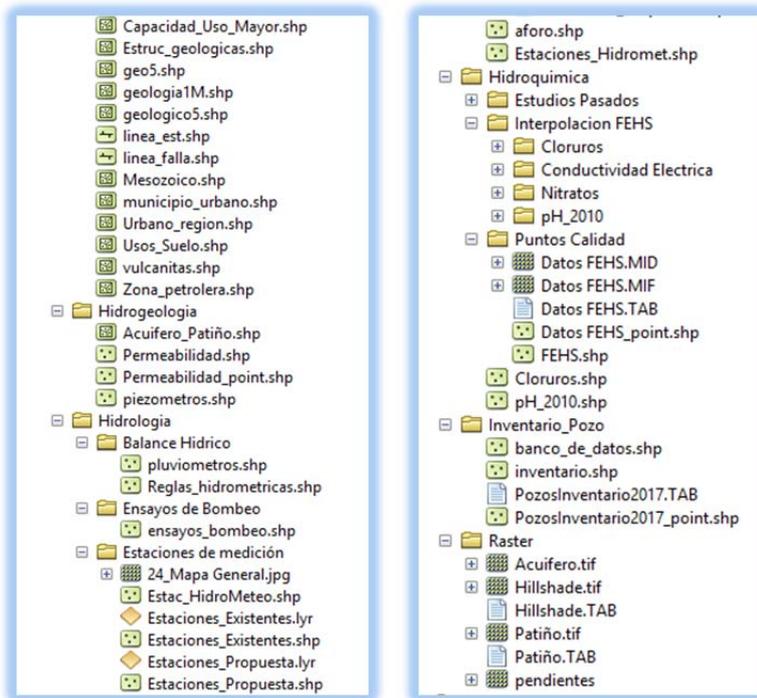


Figura nº07. Organización por temáticas

Para cada archivo “Shapefile” podemos visualizar las diferentes estructuras vectoriales como lo son los de tipo punto, línea o polígono. En la figura anterior, el icono que acompaña al nombre de la capa permite conocer la geometría de la capa:



Figura nº08. Tipos de geometrías básicas en los Shapefile. Punto, polígono y líneas

3.3 Productos

Como producto parcial de los trabajos realizados con apoyo del SIG, hemos generado las siguientes figuras clasificados en los siguientes grupos.

TEMATICA	Nº	FIGURA
Generales	1.1	Ubicación Departamental
	1.2	Vías
	1.3	Ubicación Acuífero
Geología	2.1	Uso De Suelos
Hidrogeología	3.1	Familia De Aguas
	3.2	Permeabilidad
	3.3	Piezómetros
Presiones	4.1	Agricultura - Ganadería

TEMATICA	Nº	FIGURA
puntuales	4.2	Estaciones De Servicio
	4.3	Mataderos
	4.4	Talleres Metálicos
	4.5	Fabricas
	4.6	Prestadores De Servicios
Hidroquímica	5.1	Nitratos
	5.2	pH 2010
	5.3	Cloruros
Hidrología	6.1	Estaciones Hidrométricas
	6.2	Subcuencas
	6.3	Pendientes

Tabla nº3. Listado de Mapas.

ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



ANEXO 2 PROTOCOLO DE MONITOREO

Gestionado por



Financiación a través de la



Ejecución



INDICE

1	Introducción	3
2	Objetivos	3
3	Preparación de la salida a campo.....	3
4	Inventario de pozos.....	4
4.1	Identificación de los pozos	4
4.2	Características de los pozos	4
5	Muestreo	4
5.1	Purga	4
5.2	Secuencia de muestreo	5
5.2.1	Medida del nivel de agua	5
5.2.2	Parámetros fisicoquímicos in situ	5
5.2.3	Toma de muestra para análisis de iones mayoritarios	5
6	Ficha de campo	6
6.1	Datos generales:.....	6
6.2	Características pozo	7
6.3	Medidas de parámetros in situ	8
6.4	Toma de muestras para laboratorio	9

1 Introducción

Este documento constituye un documento guía que expone los detalles principales que pueden intervenir durante el proceso de inventario, monitoreo y toma de muestra de las aguas subterráneas.

Sin embargo, cabe resaltar que es importante el buen criterio del muestreador el que, en cada caso particular, tendrá en cuenta los aspectos que considere más necesarios en función de los objetivos de la salida a campo (inventario, monitoreo o toma de muestra), las circunstancias hidrológicas y objetivos del muestreo.

2 Objetivos

En el caso del presente estudio, el objetivo principal es el inventario de los pozos definidos, y posteriormente la obtención de datos de calidad y cantidad de las aguas subterráneas para poder definir la red de monitoreo más adecuada y para obtener datos necesarios para la elaboración del modelo de simulación de flujo de aguas subterráneas.

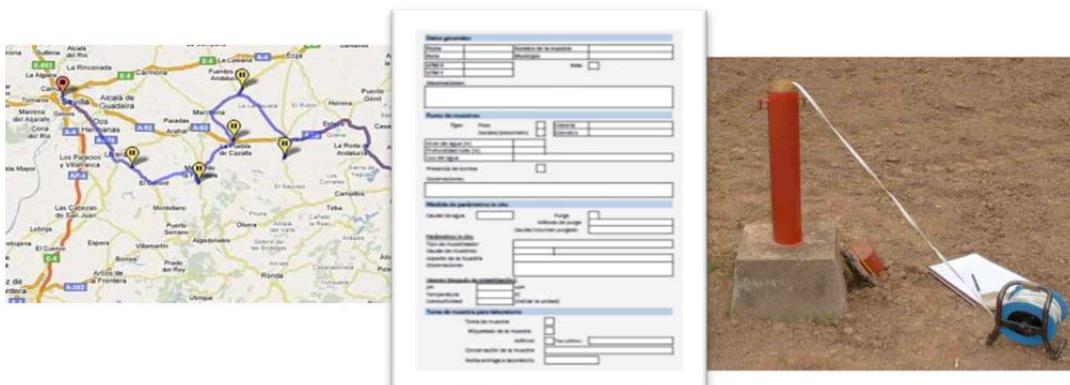
Este documento representa una breve guía que ha de servir para los técnicos de campo y contempla todos los aspectos: inventario, monitoreo in situ y toma de muestra.

3 Preparación de la salida a campo

Antes de cada salida se deberá tener muy bien definido el objetivo de esa salida. Por ejemplo, en el caso de la realización de inventario se obviará la parte de monitoreo.

Antes de la salida a campo se debe comprobar algunos aspectos que facilitarán la labor y por ende, mejorarán la calidad del dato obtenido.

- ✓ Verificar que se dispone de todos los materiales necesarios: sondas, envases para las analíticas que queramos hacer, fichas de campo
- ✓ Planificar previamente la ruta, de esta manera se optimizan los tiempos de muestreo.
- ✓ Es conveniente llevar mapas y conocer el terreno para facilitar su acceso. Si es posible resulta mejor ir acompañado con personal que conozca la zona y los pozos, así como sus características y particularidades. Si fueran necesarios permisos, éstos deben de gestionarse previamente para evitar tener que volver a puntos ya visitados.
- ✓ En el caso de hacer medidas in situ con sondas multiparamétricas, se debe comprobar que funcionan y que están calibradas de manera satisfactoria.



4 Inventario de pozos

Para facilitar esta tarea y no olvidar ningún detalle importante se utilizan las **fichas de campo** (explicadas en el capítulo 6 del presente documento). Se rellenarán todos los datos que sean posibles.

4.1 Identificación de los pozos

Una vez se llega al pozo que se va a monitorear, lo primero es **identificarlo** y realizar fotos del mismo. Es muy importante reseñar en la ficha las coordenadas indicadas en el GPS.

Se debe indicar el nombre del pozo, el código (si lo tiene), dirección y propietario. Además, se le asignará un número de inventario propio que nos servirá internamente para identificar cada uno de los pozos inventariados.

Se deberá indicar la fecha y hora de la toma de la visita y toma de nivel.

4.2 Características de los pozos

Según la tipología se distinguen:

- ✓ **Pozos:** perforaciones de un diámetro superior a 200 mm
- ✓ **Piezómetros o sondeos:** de diámetros inferiores a 200 mm, suelen estar contruidos con fines de monitoreo y están ranurados a una profundidad concreta (indicar el intervalo de ranurado si es el caso)..

Las características del pozo o piezómetro son muy importantes para la interpretación posterior de los resultados. Es importante conocer la profundidad total del pozo, presencia de reja (en caso de piezómetros), existencia de bomba (en caso de pozos), entubado, etc...

Se debe indicar si está en uso actualmente y cuál es el uso actual. Si se dispone del dato, indicar la cantidad de volumen extraído.

Resulta de gran interés preguntar por datos adicionales a los dueños o responsables que puedan sernos de utilidad: datos existentes de las características constructivas del pozo, fechas en las que se extrajo agua, cuánta agua se extraía, problemas de calidad de las aguas, etc... Cualquier dato adicional que pueda ser de utilidad se indicará en la ficha.

5 Muestreo

En un muestreo de calidad de aguas subterráneas el objetivo principal es determinar **su calidad** en un momento preciso, es decir, no se debe tomar muestra de agua estancada o almacenada que no nos indicaría valores reales.

5.1 Purga

En el caso de los pozos con bomba, antes de tomar la muestra, se debe purgar. Esto se hace para evitar falsos resultados de agua almacenada en la tubería que no refleja la calidad de esos momentos en el acuífero. Esto es un paso importante porque las aguas que no son renovadas con el flujo de agua natural del acuífero puede afectar de manera significativa los resultados de pH, conductividad, sólidos disueltos debido a las precipitaciones de metales, pérdida de compuestos orgánicos, etc...

En líneas generales, hay varios métodos para purgar pozos y sondeos:

- Extracción de un mínimo de 3 a 4 veces el volumen contenido en la tubería donde pueda haber agua estancada.
- Inicio de bombeo y espera de estabilización de parámetros de campo. Esto es un mínimo de 3 lecturas consecutivas que nos indiquen que un parámetro (ph o temperatura por ejemplo) sea estable
- Bombeo de un caudal determinado que vendría a ser definido por las características hidrodinámicas, por lo cual estas deben ser conocidas previamente

5.2 Secuencia de muestreo

La secuencia de muestreo es un factor importante ya que puede influir en ciertos parámetros. Por ejemplo, si bombeamos para tomar muestra antes de medir el nivel de agua, este ya no es un valor real.

En este estudio, se sigue esta secuencia:

5.2.1 Medida del nivel de agua

Es el primer parámetro a medir puesto que bombeo posterior y toma de muestra nos puede falsear el nivel de agua.

5.2.2 Parámetros fisicoquímicos in situ

Se trata de los parámetros que se miden con sonda multiparamétrica: pH, conductividad y temperatura.

Hay que tener en cuenta que estos parámetros son claves para saber, en caso de bombeo, si hemos alcanzado la estabilización, y por lo tanto, si la toma de muestra es correcta y significativa.

Si es posible, es mejor hacer la muestra en un flujo en continuo. Es decir, por ejemplo de agua saliendo de un grifo o una tubería. Si no fuera posible la medida se realiza dentro de un envase justo después de coger el agua, para evitar que varíe la temperatura demasiado, ya que el resto de parámetros depende de la temperatura.

5.2.3 Toma de muestra para análisis de iones mayoritarios y otros parámetros de laboratorio

No hace falta tomar ninguna precaución excesiva. Se debe llenar el envase una vez estabilizados los parámetros de campo in situ y mantener la muestra, si es posible, refrigerada (en una nevera de campo por ejemplo).

En el caso de análisis de metales se deberá acidificar la muestra (ácido nítrico diluido).

Es importante el correcto etiquetaje del envase para evitar errores de identificación.

La muestra debe ser llevada a laboratorio lo antes posible.

6 Ficha de campo

La ficha de campo es una herramienta muy útil para ir recogiendo los datos medidos. Además, nos permite no olvidarnos de tomar algún dato importante.

Se incluyen diversos campos que nos serán de utilidad para caracterizar el punto en concreto. Es muy importante decir que aquí entra en juego el criterio del muestreador, algunos puntos no pueden ser completados ya que no se dispone de la información necesaria, y puede darse el caso que exista otra información adicional de interés obtenida en campo puede ser añadida en la ficha.

A continuación se explica cada campo de la ficha.

6.1 Datos generales:

Datos generales									
Nº inventario		Nombre del pozo							
Código Pozo									
Propietario									
Dirección									
Fecha		Municipio							
Hora		Departamento							
		Distrito							
UTM X									
UTM Y									
UTM Z									
Observaciones:									

Nº Inventario: Código asignado particularmente para este proyecto para identificar cada uno de los pozos inventariados

Nombre del pozo: Nombre por el cual se conoce el pozo

Propietario: Nombre del propietario del pozo

Dirección: Dirección del lugar donde se ubica el pozo

Fecha y hora: de la visita del pozo

Municipio, Departamento y Distrito: donde se ubica el pozo

Nombre de la muestra: Nombre o código para identificar el punto y la muestra

UTM X, UTM Y, UTM Z: coordenadas dadas por el GPS (indicar sistema de coordenadas)

Foto: check para indicar que sean hecho las fotos

Observaciones: cualquier hecho relevante que sea de interés (problemas de acceso, punto no encontrado, pozo sellado, etc.....)

6.2 Características pozo

Características del pozo					
Tipo:	Pozo	<input type="checkbox"/>	Tipo de pozo	<input type="text"/>	
	Piezometro	<input type="checkbox"/>	Material	<input type="text"/>	
			Diametro	<input type="text"/>	
			Tipo entubado	<input type="text"/>	
Año de construcción	<input type="text"/>	Estudio	<input type="checkbox"/>	Si	
Años en uso	<input type="text"/>	Hidrogeológico?	<input type="checkbox"/>	No	
Nivel del agua (m)	<input type="text"/> m	<input type="checkbox"/>	Dinámico	<input type="checkbox"/>	Estático
Profundidad total	<input type="text"/> m				
Uso del agua	<input type="text"/>				
Volumen de reserva	<input type="text"/>	(indicar la unidad)			
Presencia de bomba	<input type="checkbox"/>	(indicar Si o No)			
Características de la bomba	<input type="text"/>				
Caudal de bombeo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Horas bombeadas	<input type="text"/>				
Tiene sello sanitario?	<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	
Descripción:	<input type="text"/>				
Existencia de datos históricos de nivel o calidad del agua					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
Observaciones:					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					

Tipo: marcar si se trata de un pozo o un sondeo/piezómetro

Tipo de pozo: tipología de pozo (a tajo abierto, entubado..)

Material: material de construcción del punto de medida

Diámetro: de la boca del pozo o sondeo. Indicar la unidad (cm o mm)

Tipo de entubado: si está ranurado indicar a que profundidad

Año de construcción: año de finalización de construcción del pozo o piezómetro

Años en uso: años en que ha estado en funcionamiento. Indicar si ha existido épocas de paradas.

Estudio hidrogeológico: indicar si existe un estudio hidrogeológico hecho para ese pozo o piezómetro.

Nivel de agua: nivel de profundidad donde se encuentra el agua. Indicar si se trata de un nivel estático o dinámico.

Profundidad total: si no se dispone del dato, profundidad total del pozo

Uso del agua: uso al que se destina el agua extraída si es el caso (doméstico, agrícola...)

Volumen de reserva: volumen del reservorio que el pozo alimenta.

Presencia de bomba: marcar si el pozo o sondeo dispone de bomba de extracción

Características de la bomba: características y tipología de la bomba si ésta existe

Caudal de bombeo: caudal de la bomba si ésta existe

Horas bombeadas: horas de bombeo si se realiza bombeo

Sello sanitario: indicar si tienen sello sanitario y en caso afirmativo describirlo.

Existencia de datos históricos de niveles o de calidad: indicar si se tiene conocimiento de series históricas, estudios, etc... del pozo visitado

Observaciones: cualquier hecho relevante que sea de interés referente a las características del pozo

6.3 Medidas de parámetros in situ

Este apartado debe completarse únicamente si se toman parámetros fisicoquímicos in situ.

Medida de parámetros in situ	
Caudal de agua	<input type="text"/> l/s
Purga	<input type="checkbox"/>
Método de purga	<input type="text"/>
Caudal/volumen purgado	<input type="text"/>
Parámetros in situ	
Tipo de muestreador	<input type="text"/>
Caudal de muestreo	<input type="text"/> l/s
Aspecto de la muestra	<input type="text"/>
Observaciones	<input type="text"/>
Valores (después de estabilización):	
pH	<input type="text"/> upH
Temperatura	<input type="text"/> °C
Conductividad	<input type="text"/> (indicar la unidad)

Caudal de agua: caudal de agua en caso que se tengo una fuente o tubería donde haya un flujo de agua en continuo. Indicar el valor en l/s o bien indicar la unidad.

Purga: marcar si se realiza purga. La purga se realiza en el caso de extraer agua a través de una tubería o grifo, para evitar tomar la muestra del agua que ha quedado estancada en dicha tubería

Método de purga: si se purga hasta 3 o 4 veces el volumen estancado, si se purga hasta estabilización de parámetros de calidad o si se purga según un volumen predefinido previamente calculado.

Caudal/volumen purgado: aproximadamente cuánta agua ha sido purgada. Indicar unidades

Tipo de muestreador: si se ha usado Bayler (en caso de piezómetros), si se ha extraído a través de grifo, manualmente....

Caudal de muestreo: en caso de bombeo, cuanto caudal es bombeado

Aspecto de la muestra: color, turbidez, olor particular o cualquier característica peculiar de la muestra

Observaciones: Cualquier aspecto o incidencia a destacar del muestreo

pH: valor del pH tras estabilización de la medida. Se mide en unidades de pH.

Temperatura: valor de la temperatura tras estabilización de la medida. La unidad es el °C.

Conductividad: valor de la conductividad tras estabilización de la medida. Indicar la unidad ($\mu\text{S}/\text{cm}$ o mS/cm)

6.4 Toma de muestras para laboratorio

Este apartado debe completarse únicamente si se toman muestras para llevar a laboratorio a analizar.

Toma de muestra para laboratorio	
Toma de muestra	<input type="checkbox"/>
Etiquetado de la muestra	<input type="checkbox"/>
Aditivos	<input type="checkbox"/> Tipo aditivo: <input type="text"/>
Conservación de la muestra	<input type="text"/>
Fecha entrega a laboratorio	<input type="text"/>

Toma de muestra: marcar si se toma muestra.

Etiquetado de la muestra: marcar si se ha verificado el etiquetado de la muestra. La etiqueta debe identificar claramente:

- Fecha
- Hora
- Nombre de la muestra

Aditivos: indicar si se ha añadido algún tipo de conservante. Si no se añade nada, dejar en blanco.

Conservación de la muestra: indicar como se ha conservado la muestra hasta su llegada a laboratorio (por ej. Refrigerada con nevera de campo...)

Fecha de entrega a laboratorio: fecha en la que la muestra llega al laboratorio

ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



ANEXO 3

EQUIPOS LABORATORIALES (PRODUCTO 1D)

Gestionado por



TEKOHA
RESÁI
SAMBHYHYHA
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



Financiación a través de la



Ejecución



INDICE

1	Introducción	3
2	Equipos adquiridos.....	3
2.1	Espectrofotómetro.....	3
2.2	Medición de DBO	4
3	Material.....	5
4	REACTIVOS	7

INDICE de figuras

Figura nº01. Espectrómetro Shimadzu UV-1800 en el laboratorio de Calidad de aguas de SEAM	3
Figura nº02. Incubadora modelo TC256G con el medidor de DBO con 6 sensores modelo TC256 en su interior	4
Figura nº03. Vidriería adquirida para el laboratorio de SEAM.....	5
Figura nº04. Baño maria de 4 bocas y bureta de 50 ml	6
Figura nº05. Bomba de vacío, Kitasato, desecador.....	6
Figura nº06. Envases de plástico de 500 ml.....	7
Figura nº07. Preparación de trazadores	8
Figura nº08. Ajuste del espectrofotómetro	8

1 INTRODUCCIÓN

La SEAM cuenta con un Laboratorio y Centro de Información Ambiental (LAB-CIAM) de suelo y agua que fue construido en el año 2015 a través de una Asistencia Financiera No Reembolsable del Japón a través del “Programa para la Preservación Forestal en la República del Paraguay”, desarrollada en forma conjunta entre la Secretaría del Ambiente (SEAM), el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la carrera de Ingeniería Forestal (CIF/FCA/UNA) y la Japan International Cooperation Systems (JICS).

Uno de los espacios de 20 m² fue asignado a Calidad de aguas. Se trata de un espacio construido siguiendo toda la normativa internacional de laboratorios y diseñado para que pueda albergar todos los equipos necesarios para realizar las analíticas de agua que requiera la SEAM.

Durante la elaboración del presente estudio se ha realizado la implementación de este espacio con diversos equipos y materiales que serán de utilidad durante el estudio y que quedan como propiedad de la SEAM para su uso en futuros proyectos.

2 EQUIPOS ADQUIRIDOS

2.1 Espectrofotómetro

En el mes de junio fue adquirido un espectrofotómetro marca Shimadzu modelo UV-1800.

El equipo tiene las siguientes especificaciones:

- Rango espectral 190-1100 nm
- Exactitud espectral: $\pm 0,1$ nm
- Transmitancia: 0% a 400%
- Repetibilidad espectral: $\pm -0,1$ nm
- Software UV-Probe



Figura nº01. Espectrómetro Shimadzu UV-1800 en el laboratorio de Calidad de aguas de SEAM

Con la adquisición de este equipo, la empresa proveedora realizó su instalación en el laboratorio de Calidad de Aguas, su puesta en marcha y una capacitación para su uso al personal de laboratorio.

En los días posteriores, el equipo de laboratorio procedió a realizar los ajustes y calibraciones necesarios para el posterior análisis de muestras.

2.2 Medición de DBO

Para la medición de DBO se han adquirido 2 equipos:

- Incubadora marca Lovibond modelo TC256G para la medición de DBO. Permite un control termostático entre 2°C y 40°C con una precisión de $\pm 0,1^\circ\text{C}$.
- Medidor de DBO marca Lovibond modelo TC256 de 6 sensores. El equipo incluye los frascos, agitadores y reactivos necesarios (inhibidor de nitrificación e hidróxido potásico).



Figura nº02. Incubadora modelo TC256G con el medidor de DBO con 6 sensores modelo TC256 en su interior

3 MATERIAL

Para la correcta realización de las analíticas y con el objetivo de sacar el máximo provecho de los equipos adquiridos, se ha comprado el siguiente material:

- Bomba de vacío para filtración
- Kitasato de 500 ml
- Desecador
- Baño maria de 4 bocas
- 2 matraces aforados de 50 ml y 2 matraces aforados de 100ml
- 2 pipetas aforadas de 5ml
- Vasos de vidrio (3 de 500 ml, 5 de 100 ml y 2 de 1000 ml)
- 2 vasos de precipitado de 250 ml
- 2 varillas de vidrio
- 5 placas de Petri
- 3 Erlenmeyer de 500 ml
- 1 pinza para vaso
- 1 bureta de 50 ml
- 3 probetas graduadas (10 ml, 25 ml y 50 ml)
- 1 capsula de 100 ml
- 1 propipeta semiautomática de 25 ml
- 1 pipeta de aforo de 2ml
- 2 espátulas y 2 varillas de vidrio



Figura nº03. Vidriería adquirida para el laboratorio de SEAM



Figura nº04. Baño maria de 4 bocas y bureta de 50 ml



Figura nº05. Bomba de vacío, Kitasato, desecador

Además se han adquirido 200 frascos de plástico de 500 ml y guantes de látex.



Figura nº06. Envases de plástico de 500 ml

4 REACTIVOS

Para completar la adquisición de equipos y permitir su uso habitual, también se han adquirido una serie de reactivos que permitirán llevar a cabo los análisis durante los próximos meses.

- Reactivos para el espectrofotómetro: inhibidor de nitrificación y solución de hidróxido de potasio
- Kit de cubetas (COD, nitrato, amonio)
- Reactivos en polvo y tabletas reactivas para diversos parámetros (alcalinidad, cloro, sulfato, hierro, boro, manganeso)
- Pruebas de detección de coliformes
- Soluciones buffer para calibración y almacenaje de la sonda multiparamétrica (pH y conductividad)

La cantidad de reactivos adquiridos es la suficiente para la realización de 2 campañas de campo de 50 muestras cada una.

Durante las semanas posteriores a la adquisición de equipos y material se han realizado los ajustes necesarios para tener el espectrofotómetro preparado para la recepción de muestras.



Figura nº07. Preparación de trazadores

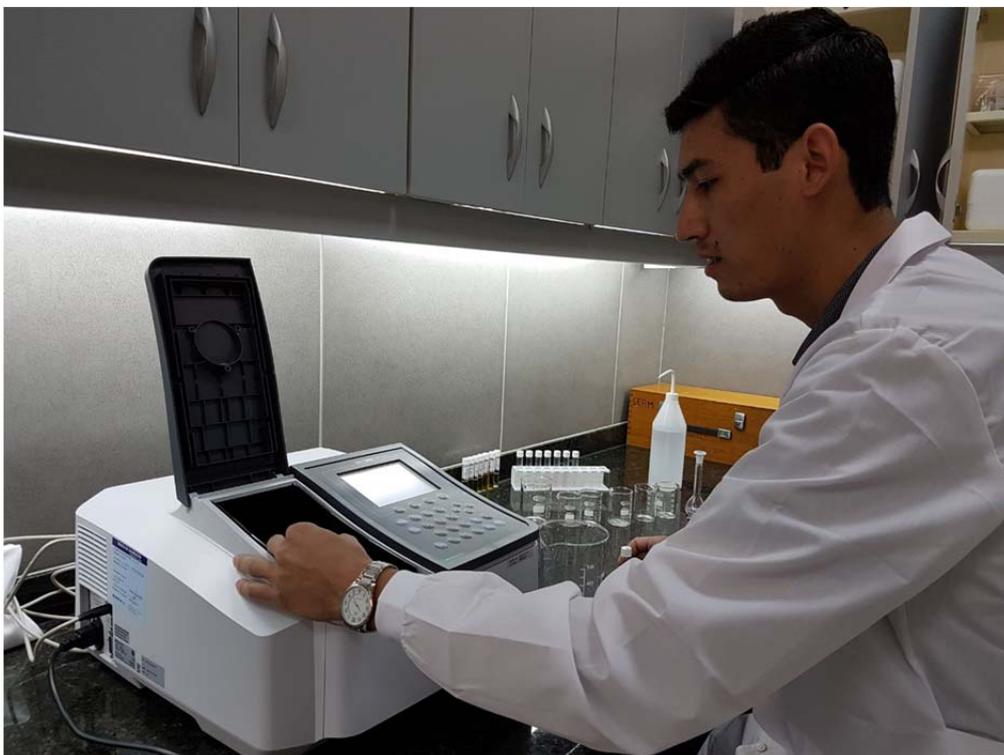
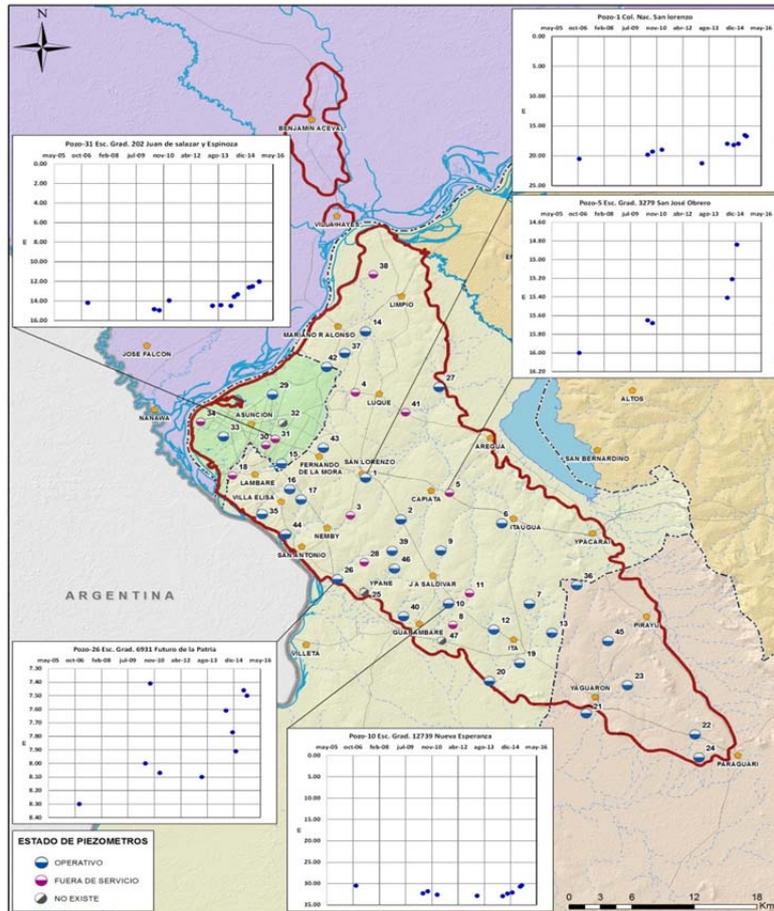


Figura nº08. Ajuste del espectrofotómetro



ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



ANEXO 4

CLIMATOLOGÍA

Gestionado por



TEKOKHA
RESAJ
 SAMETIYHA
 SECRETARÍA DEL
 AMBIENTE



Financiación a través de la



Ejecución



1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se pueden encontrar los datos climáticos utilizados para el estudio climático del documento diagnóstico. Las principales fuentes de estos datos son:

- Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA)
- FECOPROD
- ITAIPU
- Climate Research Unit (CRU). Modelos a nivel mundial calibrados con estaciones de referencia.

Todos los datos recopilados han sido recogidos e introducidos en una base de datos a partir de la cual se ha analizado su grado de existencias y su grado de confiabilidad mediante correlación con otras estaciones. Como criterio general para la realización del estudio, se desestimaron estaciones con series poco representativas debido a que presentan información escasa y se revisó la presencia de outliers o valores anómalos en las series seleccionadas.

Las 2 estaciones consideradas como confiables son la de Aeropuerto y Paraguarí, que tienen series lo suficientemente largas y a nivel diario. Los datos a nivel mensual han sido generados a partir de los datos diarios para que los datos sean coherentes.

A continuación se muestran los datos climáticos que han sido procesados.

- **Estadísticas de datos de precipitación diaria**
- **Estadísticas de datos de precipitación mensual**
- **Estadísticas de temperatura**
- **Temperaturas diarias**
- **Temperaturas mensuales**

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
2016	1,195.00	81.00	2015	1,259.80	79.60
2014	1,013.40	130.60	2011	862.10	51.30

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	862.10	51.30
Media:	1,082.58	85.63
Máximo:	1,259.80	130.60

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	56.30	1.60	2.00	0.60	18.40	8.80	0.00	7.60	12.60	0.60	12.60	12.40
Media:	85.28	121.53	120.45	150.07	102.88	41.60	49.90	28.45	19.98	106.05	88.50	167.90
Máximo:	134.40	258.80	262.20	359.80	290.20	78.00	101.00	52.00	34.20	161.40	156.60	325.60

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
2016	1,262.70	85.90	2015	1,447.40	89.40

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	1,262.70	85.90
Media:	1,355.05	87.65
Máximo:	1,447.40	89.40

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	39.70	138.80	38.60	63.50	83.90	5.10	22.70	27.40	8.30	136.20	130.40	238.20
Media:	84.40	194.15	73.00	89.55	180.00	47.95	52.25	35.65	17.65	153.65	178.80	248.00
Máximo:	129.10	249.50	107.40	115.60	276.10	90.80	81.80	43.90	27.00	171.10	227.20	257.80

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
2012	813.70	158.60	2013	1,121.30	239.40
2014	1,013.80	359.80	2015	1,259.80	325.60
2016	1,195.00	258.80	2011	862.70	144.70

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	813.70	144.70
Media:	1,044.38	247.82
Máximo:	1,259.80	359.80

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	37.10	1.60	2.00	0.20	18.40	8.80	0.00	7.70	12.60	0.60	12.60	12.50
Media:	73.00	119.00	98.98	126.52	98.13	53.83	43.02	29.67	23.10	135.62	113.87	129.65
Máximo:	134.40	258.80	262.30	359.80	290.20	134.10	100.80	52.00	34.20	239.40	181.30	325.60

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
2012	1,351.00	275.70	2013	1,472.90	442.30
2011	1,457.00	298.50	2009	1,923.60	332.80
2008	1,249.20	176.00	2007	1,641.60	281.00
2010	1,341.20	242.10	2014	1,959.00	356.50

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	1,249.20	176.00
Media:	1,549.44	300.61
Máximo:	1,959.00	442.30

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	33.30	51.00	82.00	28.60	50.00	5.00	32.40	0.50	27.00	102.10	120.60	32.00
Media:	98.64	143.84	151.41	166.50	195.34	85.88	102.86	33.95	86.11	168.60	204.02	112.29
Máximo:	189.40	298.50	284.20	356.50	442.30	236.20	141.10	105.00	176.70	267.60	320.40	219.00

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090607; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
1994	1,333.40	277.50	2003	1,301.70	213.10
2002	1,428.80	308.70	2000	1,469.50	257.40
1998	2,330.50	435.90	1997	1,858.00	510.50
1995	1,075.70	181.80	1993	1,088.00	317.10
2004	1,563.40	401.50	2012	1,227.40	248.90
1996	1,960.70	307.20	2005	1,235.40	295.40
2006	1,616.50	333.50	2007	1,532.40	279.00
2008	1,155.80	274.10	2009	1,424.00	361.80
1992	1,829.90	276.00	2011	1,394.40	224.50
1999	1,270.90	202.50	2013	1,159.00	185.00
2014	1,910.40	345.50	2010	1,385.20	243.30
1982	1,436.90	418.30	1971	1,569.60	347.00
1972	1,628.60	291.90	1973	1,216.40	252.40
1974	1,587.60	247.00	1975	1,528.50	227.40
1976	811.10	247.70	1977	1,106.30	191.90
1978	1,031.40	297.70	1979	1,649.30	269.70
1991	1,248.20	215.20	1981	1,209.50	253.00
1983	1,515.30	261.00	2001	1,341.30	227.30
1984	1,437.20	263.70	1970	1,100.30	196.70
1985	1,035.70	222.60	1986	1,334.80	323.50
1987	1,331.00	250.80	1988	1,088.70	240.70
1989	1,200.90	212.10	1990	1,592.40	295.80
1980	1,425.00	220.80			

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	811.10	181.80
Media:	1,399.49	276.76
Máximo:	2,330.50	510.50

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	27.40	23.90	19.80	10.50	9.20	5.20	0.80	0.10	7.50	17.70	9.90	32.40
Media:	135.54	134.95	123.37	155.71	118.09	78.08	48.08	58.45	81.58	138.78	173.23	153.64
Máximo:	347.00	435.90	271.20	325.00	361.80	227.30	171.90	245.30	205.90	333.50	510.50	370.80

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
2014	1,505.70	243.60	2015	1,447.60	276.30
2012	932.50	204.50	2013	900.10	231.50
2016	1,262.80	249.60			

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	900.10	204.50
Media:	1,209.74	241.10
Máximo:	1,505.70	276.30

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	39.80	60.90	35.80	0.00	37.40	5.10	20.70	6.30	8.30	29.30	126.30	48.30
Media:	76.12	165.74	103.50	125.42	119.46	75.04	47.88	24.54	32.08	107.38	178.32	154.26
Máximo:	129.30	249.60	196.20	243.60	276.30	135.20	81.90	43.90	79.90	171.10	243.10	257.80

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
1891	1,357.00	269.00	1907	1,473.00	318.00
1904	1,533.00	229.00	1903	1,992.00	385.00
1902	1,595.00	374.00	1901	1,193.00	199.00
1900	1,179.00	172.00	1899	1,473.00	235.00
1898	1,380.00	230.00	1897	1,174.00	398.00
1896	1,362.00	258.00	1895	1,109.00	219.00
1893	838.00	207.00	1889	1,822.00	233.00
1888	1,206.00	204.00	1886	1,275.00	187.00
1885	1,339.00	288.00	1883	1,145.00	202.00
1882	1,457.00	232.00	1881	1,668.00	214.00
1880	1,574.00	321.00	1879	1,584.00	232.00
1877	1,478.00	262.00	1906	575.00	95.00
1894	1,393.00	306.00	1972	1,403.00	229.00
1905	1,683.00	333.00	1981	1,212.00	253.00
1980	1,464.00	240.00	1979	1,615.00	270.00
1978	1,081.00	298.00	1977	1,104.00	192.00
1976	811.00	248.00	1975	1,559.00	257.00
1983	1,488.00	271.00	1973	1,217.00	246.00
1984	1,424.00	264.00	1971	1,698.00	326.00
1970	1,139.00	164.40	1969	1,957.60	414.20
1968	1,039.20	192.00	1967	1,190.00	302.50
1966	1,332.40	280.20	1965	1,965.70	357.20
1964	1,466.60	404.30	1963	1,232.80	221.90
1974	1,588.00	247.00	1994	1,333.40	277.50
2013	1,153.00	184.00	2012	1,118.00	248.00
2011	1,309.00	224.00	2009	1,471.00	358.00
2000	1,469.50	257.40	1999	1,270.90	202.50
1998	2,330.50	435.90	1997	1,858.00	510.50
1982	1,460.00	419.00	1995	1,075.70	181.80
1960	1,268.00	257.00	1993	1,088.00	317.10
1992	1,829.90	276.00	1991	1,248.20	215.20
1990	1,610.00	302.00	1989	1,164.00	212.00
1988	1,074.00	240.00	1987	1,311.00	224.00
1986	1,326.00	316.00	1985	1,026.00	216.00
1996	1,960.70	307.20	1926	1,273.50	231.70
1936	1,338.20	263.80	1935	1,291.30	245.40
1934	773.20	138.00	1933	940.60	197.00
1932	1,623.60	226.10	1931	1,264.20	221.90
1930	1,424.30	284.60	1929	1,209.30	206.90
1962	1,049.60	261.80	1927	1,423.30	338.80
1939	1,846.60	297.00	1925	1,519.10	364.60
1923	1,324.80	333.20	1922	1,151.10	216.60
1921	1,394.70	242.20	1918	1,890.00	289.00
1917	994.00	205.00	1916	1,487.00	328.00
1915	1,318.00	243.00	1909	1,209.00	269.00
1928	1,383.70	318.00	1948	1,053.00	230.10
2014	1,908.00	345.00	1959	1,899.00	420.00
1958	1,644.00	276.00	1957	1,468.00	268.00
1956	1,650.00	303.00	1955	1,076.00	218.00
1954	1,727.00	375.00	1952	1,555.00	305.00

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618; ; VARIABLE MEDIDA: PRT; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD

DATOS ANUALES

Año:	Acumulados:	Máximos:	Año:	Acumulados:	Máximos:
1951	1,375.00	408.00	1937	869.40	229.00
1949	1,114.60	210.80	1938	907.60	157.60
1947	1,180.40	209.80	1946	1,511.40	344.50
1945	1,148.00	197.30	1944	676.30	160.40
1943	1,168.60	247.60	1942	1,205.40	228.30
1941	1,624.20	321.10	1940	1,755.50	320.00
1961	1,770.90	331.70	1950	1,577.30	272.50

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Acumulados:	Máximos:
Mínimo:	575.00	95.00
Media:	1,373.62	268.08
Máximo:	2,330.50	510.50

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	11.40	6.20	5.00	3.00	0.40	0.00	0.70	0.00	8.00	10.20	10.00	7.30
Media:	148.20	132.18	143.01	149.57	117.59	74.03	51.57	47.78	84.08	134.50	147.75	143.37
Máximo:	398.00	435.90	404.30	420.00	364.60	263.80	172.60	245.30	242.20	333.20	510.50	372.00

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
2011	17.50	22.97	27.90	2012	13.00	23.77	29.30
2013	16.50	22.69	28.80	2014	17.90	24.02	29.20
2016	14.40	22.30	29.30				

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Mínimos:	Medias:	Máximos:
Mínimo:	13.00	22.30	27.90
Media:	15.86	23.15	28.90
Máximo:	17.90	24.02	29.30

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	27.90	25.90	24.60	22.20	17.40	14.40	13.00	16.50	17.50	23.80	20.80	25.90
Media:	28.74	27.98	25.42	23.36	19.50	17.16	17.10	19.76	21.60	25.16	24.78	27.22
Máximo:	29.30	29.20	26.60	25.50	20.80	18.30	18.60	21.80	23.80	27.70	26.60	29.30

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
1985	17.65	22.79	28.42	1987	16.19	22.02	27.28
1988	15.18	21.91	27.67	1991	16.86	22.52	27.08
1993	15.51	21.91	26.97	1994	17.87	22.81	27.30
2007	15.14	22.47	27.14	2008	15.20	22.54	27.62
2009	14.18	22.36	27.81	2010	16.63	22.26	28.66
2011	17.20	22.38	27.73	2012	15.12	23.32	28.67
2013	15.92	22.13	28.12	2014	17.76	23.34	28.92
2015	17.35	23.23	27.63	2016	13.02	21.91	27.85

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Mínimos:	Medias:	Máximos:
Mínimo:	13.02	21.91	26.97
Media:	16.05	22.49	27.80
Máximo:	17.87	23.34	28.92

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	25.90	24.05	23.51	21.44	15.72	13.02	14.18	15.92	18.70	21.08	22.63	24.83
Media:	27.35	26.49	25.41	22.78	18.76	17.17	17.13	18.99	20.89	23.30	24.77	26.88
Máximo:	28.92	28.69	27.67	24.75	21.17	19.54	21.31	22.66	24.02	26.60	27.81	28.67

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
2012	16.70	24.78	29.80	2013	17.60	23.78	29.80
2014	18.80	24.73	29.40	2015	18.80	24.42	28.80
2016	15.80	23.68	30.10				

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Mínimos:	Medias:	Máximos:
Mínimo:	15.80	23.68	28.80
Media:	17.54	24.28	29.58
Máximo:	18.80	24.78	30.10

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	28.80	28.30	25.50	23.10	18.00	15.80	16.70	17.60	21.40	24.60	25.50	24.60
Media:	29.46	28.96	26.26	24.42	20.26	18.64	18.64	21.58	23.20	25.82	26.30	27.78
Máximo:	30.10	29.40	27.70	25.90	21.70	20.80	19.40	23.90	24.60	28.30	27.40	29.80

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090617; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
1894	14.10	21.43	26.60	1895	18.10	22.23	26.70
1896	16.50	22.78	25.60	1897	14.90	22.10	27.90
1898	15.10	21.35	27.90	1899	14.50	22.13	26.70
1900	17.90	22.77	28.10	1901	17.70	22.23	26.30
1902	15.20	22.47	28.70	1903	17.00	21.59	26.80
1904	16.80	21.49	26.00	1905	16.30	21.43	25.70
1906	17.60	22.74	28.60	1909	16.50	21.96	26.70
1913	15.40	21.13	24.60	1915	12.80	20.96	28.00
1916	11.00	20.07	24.20	1917	14.00	20.61	27.70
1918	15.60	21.06	26.30	1921	14.80	22.05	28.50
1922	14.90	21.63	26.40	1923	15.40	22.15	27.10
1924	16.10	21.08	27.00	1925	14.80	22.12	27.70
1926	17.00	23.33	29.20	1927	15.90	22.38	27.90
1928	15.60	22.16	28.30	1929	15.60	22.16	28.30
1930	17.50	22.68	26.50	1933	15.70	24.28	30.20
1934	18.60	23.54	28.40	1935	17.70	23.51	29.00
1936	16.30	23.48	29.10	1937	18.90	23.40	28.70
1938	18.60	23.25	27.90	1939	17.40	23.46	29.80
1940	18.30	23.52	28.60	1941	18.00	22.98	28.00
1942	14.50	22.86	28.80	1943	15.60	23.19	28.60
1944	19.80	24.50	29.50	1945	17.40	24.33	29.30
1946	16.10	23.21	29.80	1947	16.40	23.18	28.70
1948	18.40	23.88	30.30	1949	18.80	23.58	28.40
1950	18.40	23.53	27.70	1951	19.20	23.48	27.90
1952	14.20	23.36	28.90	1953	14.60	23.93	28.70
1954	17.60	23.54	29.40	1955	14.30	23.32	31.10
1956	16.50	22.62	28.10	1957	15.90	23.18	28.30
1958	16.20	23.38	30.00	1959	17.90	23.64	28.60
1960	18.50	23.58	29.40	1961	18.00	24.03	29.20
1962	14.40	22.93	30.00	1963	18.50	24.48	29.10
1964	16.30	23.19	29.70	1965	18.10	23.81	28.20
1966	18.60	23.71	29.10	1967	15.80	23.53	29.10
1968	18.40	23.37	28.60	1969	17.10	23.03	28.40
1970	18.00	23.33	28.60	1971	15.00	22.30	27.40
1972	17.40	22.98	27.50	1973	16.10	22.38	28.20
1974	15.50	21.85	27.80	1975	15.90	22.17	27.40
1976	16.80	22.12	27.40	1977	18.70	23.62	28.40
1978	17.30	23.17	27.90	1979	16.80	22.62	28.90
1980	16.90	22.71	27.40	1981	16.10	22.89	27.30
1982	18.20	23.01	27.30	1984	16.00	22.87	28.50
1987	16.10	22.07	26.90	1988	15.10	22.17	28.10
1990	14.10	22.28	27.20	1991	17.50	22.84	27.50
1992	14.20	21.85	26.80	1993	15.60	22.75	27.50
1994	18.30	23.34	27.10	1995	18.80	23.03	26.80
1996	14.70	22.35	27.70	1997	17.70	23.53	27.90
1998	17.80	22.51	28.70	1999	16.80	23.13	27.60
2000	13.30	22.73	28.50	2006	17.80	23.50	28.50
2008	15.50	22.80	28.10	2009	14.80	22.78	28.40
2010	16.70	22.60	28.80	2011	17.10	22.63	27.70

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090617; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
2012	15.40	23.63	28.90	2013	16.30	22.65	28.50
2014	18.10	23.66	28.70	2015	17.90	23.65	27.70

ESTADÍSTICAS ANUALES

	Mínimos:	Medias:	Máximos:
Mínimo:	11.00	20.07	24.20
Media:	16.51	22.79	28.06
Máximo:	19.80	24.50	31.10

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	23.10	23.50	22.20	19.20	14.00	11.00	13.30	15.10	18.40	18.90	20.80	23.70
Media:	27.42	27.26	26.07	22.65	19.74	17.77	17.82	19.06	21.23	23.11	24.63	26.69
Máximo:	30.20	31.10	29.20	25.80	24.00	23.10	21.40	24.80	25.20	27.10	28.60	30.30

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
1894	14.60	22.12	27.40	1895	18.60	22.92	28.00
1896	17.00	23.46	26.60	1897	15.10	22.78	28.80
1898	15.90	22.03	28.30	1899	15.00	22.82	27.70
1900	18.40	23.45	28.50	1901	18.20	22.91	27.60
1902	16.00	23.15	29.10	1903	17.20	22.28	27.20
1904	17.30	22.18	26.20	1905	16.50	22.11	25.90
1906	18.10	23.43	29.00	1909	17.00	22.64	27.70
1913	15.90	21.81	25.20	1915	13.30	21.64	28.40
1916	11.50	20.75	25.20	1918	16.10	21.74	27.30
1921	15.30	22.73	29.80	1922	15.40	22.32	27.20
1923	15.60	22.83	28.00	1924	16.30	21.77	28.20
1925	15.30	22.80	28.10	1926	17.20	24.01	29.40
1927	16.40	23.06	28.30	1928	16.10	22.84	29.30
1929	16.10	22.84	29.30	1930	17.70	23.36	27.30
1933	15.90	24.96	31.20	1934	18.80	24.23	29.40
1935	17.90	24.19	30.00	1936	17.10	24.17	30.10
1937	19.40	24.08	29.70	1938	19.10	23.93	29.20
1939	17.60	24.14	30.80	1940	19.10	24.20	29.90
1941	18.50	23.67	29.00	1942	15.00	23.54	29.50
1943	16.40	23.88	29.60	1944	20.00	25.18	30.00
1946	16.60	23.89	30.20	1947	16.60	23.86	29.10
1949	19.00	24.27	29.20	1950	18.60	24.22	29.00
1951	19.70	24.16	28.90	1952	14.70	24.04	29.90
1953	14.80	24.62	30.00	1954	17.80	24.23	29.80
1956	17.00	23.30	29.20	1957	16.10	23.86	29.60
1958	17.00	24.06	30.50	1959	18.70	24.33	29.20
1960	19.00	24.27	30.40	1961	18.50	24.72	30.20
1962	14.60	23.61	31.30	1963	19.00	25.16	30.10
1964	16.80	23.88	30.70	1965	18.10	23.81	28.20
1966	18.60	23.71	29.10	1967	15.80	23.53	29.10
1968	18.40	23.37	28.60	1969	17.10	23.03	28.40
1970	18.00	23.33	28.60	1971	15.00	22.30	27.40
1973	16.10	22.38	28.20	1974	15.50	21.85	27.80
1979	16.80	22.62	28.90	1980	16.90	22.71	27.40
1981	16.10	22.89	27.30	1982	18.20	23.01	27.30
1984	16.00	22.87	28.50	1987	16.10	22.07	26.90
1988	15.10	22.17	28.10	1990	14.10	22.28	27.20
1991	17.50	22.84	27.50	1992	14.20	21.85	26.80
1993	15.60	22.75	27.50	1994	18.30	23.34	27.10
1995	18.80	23.03	26.80	1996	14.70	22.34	27.70
1997	17.70	23.53	27.90	1998	17.80	22.51	28.70
1999	16.80	23.13	27.60	2000	13.30	22.73	28.50
2005	17.00	22.61	27.50	2006	17.80	23.50	28.50
2009	14.80	22.78	28.40	2011	17.10	22.86	28.80
2012	15.40	23.89	28.90	2013	16.30	22.65	28.50
2014	18.10	23.66	28.70				

ESTADÍSTICAS ANUALES

Mínimos:	Medias:	Máximos:
-----------------	----------------	-----------------

INFORME DE ESTADÍSTICAS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618; ; VARIABLE MEDIDA: TMD; PROCESO DE OBTENCIÓN: ORI; PERIODICIDAD: 1

DATOS ANUALES

Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:	Año:	Mínimos:	Medias:	Máximos:
	Mínimo:	11.50	20.75	20.75	25.20		
	Media:	16.76	23.20	23.20	28.54		
	Máximo:	20.00	25.18	25.18	31.30		

DISTRIBUCIONES MENSUALES

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
Mínimo:	24.10	23.90	22.40	19.60	16.10	11.50	13.30	15.50	17.90	19.90	21.80	24.90
Media:	27.98	27.50	26.24	22.92	20.15	17.97	17.91	19.58	21.34	23.74	25.65	27.43
Máximo:	31.20	30.40	29.40	26.00	24.00	23.60	21.60	24.00	25.50	27.10	29.60	31.30

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 1

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2010/11**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1			27,10	24,80	25,80	24,40	26,00	15,80	18,80	12,70	9,00	16,90	1	
2			30,30	25,20	26,50	26,40	24,40	13,30	19,60	10,40	8,90	22,20	2	
3			25,50	26,30	28,90	26,00	25,40	14,60	21,00	9,60	11,30	24,50	3	
4			26,50	28,10	27,60	26,70	26,20	17,00	15,00	9,20	12,20	29,30	4	
5			23,60	26,80	25,20	26,70	25,90	19,50	14,30	10,70	15,70	18,00	5	
6			25,70	27,60	27,40	27,10	24,40	21,70	18,60	12,30	21,00	17,70	6	
7			27,90	30,00	26,80	27,20	23,70	22,80	13,90	12,30	28,00	18,80	7	
8			28,60	29,40	25,50	27,40	24,50	25,40	13,70	13,70	27,80	16,20	8	
9			28,90	27,80	22,60	28,60	22,70	23,70	14,90	20,00	19,90	18,10	9	
10			27,10	28,80	24,70	28,20	21,90	25,40	14,00	18,50	21,90	20,20	10	
11			30,30	26,80	25,70	27,60	22,30	24,00	17,10	19,80	25,70	20,50	11	
12		26,30	26,30	27,90	24,10	28,20	22,50	23,90	20,50	24,40	27,40	20,50	12	
13		25,80	17,70	29,00	26,40	23,00	24,90	24,70	18,60	24,80	26,80	24,10	13	
14		27,00	20,60	30,20	27,00	20,80	28,30	19,80	21,10	26,90	18,10	25,10	14	
15		22,70	23,70	27,90	26,50	24,30	21,90	17,10	21,00	26,30	23,10	23,50	15	
16		23,70	25,10	28,70	28,60	26,60	22,10	17,70	23,20	24,50	27,70	27,70	16	
17		24,30	27,70	26,60	29,80	27,80	26,60	18,60	25,10	18,20	22,70	21,50	17	
18		25,30	30,70	27,60	29,10	22,90	25,00	19,70	25,90	17,60	21,90	19,50	18	
19		23,30	31,20	29,70	24,90	23,30	21,70	19,30	25,90	17,70	14,90	17,00	19	
20		24,00	28,80	24,90	25,20	25,30	26,60	19,80	26,00	15,30	10,30	17,00	20	
21		22,70	26,60	27,00	26,70	26,90	22,80	21,50	23,00	11,60	10,70	19,10	21	
22		23,50	25,50	26,60	26,50	26,30	27,60	24,60	18,60	12,60	8,30	23,00	22	
23		24,60	26,70	25,90	23,50	25,20	21,80	21,70	14,90	15,70	10,20	20,90	23	
24		20,80	25,70	27,30	23,00	27,00	20,80	23,60	14,60	20,90	14,30	18,10	24	
25		23,90	26,70	29,20	24,20	28,00	22,20	21,20	12,40	23,80	19,40	20,70	25	
26		25,70	29,20	30,40	23,20	27,70	22,70	15,80	8,50	21,80	21,80	22,80	26	
27		27,90	29,60	31,10	25,10	26,10	22,50	15,10	7,40	23,00	27,90	24,20	27	
28		25,00		30,10	24,60	23,80	22,40	15,00	9,30	25,00	24,80	26,60	28	
29		22,40		26,70		23,80	20,80	17,80	13,10	25,30	22,80	29,20	29	
30		24,70		28,50		24,20	18,10	18,80	15,10	15,90	19,20	31,10	30	
31			22,30	29,50		25,80		17,70		12,80	16,30		31	
MAXIMO:		27,90	31,20	31,10	29,80	28,60	28,30	25,40	26,00	26,90	28,00	31,10		
MEDIA:		24,40	26,63	27,95	25,90	25,91	23,62	19,89	17,50	17,85	19,03	21,80		
MINIMO:		20,80	17,70	24,80	22,60	20,80	18,10	13,30	7,40	9,20	8,30	16,20		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 2

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2011/12**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,50	22,40	21,20	25,90	24,70	23,20		13,10	20,10	25,40		25,20	1	
2	21,50	22,80	23,20	25,90	26,70	23,50	26,30	16,00	22,70	25,20	26,20	25,20	2	
3	22,20	23,70	26,00	28,80	27,50	26,80		19,20	18,70	15,80	26,90	26,30	3	
4	24,20	27,40	26,10	30,50	28,30	29,70	29,80	20,50	13,80	15,80	23,20	25,80	4	
5	25,80	23,40	23,30	28,50	30,60	30,60	24,70	22,80	12,80	15,20	17,40	27,60	5	
6	28,40	24,00	25,90	28,20	31,70	31,20	23,10	23,10	13,10	10,10	21,30	27,90	6	
7	31,00	25,40	26,10	29,80	32,10	31,00	25,40	22,90	6,80	9,70	22,70	25,70	7	
8	24,00	28,50	25,90	31,60	32,20	32,00	25,40	22,70	9,10	9,90	21,30	25,10	8	
9	22,90	29,70	26,00	31,70	26,90	30,90	23,60	22,80	14,00	14,80	20,70	22,30	9	
10	21,70	24,60	27,60	31,30	27,70	30,80	22,20	23,50	17,20	18,20	24,40	19,80	10	
11	24,80	26,00	28,70	30,40	26,30	30,30	24,70	23,60	18,30	12,70	26,90	19,60	11	
12	23,60	25,80	29,40	23,70	26,70	30,30	26,80	19,30	23,70	12,20	24,90	20,60	12	
13	21,30	21,10	25,90	24,50	29,60	29,00	27,00	16,30	25,20	14,00	22,30	22,30	13	
14	21,50	21,30	24,30	25,30	30,90	23,20	22,60	18,10	24,60	16,40	25,10	27,10	14	
15	21,30	22,00	24,00	26,30	29,00	24,40	21,40	20,50	24,50	13,70	25,40	28,90	15	
16	22,20	22,90	25,40	28,00	29,90	24,40	22,30	20,60	22,50	10,50	24,10	31,90	16	
17	24,20	24,40	26,20	29,90	30,70	26,80	24,20	20,70	21,50		26,20	32,90	17	
18	25,00	26,50	26,80	30,30	31,10	27,90	25,90	21,70	18,40		23,60	30,90	18	
19	25,30	27,60	28,50	29,90	31,50	28,50	23,20	21,80	16,10		23,90	17,00	19	
20	25,40	24,60	30,20	27,70	30,70	28,10	20,10	22,40	14,10		24,50	17,80	20	
21	25,70	21,40	31,30	29,80	26,40	25,60	22,60	21,20	14,20		24,10	20,60	21	
22	27,00	20,30	32,00	28,10	25,00	22,40	20,80	22,40	12,90		27,10	20,80	22	
23	27,50	23,70	32,90	28,70	25,20	22,90	20,60	18,90	13,50		28,50	21,70	23	
24	27,60	25,10	25,10	28,40	25,20	22,80	21,10	18,90	18,10		22,50	26,30	24	
25	22,30	27,10	21,50	27,20	26,40	24,40	19,70	17,10	18,20		12,30	17,70	25	
26	21,50	29,40	26,30	27,10	26,10	20,40	17,50	18,40	19,50		11,30	13,30	26	
27	21,70	29,40	29,80	27,40	26,80	18,00	17,60	22,20	21,30		10,00	16,60	27	
28	25,90	30,40	29,60	28,50	27,70		16,60	25,50	24,50		13,90	20,40	28	
29	27,20	29,90	28,40	29,40	30,00		13,00	26,40	24,40		15,60	21,30	29	
30	21,30	26,60	28,10	30,80			13,10	22,40	25,10		14,30	28,50	30	
31	21,00		29,00	29,00				18,20			22,90		31	
MAXIMO:	31,00	30,40	32,90	31,70	32,20	32,00	29,80	26,40	25,20	25,40	28,50	32,90		32,90
MEDIA:	24,08	25,25	26,93	28,47	28,40	26,63	22,19	20,75	18,30	14,98	21,78	23,57		23,77
MINIMO:	21,00	20,30	21,20	23,70	24,70	18,00	13,00	13,10	6,80	9,70	10,00	13,30		6,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 3

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2012/13**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	31,10	25,60	27,70	23,80	33,00	31,80		27,00	23,70	14,80	27,20	30,50	1	
2	31,10	26,60	29,70	23,30	31,80	31,10		28,30	21,00	15,60	16,50	22,80	2	
3	22,20	28,80	31,60	26,70	29,80	27,20		28,90	18,20	20,40	15,60	20,60	3	
4	24,60	29,20	31,40	29,60	28,90	21,00		21,10	17,40	25,00	15,50	18,60	4	
5	27,80	29,30	31,60	31,00	28,80	21,00		19,60	19,20	25,60	21,00	22,40	5	
6	30,50	30,00	31,20	30,20	28,20	23,90		18,20	20,50	24,60	24,50	25,90	6	
7	31,30	28,30	30,20	29,70	28,30	27,90		17,40	20,30	21,30	26,40	27,40	7	
8	31,70	24,80	28,30	31,00	28,70	30,60		16,60	20,20	14,60	23,30	24,60	8	
9	30,10	27,80	29,70	28,70	26,50	29,30		19,50	21,20	19,00	11,90	24,90	9	
10	21,40	26,70	32,00	30,20	26,60	25,70		21,90	19,80	22,20	11,30	27,00	10	
11	18,00	24,50	32,90	29,20	23,70	25,10		24,20	20,30	23,40	11,60		11	
12	21,80	23,60	33,20	28,40	27,10	25,70		19,80	20,80	22,80	16,40		12	
13	24,20	24,70	23,60	29,00	28,30	22,50		20,40	19,60	20,30	13,40		13	
14	26,10	25,40	25,90	30,00	22,70	23,40	13,50	20,70	17,80	19,80	8,80		14	
15	26,30	24,50	29,20	29,30	27,60	22,70	19,20	20,30	16,90	18,70	9,70		15	
16	22,70	26,50	30,20	29,60	28,00	24,00	21,10	12,30	18,50	16,80	14,30		16	
17	24,10	28,60	31,00	31,20	30,70	22,50	20,80	14,00	18,20	20,60	12,00		17	
18	25,30	28,70	28,90	30,20	27,10	22,40	19,90	16,10	20,00	23,80	17,50		18	
19	25,20	24,70	31,60	28,60	26,40	23,50	20,80	17,60	15,30	12,80	21,90		19	
20	24,50	27,60	32,60	27,50	27,90	21,60	21,70	15,90	12,80	11,00	25,00	24,00	20	
21	22,90	29,90	26,00	27,90	27,20	22,50	22,10	17,90	10,90	10,60	27,70	23,90	21	
22	25,80	31,50	26,40	26,70	27,90	23,70	22,30	16,40	11,10	7,80	24,50	15,60	22	
23	22,10	23,70	30,30	30,40	27,70	24,30	23,00	15,90	13,70	7,50	9,80	12,70	23	
24	20,70	24,20	32,30	32,90	29,50	22,30	22,30	15,00	14,10	8,10	7,30	12,80	24	
25	25,40	25,50	33,30	23,80	27,50	22,70	22,70	16,60	14,20	8,80	8,00	13,80	25	
26	28,20	24,50	30,50	22,40	23,70	24,30	19,20	12,80	12,80	14,00	7,80	19,60	26	
27	31,20	19,50	23,30	24,80	24,40	25,70	21,30	16,00	18,30	5,80	23,30	23,30	27	
28	25,90	31,30	22,30	32,80	26,10	27,80	24,50	21,30	20,30	16,60	22,10	22,10	28	
29	30,20	24,40	26,30	31,00		25,60	23,00	19,00	22,20	14,80	20,60	20,60	29	
30	29,00	26,60	26,30	31,80		26,70	15,70	16,90	22,50	20,70	14,00	14,00	30	
31	27,00		28,90	32,00				18,10		24,40	25,50		31	
MAXIMO:	31,70	31,50	33,30	32,90	33,00	31,80	27,80	28,90	23,70	25,60	27,70	30,50		33,30
MEDIA:	26,08	26,57	29,30	28,83	27,65	24,93	22,32	19,46	17,72	17,99	16,53	21,29		23,24
MINIMO:	18,00	19,50	22,30	22,40	22,70	21,00	13,50	12,30	10,90	7,50	5,80	12,70		5,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 4

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2013/14**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	17,60	29,10	27,90	27,10	32,60	24,10	26,90	20,00	15,60	14,20	25,30	26,20	1	
2	20,80	23,70	31,20	31,60	33,00	24,60	27,00	20,90	13,20	20,10	26,90	28,90	2	
3	23,00	22,30	24,90	26,10	32,90	21,10	27,10	25,00	15,50	24,30	27,00	27,90	3	
4	20,50	21,90	28,10	26,10	32,80	22,20	27,30	25,40	22,10	26,70	20,80	24,20	4	
5	19,50	24,00	32,30	28,50	32,30	25,20	28,20	24,00	24,40	23,90	19,40	25,30	5	
6	20,80	26,10	24,70	33,10	33,10	24,50	29,60	23,50	18,00	13,80	23,70	25,00	6	
7	23,30	26,00	27,90	29,00	32,10	28,20	30,80	23,80	18,90	12,50	18,80	22,20	7	
8	24,10	28,00	29,70	26,90	32,90	26,60	30,80	24,00	16,00	13,30	14,70	25,20	8	
9	27,10	30,90	28,10	29,80	33,00	27,10	26,60	20,50	15,10	15,20	17,30	29,30	9	
10	20,60	32,40	25,80	31,20	31,00	26,10	23,60	17,90	18,60	18,20	23,10	24,70	10	
11	23,70	23,50	26,20	26,90	31,00	29,10	24,80	19,40	22,90	19,20	23,30	17,10	11	
12	21,60	23,80	27,70	25,70	30,80	28,10	19,70	21,30	24,90	20,90	19,60	21,10	12	
13	23,20	25,60	27,90	28,20	25,80	27,40	16,30	21,50	19,40	21,80	14,30	26,70	13	
14	21,60	28,80	29,20	27,70	23,90	29,20	16,70	23,50	14,60	23,10	14,20	24,60	14	
15	22,20	31,20	29,90	27,30	25,40	26,00	18,60	21,60	16,60	23,20	18,00	18,50	15	
16	23,60	23,60	18,60	29,30	28,20	29,10	21,60	21,50	18,50	23,70	22,10	19,10	16	
17	24,80	24,40	-17,80	30,80	29,60	27,70	24,80	22,10	18,70	22,80	22,50	22,80	17	
18	24,60	28,00	-16,70	31,00	30,10	21,60	20,50	22,60	16,50	15,70	23,30	21,30	18	
19	20,50	27,20	28,70	30,00	28,30	24,40	20,00	22,40	13,70	13,10	23,80	20,00	19	
20	32,50	24,00	28,00	29,40	27,30	22,70	22,90	23,40	14,50	15,00	24,90	21,10	20	
21	26,20	26,60	28,90	30,90	29,60	23,40	23,60	25,70	18,50	19,90	23,70	19,90	21	
22	23,70	25,60	30,50	32,00	29,50	20,30	23,10	17,20	21,60	23,70	26,30	21,30	22	
23	29,70	26,40	33,00	31,70	29,00	15,90	21,70	12,20	23,00	18,70	28,80	26,10	23	
24	24,30	27,20	31,10	32,20	29,20	23,20	19,80	11,70	23,40	11,40	27,90	22,20	24	
25	23,50	29,00	31,50	24,80	29,20	26,80	18,80	10,30	22,90	12,50	15,90	23,60	25	
26	26,10	26,50	31,30	26,50	23,00	24,90	19,00	11,50	18,00	12,30	14,70	23,60	26	
27	22,80	28,00	32,60	28,20	20,40	26,20	22,70	12,30	15,50	14,00	14,50	21,90	27	
28	26,10	22,70	30,70	31,20	22,20	27,60	22,10	13,80	14,10	18,50	16,40	26,70	28	
29	27,70	20,90	30,70	31,30		24,10	23,20	17,90	12,80	21,60	19,60	29,50	29	
30	25,30	23,60	29,80	30,60		26,00	19,30	19,80	9,80	20,70	25,40	27,30	30	
31	28,10		30,00	31,30		23,60		19,00		23,80	24,50		31	
MAXIMO:	32,50	32,40	33,00	33,10	33,10	29,20	30,80	25,70	24,90	26,70	28,80	29,50		33,10
MEDIA:	23,84	26,03	25,88	29,24	29,22	25,06	23,24	19,86	17,91	18,64	21,31	23,78		23,63
MINIMO:	17,60	20,90	-17,80	24,80	20,40	15,90	16,30	10,30	9,80	11,40	14,20	17,10		-17,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 5

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2014/15**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	24,60	26,40	21,40	29,80	29,50	-17,80	23,90	23,90	18,20	16,30	25,20	26,10	1	
2	24,90	23,00	20,40	23,20	31,10	-17,80	24,20	25,80	19,90	18,50	26,50	20,40	2	
3	24,80	29,10	23,80	25,80	17,70	-17,80	26,90	20,00	22,80	17,30	25,90	19,60	3	
4	24,60	20,00	24,70	28,40	31,60	-17,80	22,40	17,10	23,60	11,30	26,60	19,10	4	
5	25,20	21,60	26,80	29,20	29,50	-17,80	22,60	16,90	25,30	12,50	28,10	19,00	5	
6	21,40	28,90	28,80	30,80	29,40	7,20	22,70	18,10	24,40	16,40	28,80	20,00	6	
7	23,70	21,80	30,40	31,10	28,70	28,20	22,00	17,20	24,50	16,50	29,20	20,70	7	
8	27,60	25,20	28,50	29,50	29,70	27,90	24,50	22,00	24,50	16,10	30,20	22,90	8	
9	32,50	26,50	28,00	30,60	31,10	28,00	25,40	20,80	24,40	17,80	29,00	21,60	9	
10	27,30	28,10	28,60	32,00	30,90	29,10	26,10	20,40	26,40	19,80	20,00	21,70	10	
11	19,00	23,30	28,80	29,20	-17,80	28,40	27,00	18,70	21,60	20,90	23,80	14,90	11	
12	24,10	24,20	26,60	31,80	-17,80	28,50	27,00	16,70	19,10	24,00	26,10	15,10	12	
13	25,40	23,20	29,00	31,60	-17,80	28,30	24,70	16,80	19,90	25,00	18,50	16,30	13	
14	27,10	22,80	28,70	29,00	-17,80	28,50	22,90	20,40	17,10	14,40	17,10	21,00	14	
15	31,50	23,50	30,10	24,70	-17,80	28,80	22,60	19,90	13,90	14,00	15,90	28,10	15	
16	34,60	25,60	30,40	28,50	-17,80	29,70	25,20	21,10	13,30	14,70	19,70	31,70	16	
17	36,40	27,00	23,90	28,80	-17,80	30,70	22,50	21,00	18,40	16,00	20,50	29,80	17	
18	33,70	26,70	25,40	25,90	-17,80	29,70	22,10	23,70	13,70	20,80	17,50	24,20	18	
19	28,90	23,20	28,90	30,10	-17,80	29,50	24,70	22,50	11,30	24,30	19,30	25,70	19	
20	26,50	21,00	30,40	25,80	-17,80	28,90	25,20	22,20	15,40	18,90	17,50	27,40	20	
21	27,10	25,90	24,60	26,50	-17,80	26,80	24,10	23,10	20,60	12,80	20,50	32,30	21	
22	27,00	23,60	22,60	28,20	-17,80	19,40	22,30	22,50	22,60	13,80	25,30	32,90	22	
23	27,30	24,80	23,10	30,10	-17,80	22,90	21,80	25,00	19,20	15,20	22,70	31,70	23	
24	29,50	27,30	25,10	28,20	-17,80	25,30	23,00	23,30	18,20	15,50	18,20	22,20	24	
25	29,80	22,90	28,00	-17,80	-17,80	28,20	22,30	21,60	20,40	15,60	21,90	20,10	25	
26	29,10	26,40	31,00	-16,40	-17,80	23,60	22,40	21,70	21,20	16,50	24,20	19,00	26	
27	30,60	28,30	30,10	25,50	-17,80	21,30	24,60	18,60	21,40	20,60	22,40	19,80	27	
28	31,60	29,10	27,20	27,10	-17,80	21,40	25,50	17,40	19,90	23,80	21,00	20,60	28	
29	31,80	29,30	27,30	26,20		20,70	23,50	14,70	21,60	25,00	23,60	21,40	29	
30	25,40	29,90	25,80	25,90		22,60	23,90	16,50	19,30	22,80	25,00	24,70	30	
31	25,70		29,30	27,30		23,20		18,00		25,70	27,60		31	
MAXIMO:	36,40	29,90	31,00	32,00	31,60	30,70	27,00	25,80	26,40	25,70	30,20	32,90		36,40
MEDIA:	27,70	25,29	27,02	25,37	-1,11	18,64	23,93	20,25	20,07	18,15	23,15	23,00		21,11
MINIMO:	19,00	20,00	20,40	-17,80	-17,80	-17,80	21,80	14,70	11,30	11,30	15,90	14,90		-17,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 6

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2015/16**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	26,70	22,40	25,80	27,60	26,80	24,30	29,10	14,10	16,30	21,00	23,20	-10,00	1	
2	22,90	21,60	23,90	29,80	26,00	24,10	29,50	18,10	14,60	16,90	18,20	17,20	2	
3	16,10	23,20	27,20	30,20	24,00	23,90	29,80	19,60	14,50	23,30	19,10	1,90	3	
4	20,80	22,90	24,80	26,90	26,80	24,10	30,60	19,20	14,70	21,80	22,80	-2,60	4	
5	25,00	21,60	23,60	28,00	28,10	24,80	30,70	20,70	15,00	14,90	25,40	1,00	5	
6	29,50	22,00	25,90	28,30	26,90	26,30	30,80	19,40	12,60	13,20	25,70	-1,00	6	
7	32,00	21,90	25,80	29,10	29,40	26,90	31,30	20,10	11,90	12,80	17,50	13,20	7	
8	26,00	22,10	27,40	28,10	31,40	26,00	31,50	21,40	12,30	15,50	18,30	15,70	8	
9	17,70	28,60	30,20	28,30	31,20	22,00	25,00	20,40	11,30	21,00	16,70	17,90	9	
10	15,80	31,90	24,00	27,80	27,90	23,40	23,30	20,20	12,40	23,20	16,80	22,50	10	
11	15,40	27,10	27,40	30,90	29,70	22,50	25,30	19,90	10,30	24,60	16,50	19,40	11	
12	16,30	30,40	27,70	33,70	31,50	22,80	26,80	18,60	9,50	19,70	18,60	33,20	12	
13	17,10	31,20	27,40	31,10	31,70	24,20	25,80	17,30	11,50	20,20	21,90	22,30	13	
14	27,90	25,40	29,30	30,80	31,90	25,90	27,40	21,00	16,30	24,60	24,70	18,60	14	
15	30,10	28,50	26,20	30,70	31,60	25,30	29,00	22,00	17,70	17,80	23,70	19,40	15	
16	22,20	23,00	28,30	31,50	27,70	29,10	30,00	15,30	15,00	13,30	25,30	21,20	16	
17	21,20	28,90	30,90	30,70	30,80	29,30	30,50	15,10	15,00	12,10	24,80	25,60	17	
18	21,70	23,80	32,00	29,10	32,70	30,20	29,70	14,60	13,90	11,20	20,20	28,60	18	
19	25,20	25,00	23,40	31,70	32,20	26,20	29,50	16,40	14,00	11,40	20,60	21,00	19	
20	33,70	21,40	25,90	34,00	27,10	27,00	28,00	16,20	12,60	12,50	17,60	19,60	20	
21	28,60	21,70	30,00	31,10	28,60	26,10	22,80	13,60	11,90	13,30	13,90	21,40	21	
22	27,60	26,30	31,00	29,30	26,80	23,90	22,80	14,50	12,70	15,30	13,50	21,90	22	
23	26,60	26,30	31,80	29,70	27,50	24,40	27,80	12,80	15,00	19,10	15,80	24,40	23	
24	28,40	28,70	25,20	30,40	27,80	21,40	28,80	16,40	20,40	22,50	18,80	18,30	24	
25	27,30	29,30	26,40	29,90	29,10	20,30	21,20	18,70	22,90	24,50	24,20	18,00	25	
26	23,20	26,90	26,10	22,40	30,40	19,20	13,40	17,80	14,60	17,70	28,20	21,60	26	
27	23,40	28,20	27,70	25,00	24,00	18,00	12,10	16,50	11,80	12,80	28,80	24,00	27	
28	26,60	23,90	28,20	28,10	26,40	22,70	13,00	14,20	12,80	13,40	20,60	25,90	28	
29	28,80	21,90	26,50	31,20	28,20	23,90	14,20	14,60	18,00	18,50	14,20	25,40	29	
30	23,00	23,30	31,00	26,40		27,00	14,20	15,80	19,70	24,00	14,10	19,50	30	
31	23,00		29,90	25,90		27,20		16,00		25,50	17,80		31	
MAXIMO:	33,70	31,90	32,00	34,00	32,70	30,20	31,50	22,00	22,90	25,50	28,80	33,20		34,00
MEDIA:	24,19	25,31	27,45	29,28	28,77	24,59	25,46	17,44	14,37	17,99	20,24	17,50		22,71
MINIMO:	15,40	21,40	23,40	22,40	24,00	18,00	12,10	12,80	9,50	11,20	13,50	-10,00		-10,00

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090601DO.TEG

Página: 7

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2016/17**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	23,30	30,00	27,40	31,30	25,70	27,50	25,10	21,10	12,70				1	
2	24,70	19,10	28,20	31,60	26,20	28,60	24,10	23,10	13,60				2	
3	19,40	19,00	24,30	30,30	29,10	30,70	23,50	20,70	17,40				3	
4	22,00	22,00	26,40	31,20	30,70	25,90	26,00	19,20	21,10				4	
5	20,70	23,60	27,60	28,00	23,80	27,00	23,90	19,90	17,90				5	
6	18,40	-17,80	23,00	27,00	24,10	28,70	24,20	22,60	15,90				6	
7	20,10	-17,80	24,30	29,60	27,40	30,60	25,20	25,30	16,90				7	
8	22,30	0,90	22,80	31,20	28,80	30,80	28,50	23,80	15,20				8	
9	22,50	26,00	23,50	33,20	26,80	31,70	26,30	21,60	10,80				9	
10	24,00	26,90	25,60	31,10	22,40	28,40	21,00	21,90	11,80				10	
11	26,00	21,40	25,40	27,70	24,20	28,90	20,90	23,00	13,90				11	
12	24,70	24,50	27,30	31,00	25,90	26,50	21,30	25,80	15,70				12	
13	23,70	25,80	27,90	31,30	25,40	25,50	21,10	24,20	18,30				13	
14	26,40	25,90	23,80	30,50	26,90	23,50	24,50	17,20	18,90				14	
15	26,30	23,70	24,30	31,30	28,00	28,70	27,20	18,60	22,60				15	
16	31,60	25,40	26,30	27,30	29,90	21,20	23,30	18,70	24,10				16	
17	32,50	21,50	27,90	27,90	30,30	21,10	22,10	21,10	25,50				17	
18	32,00	18,40	29,90	29,50	30,80	21,10	23,80	23,80	18,80				18	
19	27,50	21,40	24,90	31,40	29,80	24,00	22,40	19,80	11,40				19	
20	22,90	25,10	26,40	31,10	30,60	26,30	18,70	17,70	10,90				20	
21	21,80	27,40	27,90	30,00	31,60	26,60	19,20	17,10	15,30				21	
22	24,40	21,50	28,80	27,50	28,60	25,40	20,20	17,90					22	
23	29,20	23,10	29,00	27,00	27,30	26,00	21,30	23,10					23	
24	29,50	27,60	28,90	26,70	27,90	27,00	25,20	26,10					24	
25	21,50	27,30	30,90	27,90	29,40	26,50	25,80	27,40					25	
26	21,00	29,30	31,50	25,20	28,10	21,50	17,00	24,40					26	
27	19,00	26,70	26,50	23,30	28,90	25,60	15,40	17,00					27	
28	17,90	25,00	29,00	25,90	26,80	26,70	16,10	15,60					28	
29	19,90	26,00	28,50	28,00		26,20	17,60	15,90					29	
30	23,60	26,10	28,20	27,30		26,30	18,30	15,70					30	
31	28,60		29,10	25,20		25,90		14,40					31	
MAXIMO:	32,50	30,00	31,50	33,20	31,60	31,70	28,50	27,40	25,50					
MEDIA:	24,11	20,83	26,95	28,95	27,69	26,46	22,31	20,76	16,60					
MINIMO:	17,90	-17,80	22,80	23,30	22,40	21,10	15,40	14,40	10,80					

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 8

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1980/81**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1				27,10	29,70	27,90	23,60	16,20	23,50	19,50	26,10	14,80	1	
2				27,10	29,30	28,40	24,10	19,10	20,30	13,20	26,30	14,80	2	
3				26,50	30,00	24,70	25,00	24,80	14,00	13,20	27,70	14,30	3	
4				26,10	24,60	26,40	24,10	26,90	13,50	16,40	28,40	14,00	4	
5				28,80	25,30	26,50	26,10	28,10	16,80	17,60	28,50	16,50	5	
6				26,60	27,50	27,40	27,40	28,10	15,40	17,80	28,10	18,00	6	
7				24,00	28,60	25,10	28,80	26,60	13,20	17,80	19,00	25,70	7	
8				26,30	30,40	25,30	29,30	26,30	12,00	18,30	15,00	28,30	8	
9				27,80	25,50	23,30	28,40	25,80	15,90	20,40	13,90	29,20	9	
10				27,10	27,50	22,10	28,10	23,40	17,20	22,40	12,30	23,30	10	
11				24,80	28,70	23,40	25,40	25,50	13,90	23,40	20,10	22,90	11	
12				27,10	29,40	24,50	26,10	25,90	13,30	24,60	22,70	19,50	12	
13				27,30	23,50	27,80	23,10	26,10	12,20	25,80	17,50	13,80	13	
14				26,50	26,30	23,80	22,00	20,00	11,70	25,20	15,20	9,50	14	
15				26,30	26,50	25,10	20,40	19,20	14,60	27,40	16,80	9,80	15	
16				28,60	25,80	24,80	20,10	21,00	13,10	16,20	16,70	12,40	16	
17				25,00	29,30	20,20	21,50	24,40	6,50	8,80	17,50	25,00	17	
18				26,80	28,90	22,80	22,70	24,20	4,20	5,70	17,50	26,90	18	
19				28,90	27,50	25,00	21,20	25,10	7,10	4,20	19,20	27,60	19	
20				23,30	26,00	23,20	20,80	18,80	12,40	6,70	19,40	23,60	20	
21				24,60	26,10	19,90	24,70	22,00	17,00	10,10	20,40	15,30	21	
22				25,60	24,90	23,20	21,70	25,10	17,80	11,30	20,40	15,80	22	
23				27,30	25,30	26,90	18,90	24,80	13,70	11,40	23,70	17,60	23	
24				27,30	27,00	25,30	20,60	25,00	12,60	10,00	24,00	17,20	24	
25				27,60	26,30	24,90	23,80	23,70	20,30	9,70	24,60	19,30	25	
26				26,80	27,60	25,10	20,70	19,10	22,90	12,20	25,60	21,30	26	
27				27,10	28,20	28,10	21,00	19,70	22,40	19,20	15,60	24,50	27	
28				28,10	26,80	27,20	19,20	19,50	21,60	24,10	18,90	25,30	28	
29				28,50		23,50	14,00	21,20	21,60	24,20	25,50	14,60	29	
30				26,50		22,50	16,00	21,80	21,30	23,60	21,70	12,70	30	
31				29,30		20,90		22,60		23,10	20,60		31	
MAXIMO:				29,30	30,40	28,40	29,30	28,10	23,50	27,40	28,50	29,20		
MEDIA:				26,80	27,23	24,68	22,96	23,23	15,40	16,89	20,93	19,12		
MINIMO:				23,30	23,50	19,90	14,00	16,20	4,20	4,20	12,30	9,50		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 9

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1981/82**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	18,30	29,30	22,50	24,30	28,70	26,50	23,30	22,10	24,30	16,50	18,70	21,70	1	
2	23,50	26,30	23,90	21,90	29,40	26,20	23,00	19,30	24,20	22,50	15,50	24,60	2	
3	27,30	27,30	23,00	22,40	27,00	25,80	27,20	20,20	20,10	24,10	12,90	27,00	3	
4	21,20	28,20	25,70	24,30	25,10	26,10	24,80	17,50	18,20	24,00	15,60	26,60	4	
5	17,60	31,40	27,30	27,00	26,00	26,20	25,60	19,90	19,90	23,50	21,60	18,70	5	
6	15,60	19,00	23,00	27,80	28,40	26,50	24,10	21,10	21,40	23,60	24,00	17,40	6	
7	15,60	22,60	25,30	25,20	29,30	26,50	25,30	23,70	23,60	15,50	16,60	23,80	7	
8	18,60	26,00	24,90	26,00	25,40	25,20	25,30	25,60	21,30	12,80	12,20	24,30	8	
9	19,80	25,90	23,00	28,40	25,10	26,40	25,00	26,60	24,40	15,10	13,80	27,40	9	
10	21,00	25,60	25,30	28,00	26,50	27,30	23,80	26,70	22,60	17,30	15,60	26,40	10	
11	19,90	26,80	25,40	26,30	27,80	27,10	23,10	26,80	22,80	20,50	19,00	27,50	11	
12	21,30	27,50	26,50	25,70	21,00	27,40	23,40	26,00	20,60	19,70	20,50	19,80	12	
13	19,10	27,80	27,60	27,40	27,50	28,20	24,00	26,00	20,60	15,00	23,90	19,90	13	
14	23,40	27,70	28,40	26,60	20,80	27,20	20,10	22,80	24,10	12,90	25,70	25,60	14	
15	24,50	21,50	22,00	27,60	24,10	26,30	18,40	23,30	14,30	21,50	24,40	27,30	15	
16	22,70	22,50	25,00	30,10	27,70	25,30	17,30	26,00	12,50	22,90	18,00	27,50	16	
17	20,80	26,30	24,80	24,20	25,00	23,90	18,00	26,20	16,80	24,60	16,90	18,80	17	
18	21,40	20,50	28,10	26,40	27,60	24,80	23,20	20,00	22,70	22,00	14,50	15,10	18	
19	19,80	19,50	27,20	28,40	28,80	26,80	24,00	15,70	11,80	22,80	14,40	15,40	19	
20	20,30	19,60	29,90	27,90	28,40	27,50	22,30	14,20	10,50	22,60	20,40	17,70	20	
21	21,90	23,70	24,80	26,90	25,80	27,00	20,80	13,20	12,00	25,00	22,50	18,50	21	
22	24,70	26,30	24,90	26,30	22,10	25,10	20,90	13,80	11,70	16,90	23,80	19,60	22	
23	27,00	21,90	21,70	24,10	22,20	26,20	22,40	16,50	12,60	18,60	25,00	22,20	23	
24	29,00	24,60	24,10	26,30	22,60	24,60	22,90	17,00	14,20	20,90	26,30	25,40	24	
25	30,00	23,50	25,90	27,60	23,30	27,40	21,60	17,70	14,30	22,60	27,20	21,50	25	
26	25,20	25,00	26,10	28,10	24,80	22,50	23,00	14,70	16,40	24,10	27,40	21,30	26	
27	25,00	28,40	29,30	30,20	26,60	17,10	21,60	14,40	22,60	23,80	26,40	19,00	27	
28	26,60	24,60	28,00	29,70	27,50	18,10	21,80	14,80	14,30	22,00	27,80	15,10	28	
29	29,10	25,30	28,00	29,00		16,90	19,60	14,00	8,10	12,80	27,20	16,60	29	
30	29,30	23,80	27,40	28,80		18,60	21,00	17,10	12,50	11,40	27,30	23,00	30	
31	29,10		27,60	30,30		21,10		21,70		15,30	19,90		31	
MAXIMO:	30,00	31,40	29,90	30,30	29,40	28,20	27,20	26,80	24,40	25,00	27,80	27,50		31,40
MEDIA:	22,86	24,95	25,70	26,88	25,88	24,90	22,56	20,15	17,85	19,77	20,81	21,82		22,83
MINIMO:	15,60	19,00	21,70	21,90	20,80	16,90	17,30	13,20	8,10	11,40	12,20	15,10		8,10

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 10

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1982/83**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	18,70	29,00	24,20	27,90	22,80	23,30	28,30	25,40	10,30	21,40	11,20	12,30	1	
2	18,70	30,00	22,30	29,60	22,50	21,10	29,30	26,70	10,90	21,40	8,90	12,10	2	
3	22,90	21,90	22,00	28,50	25,60	22,40	28,50	27,40	11,30	16,50	11,90	16,30	3	
4	24,70	15,30	24,50	25,90	26,70	24,60	22,80	26,10	9,40	17,90	15,40	16,50	4	
5	17,80	16,50	24,00	26,30	28,90	23,50	20,20	21,10	9,90	22,10	16,40	16,30	5	
6	19,40	19,40	24,20	26,60	28,50	25,20	18,90	20,60	10,50	23,50	21,30	19,80	6	
7	20,00	22,60	19,10	26,90	23,90	26,40	18,20	23,80	11,10	23,00	21,60	13,90	7	
8	20,70	22,60	20,50	27,30	25,00	29,10	21,30	21,30	14,80	20,40	17,00	10,80	8	
9	21,30	24,00	22,10	30,40	25,70	27,90	22,50	21,50	14,30	14,50	11,90	11,50	9	
10	23,60	29,80	25,60	27,00	26,90	28,00	22,40	21,90	11,30	11,90	21,10	12,70	10	
11	22,10	23,70	28,50	28,80	28,10	27,70	25,50	19,80	12,10	12,60	25,60	11,50	11	
12	24,50	20,10	26,50	28,00	27,50	25,90	26,90	18,30	10,40	14,20	25,90	13,60	12	
13	15,40	20,10	24,10	28,20	25,80	25,00	22,50	19,30	10,60	20,30	16,90	13,80	13	
14	15,20	23,90	25,10	25,80	28,20	25,00	22,30	20,80	10,00	25,80	19,90	18,20	14	
15	21,90	23,10	26,00	28,00	26,90	26,60	23,40	20,50	8,20	16,90	16,90	19,00	15	
16	27,60	23,40	27,60	27,50	23,00	28,00	22,80	20,90	12,70	11,70	12,10	20,50	16	
17	26,30	26,10	25,40	28,70	23,70	23,30	26,50	19,60	21,00	10,10	11,00	20,90	17	
18	17,10	29,50	24,10	25,50	27,20	21,50	24,00	22,20	24,60	12,80	10,70	19,30	18	
19	20,30	22,30	25,50	25,60	28,30	18,30	21,60	24,00	24,30	11,50	13,90	13,80	19	
20	28,40	21,40	26,30	26,60	28,40	19,90	20,30	18,40	25,20	10,90	12,90	14,10	20	
21	29,00	23,10	23,00	27,20	25,30	21,30	18,00	16,80	26,70	12,50	14,90	20,40	21	
22	29,20	22,70	25,10	29,50	27,30	24,10	17,00	17,00	23,70	16,80	20,80	25,00	22	
23	19,90	23,10	25,10	30,00	28,40	26,00	18,10	18,50	15,60	20,30	23,40	22,70	23	
24	24,00	24,90	25,00	26,40	27,80	25,20	18,70	16,90	12,30	18,70	27,00	23,50	24	
25	26,00	27,40	27,80	28,20	30,50	24,90	19,90	15,60	11,80	13,50	26,70	27,50	25	
26	25,30	26,20	28,10	22,80	29,70	25,30	20,00	19,70	12,80	12,70	27,10	28,80	26	
27	21,80	23,30	27,00	25,90	25,00	24,90	23,20	21,90	15,10	11,50	27,10	29,40	27	
28	23,00	26,10	29,10	24,60	22,70	25,00	26,70	18,80	15,70	14,40	30,00	26,00	28	
29	24,90	25,70	28,10	25,50		25,60	22,30	13,20	18,10	17,50	25,20	14,70	29	
30	22,40	29,90	28,30	25,20		26,30	23,00	14,30	18,60	13,10	15,20	13,50	30	
31	23,50		27,40	24,30		25,80		9,70		11,30	12,10		31	
MAXIMO:	29,20	30,00	29,10	30,40	30,50	29,10	29,30	27,40	26,70	25,80	30,00	29,40		30,50
MEDIA:	22,44	23,90	25,21	27,05	26,44	24,75	22,50	20,06	14,78	16,18	18,45	17,95		21,62
MINIMO:	15,20	15,30	19,10	22,80	22,50	18,30	17,00	9,70	8,20	10,10	8,90	10,80		8,20

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 11

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1983/84**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	15,30	20,10	24,70	29,40	24,00	26,10	19,40	17,80	22,50	21,60	22,30	22,50	1	
2	17,50	20,30	23,70	26,10	26,90	26,10	18,20	22,50	23,60	24,90	13,80	23,80	2	
3	22,30	20,60	26,00	27,00	27,60	28,70	19,80	26,40	15,00	21,40	11,20	22,40	3	
4	25,50	21,50	27,00	27,30	29,80	28,80	16,40	27,30	14,30	22,00	19,30	26,00	4	
5	26,90	23,30	25,50	28,10	22,80	29,10	18,50	27,20	13,60	25,90	23,70	22,00	5	
6	26,60	25,80	24,80	29,20	20,70	26,00	18,50	27,00	12,60	19,50	21,60	21,70	6	
7	27,40	23,20	27,30	30,30	22,10	24,30	20,00	26,30	13,10	21,60	13,20	20,30	7	
8	28,00	23,80	28,40	30,70	27,80	28,20	22,50	23,60	17,30	25,90	13,60	21,20	8	
9	28,40	26,00	28,20	30,50	28,10	26,00	24,80	25,90	11,10	26,00	18,40	21,50	9	
10	19,60	23,50	26,60	25,80	29,30	23,20	27,10	21,60	9,90	25,90	18,00	22,60	10	
11	16,30	20,90	26,30	26,30	29,10	22,80	23,20	15,90	17,00	25,40	19,60	24,10	11	
12	20,70	19,30	26,80	28,60	30,60	23,00	20,30	11,60	18,00	16,90	15,30	22,90	12	
13	25,20	19,30	26,80	28,50	29,60	26,10	21,30	7,80	16,20	14,40	14,00	25,10	13	
14	25,30	19,90	27,20	27,90	27,20	27,90	22,50	10,10	16,80	11,70	12,30	26,70	14	
15	26,70	18,90	28,10	27,40	27,40	28,80	26,30	13,60	17,50	16,00	12,10	19,40	15	
16	30,00	21,80	24,90	27,50	29,80	26,70	27,90	15,50	18,00	20,80	9,90	18,10	16	
17	20,70	26,50	27,50	25,10	29,40	23,80	21,10	19,80	18,10	23,60	12,90	20,20	17	
18	18,00	22,40	25,40	28,00	28,90	24,90	21,40	24,30	20,70	24,30	17,00	25,50	18	
19	21,30	22,50	24,00	24,50	30,00	24,60	22,30	25,80	23,00	23,90	19,50	24,60	19	
20	24,60	24,30	26,60	25,00	28,70	23,70	23,70	25,90	22,10	15,70	21,30	17,60	20	
21	22,80	22,10	25,50	26,20	29,90	24,00	22,80	27,00	22,20	11,20	19,60	18,80	21	
22	24,30	18,20	25,20	26,50	29,30	24,30	22,60	26,70	17,60	7,80	18,50	16,70	22	
23	15,10	19,60	26,00	27,10	29,50	27,70	17,40	26,00	15,70	8,40	18,70	23,20	23	
24	14,90	23,10	26,60	26,30	30,30	26,60	15,50	25,20	19,00	11,70	8,20	28,40	24	
25	20,50	26,60	28,80	26,90	30,90	22,30	13,10	26,40	23,40	14,10	8,10	20,10	25	
26	23,50	27,50	30,60	27,20	29,90	24,60	14,70	25,70	10,90	13,40	8,70	16,40	26	
27	26,40	27,00	29,40	23,30	28,50	26,10	17,40	26,10	6,70	15,20	12,70	13,50	27	
28	27,90	27,40	28,60	25,00	28,70	26,80	19,30	26,70	10,20	11,10	14,00	13,20	28	
29	22,70	28,40	29,30	27,20	26,20	23,60	20,30	14,70	12,40	9,20	13,50	15,80	29	
30	22,50	29,00	29,80	27,40		22,90	17,50	10,40	21,10	17,10	16,00	21,40	30	
31	21,70		27,30	25,50		24,10		12,60		23,00	19,20		31	
MAXIMO:	30,00	29,00	30,60	30,70	30,90	29,10	27,90	27,30	23,60	26,00	23,70	28,40		30,90
MEDIA:	22,86	23,09	26,87	27,15	28,03	25,54	20,53	21,40	16,65	18,37	15,68	21,19		22,27
MINIMO:	14,90	18,20	23,70	23,30	20,70	22,30	13,10	7,80	6,70	7,80	8,10	13,20		6,70

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 12

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1984/85**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	26,70	27,50	25,90	25,90	27,70	27,80	29,90	12,10	23,50	15,90	13,40	14,50	1	
2	29,60	25,00	23,70	28,90	27,90	27,50	27,60	12,60	13,80	14,50	14,40	10,70	2	
3	27,10	21,50	23,50	29,60	26,10	27,70	25,10	15,20	11,10	16,90	13,80	13,20	3	
4	22,30	22,90	26,60	30,10	25,40	24,80	16,30	16,60	10,60	23,60	15,60	13,40	4	
5	29,10	25,00	27,80	29,50	26,90	23,50	17,40	21,50	13,40	13,70	23,10	16,30	5	
6	20,80	25,00	25,00	27,50	27,80	26,70	21,40	23,80	10,20	8,60	25,00	18,30	6	
7	21,90	26,40	26,40	24,20	29,80	25,60	22,90	20,40	9,00	10,00	20,30	23,60	7	
8	26,40	29,10	29,10	25,40	30,60	24,00	27,80	20,80	8,20	16,80	12,60	25,50	8	
9	21,00	21,70	21,70	26,50	28,40	24,80	27,50	17,80	10,00	19,30	10,00	26,40	9	
10	23,50	22,10	22,10	24,80	26,90	23,50	21,30	15,30	10,50	11,60	10,10	18,60	10	
11	26,50	22,60	22,60	26,90	26,40	23,10	22,70	15,70	13,50	7,80	11,80	23,60	11	
12	30,30	22,80	22,80	27,10	27,10	23,90	21,80	17,50	16,60	10,80	15,30	27,40	12	
13	22,30	21,90	21,90	28,00	25,10	23,20	22,50	16,60	20,40	19,60	15,90	28,00	13	
14	23,70	23,70	23,70	27,40	25,10	24,50	25,50	16,90	22,50	20,90	21,60	24,60	14	
15	25,80	24,80	24,80	25,50	27,40	21,50	23,00	19,50	24,10	20,40	24,30	19,00	15	
16	28,90	22,80	22,80	26,80	22,60	24,40	21,30	23,60	22,60	19,60	25,90	15,50	16	
17	23,30	21,50	21,50	24,90	26,50	25,20	25,90	23,80	16,20	20,20	17,30	15,30	17	
18	22,10	25,50	25,50	24,40	28,20	25,10	22,10	26,50	18,50	21,80	16,60	20,60	18	
19	23,80	25,00	25,00	28,00	28,90	23,40	21,50	19,30	23,20	19,00	15,40	21,00	19	
20	27,70	24,60	24,60	30,00	25,70	24,60	25,40	18,80	23,00	19,40	16,90	20,60	20	
21	28,40	27,80	27,80	24,40	24,80	26,40	25,30	21,30	22,50	19,60	15,70	19,60	21	
22	24,20	26,50	26,50	26,50	25,50	28,00	22,30	19,10	21,40	19,80	12,90	21,60	22	
23	22,30	27,90	27,90	26,80	27,20	28,50	23,80	22,10	21,60	22,50	14,00	20,00	23	
24	25,00	24,70	24,70	29,00	27,10	29,10	22,50	24,50	23,70	21,20	21,40	19,70	24	
25	27,80	25,30	25,30	28,80	27,80	27,80	21,30	25,10	23,70	21,90	24,70	20,30	25	
26	29,40	27,00	27,00	23,60	26,90	29,30	21,90	25,70	22,60	21,40	26,90	25,20	26	
27	30,70	26,50	26,50	24,00	26,70	27,60	23,20	25,70	20,50	15,70	16,90	20,10	27	
28	30,60	27,10	26,20	23,90	25,50	29,80	22,50	26,40	23,40	16,20	17,10	17,60	28	
29	30,00	29,00	27,40	24,50		29,40	14,20	25,00	24,50	21,30	18,60	17,60	29	
30	22,40	25,30	27,50	26,50		24,60	13,50	25,20	21,70	23,60	21,30	19,00	30	
31	23,90		21,90	28,10		26,90		24,10		15,70	18,30		31	
MAXIMO:	30,70	29,10	29,10	30,10	30,60	29,80	29,90	26,50	24,50	23,60	26,90	28,00		30,70
MEDIA:	25,73	24,95	25,02	26,69	26,86	25,88	22,65	20,60	18,22	17,72	17,65	19,89		22,63
MINIMO:	20,80	21,50	21,50	23,60	22,60	21,50	13,50	12,10	8,20	7,80	10,00	10,70		7,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 13

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1985/86**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	20,10	22,80	26,00	30,80	25,90		25,30	22,00	10,60	16,00		22,00	1	
2	22,30	21,50	26,00	30,00	26,00	27,10	25,00	22,50	14,60	13,60		23,50	2	
3	24,70	19,70	26,90	28,70	27,80	28,00	25,50	23,10	19,10	16,00		19,50	3	
4	26,20	21,00	27,30	28,50	28,80	24,60	28,00	23,40	19,40	19,20		11,70	4	
5	22,00	22,90	30,10	27,80	30,00	24,50	25,80	21,60	22,30	18,00		12,90	5	
6	21,00	24,40	30,10	29,20	29,50	23,80	26,00	22,30	12,40	16,00		18,40	6	
7	17,30	25,90	30,10	31,00	26,60	24,80	26,80	21,50	10,40	16,00		24,80	7	
8	14,60	26,00	32,50	29,60	28,50	24,70	28,30	22,30	19,70	18,60		25,60	8	
9	18,70	29,90	33,60	28,40	25,90	28,00	28,10	23,60	22,00	18,60		25,90	9	
10	21,00	30,90	24,60	24,20	26,80	28,40	28,90	21,10	23,70	18,50		25,10	10	
11	26,30	28,80	29,30	30,20	28,40	24,40	29,00	21,90	22,90	20,60		25,40	11	
12	29,40	30,40	32,00	29,30	28,00	24,90	30,10	23,70	23,00	22,10		25,10	12	
13	29,50	31,30	23,90	26,50	27,80	27,80	26,50	18,00	24,10	22,40		26,80	13	
14	25,90	28,10	27,90	29,30	27,40	26,70	18,10	13,90	24,50	22,70		27,00	14	
15	20,90	30,50	24,90	30,80	27,40	26,50	15,50	22,00	23,10	24,00		17,60	15	
16	24,90	31,00	27,70	32,60	27,80	28,30	17,20	26,30	25,00	21,00		13,60	16	
17	15,30	31,50	30,30	30,50	25,40	26,90	21,10	23,00	24,50	23,30		11,60	17	
18	20,60	31,30	32,50	23,60	27,40	24,50	23,60	23,40	23,60	19,80		11,00	18	
19	21,00	31,40	30,50	22,40	29,30	17,80	21,90	26,20	24,00	20,00		13,10	19	
20	20,60	27,00	29,60	24,90	28,10	20,00	22,80	18,40	23,60	13,20		18,80	20	
21	21,60	29,10	26,20	27,40	28,60	24,60	25,40	14,20	22,40	13,40		23,40	21	
22	19,60	28,10	27,80	23,30	24,40	24,70	27,70	18,50	24,10	11,80		21,30	22	
23	20,00	24,50	28,20	27,70	26,50	27,40	27,90	23,70	23,80	14,70		22,50	23	
24	19,70	25,40	27,30	29,40	29,00	26,90	27,60	21,90	17,00	18,80		20,60	24	
25	21,30	26,50	28,60	29,80	28,50	21,90	21,40	15,50	16,00	17,30		18,60	25	
26	23,50	26,80	26,50	29,60	27,30	20,80	21,60	12,20	17,50	18,10		19,20	26	
27	25,50	22,20	25,70	29,40	23,60	20,30	18,10	21,80	22,40	18,30		18,30	27	
28	23,90	22,20	27,30	29,10	24,70	18,90	17,40	25,40	23,00	16,10		22,80	28	
29	24,70	23,80	29,90	29,50		20,80	21,80	22,70	19,50	22,80		23,80	29	
30	25,40	23,90	29,40	28,70		24,40	21,90	13,90	17,80	21,20		24,60	30	
31	23,30		28,20	28,30		26,40		10,10		19,20			31	
MAXIMO:	29,50	31,50	33,60	32,60	30,00	28,40	30,10	26,30	25,00	24,00		27,00		
MEDIA:	22,28	26,63	28,42	28,40	27,34	24,63	24,14	20,65	20,53	18,43		20,48		
MINIMO:	14,60	19,70	23,90	22,40	23,60	17,80	15,50	10,10	10,40	11,80		11,00		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 14

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1986/87**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	22,00	22,00	22,00	25,30	24,00	27,20	22,00	23,00	21,50	21,30	16,30	20,20	1	
2	23,50	23,50	23,50	25,20	25,40	28,60	20,30	17,20	24,00	21,60	17,90	18,40	2	
3	19,50	21,60	19,50	26,60	26,90	26,60	20,50	15,50	23,10	18,30	16,80	13,10	3	
4	11,70	11,70	11,70	27,90	25,20	28,60	22,50	17,90	22,60	13,90	21,80	15,50	4	
5	18,40	12,90	18,40	28,80	25,90	27,60	24,60	16,80	19,70	15,00	13,40	17,50	5	
6	24,80	18,40	12,90	27,70	27,40	25,50	25,90	23,40	16,30	21,30	8,60	18,70	6	
7	25,60	24,80	24,80	28,00	28,70	26,80	25,30	25,30	15,10	21,00	9,10	19,90	7	
8	25,90	25,60	25,60	27,50	18,40	25,90	27,50	16,70	16,60	20,50	13,30	23,10	8	
9	25,10	25,90	25,90	29,50	18,30	19,80	23,80	10,40	18,40	22,50	16,60	27,60	9	
10	12,90	25,10	25,10	30,80	18,80	16,50	20,80	10,00	21,20	22,80	23,80	18,30	10	
11	25,40	25,40	25,40	29,30	23,20	15,00	25,90	20,00	23,20	25,90	25,30	14,60	11	
12	27,60	25,10	25,10	25,20	25,50	16,50	23,00	23,70	20,00	26,60	25,50	16,00	12	
13	26,80	26,80	26,80	24,90	25,90	19,50	24,20	21,50	11,30	24,40	27,90	22,80	13	
14	27,00	27,00	27,00	25,60	25,90	21,00	21,80	14,80	10,50	27,00	26,80	30,00	14	
15	17,60	17,60	17,60	25,90	24,30	23,50	26,50	12,80	11,10	27,70	27,30	23,10	15	
16	13,60	13,60	13,60	25,80	23,40	25,20	28,00	15,90	7,30	26,90	13,80	15,80	16	
17	11,60	11,60	11,00	26,00	24,10	26,50	24,50	19,80	8,40	20,80	10,60	13,40	17	
18	11,00	11,00	13,10	27,10	25,10	26,80	18,10	18,60	10,30	14,90	7,30	18,70	18	
19	13,10	13,10	18,80	27,90	25,40	26,10	16,20	15,50	11,60	14,00	10,60	13,00	19	
20	18,80	18,80	23,40	27,60	25,70	26,50	20,80	15,30	17,70	13,30	9,30	15,60	20	
21	23,40	23,60	21,30	30,00	19,90	25,30	23,00	14,10	21,90	15,90	10,60	17,20	21	
22	21,30	21,30	22,50	29,20	23,80	26,50	23,00	13,70	18,30	22,90	13,80	15,80	22	
23	22,50	22,50	20,60	27,40	29,10	29,10	23,90	12,10	8,90	23,00	21,00	16,60	23	
24	21,40	20,60	18,60	26,80	29,90	29,70	24,80	10,40	7,00	25,60	22,50	15,70	24	
25	18,60	18,60	19,20	26,10	29,00	28,90	23,00	8,10	9,60	27,80	22,10	20,50	25	
26	19,20	19,20	20,30	26,00	27,70	22,70	22,90	8,80	12,70	20,90	20,40	24,50	26	
27	21,50	20,30	22,80	26,30	27,10	24,80	23,10	13,50	19,60	25,50	27,00	25,70	27	
28	22,80	22,80	23,90	28,40	26,80	28,40	22,40	16,40	21,20	21,60	27,80	22,80	28	
29	23,80	23,80	24,50	29,80		27,60	22,10	13,80	22,60	15,40	15,80	27,00	29	
30	24,60	24,60	11,60	27,00		28,50	22,60	18,00	24,30	13,70	14,20	25,10	30	
31	21,50		22,50	26,10		29,00		18,80		14,90	14,00		31	
MAXIMO:	27,60	27,00	27,00	30,80	29,90	29,70	28,00	25,30	24,30	27,80	27,90	30,00		30,80
MEDIA:	20,73	20,63	20,61	27,28	25,03	25,17	23,10	16,19	16,53	20,87	17,78	19,54		21,10
MINIMO:	11,00	11,00	11,00	24,90	18,30	15,00	16,20	8,10	7,00	13,30	7,30	13,00		7,00

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 15

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1987/88**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	19,20	28,30	25,80	24,50	20,00	25,70	19,50	21,40	8,00	23,50	23,00	18,50	1	
2	14,90	28,20	28,30	27,40	22,00	25,70	18,00	21,20	8,90	23,40	16,30	12,60	2	
3	19,40	27,90	26,70	28,40	24,90	26,00	20,30	18,50	11,40	24,60	15,10	12,80	3	
4	23,90	26,40	25,00	29,60	22,50	26,80	23,00	13,40	6,90	15,20	16,80	22,10	4	
5	21,10	26,30	22,40	25,90	21,50	29,00	21,80	12,90	8,80	11,30	15,60	25,50	5	
6	20,50	24,50	23,40	24,80	22,70	30,80	25,40	14,60	13,90	11,60	17,30	27,80	6	
7	24,60	24,80	25,00	23,20	24,80	28,90	28,40	15,40	20,30	7,60	19,80	23,80	7	
8	21,40	26,50	21,80	25,20	25,80	28,40	17,50	14,00	20,00	8,90	22,80	28,30	8	
9	23,10	22,10	22,50	28,40	25,70	30,80	15,60	13,90	14,30	11,70	13,40	24,50	9	
10	29,50	22,80	24,50	28,50	25,30	28,80	21,50	17,00	12,20	8,00	11,20	15,50	10	
11	32,00	26,80	27,00	29,40	26,30	29,40	27,00	19,80	15,30	5,90	14,80	17,10	11	
12	28,60	26,60	21,90	29,50	25,70	28,80	21,30	21,90	20,40	5,70	21,50	16,30	12	
13	20,70	25,80	23,60	25,00	22,90	29,10	21,30	18,50	10,90	12,20	24,80	16,90	13	
14	21,40	27,40	27,10	23,60	24,90	27,60	20,20	16,00	10,30	15,40	25,80	15,60	14	
15	17,10	25,20	29,30	27,80	25,00	27,30	21,50	16,80	10,40	16,90	22,50	16,00	15	
16	17,50	24,80	27,10	26,50	24,40	25,80	21,20	16,10	17,00	19,30	18,40	14,30	16	
17	20,90	25,70	23,30	28,00	26,60	24,20	20,70	15,40	16,70	19,90	17,80	16,20	17	
18	19,10	26,30	24,60	30,40	26,00	24,80	22,40	15,80	16,30	18,80	21,30	18,60	18	
19	19,20	28,80	25,60	31,20	26,10	26,00	22,90	18,90	17,10	19,80	24,80	23,80	19	
20	19,80	27,00	26,10	29,70	27,10	24,50	24,50	16,20	18,00	16,50	20,00	27,90	20	
21	23,80	24,60	22,30	27,60	26,00	28,00	25,50	16,90	18,80	15,00	20,80	31,00	21	
22	24,50	24,30	23,20	22,80	23,80	29,00	23,80	18,50	24,10	12,00	25,60	31,10	22	
23	24,80	30,10	23,10	23,70	26,10	29,00	23,50	18,00	22,40	9,00	27,60	24,80	23	
24	23,90	21,30	26,50	27,00	26,30	30,30	27,30	12,40	14,30	7,30	28,10	18,90	24	
25	23,80	23,70	25,50	27,50	27,00	27,50	25,90	12,40	11,80	7,70	17,00	20,30	25	
26	21,50	23,60	22,60	28,00	27,50	29,40	23,60	12,60	16,30	12,40	15,00	21,40	26	
27	21,00	24,40	24,30	29,50	26,30	29,30	18,60	13,10	19,60	16,30	12,30	16,20	27	
28	20,60	24,60	24,60	30,00	25,90	27,00	16,40	16,00	19,60	21,70	15,60	17,10	28	
29	22,30	26,00	24,90	29,80	24,80	25,80	19,10	13,00	24,40	24,20	22,10	17,50	29	
30	22,80	26,80	25,60	25,50		28,90	22,00	10,50	24,40	24,30	23,00	21,40	30	
31	25,90		26,10	30,00		25,30		6,20		24,40	25,50		31	
MAXIMO:	32,00	30,10	29,30	31,20	27,50	30,80	28,40	21,90	24,40	24,60	28,10	31,10		32,00
MEDIA:	22,22	25,72	24,83	27,37	24,96	27,67	21,99	15,72	15,76	15,18	19,86	20,46		21,80
MINIMO:	14,90	21,30	21,80	22,80	20,00	24,20	15,60	6,20	6,90	5,70	11,20	12,60		5,70

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 16

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1988/89**

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1	27,30	18,60	24,90			29,00	20,50		21,00	19,50	16,60	14,90	1	
2	28,00	19,00	24,10			24,00	20,90		20,00	10,30	22,30	13,80	2	
3	14,00	21,70	27,50			26,60	22,90		18,00	7,30	25,30	18,30	3	
4	15,30	24,00	29,30			28,00	25,00		17,70	9,30	20,80	21,30	4	
5	18,30	24,00	30,00			27,70	28,30		19,00	6,30	13,00	22,80	5	
6	18,50	23,30	30,00			26,30	25,80		20,90	4,80	15,80	16,00	6	
7	22,40	24,30	29,80			24,00	26,30		17,60	8,50	20,00	13,80	7	
8	22,80	26,00	25,50			25,00	26,80		18,60	10,80	16,30	16,00	8	
9	23,30	28,40	27,30			26,80	27,50		19,00	14,40	14,10	16,30	9	
10	24,30	31,30	28,00			28,00	18,80		15,60	17,00	14,20	21,20	10	
11	21,90	32,80	29,50			22,80	17,00		10,60	18,90	14,80	25,80	11	
12	20,60	28,50	30,00			23,00	19,00		14,10	14,50	17,80	18,30	12	
13	19,80	26,50	22,00			24,00	19,80		16,80	13,80	18,30	13,70	13	
14	18,60	28,50	25,80			23,10	21,60		18,80	13,60	19,50	13,40	14	
15	18,80	31,10	27,80			23,40	24,80		16,30	17,00	18,80	14,00	15	
16	17,40	24,80	29,90			23,80	24,30		16,30	19,80	24,30	13,50	16	
17	22,50	28,10	29,80			19,80	20,00		15,60	21,10	25,80	14,80	17	
18	26,60	25,10	25,00			18,50	20,10		14,80	20,50	26,50	17,80	18	
19	21,80	25,30	23,50			21,80	21,80		19,80	22,60	26,90	19,30	19	
20	21,70	29,30	25,30			23,00	21,50		22,30	21,80	22,90	24,00	20	
21	25,20	20,00	26,00			22,80	20,80		21,70	21,30	18,30	27,30	21	
22	26,10	20,90	28,30			23,50	20,30		21,80	20,80	12,60	28,30	22	
23	23,30	20,80	24,50			24,60	21,80		22,00	21,60	13,00	22,30	23	
24	25,10	24,90	27,00			26,30	21,80		17,70	22,30	22,20	17,00	24	
25	21,50	27,50	28,30			23,50	20,50		16,80	17,70	18,10	14,00	25	
26	17,80	24,30	24,60			22,10	20,40		14,00	19,80	21,40	14,30	26	
27	18,50	23,30	25,80			20,50	18,40		15,50	21,30	14,90	16,00	27	
28	22,50	20,50	24,80			22,40	23,30		13,00	13,90	13,40	16,30	28	
29	29,80	24,80	25,10			25,00	16,00		14,60	14,20	21,50	14,90	29	
30	29,40	23,30	26,50			20,40	16,50		21,30	14,40	25,30	16,50	30	
31	20,50		28,40			21,10				13,00	18,50		31	
MAXIMO:	29,80	32,80	30,00			29,00	28,30		22,30	22,60	26,90	28,30		
MEDIA:	22,05	25,03	26,91			23,90	21,75		17,71	15,87	19,14	17,86		
MINIMO:	14,00	18,60	22,00			18,50	16,00		10,60	4,80	12,60	13,40		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 18

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1990/91**

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1				28,30	24,80	27,10	21,70	23,20	25,30	13,70	10,10	23,30	1	
2				25,60	26,50	28,70	23,30	24,30	24,40	15,40	6,30	23,80	2	
3				27,30	28,90	28,50	23,60	25,20	24,90	15,40	9,50	24,00	3	
4				27,80	27,30	26,80	22,90	18,30	22,60	10,80	16,00	25,40	4	
5				27,20	28,00	26,00	23,10	16,20	19,90	12,30	19,90	26,80	5	
6				29,80	27,90	27,00	25,30	13,80	14,50	15,90	15,30	25,40	6	
7				29,60	26,20	26,70	26,30	16,30	10,10	18,40	15,40	19,40	7	
8				30,90	25,70	28,50	26,10	16,30	12,80	23,00	16,30	19,80	8	
9				29,90	26,70	27,60	25,80	17,90	12,70	24,30	14,10	21,50	9	
10				31,80	26,20	24,60	23,50	19,10	16,90	18,00	11,60	23,40	10	
11				25,50	27,30	25,50	23,00	21,50	19,70	11,30	12,30	23,60	11	
12				27,10	25,60	24,20	24,50	21,50	21,40	11,30	13,80	25,50	12	
13				26,80	23,70	24,20	24,60	18,10	22,70	7,90	18,90	27,10	13	
14				26,90	22,10	23,70	27,00	18,10	22,50	8,30	24,70	23,40	14	
15				25,40	20,80	24,50	27,20	17,60	21,90	11,70	24,50	19,00	15	
16				26,20	22,30	25,90	27,20	17,40	23,20	20,90	22,60	23,30	16	
17				23,30	23,70	26,70	25,20	18,80	24,50	24,50	22,30	28,00	17	
18				26,60	26,40	27,00	16,90	21,60	23,40	21,30	22,70	19,60	18	
19				30,00	25,80	25,90	14,80	22,30	16,90	22,20	21,70	17,40	19	
20				31,50	29,30	24,70	17,50	23,70	17,00	25,30	23,80	21,80	20	
21				29,80	25,30	25,10	24,20	22,50	13,80	17,70	24,00	24,30	21	
22				29,90	24,70	26,00	24,10	16,10	12,40	10,90	24,40	23,30	22	
23				29,00	25,00	27,20	21,60	17,30	10,80	8,10	23,60	19,40	23	
24				24,00	25,10	27,40	17,80	18,50	13,20	13,00	22,20	24,60	24	
25				22,30	28,40	25,60	16,70	23,30	20,10	19,80	24,50	20,50	25	
26				23,30	27,60	22,50	17,50	26,00	21,70	21,60	22,30	23,00	26	
27				23,30	27,60	21,00	19,20	26,20	18,00	23,90	18,10	20,30	27	
28				25,90	24,80	23,50	19,60	26,90	13,70	24,30	21,80	19,40	28	
29				27,40		24,50	21,40	25,50	12,00	24,00	24,30	13,20	29	
30				23,50		22,50	23,80	24,00	12,30	22,00	26,90	13,10	30	
31				23,60		22,60		23,40		5,60	25,10		31	
MAXIMO:				31,80	29,30	28,70	27,20	26,90	25,30	25,30	26,90	28,00		
MEDIA:				27,08	25,85	25,54	22,51	20,67	18,18	16,86	19,32	22,09		
MINIMO:				22,30	20,80	21,00	14,80	13,80	10,10	5,60	6,30	13,10		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 19

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1991/92**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	18,30	22,90	25,10	28,50	29,20	24,90	22,80	16,40	18,60	11,80	10,10	12,80	1	
2	20,00	20,00	25,50	28,70	27,60	23,50	26,10	15,50	20,50	12,00	7,40	12,60	2	
3	20,70	20,10	28,00	27,10	27,60	25,10	25,70	18,40	22,30	15,70	10,50	15,70	3	
4	24,40	23,50	28,30	26,00	27,50	26,20	27,60	19,80	20,30	17,20	12,80	17,80	4	
5	24,10	24,50	27,70	27,80	28,90	27,00	26,50	23,10	21,10	12,10	18,20	20,50	5	
6	15,00	22,20	23,40	28,40	28,90	27,00	23,90	23,90	25,10	8,60	22,00	19,10	6	
7	13,60	20,00	25,80	27,80	30,20	27,80	19,00	24,10	24,10	9,80	21,10	22,60	7	
8	13,40	21,40	27,00	27,40	29,50	23,40	18,00	24,60	22,30	14,30	11,90	22,50	8	
9	17,00	22,80	28,00	27,80	27,40	24,80	20,50	24,60	15,10	20,20	10,70	21,00	9	
10	17,80	24,90	28,10	28,70	24,80	25,80	24,20	25,20	13,10	21,30	15,30	19,20	10	
11	21,80	22,00	29,80	27,40	26,00	23,60	24,50	24,20	15,80	21,90	13,00	19,40	11	
12	26,80	16,90	21,50	26,60	27,80	25,50	18,50	21,90	19,20	22,20	12,30	20,00	12	
13	29,30	17,40	25,90	26,70	28,20	25,40	17,60	18,60	21,50	20,30	12,50	19,00	13	
14	31,10	18,50	27,20	25,30	27,00	24,10	16,20	18,30	22,50	15,00	16,00	19,40	14	
15	28,20	22,00	26,40	22,80	23,50	22,40	16,80	23,20	21,70	7,20	20,30	21,50	15	
16	16,60	23,00	26,20	20,70	25,20	23,30	18,10	25,20	21,10	7,70	19,70	23,00	16	
17	16,40	23,20	27,40	22,10	26,90	25,20	19,90	24,70	21,80	5,80	17,00	23,40	17	
18	17,50	24,70	28,60	26,20	27,00	26,20	20,30	17,90	21,20	7,20	17,90	17,30	18	
19	21,90	22,70	28,70	27,80	28,30	26,70	19,80	14,30	21,00	8,90	18,70	17,00	19	
20	25,90	21,70	26,30	28,10	29,00	27,90	21,10	15,80	22,80	11,50	20,20	20,80	20	
21	28,00	23,60	28,20	28,00	27,90	26,80	22,10	19,00	23,60	12,80	21,20	24,30	21	
22	29,00	28,40	28,10	27,40	27,30	20,60	23,40	18,00	22,60	7,60	20,20	24,70	22	
23	21,90	29,00	26,60	25,90	24,70	19,60	21,00	16,00	23,50	6,90	18,00	17,20	23	
24	20,00	30,00	25,30	25,80	23,50	20,80	21,00	16,60	23,30	11,50	16,80	16,80	24	
25	23,50	24,60	28,50	26,30	25,30	22,30	22,60	22,00	24,40	17,20	21,10	15,70	25	
26	24,50	24,30	23,80	27,40	26,30	23,20	23,60	22,50	20,70	18,40	20,80	13,40	26	
27	28,00	24,20	24,50	27,60	25,00	24,10	24,00	22,00	14,00	16,90	20,50	16,50	27	
28	22,60	28,10	26,30	27,50	23,00	22,20	23,10	15,30	11,20	17,80	22,90	18,60	28	
29	23,90	25,40	28,80	27,30	22,70	22,70	19,20	13,10	13,30	21,90	22,70	21,80	29	
30	21,00	22,30	29,60	27,10		22,40	18,30	12,30	12,40	21,90	21,30	23,60	30	
31	22,80		29,80	27,10		23,30		14,80		12,50	15,90		31	
MAXIMO:	31,10	30,00	29,80	28,70	30,20	27,90	27,60	25,20	25,10	22,20	22,90	24,70		31,10
MEDIA:	22,10	23,14	26,92	26,75	26,77	24,32	21,51	19,72	20,00	14,07	17,06	19,24		21,78
MINIMO:	13,40	16,90	21,50	20,70	22,70	19,60	16,20	12,30	11,20	5,80	7,40	12,60		5,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 20

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1992/93**

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1	20,50		23,50	27,80	23,90	27,30	24,70	24,10	10,40	23,90	7,80	10,60	1	
2	20,90		22,80	28,70	25,80	24,00	25,00	25,30	15,40	24,40	14,40	12,30	2	
3	22,40		25,80	29,50	26,00	24,30	26,70	21,00	22,60	20,80	18,40	16,10	3	
4	23,10		27,50	29,30	25,70	23,90	24,40	22,50	24,00	16,30	23,90	17,30	4	
5	24,10		27,30	27,80	25,10	25,30	23,10	15,60	19,30	13,30	25,80	22,80	5	
6	18,90		23,60	28,90	24,80	28,30	21,40	18,10	21,30	10,30	25,30	24,50	6	
7	16,80		26,20	26,80	21,80	27,40	19,70	25,50	20,60	10,50	22,80	15,70	7	
8	18,30		27,60	23,90	18,90	26,10	17,30	27,00	17,50	13,20	18,30	15,20	8	
9	19,10		27,30	24,90	20,50	27,20	16,40	27,20	12,10	17,30	9,50	17,10	9	
10	22,70		25,60	24,30	22,30	22,60	17,90	27,50	11,20	18,00	9,40	17,20	10	
11	20,20		26,10	26,70	24,70	26,90	21,40	26,30	11,70	10,20	11,40	17,00	11	
12	23,90		26,50	26,40	24,00	28,60	27,00	21,30	19,20	10,40	14,70	17,00	12	
13	24,20		27,50	26,40	23,30	30,00	27,30	17,40	20,80	8,00	15,90	17,00	13	
14	26,60		26,40	25,20	23,50	30,00	27,90	13,30	21,40	5,10	17,20	17,20	14	
15	25,90		25,90	26,80	24,40	28,70	27,50	11,20	20,30	9,00	20,80	19,50	15	
16	20,30		26,10	26,10	22,90	29,20	27,00	14,10	16,00	13,00	19,20	22,30	16	
17	21,70		23,40	25,00	24,70	24,50	28,00	15,60	8,80	16,90	11,00	24,70	17	
18	22,70		24,30	24,40	25,90	25,30	28,30	21,40	7,60	18,60	11,10	28,50	18	
19	23,90		26,20	24,70	25,50	25,50	25,00	23,80	10,50	22,50	12,80	25,90	19	
20	20,80		24,60	26,50	23,30	24,90	20,80	23,60	15,30	24,30	14,50	25,90	20	
21	20,10		28,10	27,30	23,40	21,90	17,30	23,30	18,90	24,80	14,50	18,30	21	
22	20,00		28,10	28,70	22,40	25,90	17,70	21,80	21,60	22,40	14,90	16,70	22	
23	23,70		27,80	29,50	23,80	24,30	19,80	22,10	21,20	22,00	16,00	15,40	23	
24	28,30		26,30	28,90	23,80	24,10	22,10	21,20	17,20	15,60	17,00	16,60	24	
25	26,00		27,40	27,40	24,70	24,00	25,90	15,30	18,30	15,10	21,10	15,80	25	
26	23,50		27,30	27,90	25,10	24,80	25,80	11,10	22,90	19,20	25,50	17,90	26	
27	22,30		27,80	28,80	25,80	24,30	25,20	9,80	23,00	20,10	27,60	17,70	27	
28	23,60		28,60	28,10	27,50	26,00	25,10	10,80	24,20	16,10	29,00	21,40	28	
29	17,20		27,00	24,30		24,70	25,40	13,70	21,80	8,20	25,30	22,40	29	
30	20,10		26,50	27,50		24,00	24,90	15,00	22,30	6,20	23,20	23,10	30	
31	20,30		26,60	27,50		23,10		12,30		5,10	8,20		31	
MAXIMO:	28,30		28,60	29,50	27,50	30,00	28,30	27,50	24,20	24,80	29,00	28,50		
MEDIA:	22,00		26,31	26,97	24,05	25,71	23,53	19,30	17,91	15,51	17,63	18,97		
MINIMO:	16,80		22,80	23,90	18,90	21,90	16,40	9,80	7,60	5,10	7,80	10,60		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 21

Temperatura en °C. Original**AÑO: 1993/94**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,80	21,50	23,80	26,50	28,00	23,20	24,20	27,20	20,10	17,20	19,20	14,30	1	
2	21,40	21,20	26,90	25,40	29,50	25,00	25,20	27,10	20,30	13,50	13,60	11,90	2	
3	20,50	23,60	30,40	25,90	27,90	23,40	24,90	25,00	21,80	14,30	11,90	14,70	3	
4	18,10	24,40	29,80	26,70	27,80	25,60	24,80	25,70	19,20	14,00	13,30	18,60	4	
5	18,30	25,90	27,40	28,50	23,30	25,40	23,20	25,10	20,20	13,70	18,30	22,20	5	
6	16,10	19,00	28,50	29,20	22,50	25,20	17,90	26,10	21,50	12,30	20,20	23,50	6	
7	19,30	20,70	30,00	29,40	24,80	24,40	17,30	25,80	18,50	10,30	21,80	21,30	7	
8	22,70	24,40	28,10	27,00	28,00	24,20	17,00	24,80	15,90	6,30	18,80	12,90	8	
9	24,40	25,00	25,20	23,80	26,50	22,70	19,90	21,20	15,90	5,10	14,80	14,90	9	
10	28,30	29,20	25,30	23,80	26,40	24,20	20,00	18,00	19,70	8,00	11,90	21,80	10	
11	27,70	27,90	26,90	25,00	26,10	24,00	17,90	17,00	20,80	10,40	14,20	25,80	11	
12	25,90	24,40	27,50	26,50	26,00	26,50	18,40	15,80	20,60	17,00	17,50	28,50	12	
13	22,20	27,50	27,60	27,80	26,10	27,10	16,90	16,00	21,20	20,00	22,10	29,30	13	
14	22,90	27,20	25,70	28,00	23,30	27,80	19,40	15,50	21,30	22,60	21,40	25,60	14	
15	24,40	28,20	26,10	30,00	25,80	26,40	21,90	16,40	22,90	23,50	15,20	19,90	15	
16	27,00	24,00	21,30	29,30	24,80	25,80	23,50	17,70	24,30	24,10	13,90	18,00	16	
17	28,00	19,60	22,70	28,20	24,90	22,50	19,80	20,60	24,80	25,20	16,00	24,10	17	
18	21,90	19,50	24,50	26,50	20,50	23,20	19,10	21,80	25,20	24,90	22,30	28,10	18	
19	23,50	21,10	26,10	28,00	23,50	22,80	16,30	23,50	23,00	25,80	24,20	28,90	19	
20	22,20	24,30	26,20	29,80	23,60	22,80	20,20	21,30	17,20	25,10	25,70	29,30	20	
21	22,60	24,30	23,80	29,30	23,60	20,80	22,60	22,20	13,80	20,60	24,70	31,10	21	
22	21,40	27,30	27,00	28,00	24,80	21,10	23,10	22,50	14,40	11,80	22,30	32,10	22	
23	19,20	26,70	26,90	28,30	24,40	22,40	24,00	24,50	11,60	10,30	16,70	31,50	23	
24	19,90	24,90	27,30	29,30	23,60	24,40	25,00	25,50	12,90	14,00	18,60	30,40	24	
25	20,20	25,60	26,30	26,60	24,80	23,30	27,30	23,90	6,70	20,30	23,80	27,00	25	
26	19,10	22,40	26,00	24,40	25,80	18,30	27,80	20,30	7,00	20,30	23,10	20,90	26	
27	22,20	20,30	27,80	25,30	25,50	21,90	27,50	16,60	9,90	25,00	24,90	19,90	27	
28	27,30	20,70	25,70	26,80	25,60	25,50	28,10	16,30	14,80	25,20	25,70	21,10	28	
29	28,60	23,30	25,60	28,00		26,40	25,90	15,70	20,00	25,80	28,00	20,20	29	
30	29,40	27,70	22,20	28,80		22,40	27,50	17,00	21,50	25,40	26,30	19,00	30	
31	27,30		23,80	26,10		22,60		20,10		21,90	20,10		31	
MAXIMO:	29,40	29,20	30,40	30,00	29,50	27,80	28,10	27,20	25,20	25,80	28,00	32,10		32,10
MEDIA:	23,03	24,06	26,21	27,30	25,26	23,91	22,22	21,17	18,23	17,87	19,69	22,89		22,64
MINIMO:	16,10	19,00	21,30	23,80	20,50	18,30	16,30	15,50	6,70	5,10	11,90	11,90		5,10

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 23

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2005/06**

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1								13,80	22,70	19,30	9,50	18,90	1	
2								13,30	23,50	18,30	12,20	12,90	2	
3								13,10	19,90	18,70	17,20	10,30	3	
4								13,50	14,90	21,30	21,30	10,60	4	
5								14,20	17,70	23,00	27,70	10,90	5	
6								15,40	21,40	25,10	28,10	13,60	6	
7								14,70	26,10	25,00	28,80	17,90	7	
8								15,10	24,40	22,50	26,60	23,00	8	
9								14,10	21,90	18,80	26,80	21,50	9	
10								14,20	15,90	18,90	22,50	23,60	10	
11								15,00	14,40	27,10	28,40	27,70	11	
12								14,50	14,90	27,20	30,10	29,00	12	
13								13,40	19,80	24,60	30,30	28,10	13	
14								16,20	23,60	18,20	28,10	24,50	14	
15								17,60	22,80	16,70	19,40	17,40	15	
16								22,10	20,90	20,30	14,20	18,40	16	
17								24,90	21,80	19,40	12,20	18,60	17	
18								21,80	24,00	19,70	13,20	21,40	18	
19								18,10	24,40	20,70	12,90	23,70	19	
20								12,50	23,70	22,20	12,90	19,80	20	
21								12,50	25,20	24,70	11,80	20,40	21	
22								11,70	21,70	25,80	12,20	21,20	22	
23								11,20	24,20	24,80	16,60	20,20	23	
24								14,40	23,50	22,80	21,50	17,20	24	
25								18,20	21,40	25,20	23,50	20,60	25	
26								22,90	13,60	26,20	19,20	24,40	26	
27								24,60	11,90	23,50	15,70	23,50	27	
28								24,20	12,00	14,70	13,70	20,50	28	
29								24,40	17,20	11,00	12,90	21,30	29	
30								23,30	20,40	8,20	16,00	23,30	30	
31								21,00		7,40	20,70		31	
MAXIMO:								24,90	26,10	27,20	30,30	29,00		
MEDIA:								16,96	20,33	20,69	19,55	20,15		
MINIMO:								11,20	11,90	7,40	9,50	10,30		

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 24

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2006/07**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	23,90	24,70	27,10	28,60	27,20	27,70	26,50	26,50	16,10	13,20	17,10	18,90	1	
2	24,00	24,40	28,90	27,60	28,40	28,80	26,70	27,50	11,80	18,50	13,90	21,90	2	
3	23,50	24,00	27,20	27,10	26,70	27,80	24,60	27,20	11,50	22,80	9,50	25,90	3	
4	24,60	23,90	29,10	26,10	26,90	27,40	24,50	27,70	11,70	25,80	10,00	30,50	4	
5	21,30	24,60	27,80	27,30	26,40	28,80	24,30	26,60	14,30	26,40	9,60	30,40	5	
6	20,30	22,40	27,80	28,00	27,00	29,60	23,20	23,60	18,50	26,00	10,80	29,90	6	
7	22,20	21,20	26,50	27,20	26,20	29,70	21,50	17,20	21,70	23,00	14,60	28,90	7	
8	22,90	19,50	26,80	28,40	27,40	29,70	20,50	11,40	24,40	15,00	18,50	29,70	8	
9	26,20	18,80	28,30	29,80	28,20	27,20	20,90	12,00	25,00	10,90	20,60	31,30	9	
10	27,40	19,90	27,60	28,90	29,00	23,40	22,80	12,30	25,60	7,10	12,40	30,60	10	
11	21,30	22,40	28,10	28,70	28,10	24,30	24,10	18,60	26,10	7,50	13,70	28,70	11	
12	23,50	24,00	28,50	26,40	26,00	25,90	24,10	18,30	25,90	8,60	22,80	28,80	12	
13	27,10	25,70	27,70	27,60	27,00	27,00	23,80	18,90	26,30	11,60	25,60	29,20	13	
14	26,20	26,30	28,50	27,70	27,70	26,80	26,80	17,70	22,80	13,00	25,90	28,90	14	
15	22,90	28,50	30,10	26,30	26,60	25,40	24,20	18,00	17,90	13,30	25,80	22,20	15	
16	21,90	30,00	31,20	25,90	26,80	25,20	25,30	17,80	13,10	14,70	20,60	21,80	16	
17	22,60	29,60	29,10	26,90	23,20	23,70	26,50	15,70	14,50	15,80	12,30	20,90	17	
18	24,80	26,30	30,60	26,50	20,90	21,80	27,50	14,50	18,40	11,90	10,30	19,50	18	
19	23,30	19,50	26,80	28,00	21,50	21,30	28,20	14,20	21,50	12,90	9,90	20,20	19	
20	23,00	20,80	25,10	23,50	24,50	22,20	28,20	13,60	26,10	21,00	10,90	23,50	20	
21	24,70	22,70	24,80	25,70	26,20	24,20	27,30	17,30	27,30	19,80	14,20	26,40	21	
22	26,10	25,10	26,10	27,80	27,50	24,90	26,80	16,60	24,80	18,40	21,20	22,20	22	
23	25,90	25,80	28,40	28,70	28,80	25,50	26,30	12,40	21,40	12,80	26,30	16,80	23	
24	27,40	24,60	27,40	27,10	29,30	27,00	26,10	10,50	12,20	10,80	25,00	14,40	24	
25	28,20	25,80	27,20	27,10	30,30	27,10	21,20	10,50	10,40	9,10	15,20	14,10	25	
26	28,70	25,60	27,10	26,90	29,40	30,00	18,80	12,10	10,60	10,20	13,10	16,50	26	
27	28,50	24,80	26,40	28,00	28,20	30,50	16,60	13,10	9,30	12,00	13,20	20,40	27	
28	28,70	24,30	28,50	24,50	30,10	31,20	17,50	10,90	8,10	12,90	12,10	20,70	28	
29	30,30	25,00	26,40	25,10		30,70	22,80	8,50	9,50	12,10	13,60	24,20	29	
30	25,70	25,00	26,70	27,40		29,60	23,70	10,10	10,60	17,20	15,60	23,10	30	
31	23,90		27,70	26,50		25,70		12,30		14,90	16,60		31	
MAXIMO:	30,30	30,00	31,20	29,80	30,30	31,20	28,20	27,70	27,30	26,40	26,30	31,30		31,30
MEDIA:	24,87	24,17	27,73	27,14	26,98	26,78	24,04	16,57	17,91	15,14	16,16	24,02		22,59
MINIMO:	20,30	18,80	24,80	23,50	20,90	21,30	16,60	8,50	8,10	7,10	9,50	14,10		7,10

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 25

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2007/08**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	28,00	23,10	31,00	28,00	26,60	26,40	22,40	12,40	12,70	18,40	18,10	25,70	1	
2	30,10	15,40	30,00	29,20	26,30	26,10	22,70	13,30	15,60	22,00	17,70	26,80	2	
3	30,60	18,70	28,80	29,30	25,80	25,60	19,50	15,30	14,80	21,80	14,60	26,10	3	
4	31,10	19,40	28,40	28,80	25,70	24,10	19,00	16,40	14,50	22,00	15,20	14,10	4	
5	29,30	20,80	20,80	27,70	25,40	25,00	19,30	16,20	22,80	23,40	19,80	9,70	5	
6	27,80	21,60	23,10	28,70	27,80	25,30	20,80	15,60	23,60	21,80	19,00	9,60	6	
7	23,70	23,80	26,50	28,10	29,40	26,90	21,90	16,70	24,20	23,40	20,00	11,80	7	
8	24,90	28,00	28,20	29,10	28,50	27,70	24,10	18,20	21,70	20,80	18,20	15,50	8	
9	27,80	20,80	29,00	29,30	22,20	28,10	26,40	15,90	17,80	21,20	16,80	21,60	9	
10	27,80	19,80	30,50	27,70	23,60	27,00	25,30	15,70	10,70	21,50	20,00	25,90	10	
11	20,60	18,90	25,60	26,30	24,00	22,50	27,90	15,80	12,20	22,30	21,60	24,30	11	
12	19,90	18,70	25,30	25,80	22,70	24,50	27,30	18,10	12,80	21,80	19,50	15,90	12	
13	17,20	24,70	27,10	28,40	23,60	24,10	22,00	18,20	14,70	23,80	14,90	14,10	13	
14	18,80	20,20	28,90	29,70	24,40	23,30	15,00	16,90	14,20	24,30	19,20	13,80	14	
15	19,70	15,90	29,50	30,40	27,70	22,70	15,00	17,60	12,10	22,60	21,60	15,20	15	
16	20,80	20,90	26,60	29,30	28,60	24,10	18,50	20,60	9,60	23,30	23,10	15,60	16	
17	20,20	28,00	27,70	30,00	29,30	26,90	18,30	22,60	11,50	23,70	19,40	17,90	17	
18	21,70	26,90	24,80	28,70	28,30	27,20	19,00	24,10	18,80	23,80	16,70	20,70	18	
19	24,80	21,50	24,70	23,60	27,80	27,80	23,30	27,20	19,30	23,80	17,20	19,40	19	
20	26,00	25,70	26,10	24,80	28,60	28,00	21,80	27,60	13,30	25,00	17,90	15,60	20	
21	24,10	25,60	27,00	25,10	27,10	28,00	21,60	28,10	9,70	24,00	17,90	15,80	21	
22	21,60	27,30	27,80	28,20	28,00	28,70	22,30	27,70	10,70	15,90	16,70	15,40	22	
23	21,00	27,30	28,50	27,40	25,10	27,10	22,40	25,30	11,20	14,50	17,10	18,50	23	
24	23,60	20,50	28,70	27,50	25,70	28,30	23,30	21,90	14,20	15,40	20,50	20,90	24	
25	26,00	21,80	27,50	27,30	26,50	28,10	24,10	16,50	16,20	15,20	23,20	21,40	25	
26	28,50	23,20	28,80	24,70	26,60	27,50	23,90	21,30	18,00	17,30	29,00	22,20	26	
27	29,80	21,90	22,90	21,00	24,70	28,00	21,90	20,70	14,90	24,20	26,10	24,60	27	
28	28,80	24,30	26,50	23,60	25,70	24,70	24,20	20,70	13,80	24,80	20,40	24,90	28	
29	30,90	26,00	23,60	24,50	25,30	26,00	17,80	10,50	13,90	22,70	13,70	19,60	29	
30	29,30	28,20	23,50	25,20		24,60	12,30	7,40	16,40	17,20	14,30	18,50	30	
31	30,90		29,60	26,30		23,50		9,20		18,70	20,10		31	
MAXIMO:	31,10	28,20	31,00	30,40	29,40	28,70	27,90	28,10	24,20	25,00	29,00	26,80		31,10
MEDIA:	25,33	22,63	27,00	27,22	26,24	26,06	21,44	18,51	15,20	21,31	19,02	18,70		22,40
MINIMO:	17,20	15,40	20,80	21,00	22,20	22,50	12,30	7,40	9,60	14,50	13,70	9,60		7,40

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 26

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2008/09**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,00	20,40	24,80	26,60	28,40	29,20	26,60	22,30	13,50	17,50	14,30	28,30	1	
2	20,90	21,50	22,40	24,50	27,60	30,70	27,40	22,10	10,70	15,50	11,20	27,10	2	
3	22,00	22,70	20,00	22,30	25,40	31,10	26,50	21,60	10,50	15,50	14,80	21,70	3	
4	17,30	25,00	20,80	22,40	25,30	30,10	28,20	22,10	13,80	19,60	18,60	20,80	4	
5	17,30	24,80	24,10	24,60	27,70	26,90	24,20	21,20	15,90	19,20	23,10	21,10	5	
6	17,70	24,70	26,40	26,10	23,00	26,40	23,30	20,40	14,90	22,40	21,50	24,10	6	
7	19,60	26,10	28,90	26,40	25,70	25,40	24,40	19,70	14,30	23,10	17,10	23,80	7	
8	19,10	26,70	30,50	27,60	27,80	24,50	23,90	18,50	16,10	16,70	15,20	15,70	8	
9	22,40	25,40	31,40	26,60	24,50	24,10	24,50	20,20	15,60	13,20	12,20	13,00	9	
10	22,00	26,20	23,70	26,70	28,40	24,90	22,70	21,60	13,70	12,60	13,00	13,50	10	
11	24,10	26,20	27,20	28,30	23,10	25,00	20,50	24,90	12,10	11,40	14,50	14,40	11	
12	26,40	23,90	27,30	29,50	24,00	25,20	22,50	26,00	11,50	10,60	19,70	15,60	12	
13	29,80	23,60	29,70	25,80	24,20	26,30	24,50	23,30	12,90	15,50	24,90	16,50	13	
14	31,20	23,10	28,10	27,60	24,10	25,80	25,70	16,10	16,50	13,30	26,60	20,20	14	
15	30,30	23,70	27,00	25,40	26,30	25,70	24,90	12,90	19,10	13,90	27,10	25,00	15	
16	20,40	21,50	26,80	26,00	26,70	24,80	24,60	14,70	14,70	14,90	24,30	26,30	16	
17	18,60	21,00	28,00	26,20	27,50	25,80	27,90	19,50	13,00	14,20	14,00	21,50	17	
18	18,30	22,80	28,70	25,80	27,50	24,60	26,00	24,00	17,60	14,40	13,60	18,00	18	
19	20,10	23,70	29,90	22,60	28,50	23,60	23,70	23,50	21,70	15,70	14,20	17,00	19	
20	24,90	22,30	29,50	22,60	30,00	26,70	20,40	24,60	22,20	18,50	12,20	18,20	20	
21	28,80	24,70	30,00	23,50	30,10	25,60	21,10	25,60	20,10	19,70	14,60	18,20	21	
22	22,90	28,00	29,50	26,00	30,80	26,20	21,40	24,10	18,40	13,40	15,20	20,00	22	
23	25,30	28,80	30,80	28,80	26,90	27,00	22,70	21,30	14,40	9,10	18,30	14,50	23	
24	27,30	31,10	27,70	26,90	24,10	27,20	23,60	20,00	12,10	6,10	19,80	16,30	24	
25	29,50	29,40	29,40	28,90	25,40	25,00	23,20	22,20	11,90	6,80	20,30	19,30	25	
26	24,70	29,80	30,30	26,10	24,40	25,60	24,10	21,50	12,30	8,60	22,30	24,20	26	
27	25,60	32,60	30,30	23,70	25,10	26,10	22,30	19,40	15,20	11,10	23,70	24,80	27	
28	27,60	31,30	29,90	26,10	30,40	26,30	22,90	16,00	20,60	11,50	24,30	12,20	28	
29	29,20	30,80	28,10	24,20		26,40	23,00	14,00	21,00	11,40	26,60	12,50	29	
30	23,90	27,20	27,20	27,20		26,70	23,20	12,30	14,90	11,40	27,60	13,50	30	
31	20,60		27,80	27,90		26,10		12,20		12,80	29,00		31	
MAXIMO:	31,20	32,60	31,40	29,50	30,80	31,10	28,20	26,00	22,20	23,10	29,00	28,30		32,60
MEDIA:	23,51	25,63	27,62	25,90	26,53	26,29	24,00	20,25	15,37	14,18	19,15	19,24		22,29
MINIMO:	17,30	20,40	20,00	22,30	23,00	23,60	20,40	12,20	10,50	6,10	11,20	12,20		6,10

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 27

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2009/10**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	15,50	30,50	25,20	27,70	31,10	26,70	26,70	20,70	12,30	22,30	12,20	24,10	1	
2	17,30	31,70	28,80	28,20	31,80	27,80	27,20	21,00	15,30	24,20	11,10	13,30	2	
3	22,60	32,30	23,90	29,50	32,20	27,80	26,50	20,70	17,10	25,30	8,90	12,00	3	
4	27,70	32,00	25,90	29,50	33,30	27,60	21,00	18,50	15,80	26,50	9,40	14,70	4	
5	27,90	30,90	24,70	29,40	33,80	27,70	18,80	19,20	13,50	25,70	8,10	15,00	5	
6	23,20	27,30	23,60	30,50	34,00	27,70	19,00	20,90	12,60	24,60	11,40	17,50	6	
7	19,60	22,20	24,30	28,40	30,70	25,40	19,20	18,10	13,60	23,30	15,70	20,90	7	
8	19,90	24,60	23,40	28,00	28,60	24,70	18,90	16,90	16,30	17,60	15,80	21,10	8	
9	24,00	24,80	25,80	29,40	26,40	25,00	21,00	12,60	15,70	17,70	13,80	25,40	9	
10	24,20	25,00	25,50	28,20	29,80	26,30	20,90	13,50	16,30	20,80	17,60	26,80	10	
11	26,00	22,90	26,00	27,70	28,90	27,90	23,50	12,90	16,00	17,90	19,10	26,40	11	
12	20,70	26,00	21,50	27,60	30,00	25,90	23,60	15,10	20,70	14,10	21,30	19,20	12	
13	19,00	27,30	23,60	23,50	28,50	23,50	25,90	16,40	21,30	7,60	10,40	18,60	13	
14	23,60	26,70	24,30	25,20	27,10	25,70	24,40	18,40	21,70	7,10	10,20	16,60	14	
15	19,70	22,00	26,80	26,10	27,70	25,50	19,80	20,30	23,20	8,80	11,70	17,30	15	
16	18,80	24,80	28,90	28,50	25,20	26,50	22,90	17,10	24,20	8,40	17,60	18,50	16	
17	20,50	28,70	29,30	28,50	27,80	28,20	27,60	16,20	22,20	7,60	21,10	19,90	17	
18	22,00	31,50	30,00	27,70	29,40	29,40	27,90	11,80	22,40	7,10	23,00	20,50	18	
19	24,60	30,60	28,20	27,10	30,00	29,00	29,60	14,20	22,40	9,20	23,00	23,10	19	
20	22,90	30,00	30,00	24,60	31,10	28,50	29,50	14,30	15,70	9,80	22,10	26,60	20	
21	24,30	27,70	25,60	24,30	30,20	26,50	28,40	16,00	14,00	17,10	26,80	27,30	21	
22	22,20	30,70	26,50	24,50	28,80	24,80	23,80	18,80	16,60	11,70	28,10	24,30	22	
23	22,50	28,80	29,30	27,10	29,40	22,60	18,80	20,70	21,10	13,50	25,50	20,30	23	
24	24,20	27,70	28,80	27,20	23,10	23,60	17,70	18,90	24,40	15,80	24,80	21,40	24	
25	20,90	30,10	29,70	27,80	22,40	24,60	18,30	15,70	25,50	15,90	20,40	21,70	25	
26	24,00	29,10	28,50	27,20	21,30	25,00	19,60	16,80	21,60	11,80	21,00	21,00	26	
27	24,10	27,80	27,40	26,10	24,10	26,10	18,20	17,40	21,70	13,50	23,00	21,00	27	
28	27,30	28,00	26,70	27,10	25,90	25,60	19,30	20,40	14,50	23,60	25,30	21,60	28	
29	27,70	27,70	28,80	29,80		26,20	19,50	18,10	15,80	25,00	24,30	20,00	29	
30	28,00	24,90	25,40	30,80		24,80	18,90	15,30	21,20	22,80	24,50	20,10	30	
31	29,10		26,20	29,70		25,30		13,10		19,10	23,90		31	
MAXIMO:	29,10	32,30	30,00	30,80	34,00	29,40	29,60	21,00	25,50	26,50	28,10	27,30		34,00
MEDIA:	23,03	27,81	26,54	27,64	28,66	26,19	22,55	17,10	18,49	16,63	18,42	20,54		22,76
MINIMO:	15,50	22,00	21,50	23,50	21,30	22,60	17,70	11,80	12,30	7,10	8,10	12,00		7,10

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 28

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2010/11**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	17,60	21,20	27,50	23,60	27,10	24,60	26,10	16,00	17,70	13,00	10,20	14,90	1	
2	16,90	21,20	27,80	25,60	27,10	25,00	24,20	13,50	19,10	9,70	9,20	21,30	2	
3	15,50	23,30	24,40	25,50	29,00	25,60	24,60	14,10	18,20	10,00	10,10	24,50	3	
4	16,70	25,30	26,30	26,80	28,20	25,60	24,20	15,90	15,60	8,40	10,80	24,00	4	
5	21,70	23,40	24,10	28,90	26,10	24,90	22,50	17,90	14,60	8,50	16,70	19,60	5	
6	23,60	22,60	25,90	27,80	28,00	25,70	22,00	20,30	17,60	10,00	19,70	17,20	6	
7	20,40	24,40	28,00	28,50	26,50	25,60	21,40	21,30	15,00	10,20	26,10	16,90	7	
8	18,90	24,60	28,50	29,70	25,80	27,50	21,20	24,00	12,20	13,20	25,60	16,80	8	
9	20,20	20,00	27,80	28,90	23,20	27,50	21,20	23,80	13,50	19,10	20,70	17,50	9	
10	20,90	18,00	27,70	28,10	25,00	26,50	20,80	24,30	13,20	18,90	22,50	19,30	10	
11	22,50	19,30	26,30	26,30	25,20	26,10	20,60	24,00	16,00	19,30	26,90	18,00	11	
12	24,50	22,50	27,20	28,10	24,10	25,40	23,00	22,60	20,10	25,20	26,90	17,50	12	
13	23,30	24,80	18,30	28,10	24,40	24,00	25,90	22,50	18,80	25,30	25,70	20,00	13	
14	25,30	24,30	20,30	28,20	25,40	21,20	26,20	18,50	21,00	26,90	21,10	22,10	14	
15	23,10	22,40	23,20	27,10	25,80	24,20	20,60	16,50	22,80	24,90	23,30	24,20	15	
16	19,80	22,80	25,90	26,50	28,00	23,90	22,20	16,60	23,80	25,00	26,40	25,50	16	
17	20,20	23,50	28,60	28,00	29,10	26,90	24,00	17,00	25,90	18,10	21,20	22,00	17	
18	18,50	22,60	30,50	28,60	27,80	23,40	24,10	19,20	26,00	18,00	18,80	18,90	18	
19	20,10	26,20	30,60	28,60	25,70	23,30	22,40	18,20	26,50	17,00	14,50	17,60	19	
20	21,50	22,50	28,60	25,40	26,40	23,60	26,00	22,10	25,50	14,50	10,30	16,80	20	
21	23,90	23,50	26,20	26,60	26,80	25,90	24,70	23,90	20,70	12,10	7,20	19,60	21	
22	20,90	22,40	27,20	26,70	25,70	27,00	25,30	23,90	18,70	12,40	9,30	20,00	22	
23	20,80	22,70	25,60	26,80	22,90	26,10	23,80	23,00	15,40	14,40	11,30	20,40	23	
24	23,10	21,30	28,50	28,00	23,90	26,30	19,80	22,10	14,70	22,30	13,40	18,90	24	
25	20,80	23,80	27,20	28,90	23,80	25,70	20,90	20,50	11,50	22,10	20,90	20,50	25	
26	20,10	25,90	28,70	30,00	23,80	28,20	20,50	16,10	8,10	24,50	21,50	22,30	26	
27	22,00	26,00	29,10	30,10	25,50	25,90	22,20	14,90	6,70	22,20	26,60	22,80	27	
28	22,70	23,70	28,00	28,80	24,20	24,10	23,10	14,50	8,80	24,80	24,90	26,70	28	
29	26,50	22,60	28,20	29,40		23,50	20,90	15,70	13,50	24,00	20,80	30,40	29	
30	21,30	24,50	27,40	27,90		23,80	17,80	16,70	14,80	16,00	17,90	26,80	30	
31	20,30		24,60	28,10		25,40		16,50		12,20	14,70		31	
MAXIMO:	26,50	26,20	30,60	30,10	29,10	28,20	26,20	24,30	26,50	26,90	26,90	30,40		30,60
MEDIA:	21,08	23,04	26,72	27,73	25,88	25,24	22,74	19,23	17,20	17,49	18,55	20,77		22,12
MINIMO:	15,50	18,00	18,30	23,60	22,90	21,20	17,80	13,50	6,70	8,40	7,20	14,90		6,70

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 29

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2011/12**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,70	21,20	20,50	24,90	24,90	23,40	24,40	11,50	19,20	25,20	22,90	24,40	1	
2	19,70	23,00	21,90	25,50	27,20	22,00	24,70	14,70	22,00	25,50	24,20	24,30	2	
3	21,60	24,80	23,00	27,00	27,30	24,50	24,80	19,10	18,90	15,90	25,80	25,00	3	
4	24,40	25,10	25,90	28,60	28,80	27,40	26,80	20,00	14,30	17,80	23,20	27,00	4	
5	25,30	24,30	24,30	26,80	30,00	29,20	23,10	20,70	11,40	15,90	17,40	28,20	5	
6	28,80	24,40	24,40	26,20	30,50	30,80	22,90	21,00	11,90	11,80	22,10	27,70	6	
7	28,20	26,50	26,30	27,40	30,50	30,20	24,60	23,10	5,20	9,80	25,40	25,00	7	
8	23,00	28,40	25,50	30,20	31,10	30,10	25,40	21,70	6,60	8,10	22,80	24,70	8	
9	22,50	27,70	25,10	31,40	26,80	29,50	23,30	23,50	12,40	14,70	19,40	21,50	9	
10	22,00	24,30	25,50	31,10	27,30	30,20	23,00	23,80	17,20	18,60	23,20	19,30	10	
11	21,70	24,00	26,50	31,80	24,80	29,70	24,50	22,50	17,80	12,40	27,70	18,40	11	
12	22,00	23,70	26,30	24,30	24,30	29,60	24,90	19,30	23,50	11,00	26,30	19,50	12	
13	21,20	20,70	24,60	24,80	27,90	30,10	26,10	14,70	26,00	11,80	21,90	19,80	13	
14	20,70	20,90	23,10	24,90	30,10	22,70	24,00	15,30	25,80	13,00	26,00	25,60	14	
15	21,60	22,20	23,40	24,80	29,40	23,90	20,80	19,80	25,80	12,30	27,00	29,80	15	
16	21,20	22,00	24,10	26,20	29,20	22,80	20,20	20,60	21,70	10,40	24,20	32,40	16	
17	22,90	23,90	24,30	26,90	31,00	26,60	22,00	20,60	21,00	9,90	28,00	32,50	17	
18	22,80	26,70	25,30	28,40	30,90	27,20	25,20	21,80	19,10	9,60	22,40	31,30	18	
19	24,20	27,30	28,10	29,70	31,90	27,50	23,80	21,80	16,20	12,10	22,80	16,40	19	
20	24,50	23,20	30,60	28,10	31,40	28,50	20,00	21,70	14,20	14,20	25,10	16,50	20	
21	25,60	20,90	31,20	28,80	28,50	23,70	22,30	21,00	14,20	19,90	22,80	17,90	21	
22	27,40	20,60	31,90	27,80	24,90	22,60	19,50	21,40	14,20	22,00	27,30	17,80	22	
23	26,50	22,80	29,90	28,90	25,00	21,90	19,20	19,10	13,20	19,00	28,50	20,50	23	
24	25,90	24,90	24,60	28,20	25,00	20,70	19,30	19,20	19,20	21,20	23,60	25,20	24	
25	21,80	26,60	23,80	27,20	26,30	22,20	18,40	18,30	18,00	15,40	11,60	16,70	25	
26	21,10	27,60	26,10	25,60	25,70	20,80	17,90	17,10	19,10	14,50	11,10	11,40	26	
27	21,70	28,60	28,40	25,50	27,10	17,60	16,20	21,70	21,70	14,60	10,30	15,10	27	
28	22,80	29,00	29,20	28,90	26,80	14,60	16,30	24,80	24,20	16,20	13,40	19,90	28	
29	25,00	28,40	27,80	29,20	29,30	17,20	13,50	25,60	24,80	16,00	13,50	21,80	29	
30	20,10	24,40	27,20	30,10		18,70	12,50	22,40	24,70	12,20	20,00	28,30	30	
31	20,50		26,80	29,60		20,10		18,60		17,70	24,90		31	
MAXIMO:	28,80	29,00	31,90	31,80	31,90	30,80	26,80	25,60	26,00	25,50	28,50	32,50		32,50
MEDIA:	23,17	24,60	25,99	27,70	28,07	24,71	21,65	20,21	18,12	15,12	22,09	22,80		22,84
MINIMO:	19,70	20,60	20,50	24,30	24,30	14,60	12,50	11,50	5,20	8,10	10,30	11,40		5,20

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 30

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2012/13**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	30,00	24,30	26,70	22,30	32,30	29,00	27,50	27,90	23,20	13,20	25,10	27,30	1	
2	30,50	25,50	27,90	22,10	31,00	30,30	24,70	27,00	20,10	14,90	16,50	20,50	2	
3	22,20	26,80	30,80	25,00	28,80	26,80	23,90	27,80	16,50	20,90	15,80	19,70	3	
4	23,30	27,40	30,30	29,20	22,40	20,80	22,10	19,60	16,10	24,20	14,60	16,30	4	
5	26,40	27,10	30,90	29,70	26,00	21,00	21,40	19,50	19,30	25,50	19,30	21,40	5	
6	30,20	27,10	30,70	29,10	26,70	23,90	22,50	16,20	19,20	24,80	23,00	26,50	6	
7	31,00	26,90	29,60	28,70	25,80	26,30	22,80	16,40	18,20	21,50	26,20	27,90	7	
8	31,10	24,60	26,80	30,30	26,10	29,50	23,20	15,20	18,90	14,40	23,80	25,10	8	
9	30,10	27,50	28,00	28,90	26,20	28,00	22,90	20,20	19,50	19,00	11,50	23,60	9	
10	21,40	26,30	31,40	28,80	26,70	24,40	25,10	23,20	19,00	22,70	10,20	28,40	10	
11	18,40	24,90	31,80	27,30	22,90	24,70	27,20	24,70	19,00	23,80	10,60	30,50	11	
12	20,70	22,90	32,70	28,10	26,20	24,60	21,30	19,20	20,10	23,00	14,20	29,20	12	
13	24,30	22,00	22,40	27,20	28,20	22,20	18,20	19,60	19,90	21,00	13,10	27,00	13	
14	25,70	21,70	24,60	27,50	22,90	23,20	15,90	20,20	17,40	19,50	7,60	18,70	14	
15	25,40	21,90	26,90	26,10	26,40	21,70	17,50	19,60	16,30	18,40	8,10	15,70	15	
16	21,50	23,40	30,30	27,90	28,00	23,10	18,30	11,70	18,30	15,80	13,40	13,50	16	
17	22,00	25,30	29,90	29,60	29,70	21,70	18,00	13,10	18,90	18,40	14,00	12,40	17	
18	23,50	28,90	29,50	28,10	27,40	22,00	18,20	15,10	19,70	21,50	18,00	11,80	18	
19	23,50	24,50	31,10	27,10	25,00	24,00	19,90	18,60	16,20	12,60	21,30	13,70	19	
20	22,00	26,50	32,10	25,70	25,80	21,80	19,90	16,00	13,50	10,70	26,20	21,50	20	
21	20,20	29,00	25,10	25,70	25,80	21,50	21,00	17,90	10,60	9,80	28,20	22,00	21	
22	26,20	32,50	26,50	25,90	25,40	22,80	20,70	15,90	10,80	7,30	25,30	15,20	22	
23	20,30	23,40	30,50	28,10	26,00	22,80	21,60	15,90	12,30	5,60	9,80	12,20	23	
24	19,80	24,50	32,80	32,10	29,10	23,10	21,50	15,60	13,30	6,70	7,10	11,10	24	
25	23,80	23,50	32,90	22,30	26,50	23,40	21,40	15,60	14,50	7,70	8,00	12,40	25	
26	26,30	24,50	30,10	21,10	24,40	24,00	24,00	20,30	13,10	14,20	8,20	17,50	26	
27	29,70	25,50	23,80	22,30	21,60	20,10	25,80	21,10	15,80	19,30	6,20	22,30	27	
28	25,80	28,90	21,80	26,00	23,30	20,40	27,10	23,60	21,10	18,90	9,10	20,50	28	
29	29,40	23,90	27,30	29,90		22,20	24,50	22,90	19,60	21,30	13,00	19,50	29	
30	28,20	26,60	25,30	30,90		24,50	25,00	15,20	16,20	22,40	20,70	15,10	30	
31	24,80		28,40	30,40		27,70		18,60		24,70	25,50		31	
MAXIMO:	31,10	32,50	32,90	32,10	32,30	30,30	27,50	27,90	23,20	25,50	28,20	30,50		32,90
MEDIA:	25,09	25,59	28,67	27,21	26,31	23,92	22,10	19,14	17,22	17,54	15,92	19,95		22,37
MINIMO:	18,40	21,70	21,80	21,10	21,60	20,10	15,90	11,70	10,60	5,60	6,20	11,10		5,60

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 31

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2013/14**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	17,80	27,70	27,40	28,30	32,30	21,80	25,70	19,50	15,70	13,50	25,00	24,70	1	
2	19,00	23,90	27,50	30,30	32,60	24,00	24,90	20,00	11,50	19,30	25,80	27,50	2	
3	21,30	21,80	25,40	24,80	32,80	20,70	26,00	25,00	15,30	24,30	26,90	25,80	3	
4	18,50	20,50	27,10	25,30	32,60	21,80	26,70	24,40	21,60	25,80	21,90	22,70	4	
5	17,40	21,30	31,50	26,00	32,10	23,90	27,80	23,20	24,20	24,60	18,40	23,70	5	
6	18,70	25,70	23,50	29,90	32,90	23,90	29,30	22,30	17,90	13,60	24,00	24,80	6	
7	21,10	25,90	26,20	29,70	32,30	24,60	30,10	22,30	19,00	10,80	19,50	22,00	7	
8	23,60	28,30	29,60	26,20	32,20	23,70	29,70	22,00	16,10	11,70	14,10	24,90	8	
9	26,10	30,70	25,70	29,50	31,30	23,70	27,20	19,10	14,20	14,80	17,70	29,30	9	
10	22,00	31,90	24,80	30,70	31,40	24,30	23,60	16,80	18,80	17,50	22,40	25,40	10	
11	23,50	22,00	25,00	25,90	32,80	24,40	23,60	19,40	23,10	19,10	22,50	17,30	11	
12	21,10	24,50	25,80	25,90	29,90	26,40	19,40	22,10	25,20	21,60	19,10	21,60	12	
13	21,80	25,00	25,70	27,00	25,00	27,70	16,80	20,50	19,40	22,40	13,50	24,80	13	
14	21,90	28,60	27,80	28,70	24,40	29,10	15,10	22,70	14,40	23,80	11,90	24,80	14	
15	22,20	29,10	29,70	27,60	24,90	26,30	17,10	21,50	16,60	23,90	15,80	17,30	15	
16	23,00	20,90	29,20	28,90	26,80	27,50	20,30	21,70	18,70	23,40	21,10	17,60	16	
17	23,40	22,50	28,50	30,50	28,70	27,10	22,40	22,00	18,10	23,30	22,70	21,50	17	
18	22,70	27,80	30,00	31,70	29,40	20,80	21,00	21,70	16,10	14,40	21,40	19,80	18	
19	23,80	26,80	28,40	31,00	27,90	24,10	20,10	20,90	11,30	11,60	21,50	20,10	19	
20	27,10	23,10	28,10	30,40	25,40	23,10	23,20	23,30	14,00	13,70	24,40	20,30	20	
21	25,80	25,10	28,30	31,60	28,20	22,50	22,90	25,00	17,50	21,00	25,00	18,70	21	
22	22,20	24,10	28,50	32,00	28,60	19,70	22,60	17,40	22,10	22,60	26,00	20,80	22	
23	28,30	25,80	28,80	31,40	28,00	17,10	19,80	12,10	23,10	18,10	28,40	25,90	23	
24	21,90	26,90	29,70	32,20	28,50	21,00	18,10	11,30	23,40	11,20	27,60	20,80	24	
25	23,40	28,50	29,60	24,30	28,40	25,50	16,60	10,10	23,10	9,00	16,20	22,60	25	
26	25,50	27,20	31,20	26,50	22,90	23,70	17,00	11,60	18,30	10,50	13,00	22,90	26	
27	22,80	28,20	31,20	27,40	20,30	25,60	21,10	11,90	15,80	12,00	12,70	21,60	27	
28	21,60	22,60	27,20	30,70	20,60	26,70	22,10	13,20	14,10	18,40	14,20	26,80	28	
29	26,20	21,10	29,60	31,00		24,00	23,40	18,30	13,00	21,40	17,80	29,00	29	
30	25,50	22,40	29,20	30,20		26,50	18,70	20,40	11,30	19,20	25,30	26,80	30	
31	28,00		31,40	31,00		23,00		18,80		23,50	23,40		31	
MAXIMO:	28,30	31,90	31,50	32,20	32,90	29,10	30,10	25,00	25,20	25,80	28,40	29,30		32,90
MEDIA:	22,81	25,33	28,12	28,92	28,69	24,01	22,41	19,37	17,76	18,06	20,62	23,06		23,23
MINIMO:	17,40	20,50	23,50	24,30	20,30	17,10	15,10	10,10	11,30	9,00	11,90	17,30		9,00

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 32

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2014/15**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,90	22,70	19,60	29,50	28,30	28,10	22,90	22,90	17,50	16,10	26,50	26,00	1	
2	23,60	22,60	20,40	23,30	29,40	29,30	22,20	24,60	19,10	17,90	26,50	19,70	2	
3	23,90	26,30	22,60	25,00	24,70	28,90	25,00	19,30	22,60	17,30	26,70	19,50	3	
4	24,40	19,10	23,50	30,60	26,40	26,40	22,50	15,80	22,30	9,70	26,50	17,90	4	
5	24,10	21,10	25,50	28,50	28,10	25,30	21,10	14,00	25,00	11,60	27,00	16,80	5	
6	22,80	27,00	27,60	29,70	27,50	27,20	22,30	16,20	24,00	14,70	27,90	17,00	6	
7	22,50	21,40	29,00	30,60	26,60	27,10	20,70	16,70	24,80	15,80	28,90	18,50	7	
8	27,30	24,10	28,40	29,00	27,10	27,30	23,00	19,80	24,50	15,20	29,90	20,80	8	
9	29,80	24,70	27,90	29,40	30,20	26,60	24,00	21,60	25,10	17,00	28,70	18,90	9	
10	25,60	27,30	28,50	31,00	29,20	27,00	24,80	20,30	25,20	18,80	20,00	21,20	10	
11	18,90	23,30	28,00	28,50	25,60	26,80	25,10	19,10	21,90	20,10	21,60	13,10	11	
12	22,60	23,20	28,30	31,00	27,40	25,90	25,90	17,20	19,20	22,30	26,00	13,10	12	
13	24,30	23,00	27,40	30,50	26,20	26,80	23,00	18,10	19,20	24,20	18,30	15,90	13	
14	24,90	21,40	26,90	29,00	24,40	28,50	22,80	19,00	17,40	14,00	17,10	20,10	14	
15	30,00	21,50	28,70	24,50	26,60	28,40	22,40	19,10	11,80	13,40	16,00	26,20	15	
16	33,30	24,70	29,60	28,00	26,90	28,90	23,80	21,30	11,40	13,40	18,60	30,70	16	
17	33,50	25,00	23,10	28,20	25,70	28,90	20,80	20,70	18,30	15,40	21,30	30,00	17	
18	34,00	26,90	25,10	25,40	26,00	28,80	20,90	21,80	13,20	19,20	17,60	23,70	18	
19	27,70	24,40	28,10	28,70	24,30	29,20	24,30	21,50	9,60	23,20	18,00	24,70	19	
20	25,20	24,20	30,00	24,40	25,10	27,80	24,60	21,10	15,20	18,50	16,40	25,80	20	
21	24,10	25,80	24,70	25,40	24,50	27,00	23,70	22,50	19,10	12,10	19,30	31,30	21	
22	26,10	22,40	21,90	26,60	26,70	22,50	21,70	22,80	22,70	11,20	24,00	31,10	22	
23	26,10	23,80	22,20	28,80	26,60	20,90	19,80	24,70	19,60	13,40	22,10	30,70	23	
24	27,80	26,70	24,30	26,00	27,10	23,60	21,30	23,50	18,60	15,50	16,70	22,90	24	
25	28,40	21,50	27,50	26,20	28,10	28,00	21,30	21,90	20,40	14,40	20,80	20,10	25	
26	28,70	24,70	30,50	28,30	28,60	23,50	21,80	21,60	20,80	14,90	23,20	17,70	26	
27	30,00	26,40	28,90	26,70	26,50	22,30	24,40	18,30	19,90	20,30	19,90	17,60	27	
28	31,50	27,40	25,40	27,30	26,70	21,10	23,00	16,70	19,30	23,20	19,80	20,30	28	
29	31,20	29,10	26,00	26,10		20,40	22,10	14,90	20,70	24,60	22,80	22,00	29	
30	25,20	29,80	24,70	24,70		21,70	22,70	15,70	17,80	24,90	25,90	24,00	30	
31	25,10		27,30	25,50		21,80		17,10		25,40	28,50		31	
MAXIMO:	34,00	29,80	30,50	31,00	30,20	29,30	25,90	24,70	25,20	25,40	29,90	31,30		34,00
MEDIA:	26,60	24,38	26,18	27,63	26,80	26,00	22,80	19,67	19,54	17,35	22,66	21,91		23,45
MINIMO:	18,90	19,10	19,60	23,30	24,30	20,40	19,80	14,00	9,60	9,70	16,00	13,10		9,60

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 33

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2015/16**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	26,30	21,80	25,40	28,00	25,80	24,70	28,80	12,40	14,50	21,40	18,00	18,00	1	
2	23,50	21,10	22,90	28,60	25,20	23,70	29,80	15,60	12,10	22,50	16,60	16,60	2	
3	15,50	22,30	27,20	29,30	23,00	22,30	28,90	17,60	11,70	24,30	20,40	12,00	3	
4	19,80	23,30	23,20	25,60	26,50	21,80	29,80	17,60	12,20	24,10	21,80	11,60	4	
5	25,10	21,20	23,50	27,40	27,20	23,00	31,40	19,10	12,70	15,50	28,60	10,40	5	
6	29,30	20,40	24,20	27,50	27,00	24,40	30,80	19,40	10,90	12,70	27,00	9,80	6	
7	31,10	20,40	23,50	27,40	29,50	23,40	30,80	19,70	9,90	11,30	15,40	11,60	7	
8	26,30	21,70	27,00	26,10	30,50	25,50	30,30	20,40	10,50	15,60	12,60	14,60	8	
9	17,10	28,30	28,30	27,40	29,70	21,50	24,40	20,00	8,90	20,00	14,60	16,60	9	
10	16,00	31,60	23,30	27,30	27,50	22,50	22,60	19,70	11,10	23,60	13,60	21,00	10	
11	15,00	25,50	26,60	28,60	28,70	21,20	24,40	20,00	8,90	25,60	13,60	25,50	11	
12	16,30	29,40	26,90	29,70	28,80	21,80	25,50	19,00	6,50	19,10	15,40	32,60	12	
13	17,10	29,40	26,30	30,40	30,40	22,50	24,70	16,00	9,50	19,70	22,80	19,80	13	
14	25,80	24,10	28,10	29,30	30,00	24,30	26,50	19,60	15,10	24,70	23,00	19,20	14	
15	29,30	27,30	25,40	27,90	30,00	25,30	28,00	22,50	16,00	16,10	21,60	17,80	15	
16	20,80	24,10	28,10	28,60	27,00	27,20	29,40	15,00	15,40	12,10	28,00	19,60	16	
17	20,10	25,50	29,50	29,80	30,00	28,90	29,50	14,10	14,80	8,80	21,60	27,40	17	
18	19,70	25,00	30,40	27,50	30,70	29,50	29,60	13,00	12,60	8,70	19,00	23,80	18	
19	27,00	25,70	22,60	29,20	30,90	27,40	29,40	14,90	11,70	9,20	21,00	18,20	19	
20	30,90	19,10	25,50	29,10	28,60	26,10	27,60	16,00	10,30	10,30	16,00	18,40	20	
21	26,40	19,90	28,20	28,40	26,50	25,50	23,40	13,10	10,90	11,30	11,40	21,00	21	
22	26,10	24,50	29,80	28,80	26,70	23,40	22,30	13,10	9,40	6,50	14,00	23,00	22	
23	25,40	25,40	30,90	29,00	25,70	22,50	26,40	10,80	11,90	19,00	16,00	23,40	23	
24	26,30	27,70	23,40	29,40	26,90	20,00	28,20	11,60	19,50	23,00	20,00	16,60	24	
25	24,80	28,80	25,90	27,20	27,90	20,00	20,80	17,90	23,70	23,00	25,00	20,00	25	
26	20,10	26,60	24,80	23,80	28,70	18,70	12,80	17,10	15,20	13,40	31,00	20,00	26	
27	22,40	28,50	27,30	23,90	23,30	20,80	10,90	16,30	12,00	11,00	28,40	24,00	27	
28	26,10	25,00	27,40	27,50	25,00	20,40	11,30	14,30	13,70	15,00	20,00	27,00	28	
29	28,00	23,00	27,10	29,00	26,30	21,00	12,10	14,70	17,40	18,00	13,00	23,40	29	
30	23,60	23,30	29,90	25,50		23,90	12,10	16,10	21,60	24,00	14,40	17,60	30	
31	21,80		28,20	26,30		25,50		13,80		28,00	17,20		31	
MAXIMO:	31,10	31,60	30,90	30,40	30,90	29,50	31,40	22,50	23,70	28,00	31,00	32,60		32,60
MEDIA:	23,32	24,66	26,48	27,85	27,72	23,51	24,75	16,46	13,02	17,34	19,39	19,35		21,97
MINIMO:	15,00	19,10	22,60	23,80	23,00	18,70	10,90	10,80	6,50	6,50	11,40	9,80		6,50

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090604DO.TEG

Página: 34

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2016/17**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,00	33,20	27,20	28,40	22,60	26,00	25,00	22,40	12,80	15,20			1	
2	20,80	14,20	24,60	31,20	26,00	30,80	22,50	24,80	14,80	16,60			2	
3	19,80	16,60	26,00	30,40	28,60	31,60	22,00	18,00	19,80	20,20			3	
4	21,00	18,40	23,60	31,40	28,00	25,60	27,00	19,60	20,40	21,00			4	
5	19,00	21,80	25,60	25,00	22,60	27,20	22,00	21,60	17,20	23,60			5	
6	16,00	28,00	21,20	27,20	23,60	28,40	22,40	24,60	17,00	22,00			6	
7	18,60	27,60	24,20	24,20	24,60	29,80	25,00	26,60	17,60	21,00			7	
8	18,60	22,20	23,20	31,00	28,60	30,40	28,50	19,40	14,60	19,00			8	
9	21,80	24,80	24,40	32,00	27,20	31,80	23,00	21,00	8,60	21,60			9	
10	21,00	25,00	24,20	30,00	19,80	24,40	20,20	20,20	9,80	23,80			10	
11	27,80	21,20	23,60	28,60	25,80	28,60	22,80	24,80	15,50	24,80			11	
12	22,60	24,40	28,20	29,60	25,60	21,80	21,60	26,20	16,40	24,80			12	
13	23,80	26,60	25,80	30,80	25,00	19,60	24,00	17,20	20,20	26,80			13	
14	27,80	25,00	21,80	31,00	25,40	21,60	25,20	17,80	19,20	25,40			14	
15	27,40	21,60	26,60	31,60	29,60	28,00	28,80	17,00	23,80	27,00			15	
16	33,00	26,20	28,00	28,80	30,00	19,60	24,80	18,40	26,80	8,20			16	
17	32,80	18,40	27,90	28,00	30,80	18,60	23,40	20,80	25,60	6,00			17	
18	25,40	17,80	29,80	29,80	30,20	21,80	25,20	22,40	11,00	6,40			18	
19	23,80	24,40	24,40	28,40	26,80	24,80	20,80	16,00	10,40	11,60			19	
20	21,40	26,00	27,00	32,00	30,00	26,00	18,00	16,00	9,00	13,00			20	
21	21,20	26,00	27,00	24,00	30,00	25,60	19,00	15,40	18,00	14,20			21	
22	26,00	19,00	28,00	27,40	25,00	25,40	18,00	18,40	22,40	21,40			22	
23	30,00	24,40	28,60	27,00	26,00	25,00	22,00	23,00	25,00	25,20			23	
24	26,00	28,00	29,00	26,60	26,80	26,00	23,40	26,00	25,00	25,00			24	
25	20,00	29,00	30,00	29,00	27,70	25,20	23,00	26,00	23,00	26,00			25	
26	21,00	29,40	32,00	25,00	27,90	23,60	14,00	20,00	24,00	24,00			26	
27	17,00	24,20	24,00	24,40	29,40	26,00	13,00	15,00	24,00	27,00			27	
28	18,00	24,80	28,00	27,00	27,60	26,00	13,00	16,00	23,00	26,00			28	
29	21,00	25,00	29,40	27,00		26,00	16,40	16,20	20,00	25,00			29	
30	24,00	27,00	23,60	26,00		26,00	18,60	15,60	17,00	25,00			30	
31	30,20		29,60	25,40		26,60		13,00		24,80			31	
MAXIMO:	33,00	33,20	32,00	32,00	30,80	31,80	28,80	26,60	26,80	27,00				
MEDIA:	23,15	24,01	26,34	28,33	26,83	25,74	21,75	19,98	18,40	20,70				
MINIMO:	16,00	14,20	21,20	24,00	19,80	18,60	13,00	13,00	8,60	6,00				

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 35

Temperatura en °C. Original

AÑO: 2010/11

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1													1	
2													2	
3													3	
4													4	
5													5	
6													6	
7													7	
8													8	
9													9	
10													10	
11													11	
12													12	
13													13	
14													14	
15													15	
16													16	
17												23,10	17	
18												20,30	18	
19												17,70	19	
20												18,60	20	
21												20,80	21	
22												28,60	22	
23												22,00	23	
24												19,30	24	
25												22,10	25	
26												24,10	26	
27												25,40	27	
28												28,00	28	
29												30,80	29	
30												32,20	30	
31													31	
												<u>32,20</u>		
												<u>23,79</u>		
												<u>17,70</u>		

MAXIMO:

MEDIA:

MINIMO:

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 36

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2011/12**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	21,80	23,70	22,50	28,10	25,20	23,70	26,90	14,00	20,80	24,90	22,70	27,40	1	
2	22,90	24,10	24,30	27,40	27,70	24,60	25,20	17,20	23,10	25,90	25,50	27,60	2	
3	23,30	25,10	27,40	30,20	28,20	27,90	27,00	20,30	19,60	16,60	26,40	28,00	3	
4	25,60	28,30	27,00	31,80	29,30	30,90	28,20	21,50	14,80	18,50	22,90	26,70	4	
5	27,10	25,10	23,90	30,20	31,60	31,30	25,50	23,70	14,30	16,10	18,20	28,40	5	
6	29,50	24,40	26,60	30,20	32,30	32,40	23,50	24,30	14,50	11,70	21,60	28,90	6	
7	31,40	25,70	27,20	31,50	33,30	32,40	26,20	24,10	8,50	10,90	25,30	25,60	7	
8	24,80	29,70	27,00	32,80	33,30	33,00	25,50	23,60	10,50	10,90	22,70	25,90	8	
9	24,20	30,40	27,20	32,80	28,10	32,70	24,00	23,90	15,00	15,60	21,80	22,40	9	
10	22,90	25,70	29,10	32,50	29,10		22,50	24,70	17,80	18,90	25,70	20,60	10	
11	25,80	27,00	29,90	31,40	27,80		25,30	24,80	19,20	14,20	27,30	20,40	11	
12	24,40	26,90	30,80	24,90	28,50	33,20	27,60	21,00	24,40	13,60	25,70	21,20	12	
13	21,90	21,60	27,40	25,70	30,40	30,40	27,70	17,50	25,80	14,30	22,90	23,10	13	
14	22,30	22,20	26,20	26,80	32,20	24,30	23,30	19,40	25,30	17,60	25,60	28,00	14	
15	22,60	23,30	26,10	28,20	29,90	25,60	22,50	21,40	25,00	14,80	25,80	31,70	15	
16	23,70	24,00	27,30	29,20	33,60	26,00	23,30	21,70	23,40	12,10	24,60	33,30	16	
17	25,60	25,90	28,10	31,30	31,50	27,90	25,30	21,80	21,80	12,30	27,50	32,90	17	
18	26,20	27,90	28,20	31,60	31,80	29,00	26,90	22,50	19,30	12,40	24,00	31,00	18	
19	26,50	28,70	30,00	30,90	32,00	29,60	23,70	22,50	17,10	14,30	24,70	18,20	19	
20	26,60	25,40	32,20	29,00	31,30	29,40	20,60	23,10	15,10	17,30	24,80	18,70	20	
21	27,00	22,00	33,10	31,10	27,20	27,20	23,70	22,00	15,80	21,20	24,80	21,80	21	
22	28,20	21,60	32,60	29,40	25,70	23,00	22,30	23,40	13,90	22,30	27,90	22,20	22	
23	28,50	24,80	33,80	29,80	25,80	24,10	21,90	19,40	14,70	20,50	27,50	23,40	23	
24	28,50	26,80	26,10	29,60	26,30	23,80	22,40	19,80	18,60	23,30	22,60	27,70	24	
25	23,60	28,30	22,50	28,50	27,60	25,00	20,50	17,90	19,00	16,90	13,10	18,80	25	
26	22,70	30,60	27,60	28,70	26,80	21,20	18,40	19,30	20,20	16,20	12,20	14,50	26	
27	22,80	30,70	31,00	28,80	27,50	18,90	18,30	22,80	21,90	17,70	10,60	17,40	27	
28	27,20	31,30	31,10	29,90	28,40	17,70	17,60	26,00	24,60	18,90	14,90	20,90	28	
29	28,10	30,90	30,20	30,50	30,50	19,70	14,20	26,40	25,20	16,30	16,80	22,00	29	
30	22,60	28,10	29,00	31,90		23,10	14,50	23,10	24,90	14,60	22,20	28,90	30	
31	22,10		30,20	29,90		24,30		19,00		18,50	26,30		31	
MAXIMO:	31,40	31,30	33,80	32,80	33,60	33,20	28,20	26,40	25,80	25,90	27,90	33,30		33,80
MEDIA:	25,17	26,34	28,25	29,83	29,41	26,63	23,15	21,68	19,14	16,75	22,73	24,59		24,45
MINIMO:	21,80	21,60	22,50	24,90	25,20	17,70	14,20	14,00	8,50	10,90	10,60	14,50		8,50

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 37

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2012/13**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	31,40	27,00	28,30	24,40	33,40	29,60		27,60	24,20	16,80	26,90	29,20	1	
2	31,30	27,30	29,80	20,00	32,30	31,30		28,00	22,10	17,20	17,30	23,80	2	
3	22,40	29,20	32,00	27,10	31,20	27,40		28,60	19,50	20,90	16,10	21,80	3	
4	24,90	29,80	31,70	32,30	30,10	21,60		21,50	19,40	25,20	16,70	19,80	4	
5	28,30	30,30	31,50	31,50	29,80	22,50		20,70	21,20	25,70	21,90	24,00	5	
6	30,70	30,10	31,20	30,60	29,60	24,70		19,70	22,20	25,10	25,60	27,00	6	
7	31,30	28,00	30,40	29,90	29,40	28,70		19,10	21,90	21,80	26,70	28,60	7	
8	31,90	25,40	29,00	31,40	29,30	30,70		17,90	22,10	15,40	23,60	25,10	8	
9	30,50	28,20	30,00	30,00	26,80	29,60		20,80	22,00	19,60	12,60	26,00	9	
10	22,30	27,10	31,90	31,20	27,50	26,60		23,00	20,20	23,00	12,80	29,50	10	
11	19,70	26,00	32,70	30,30	23,80	25,50		25,30	22,00	23,90	12,90	30,40	11	
12	22,80	24,20	33,10	29,20	27,30	25,70		20,20	22,50	22,20	17,70	30,50	12	
13	25,20	24,50	23,90	30,10	28,50	23,30		20,60	22,40	20,90	14,40	27,30	13	
14	26,90	25,00	26,50	30,80	22,80	24,60	17,60	21,00	18,60	20,70	10,20	19,30	14	
15	26,40	25,80	28,80	29,80	27,70	23,60	21,00	20,20	17,30	20,30	11,10	16,10	15	
16	23,90	28,00	30,80	30,20	27,80	24,60	23,00	13,50	18,80	18,50	16,30	14,20	16	
17	25,30	29,80	31,10	32,00	31,00	23,40	22,30	14,70	18,60	21,80	18,30	14,20	17	
18	26,10	28,60	29,90	31,30	27,40	22,70	21,10	16,80	20,30	23,70	19,60	14,70	18	
19	25,50	24,50	31,60	29,60	26,20	23,80	22,60	18,20	16,80	14,00	23,20	17,30	19	
20	25,30	28,30	32,70	28,60	27,30	21,90	23,50	16,60	13,10	11,60	25,90	23,90	20	
21	22,10	30,80	27,10	28,70	27,30	23,30	24,10	18,30	11,00	11,80	27,90	24,80	21	
22	27,70	32,60	26,90	27,20	28,80	25,00	23,80	17,10	11,60	8,90	25,00	16,20	22	
23	22,80	24,10	30,80	31,00	28,90	25,30	24,20	16,60	14,00	9,10	10,80	13,50	23	
24	21,30	24,80	32,50	33,10	29,80		24,10	16,00	14,30	9,90	8,00	14,10	24	
25	26,10	26,50	33,20	23,70	28,10		24,20	17,70	14,60	11,10	8,40	15,40	25	
26	28,70	25,50	30,70	25,50	26,90		25,30	20,20	13,00	15,10	8,70	20,80	26	
27	31,50	27,20	23,40	26,30	25,60		26,80	22,40	16,30	19,30	9,20	24,40	27	
28	26,60	30,20	22,70	30,10	27,20		28,00	25,00	21,90	22,10	12,30	22,90	28	
29	30,70	24,60	26,60	32,60			26,00	23,40	19,90	24,30	17,10	21,60	29	
30	30,20	27,00	26,50	33,00			27,40	17,80	18,10	24,10	22,10	15,40	30	
31	28,20		29,00	33,10				19,20		24,60	28,00		31	
MAXIMO:	31,90	32,60	33,20	33,10	33,40	31,30	28,00	28,60	24,20	25,70	28,00	30,50		33,40
MEDIA:	26,71	27,35	29,56	29,50	28,28	25,45	23,82	20,25	18,66	18,99	17,65	21,73		23,94
MINIMO:	19,70	24,10	22,70	20,00	22,80	21,60	17,60	13,50	11,00	8,90	8,00	13,50		8,00

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 38

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2013/14**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	18,70	29,10	26,70	26,90	32,10	25,00	27,40	21,10	17,10	15,60	26,50	27,10	1	
2	21,50	23,70	28,70	31,00	32,70	25,00	28,00	21,80	15,40	20,90	27,00	29,70	2	
3	23,60	23,50	25,40	27,30	32,60	22,00	28,00	25,50	17,00	24,40	26,70	29,30	3	
4	21,60	23,40	28,30	26,30	32,70	22,60	28,20	25,50	22,50	25,80	21,90	24,90	4	
5	20,80	25,40	32,10	28,90	32,20	25,90	29,10	24,20	24,70	24,10	19,90	25,70	5	
6	22,00	26,90	25,10	30,40	33,20	28,10	30,10	24,40	19,00	14,80	24,10	25,10	6	
7	24,60	26,60	28,30	29,20	32,20	28,90	31,10	24,80	19,50	14,00	19,90	23,00	7	
8	24,90	28,80	29,90	27,10	32,60	27,40	30,90	25,60	17,40	14,50	15,70	25,60	8	
9	27,30	31,20	28,60	29,70	32,80	28,00	27,30	21,90	16,90	15,60	17,80	29,30	9	
10	22,50	32,20	27,30	31,10	31,00	26,50	24,00	19,70	19,60	18,70	24,10	25,40	10	
11	23,80	23,80	27,60	27,70	31,40	27,30	25,00	20,90	23,10	20,10	25,10	17,60	11	
12	22,30	24,70	28,30	26,60	30,40	29,40	19,90	22,80	25,40	21,70	20,60	21,00	12	
13	23,80	27,20	29,10	29,10	25,70	28,20	17,50	22,60	19,90	22,60	15,60	27,80	13	
14	22,40	29,60	29,70	27,40	24,70	29,70	18,80	23,90	15,20	23,80	15,30	24,70	14	
15	22,60	30,00	30,20	27,40	26,10	26,50	20,50	22,00	17,00	24,00	18,70	19,60	15	
16	23,90	23,20	32,60	27,00	28,50	29,10	23,00	22,30	18,70	24,80	23,10	20,50	16	
17	25,80	25,50	32,70	31,70	30,00	27,90	25,10	23,60	19,80	23,50	23,50	23,70	17	
18	26,20	29,00	32,50	30,80	30,80	22,20	20,90	24,30	17,40	17,10	24,50	22,40	18	
19	26,40	26,90	29,60	30,60	28,70	24,70	20,40	24,10	15,20	14,60	25,60	20,50	19	
20	29,30	24,30	28,70	28,90	27,30	23,50	23,40	24,50	15,90	16,80	26,20	22,20	20	
21	26,80	27,20	29,30	30,60	29,90	24,10	23,10	25,80	19,90	20,80	25,90	21,40	21	
22	24,20	27,10	31,30	31,70	29,90	21,50	24,50	17,90	21,80	23,80	28,20	22,60	22	
23	30,10	27,20	32,00	31,60	29,50		21,90	12,90	23,70	18,90	28,80	26,70	23	
24	23,60	27,70	32,20	31,90	29,70		21,40	12,70	24,20	11,90	28,10	23,40	24	
25	24,40	29,50	31,60	25,60	29,30		20,60	10,70	23,40	11,60	17,40	24,30	25	
26	26,30	26,80	32,00	27,10	23,10	24,00	20,10	12,80	18,50	13,80	16,50	24,50	26	
27	24,90	28,40	33,00	28,10	21,20	25,90	24,00	14,30	15,80	15,50	15,70	22,50	27	
28	25,20	23,60	30,50	27,20	23,70	28,70	22,70	15,70	14,30	19,10	17,60	27,00	28	
29	28,20	21,30	30,20	31,40		24,60	23,80	18,70	13,70	22,10	20,70	29,70	29	
30	25,70	24,20	29,70	31,10		26,00	19,70	20,30	13,30	21,30	26,90	27,70	30	
31	28,40		29,70	31,50		24,10		19,50		24,70	25,20		31	
MAXIMO:	30,10	32,20	33,00	31,90	33,20	29,70	31,10	25,80	25,40	25,80	28,80	29,70		33,20
MEDIA:	24,57	26,60	29,77	29,13	29,43	25,96	24,01	20,86	18,84	19,38	22,35	24,50		24,58
MINIMO:	18,70	21,30	25,10	25,60	21,20	21,50	17,50	10,70	13,30	11,60	15,30	17,60		10,70

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 39

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2014/15**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	23,90	24,10	19,60	30,10	30,00	29,10	25,70	24,90	19,20	17,10	26,70	28,40	1	
2	26,00	23,50	20,50	23,50	31,60	29,00	26,50	26,10	20,60	18,80	26,70	21,50	2	
3	25,40	27,70	25,00	26,40	26,80	29,60	28,40	20,50	23,00	17,80	24,80	20,50	3	
4	25,10	20,90	26,50	29,00	29,40	27,70	23,10	18,70	24,10	12,50	27,50	20,30	4	
5	25,20	24,40	27,70	29,70	30,40	25,30	23,10	18,80	25,50	13,10	27,70	20,10	5	
6	23,30	29,90	29,10	31,20	31,20	28,40	24,40	18,40	24,30	16,60	28,10	21,10	6	
7	24,50	23,80	30,80	31,20	30,60	29,00	23,50	18,90	25,10	16,50	30,40	21,80	7	
8	29,20	26,50	28,70	29,80	30,80	29,30	25,70	20,00	25,60	15,70	29,80	23,50	8	
9	30,80	28,30	28,10	31,10	31,90	29,50	26,40	19,70	25,80	18,10	28,80	22,50	9	
10	26,30	29,50	29,20	32,00	29,40	30,80	28,10	20,80	26,30	20,20	20,60	22,50	10	
11	20,20	23,70	29,90	29,40	26,40	29,90	29,20	20,10	21,80	20,90	24,10	16,00	11	
12	25,10	25,20	28,70	32,10	28,90	30,00	28,60	19,10	19,60	23,90	26,90	16,70	12	
13	26,60	24,40	29,50	31,30	27,00	29,80	26,30	20,60	20,20	24,80	19,10	18,80	13	
14	28,40	24,10	29,60	29,30	25,90	29,80	23,90	20,60	17,60	14,80	16,40	22,30	14	
15	32,20	24,90	31,00	25,70	26,60	29,90	23,60	19,50	15,60	14,60	16,70	28,00	15	
16	34,90	27,30	30,80	28,60	26,80	31,10	26,60	20,60	14,60	15,20	20,10	31,20	16	
17	34,80	28,70	24,40	29,70	26,50	32,00	23,20	20,00	18,70	17,30	19,60	29,80	17	
18	33,90	28,20	26,30	26,40	27,90	31,00	22,70	19,90	14,60	21,20	17,50	25,40	18	
19	29,60	23,70	29,70	30,50	25,20	30,70	25,10	22,30	12,50	24,90	20,50	26,30	19	
20	27,50	24,90	30,80	27,00	27,00	29,90	25,60	20,70	16,40	19,10	18,70	28,00	20	
21	28,50	25,60	25,30	27,30	27,10	28,40	25,30	22,60	21,70	14,30	25,10	31,90	21	
22	28,30	25,00	22,00	29,20	27,80	21,00	23,90	23,20	23,90	15,00	25,60	32,20	22	
23	28,90	26,10	25,50	31,00	28,40	24,70	23,40	24,80	20,60	15,80	23,60	31,40	23	
24	30,60	28,40	25,80	26,60	28,00	26,70	25,00	23,70	18,50	16,60	18,90	23,30	24	
25	30,70	23,40	28,40	27,80	29,60	29,50	24,20	22,30	21,20	16,90	22,40	20,90	25	
26	30,10	27,70	31,10	29,50	30,60	24,70	23,90	22,00	21,50	17,70	23,90	19,70	26	
27	30,90	30,00	30,40	27,40	27,80	21,40	25,50	18,70	22,00	22,10	24,30	20,80	27	
28	32,00	30,00	27,60	27,30	27,60	21,30	26,50	18,30	20,60	24,60	22,80	21,30	28	
29	31,90	29,50	28,50	27,40		21,20	24,40	15,80	21,70	25,90	24,80	22,60	29	
30	26,00	30,00	26,00	27,60		23,50	26,00	17,00	19,80	25,30	27,10	25,10	30	
31	26,40		29,60	28,30		25,20		18,40		26,20	30,50		31	
MAXIMO:	34,90	30,00	31,10	32,10	31,90	32,00	29,20	26,10	26,30	26,20	30,50	32,20		34,90
MEDIA:	28,30	26,31	27,62	28,82	28,47	27,72	25,26	20,55	20,75	18,82	23,86	23,80		25,01
MINIMO:	20,20	20,90	19,60	23,50	25,20	21,00	22,70	15,80	12,50	12,50	16,40	16,00		12,50

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 40

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2015/16**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	27,00	23,20	26,10	27,20	28,00	24,50	29,60	15,70	17,50	23,40	23,90	20,90	1	
2	23,30	22,30	23,80	30,30	26,70	22,00	30,60	19,50	16,00	24,40	19,00	18,20	2	
3	16,50	23,30	27,20	30,20	23,40	25,50	30,60	20,80	16,50	24,90	19,90	11,80	3	
4	21,60	23,20	24,70	26,80	26,80	27,70	32,30	20,80	16,40	23,80	25,00	11,50	4	
5	28,50	22,30	24,00	28,40	28,00	26,40	31,00	20,30	16,40	14,90	26,90	10,50	5	
6	30,20	23,10	26,90	29,60	27,30	27,60	30,90	19,70	13,80	14,20	26,90	12,50	6	
7	31,70	22,90	26,50	30,20	29,30	28,00	30,90	20,50	13,70	15,40	17,90	14,70	7	
8	25,80	22,60	28,40	29,30	33,40	26,00	32,10	21,50	14,50	16,70	18,50	17,60	8	
9	17,50	28,70	27,60	28,90	31,40	22,50	25,80	20,20	13,60	21,70	18,30	20,10	9	
10	15,80	31,60	24,90	29,20	28,10	21,30	23,60	20,70	14,30	24,60	19,30	24,70	10	
11	15,40	27,60	27,40	32,20	29,60	25,60	26,20	20,50	11,90	25,30	18,80	27,40	11	
12	17,10	25,70	0,10	32,10	31,30	23,80	27,80	19,20	11,50	20,50	21,20	30,30	12	
13	18,10	29,50	-17,80	31,50	31,80	24,90	26,60	18,30	13,40	20,40	23,40	23,10	13	
14	28,30	26,30	15,20	32,00	32,10	23,50	27,50	21,10	18,10	25,40	25,70	20,40	14	
15	29,30	28,90	26,40	31,20	32,10	30,20	30,00	22,00	20,20	17,20	23,90	21,00	15	
16	23,20	23,10	24,70	32,10	27,40	30,20	29,80	16,10	16,80	14,30	25,40	23,20	16	
17	21,90	27,10	31,00	31,60	31,10	29,80	30,30	15,80	15,90	12,50	24,90	27,40	17	
18	22,20	24,60	31,80	31,80	32,50	30,80	30,00	15,70	15,10	12,10	21,20	29,20	18	
19	28,20	25,40	23,30	33,70	32,30	27,60	29,80	17,20	15,50	12,70	21,10	22,00	19	
20	31,80	21,40	25,80	33,20	29,60	27,50	25,10	16,70	13,60	14,00	18,00	20,60	20	
21	29,00	22,30	28,60	31,90	29,20	26,10	23,20	14,00	13,10	15,30	14,80	22,90	21	
22	28,90	26,90	30,00	30,70	27,80	24,90	23,00	15,20	13,60	17,00	15,20	24,30	22	
23	27,70	26,70	32,20	31,10	27,30	24,20	27,80	14,20	17,00	20,70	18,00	26,30	23	
24	28,90	29,60	24,80	31,60	30,40	21,50	29,00	15,10	21,30	23,90	20,90	16,00	24	
25	28,00	29,80	27,40	30,70	30,00	20,70	21,50	19,00	23,10	26,10	26,10	18,90	25	
26	23,50	27,10	26,50	25,00	30,30	20,00	13,90	18,30	14,60	19,20	29,50	23,20	26	
27	23,90	28,20	28,10	25,70	24,10	20,80	13,10	16,80	12,10	13,80	29,20	26,20	27	
28	28,10	24,30	28,50	28,80	27,10	26,40	14,00	14,50	14,00	14,20	20,20	28,40	28	
29	29,60	22,50	26,60	32,40	28,80	25,10	15,30	14,90	18,40	19,90	13,90	27,10	29	
30	23,20	24,80	31,20	27,00		27,90	15,70	16,60	23,20	25,00	13,90	20,20	30	
31	23,70		29,70	26,80		26,70		17,10		26,10	18,00		31	
MAXIMO:	31,80	31,60	32,20	33,70	33,40	30,80	32,30	22,00	23,20	26,10	29,50	30,30		33,70
MEDIA:	24,77	25,50	24,57	30,10	29,21	25,47	25,90	18,00	15,84	19,34	21,25	21,35		23,43
MINIMO:	15,40	21,40	-17,80	25,00	23,40	20,00	13,10	14,00	11,50	12,10	13,90	10,50		-17,80

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090608DO.TEG

Página: 41

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2016/17**

DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	DIA	AÑO
1	24,20	29,80	28,10	31,20	25,50	27,40	25,90	21,20	13,10				1	
2	25,50	19,70	28,70	31,40	26,30	29,10	24,80	24,10	13,70				2	
3	19,40	20,00	24,80	30,00	29,70	30,40	24,30	20,70	18,40				3	
4	22,60	23,90	27,80	30,90	30,80	26,00	26,80	19,80	21,20				4	
5	21,10	26,40	28,50	28,70	24,70	27,60	23,90	20,90	18,20				5	
6	19,10	29,20	24,00	27,30	26,40	29,90	25,40	23,50	16,30				6	
7	20,80	31,10	24,60	29,60	27,10	32,10	26,20	25,50	17,00				7	
8	23,50	23,50	22,80	31,00	29,70	31,60	28,70	23,70	14,90				8	
9	23,60	26,70	23,70	33,00	28,10	31,40	25,90	22,20	11,40				9	
10	25,10	27,70	25,70	31,70	22,30	28,40	20,60	23,00	13,40				10	
11	26,50	22,10	26,30	28,90	25,30	29,90	22,00	23,70	15,90				11	
12	24,90	25,50	27,40	31,70	26,30	26,60	22,80	26,00	17,70				12	
13	23,60	26,70	28,80	31,20	26,30	24,70	22,50	20,30	20,20				13	
14	26,80	26,20	25,10	31,30	28,30	26,20	25,70	18,50	19,80				14	
15	26,50	25,30	25,80	31,70	28,40	29,90	27,30	19,50	22,80				15	
16	31,70	27,30	27,00	27,90	30,20	21,60	23,30	20,30	24,10				16	
17	32,20	23,00	27,90	29,10	30,40	22,10	22,60	21,60	25,40				17	
18	32,10	19,50	29,90	31,20	30,80	22,70	24,30	23,70	17,90				18	
19	27,60	22,20	25,00	32,40	29,70	25,00	21,90	19,60	12,40				19	
20	23,90	26,20	27,10	31,80	30,80	27,50	18,50	19,00	12,70				20	
21	22,80	29,10	28,30	30,30	32,80	28,00	19,20	19,10	16,80				21	
22	25,00	22,60	28,60	28,90	29,00	26,60	21,50	19,40	22,70				22	
23	29,70	24,50	28,70	27,60	27,90	27,10	22,40	23,40	23,70				23	
24	29,60	28,40	28,80	27,00	28,80	28,40	25,70	26,10	24,10				24	
25	21,60	28,30	30,70	28,20	30,10	27,10	25,20	27,00	23,20				25	
26	21,40	29,10	31,50	26,30	29,40	21,60	18,00	23,90					26	
27	19,90	26,50	26,70	24,80	30,90	26,80	17,60	16,80					27	
28	19,30	25,70	27,30	27,50	27,30	27,90	18,50	15,90					28	
29	21,20	27,30	28,70	28,90		27,40	19,80	16,40					29	
30	25,00	27,30	28,60	27,00		27,20	20,10	15,80					30	
31	29,10		29,00	25,30		27,00		14,20					31	
MAXIMO:	32,20	31,10	31,50	33,00	32,80	32,10	28,70	27,00	25,40					
MEDIA:	24,69	25,69	27,29	29,48	28,33	27,26	23,05	21,12	18,28					
MINIMO:	19,10	19,50	22,80	24,80	22,30	21,60	17,60	14,20	11,40					

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090609; FCA San Lorenzo

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090609DO.TEG

Página: 42

Temperatura en °C. Original

AÑO: 2015/16

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1						23,70	28,50						1	
2						21,80	28,80						2	
3						22,20	29,30						3	
4						20,30	29,70						4	
5						20,30	29,90						5	
6						21,50	30,00						6	
7						26,20	30,30						7	
8						24,50	30,80						8	
9						22,80	25,10						9	
10						23,50	23,50						10	
11						22,30	25,40						11	
12						22,30							12	
13						23,90							13	
14						25,50							14	
15						26,90							15	
16						28,20							16	
17						28,50							17	
18						29,70							18	
19						25,90							19	
20						26,80							20	
21						25,90							21	
22						23,80							22	
23					22,70	23,60							23	
24						21,60							24	
25						20,60							25	
26						19,60							26	
27						21,30							27	
28						22,20							28	
29						23,40							29	
30						26,20							30	
31						26,90							31	
MAXIMO:					22,70	29,70	30,80							
MEDIA:					22,70	23,93	28,30							
MINIMO:					22,70	19,60	23,50							

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090609; FCA San Lorenzo

Fecha: 13/09/2017

SERIE: M11090609DO.TEG

Página: 43

Temperatura en °C. Original**AÑO: 2016/17**

<u>DIA</u>	<u>OCT</u>	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>	<u>MAY</u>	<u>JUN</u>	<u>JUL</u>	<u>AGO</u>	<u>SEP</u>	<u>DIA</u>	<u>AÑO</u>
1						27,50	24,70		13,10				1	
2						28,80	23,60		13,70				2	
3						30,70	23,20		17,70				3	
4						28,90	26,20		21,20				4	
5							24,10		18,20				5	
6						31,50	23,90		16,30				6	
7						30,10	24,90		17,20				7	
8						30,60	28,50		15,30				8	
9						31,70	26,50		10,50				9	
10						28,40	21,20		11,10				10	
11						28,60	20,90	24,80	13,20				11	
12						26,10	21,00	25,70	14,90				12	
13						22,90	20,70	24,20	17,80				13	
14						22,60	24,10		19,10				14	
15						28,00	27,20		22,70				15	
16					29,00	21,40		18,30	24,00				16	
17					29,90	21,10		21,30	25,20				17	
18					30,20	20,90		24,00	18,80				18	
19					29,20	23,60		19,60	11,40				19	
20					30,00	25,90		17,50	10,20				20	
21					30,80	26,10		16,70	15,50				21	
22					30,20	24,80		17,60	22,60				22	
23					27,20	23,40		23,10	23,70				23	
24					27,50			26,00	23,70				24	
25					28,70	24,60		27,00	22,80				25	
26					27,60	23,30		24,30	23,00				26	
27					28,50	25,40		17,10					27	
28					26,60	26,30		16,00					28	
29						26,00		16,30					29	
30						26,10		16,20					30	
31						25,60		14,80					31	
MAXIMO:					30,80	31,70	28,50	27,00	25,20					
MEDIA:					28,88	26,24	24,05	20,55	17,80					
MINIMO:					26,60	20,90	20,70	14,80	10,20					

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090601; SL Fiuna**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090601MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
10/11		24,40	26,60	27,90	25,90	25,90	23,60	19,90	17,50	17,90	19,00	21,80	
11/12	24,10	25,20	26,90	28,50	28,40	26,60	22,20	20,80	18,30	13,00	21,80	23,60	23,28
12/13	26,10	26,60	29,30	28,80	27,60	24,90	22,30	19,50	17,70	18,00	16,50	21,30	23,22
13/14	23,80	26,00	25,90	29,20	29,20	25,10	23,20	19,90	17,90	18,60	21,30	23,80	23,66
14/15	27,70	25,30	27,00	25,40		18,60	23,90	20,30	20,10	18,20	23,20	23,00	
15/16	24,20	25,30	27,40	29,30	28,80	24,60	25,50	17,40	14,40	18,00	20,20	17,50	22,72
16/17	24,10	20,80	27,00	28,90	27,70	26,50	22,30	20,80	17,30				
MEDIA	25,00	24,80	27,16	28,29	27,93	24,60	23,29	19,80	17,60	17,28	20,33	21,83	23,22
D. TIP.	1,43	1,75	0,98	1,26	1,07	2,55	1,10	1,08	1,57	1,93	2,15	2,14	0,34

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090604; Paraguari**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090604MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
84/85				26,69	26,86	25,88	22,65	20,60	18,22	17,72	17,65	19,89	
85/86	22,28	26,63	28,42	28,40	27,34		24,14	20,65	20,53	18,43		20,48	
86/87	20,73	20,63	20,61	27,28	25,03	25,17	23,10	16,19	16,53	20,87	17,78	19,54	21,12
87/88	22,22	25,72	24,83	27,37	24,96	27,67	21,99	15,72	15,76	15,18	19,86	20,46	21,81
88/89	22,05	25,03	26,91			23,90	21,75		17,71	15,87	19,14	17,86	
89/90	22,46	24,34	26,84										
90/91				27,08	25,85	25,54	22,51	20,67	18,18	16,86	19,32	22,09	
91/92	22,10	23,14	26,92	26,75	26,77	24,32	21,51	19,72	20,00	14,07	17,06	19,24	21,80
92/93	22,00		26,31	26,97	24,05	25,71	23,53	19,30	17,91	15,51	17,63	18,97	
93/94	23,03	24,06	26,21	27,30	25,26	23,91	22,22	21,17	18,23	17,87	19,69	22,89	22,65
94/95	24,06	24,03	27,13										
05/06								16,96	20,33	20,69	19,55	20,15	
06/07	24,87	24,17	27,73	27,14	26,98	26,78	24,04	16,57	17,91	15,14	16,16	24,02	22,63
07/08	25,33	22,63	27,00	27,22	26,24	26,06	21,44	18,51	15,20	21,31	19,02	18,70	22,39
08/09	23,51	25,63	27,62	25,90	26,53	26,29	24,00	20,25	15,37	14,18	19,15	19,24	22,31
09/10	23,03	27,81	26,54	27,64	28,66	26,19	22,55	17,10	18,49	16,63	18,42	20,54	22,80
10/11	21,08	23,04	26,72	27,73	25,88	25,24	22,74	19,23	17,20	17,49	18,55	20,77	22,14
11/12	23,17	24,60	25,99	27,70	28,07	24,71	21,65	20,21	18,12	15,12	22,09	22,80	22,85
12/13	25,09	25,59	28,67	27,21	26,31	23,92	22,10	19,14	17,22	17,54	15,92	19,95	22,39
13/14	22,81	25,33	28,12	28,92	28,69	24,01	22,41	19,37	17,76	18,06	20,62	23,06	23,26
14/15	26,60	24,38	26,18	27,63	26,80	26,00	22,80	19,67	19,54	17,35	22,66	21,91	23,46
15/16	23,32	24,66	26,48	27,85	27,72	23,51	24,75	16,46	13,02	17,34	19,39	19,35	21,99
16/17	23,15	24,01	26,34										
MEDIA	23,15	24,50	26,58	27,38	26,56	25,27	22,73	18,81	17,66	17,16	18,93	20,60	22,40
D. TIP.	1,42	1,52	1,62	0,64	1,24	1,14	0,94	1,71	1,80	2,03	1,69	1,63	0,59

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090608; Sede Central FECOPROD**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090608MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
10/11												23,80	
11/12	25,20	26,30	28,30	29,80	29,40	26,60	23,10	21,70	19,10	16,70	22,70	24,60	24,46
12/13	26,70	27,40	29,60	29,50	28,30	25,50	23,80	20,20	18,70	19,00	17,60	21,70	24,00
13/14	24,60	26,60	29,80	29,10	29,40	26,00	24,00	20,90	18,80	19,40	22,40	24,50	24,63
14/15	28,30	26,30	27,60	28,80	28,50	27,70	25,30	20,50	20,80	18,80	23,90	23,80	25,03
15/16	24,80	25,50	24,60	30,10	29,20	25,50	25,90	18,00	15,80	19,30	21,30	21,40	23,45
16/17	24,70	25,70	27,30	29,50	28,30	27,30	23,10	21,10	17,30				
MEDIA	25,72	26,30	27,87	29,47	28,85	26,43	24,20	20,40	18,42	18,64	21,58	23,30	24,31
D. TIP.	1,36	0,62	1,73	0,43	0,49	0,85	1,06	1,17	1,55	0,99	2,16	1,28	0,54

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090609; FCA San Lorenzo**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090609MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
15/16					22,70	24,50	28,30						
16/17					28,80	26,20	24,00	20,40	17,70				
MEDIA					25,75	25,35	26,15	20,40	17,70				
D. TIP.					3,05	0,85	2,15	0,00	0,00				

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090617: Asuncion City**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090617MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
70/71	23,30	23,30	27,20	27,40	26,50	24,90	21,50	18,10	15,00	19,30	18,50	22,80	22,32
71/72	21,70	25,50	26,40	27,50	26,50	26,00	21,80	22,60	21,90	17,50	17,40	22,10	23,08
72/73	22,10	24,60	25,70	28,10	28,20	26,00	24,80	19,60	18,00	16,10	16,20	20,00	22,45
73/74	22,70	23,40	25,50	27,80	26,20	24,50	22,00	18,60	16,50	19,80	15,50	19,80	21,86
74/75	21,50	24,20	25,80	25,70	27,40	25,80	22,90	19,60	19,00	15,90	17,90	20,40	22,18
75/76	21,70	23,40	26,30	27,40	26,10	24,70	21,70	18,20	16,80	17,90	18,20	19,60	21,83
76/77	23,20	24,90	26,70	26,80	28,40	26,80	22,40	19,50	19,30	21,10	18,70	23,10	23,41
77/78	24,80	25,40	27,10	27,90	27,60	27,70	21,90	18,90	19,00	20,20	17,30	20,70	23,21
78/79	24,40	25,00	27,40	28,90	27,30	24,80	21,00	18,30	16,80	17,80	21,20	18,90	22,65
79/80	25,50	24,30	26,60	26,80	26,60	27,40	25,00	21,30	17,10	16,90	19,70	18,40	22,97
80/81	23,30	23,50	26,50	27,30	27,20	25,20	23,40	23,10	16,10	17,10	21,30	19,40	22,78
81/82	23,30	25,50	25,80	27,30	25,90	25,30	23,20	20,40	18,20	19,80	21,00	21,90	23,13
82/83	23,00	24,40	25,70	27,50	26,90	25,00	22,80	20,40	14,60	16,20	18,30	18,50	21,94
83/84	23,40		27,50	27,80	28,50	25,90	20,80	21,80	16,80	18,70	16,00	21,70	
84/85	26,00	25,50	24,90	27,50	27,70	27,40	23,30	21,10	18,50	17,60	17,70		
85/86	23,70							20,80	20,50	18,30	19,90		
86/87	23,00	26,50	26,40	26,90	24,90	24,70	23,20	16,10	16,90	20,90	18,00	19,90	22,28
87/88	22,60	25,50	25,20	27,20	25,40	28,10	22,30	16,50	16,00	15,10	20,00	20,90	22,07
88/89	22,40	25,10	27,00	26,30	26,20	24,40	22,10	19,70	17,80	16,00		18,10	
89/90	22,30	24,60	26,80	27,20	25,40	26,60	23,60	18,10	15,40	14,10	19,40	19,40	21,91
90/91	24,50	26,60	27,10	27,50	26,20	25,90	23,00	20,70	18,30	17,50	19,50	22,40	23,27
91/92	22,60	23,80	26,70	26,80	26,80	24,20	21,80	19,90	20,00	14,20	16,80	19,40	21,92
92/93	22,30	23,40	26,60	27,50	27,50	26,90	24,40	19,90	18,40	15,60	18,00	19,60	22,51
93/94	23,50	24,60	27,10	27,10	25,90	24,40	22,90	22,90	21,60	18,30	19,90	19,90	23,18
94/95	24,90	25,30	27,00	26,50	26,00	26,70	20,70	18,80	19,80	20,00	20,30	22,10	23,18
95/96	22,30	26,40	26,80	27,70	26,50	25,00	23,20	20,10	14,70	15,40	20,40	20,10	22,38
96/97	22,80	25,80	26,50	27,90	27,20	26,20	21,90	20,20	17,70	20,50	19,90	22,70	23,28
97/98	24,70	25,90	27,60	28,70	26,40	25,10	22,60	18,60	17,80	20,00	17,90	19,20	22,88
98/99	23,20	24,80	25,80	27,20	27,60	27,20	22,80	18,30	17,20	16,80	19,10	23,70	22,81
99/00	24,50	25,70	27,50	28,50	27,50	26,70	23,90	18,60	18,90	13,30	19,80	20,50	22,95
00/01	24,60	24,20	26,30	27,90	27,00	26,40	24,00	17,90	17,90	19,40	22,30	22,30	23,35

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090617: Asuncion City**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090617MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
01/02									17,50				
02/03				27,50			23,30					22,00	
03/04	24,60					25,80			18,60	17,50	18,40	21,80	
04/05	23,60	23,90	26,00	27,50	27,00	26,60	22,70	20,90		17,00	20,80	17,90	
05/06	22,20	25,20	26,50	28,50	27,40	26,40	23,10	17,80	17,80	21,00	20,20	21,00	23,09
06/07	25,40	25,40	28,00	27,50	27,50	26,40	24,00	17,10	17,80	15,10	16,40	24,10	22,89
07/08	17,80		26,70	27,20	26,10	26,00	21,80	18,70	15,50	21,40	19,40	19,40	
08/09	24,10	25,90	28,10	26,30	27,00	27,20	24,30	20,40	15,50	14,80	19,10	19,90	22,72
09/10	23,70	28,40	26,70	27,70	28,80	26,80	23,10	17,60	18,70	16,70	18,50	21,00	23,14
10/11	21,60	23,60	27,10	27,70	26,10	25,70	23,20	19,40	17,10	17,40	18,60	21,20	22,39
11/12	23,80	24,90	26,50	28,40	28,30	25,10	22,00	20,30	18,20	15,40	21,80	23,20	23,16
12/13	25,70	26,20	28,90	28,00	27,30	24,20	22,70	19,40	17,80	17,70	16,30	20,70	22,91
13/14	23,60	25,60	28,50	28,60	28,70	24,60	22,90	19,60	18,10	18,40	21,00	23,60	23,60
14/15	27,10	24,80	26,50	27,70	27,00	26,20	23,50	20,10	20,00	17,90	22,80	22,70	23,86
15/16	24,00	24,90	27,00	28,50	28,30	24,50	24,90	17,20	14,10	17,60	20,40	19,90	22,61
16/17	23,90	24,10											
MEDIA	23,44	24,98	26,71	27,53	26,98	25,85	22,85	19,47	17,71	17,62	19,07	20,83	22,76
D. TIP.	1,51	1,05	0,82	0,67	0,93	1,04	1,04	1,59	1,73	2,04	1,73	1,61	0,52

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618: Aeropuerto SIL**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090618MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

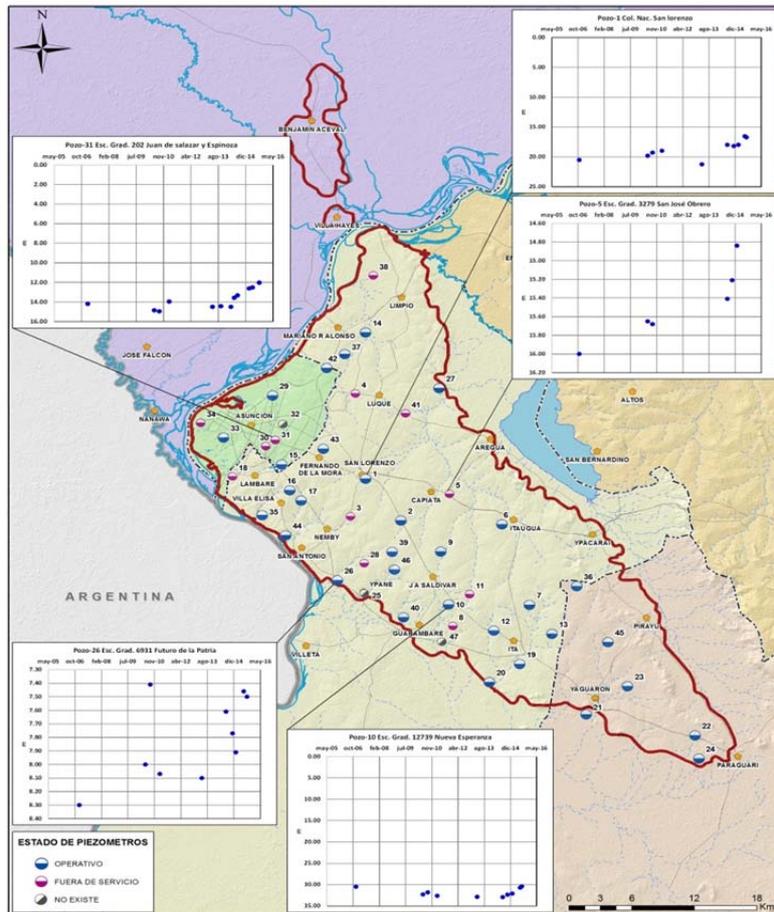
AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
70/71	23,30	23,30	27,20	27,40	26,50	24,90	21,50	18,10	15,00	19,30	18,50	22,80	22,32
71/72	21,70	25,50	26,40	27,50	26,50	26,00	21,80	22,60	21,90	17,50	17,40		
72/73	22,10	24,60	25,70	28,10	28,20	26,00	24,80	19,60	18,00	16,10	16,20	20,00	22,45
73/74	22,70	23,40	25,50	27,80	26,20	24,50	22,00	18,60	16,50	19,80	15,50	19,80	21,86
74/75	21,50	24,20	25,80	25,70	27,40	25,80	22,90		19,00	15,90	17,90		
75/76	21,70	23,40	26,30	27,40		24,70	21,70	18,20	16,80	17,90	18,20	19,60	
76/77	23,20	24,90	26,70	26,80	28,40	26,80	22,40	19,50	19,30	21,10	18,70	23,10	23,41
77/78	24,80		27,10	27,90	27,60	27,70	21,90		19,00	20,20	17,30	20,70	
78/79	24,40	25,00	27,40	28,90	27,30	24,80	21,00	18,30	16,80	17,80	21,20	18,90	22,65
79/80	25,50	24,30	26,60	26,80	26,60	27,40	25,00	21,30	17,10	16,90	19,70	18,40	22,97
80/81	23,30	23,50	26,50	27,30	27,20	25,20	23,40	23,10	16,10	17,10	21,30	19,40	22,78
81/82	23,30	25,50	25,80	27,30	25,90	25,30	23,20	20,40	18,20	19,80	21,00	21,90	23,13
82/83	23,00	24,40	25,70	27,50	26,90	25,00	22,80	20,40	14,60	16,20	18,30	18,50	21,94
83/84	23,40		27,50	27,80	28,50	25,90	20,80	21,80	16,80	18,70	16,00	21,70	
84/85	26,00	25,50	24,90	27,50	27,70	27,40	23,30	21,10	18,50	17,60	17,70		
85/86	23,70							20,80	20,50	18,30	19,90		
86/87	23,00	26,50	26,40	26,90	24,90	24,70	23,20	16,10	16,90	20,90	18,00	19,90	22,28
87/88	22,60	25,50	25,20	27,20	25,40	28,10	22,30	16,50	16,00	15,10	20,00	20,90	22,07
88/89	22,40	25,10	27,00	26,30	26,20	24,40	22,10	19,70	17,80	16,00		18,10	
89/90	22,30	24,60	26,80	27,20	25,40	26,60	23,60	18,10	15,40	14,10	19,40	19,40	21,91
90/91	24,50	26,60	27,10	27,50	26,20	25,90	23,00	20,70	18,30	17,50	19,50	22,40	23,27
91/92	22,60	23,80	26,70	26,80	26,80	24,20	21,80	19,90	20,00	14,20	16,80	19,40	21,92
92/93	22,30	23,40	26,60	27,50	27,50	26,90	24,40	19,90	18,40	15,60	18,00	19,60	22,51
93/94	23,50	24,60	27,10	27,10	25,90	24,40	22,90	22,90	21,60	18,30	19,90	19,90	23,18
94/95	24,90	25,30	27,00	26,50	26,00	26,70	20,70	18,80	19,80	20,00	20,30	22,10	23,18
95/96	22,30	26,40	26,80	27,70	26,50	25,00	23,20	20,10	14,70	15,30	20,40	20,10	22,38
96/97	22,80	25,80	26,50	27,90	27,20	26,20	21,90	20,20	17,70	20,50	19,90	22,70	23,28
97/98	24,70	25,90	27,60	28,70	26,40	25,10	22,60	18,60	17,80	20,00	17,90	19,20	22,88
98/99	23,20	24,80	25,80	27,20	27,60	27,20	22,80	18,30	17,20	16,80	19,10	23,70	22,81
99/00	24,50	25,70	27,50	28,50	27,50	26,70	23,90	18,60	18,90	13,30	19,80	20,50	22,95
00/01	24,60	24,20	26,30	27,90	27,00	26,40	24,00	17,90	17,90	19,40	22,30	22,30	23,35

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: 11090618; Aeropuerto SIL**Temperatura en °C. Original****SERIE: M11090618MO.TEG****PERIODO: 1970/71 al 2016/17**

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
01/02									17,50				
02/03				27,50			23,30					22,00	
03/04	24,60					25,80		15,60	18,60	17,50	18,40	21,80	
04/05	23,60	23,90	26,00	27,50	27,00	26,60	22,70	20,90	17,00	17,00	20,80	17,90	22,58
05/06	22,20	25,20	26,50	28,50	27,40	26,40	23,10	17,80	17,80	21,00	20,20	21,00	23,09
06/07	25,40	25,40	28,00	27,50	27,50	26,40	24,00	17,10	17,80	15,10	16,40	24,10	22,89
07/08			26,70	27,20	26,10	26,00	21,80	18,70	15,50	21,40	19,40	19,40	
08/09		25,90	28,10	26,30	27,00	27,20	24,30	20,40	15,50	14,80	19,10	19,90	
09/10	23,70	28,40	26,70		28,80	26,80	23,10	17,60	18,70	16,70	18,50	21,00	
10/11	23,70	23,60	27,10	27,70	28,80	25,70	23,20	19,40	17,10	17,40	18,60	21,20	22,79
11/12	23,80	24,90	26,50	28,40	28,30	28,30	22,00	20,30	18,20	15,40	21,80	23,20	23,43
12/13	25,70	26,20	28,90	28,00	27,30	24,20	22,70	19,40	17,80	17,70	16,30	20,70	22,91
13/14	23,60	25,60	28,50	28,60	28,70	24,60	22,90	19,60	18,10	18,40	21,00	23,60	23,60
14/15	27,10	24,80	26,50	27,70	26,50	26,20	23,60	20,10		18,40	17,90	22,70	
15/16	24,00	24,90	27,00	28,50	28,30	24,50	24,90	17,20	14,10	17,60	20,40	19,90	22,61
16/17	23,90	24,10											
MEDIA	23,61	24,97	26,71	27,52	27,05	25,92	22,85	19,39	17,64	17,63	18,95	20,81	22,75
D. TIP.	1,23	1,06	0,82	0,68	0,96	1,10	1,04	1,71	1,70	2,05	1,64	1,64	0,49

ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL ACUÍFERO PATIÑO

PR-T1207



ANEXO 5

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL ACUÍFERO

Gestionado por



TEKOKHA
RESAĪ
SAMOETHYHA
SECRETARÍA DEL
AMBIENTE



Financiación



a través de la



Ejecución



INDICE

1	Introducción	3
2	Datos de los piezómetros.....	3
3	gráficas de nivel.....	8
4	Comparación entre el nivel de agua del acuífero y la precipitación	31

1 INTRODUCCIÓN

En el apartado 6 del documento se realiza el análisis de información disponible del acuífero de Patiño así como la relación río acuífero y la relación del acuífero con la temperatura.

Al ser el volumen de información demasiado grande para incluirla en el documento central se ha incorporado toda ella en este Anexo para facilitar su consulta.

2 DATOS DE LOS PIEZÓMETROS

En la siguiente tabla se muestra toda la información disponible de la red de piezómetros existente en la cuenca del acuífero Patiño.

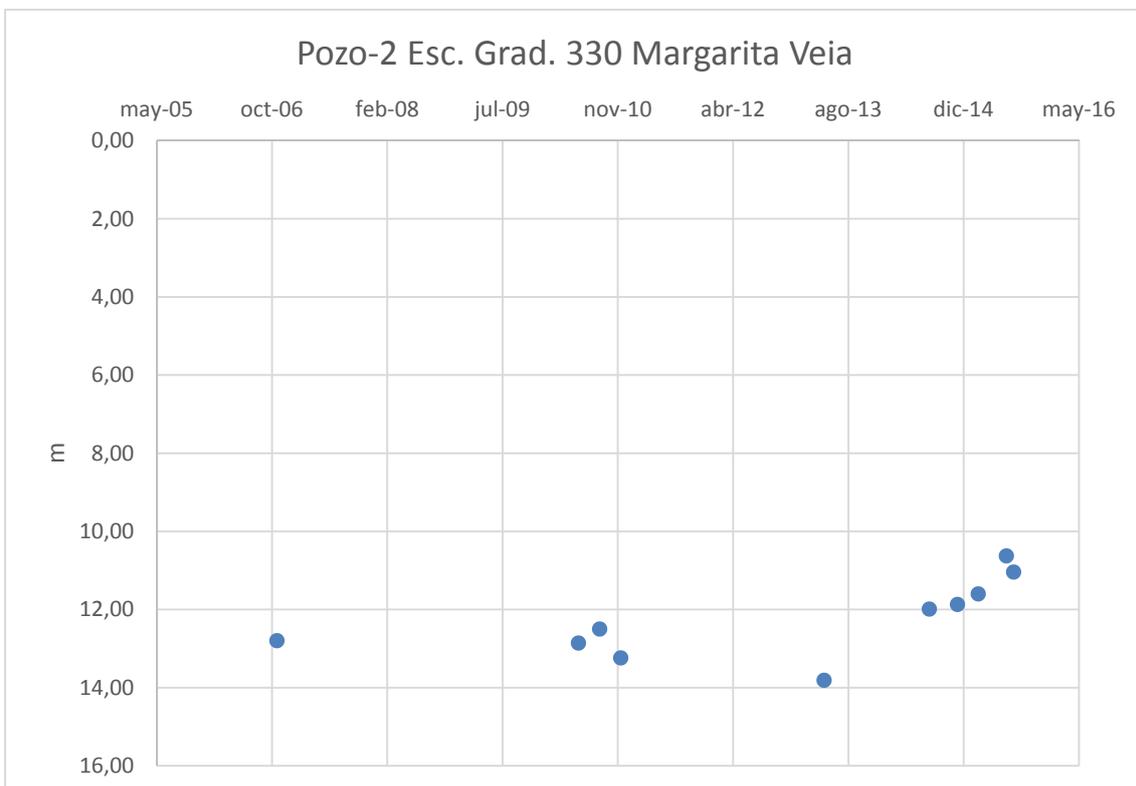
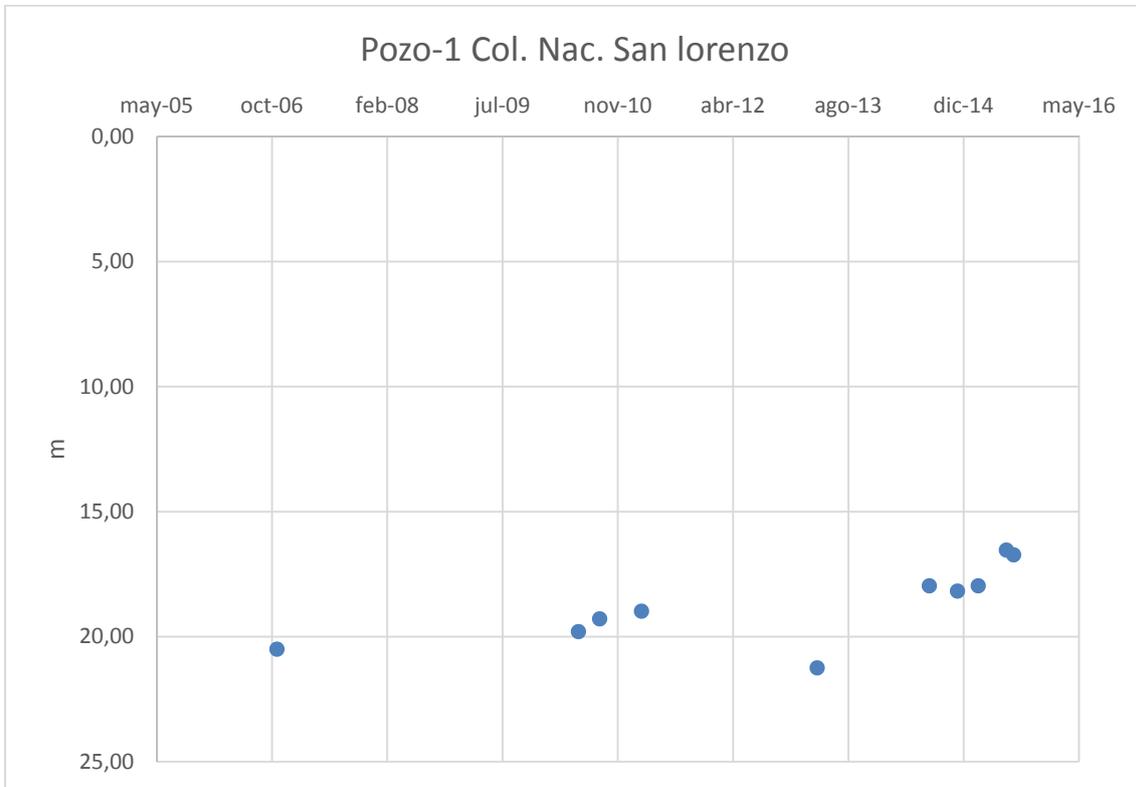
.

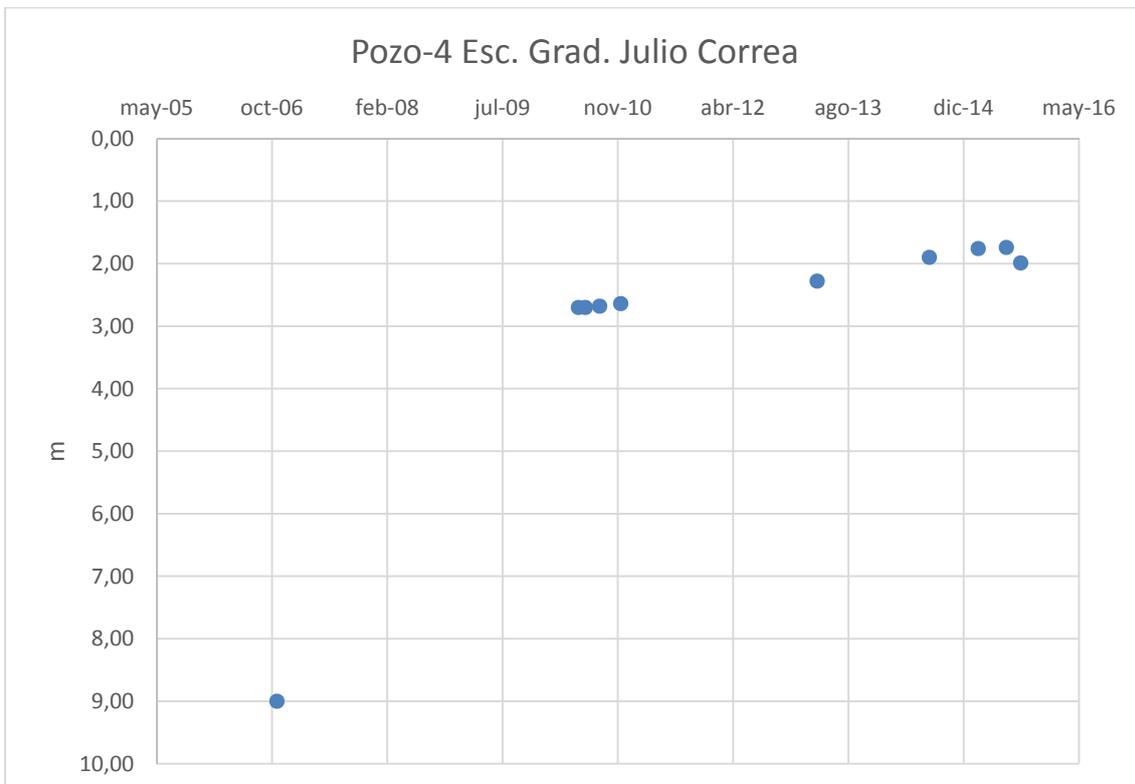
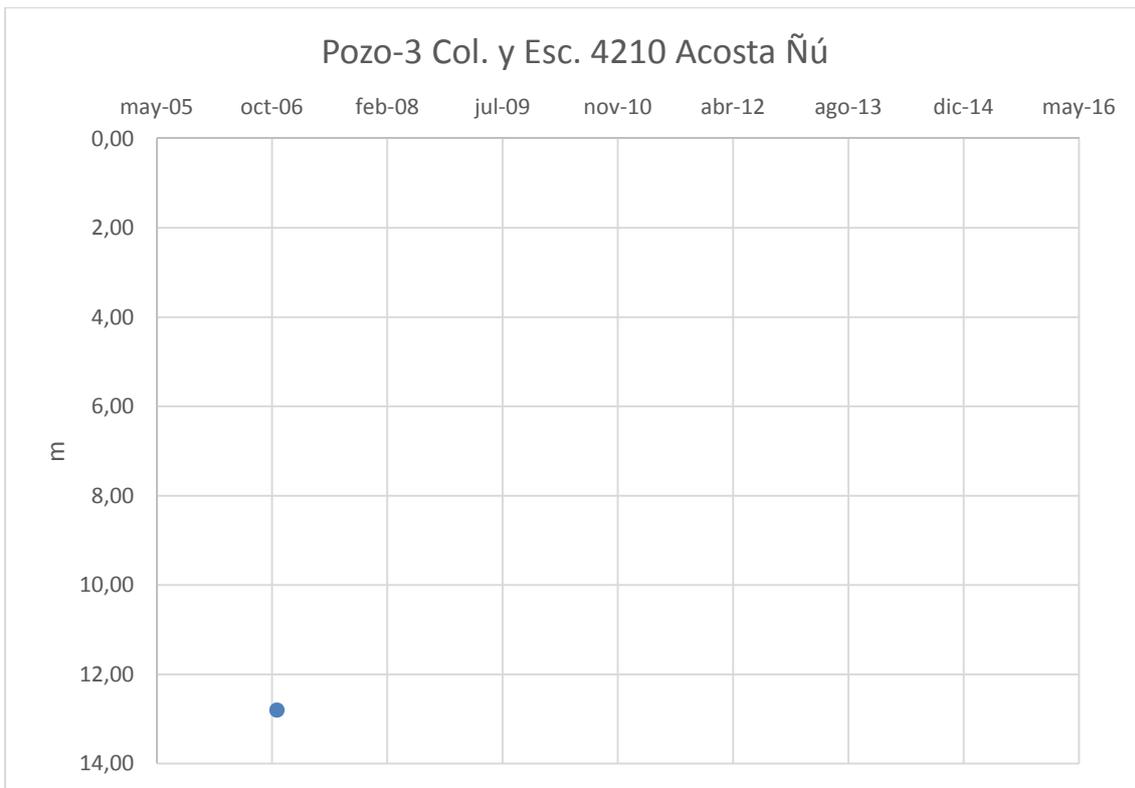


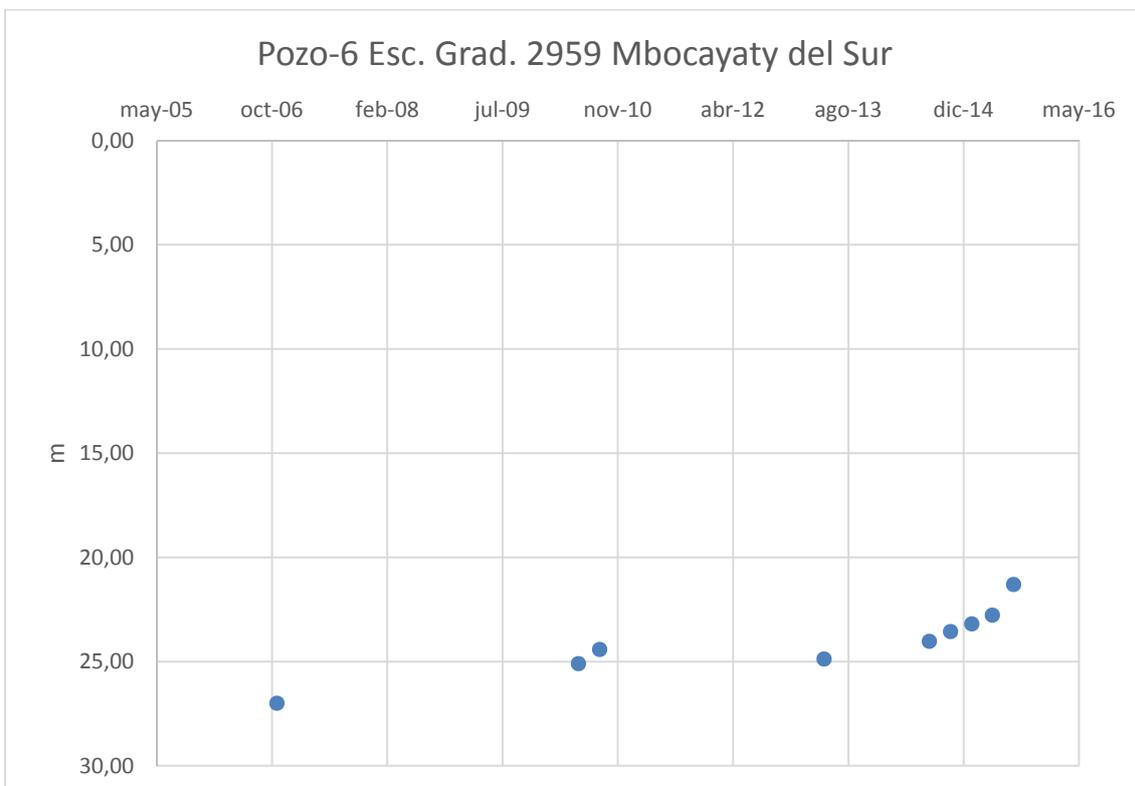
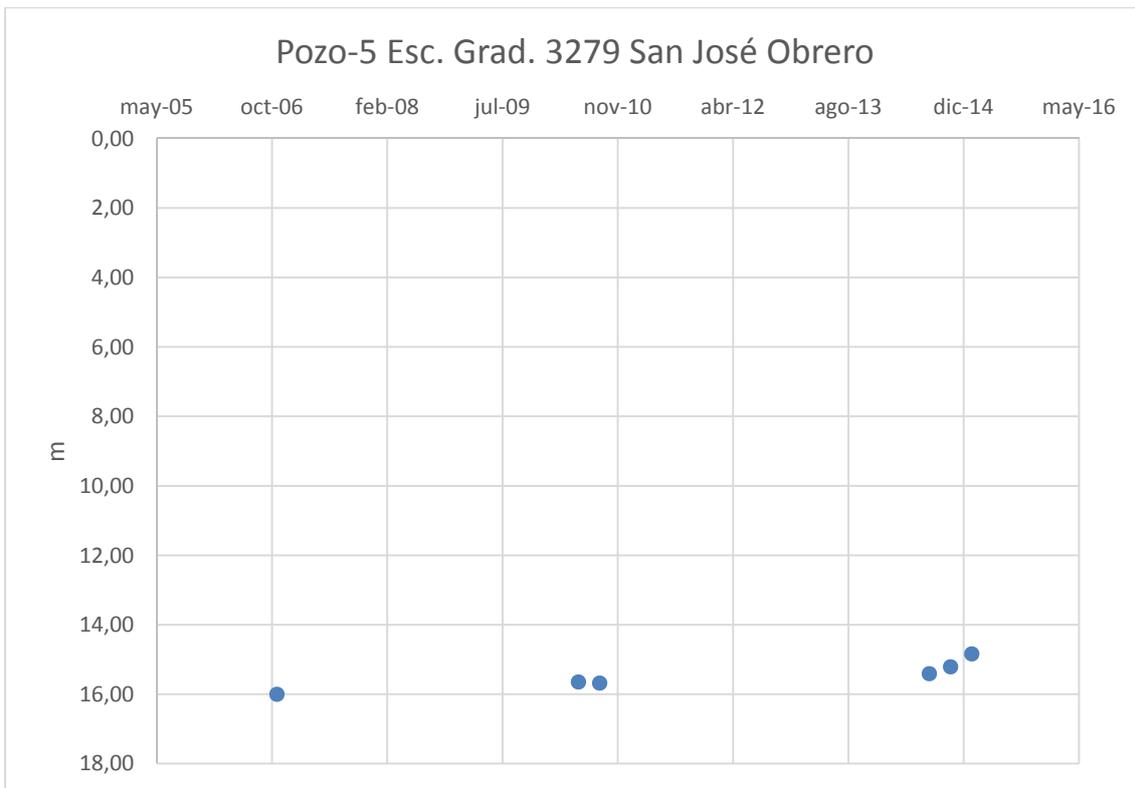
14	Esc. Grad. 2378 Félix Ruiz	Mariano R. Alonso	44919 4	721236 4	73.44	30	2.50			1.88	1.97	1.73		1.70		1.05				0.64				0.41			0	0.42
15	Esc. 1804 Gral. Patricio Escobar	Asunción - B° San Pablo	44118 6	719802 0	127.8 9	46	2.40				2.61	2.83		1.64		1.96		1.89	2.27	1.9	1.46			1.34		0.8	1.48	
16	Col. Nac. Rosa Agustina Fariña	V Elisa - B° 3 Bocas	44192 5	719523 8	143.4 9	55	32.8 0			32.3 8		32.8 1	32.9 5			33.5 0					33.1 7			32.1 9		31.5	31	
17	Esc. Grad. 2960 Miguel Angel Rodriguez	Ñemby - B° Villa Anita	44301 9	719410 4	126.3 7	50	18.0 0			18.4 5		18.5 0											18.8 1			18.4 2	17.8 6	
18	Esc. Grad. 20 Rca. Del Ecuador	Lambaré	43652 1	719679 6	102.3 2	48	11.7 0				10.8 0	11.1 2		11.2 8			11.0 3	10.6 2	10.8 9	9.38	8.65			9.0		9.12		8.76
19	Esc. Grad. 882 Cornelio Gaona	Itá - Arrua í - Acceso Sur	46397 5	717635 5	112.4 2	25	7.70				7.21		7.34	7.46		7.27					6.49				6.63	7	6.38	5.72
20	Esc. Grad. 3619 Porfirio Fernandez	Itá - Cñía Curupicayty	46108 3	717437 9	108.8 7	30	11.1 0			10.5 1	10.3 2		10.4 4	10.4 7		11.3 6					8.99			9.2	9.48		9.22	8.30
21	Esc. Grad. 5357 Cerro Guy	Yaguarón - Cñía Cerro Guy	47033 6	717088 2	94.22	20	3.30			3.00		3.08		2.89		3.45					1.87			1.92	2.75		1.63	1.7
22	Esc. Grad. 2194 Nta. Sra. De Asunción	Yaguarón - Cñía Tacuarindy	47431 6	717393 1	129.5 1	19	2.17			2.12		1.97		1.79		1.95					1.25			1.08	1.43		0.80	0.82
23	Esc. Grad. 3238 Divino Niño Jesús	Yaguarón - Cñía Nuati	48075 6	716859 0	160.0 7	22	16.2			17.3 7		17.8 9				17.9 7					17.5 2			17.4 8	16.9 7	16.9 2		15.2
24	Esc. Grad. 1675 Juan Bautista Regis	Paraguari - Cñía Jugua Poí	48115 0	716608 6	139.5 4	30	7.70			8.69		8.66		8.28		8.83					6.95			6.5	7.55	6.60		6.55
25	Col. Nac. Miguel Angel Torales	Ypané - Centro de Ypané	44904 3	718403 0	105.7 8	30	3.80																					
26	Esc. Grad. 6931 Futuro de la Patria	Ypané - Capiatá	44648 8	718543 3	95.01	17	8.30			8.00		7.41		8.07		8.10					7.61			7.77	7.91		7.46	7.5
27	Esc. Grad. 539	Luque - Yukyry	45625 6	720633 4	106.6 8	24	5.90				6.35	6.25									4.11			3.86			3	3.43

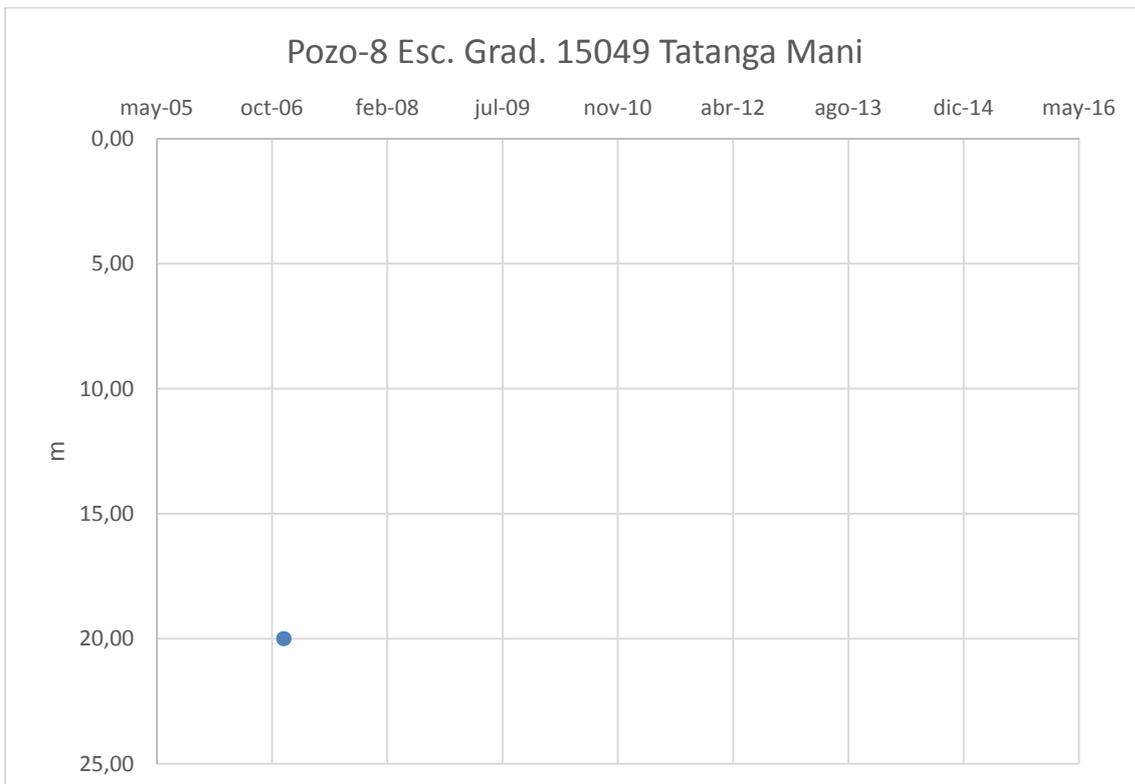
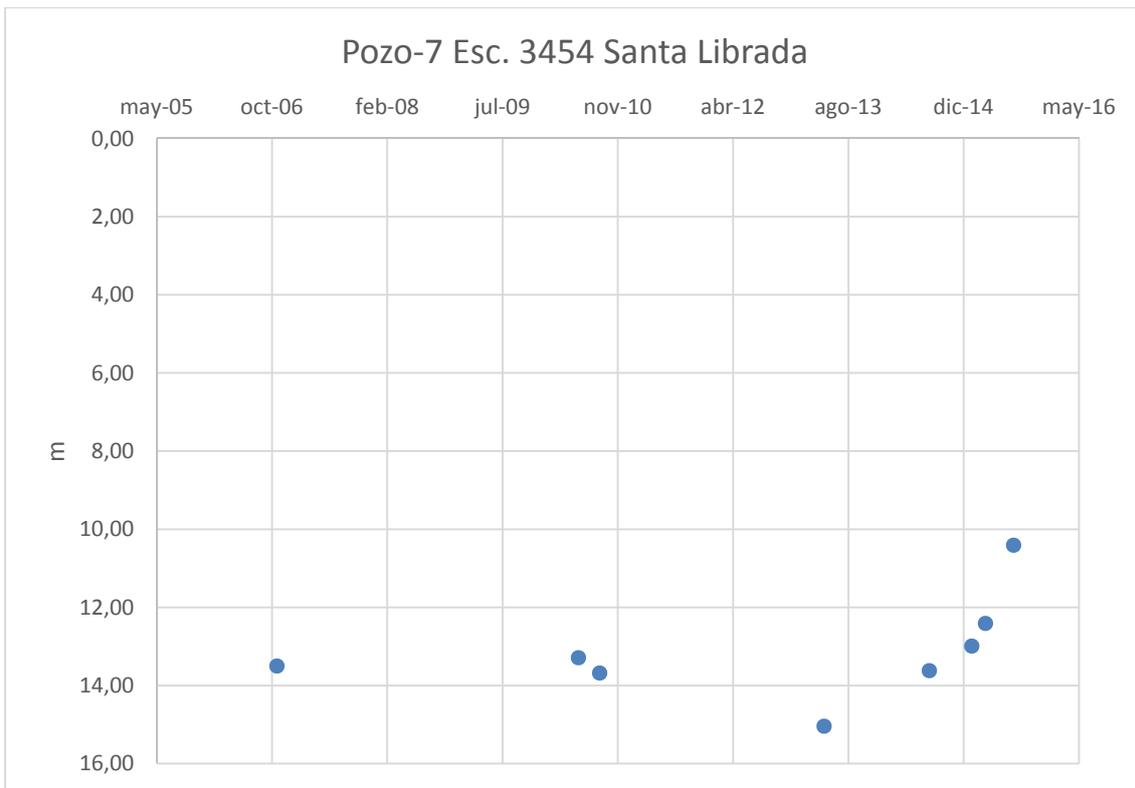
3 GRÁFICAS DE NIVEL

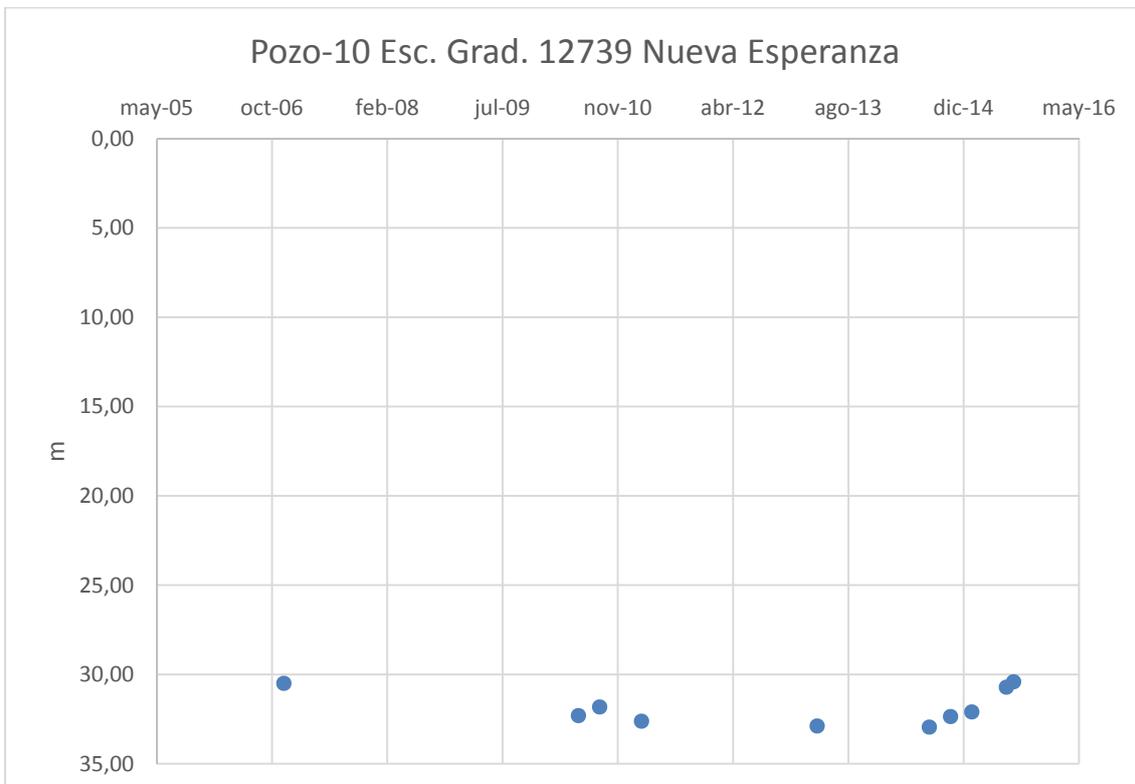
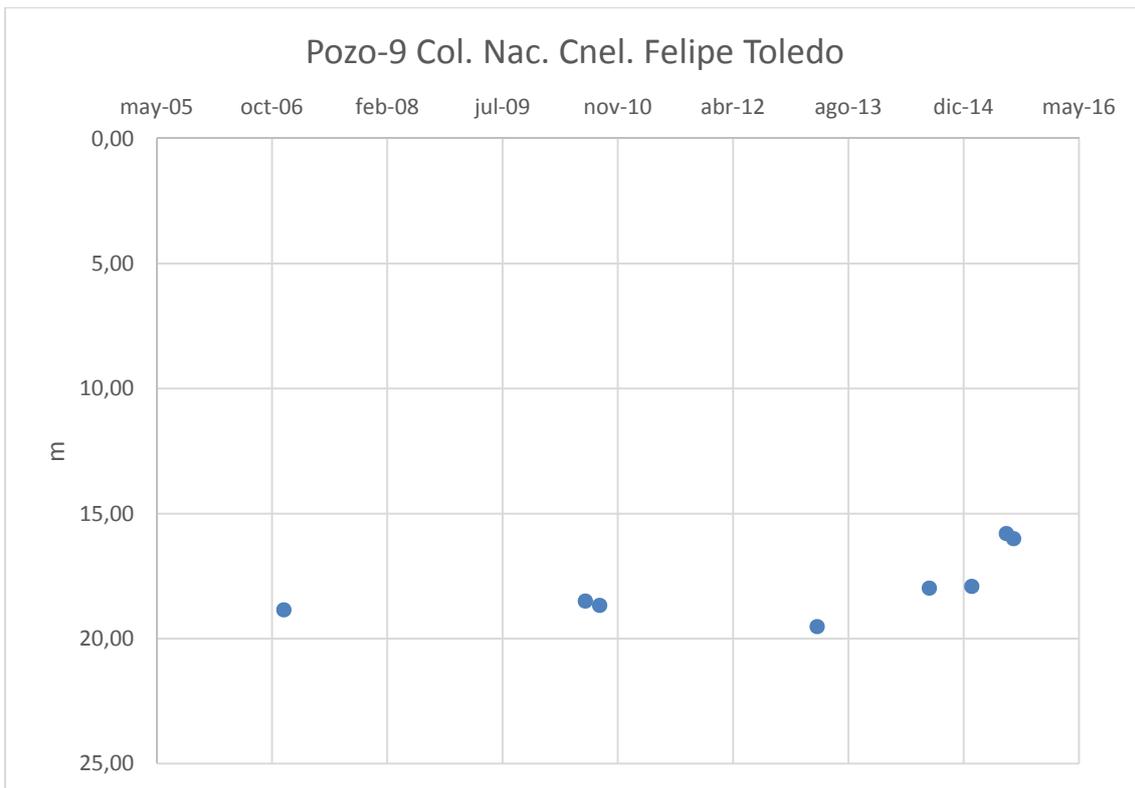
A continuación se pueden observar gráficamente los datos de evolución de niveles.

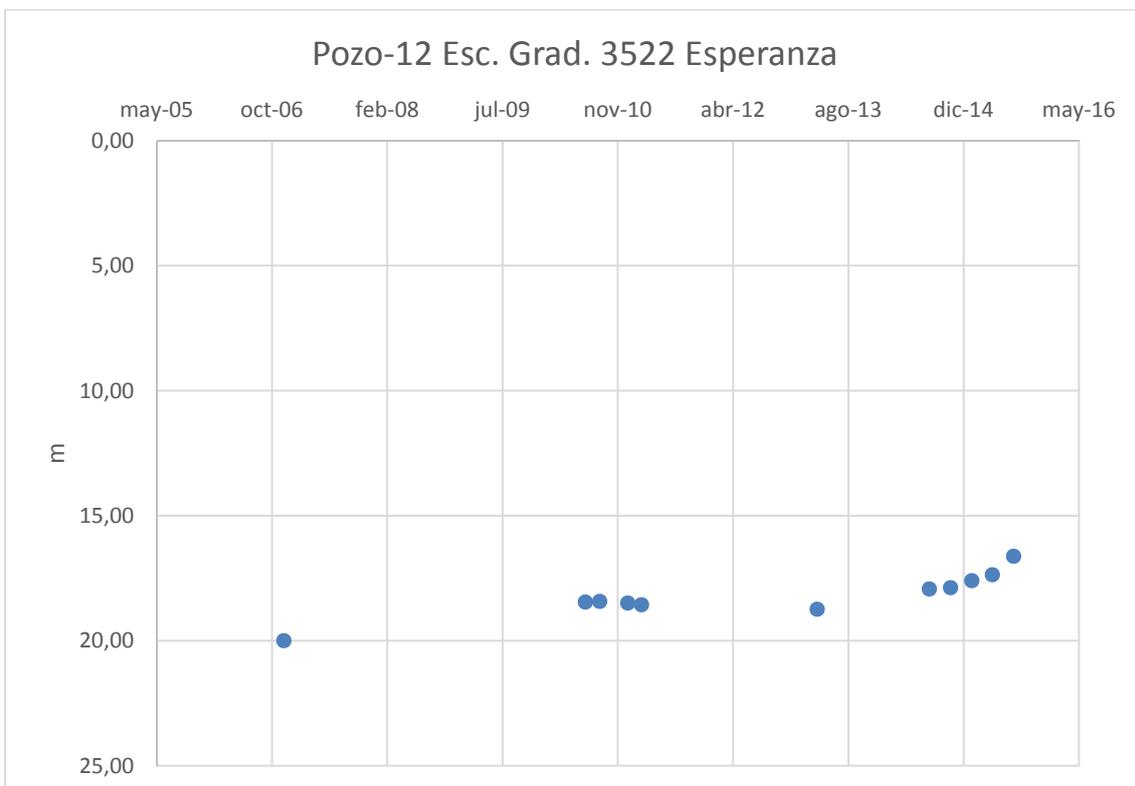
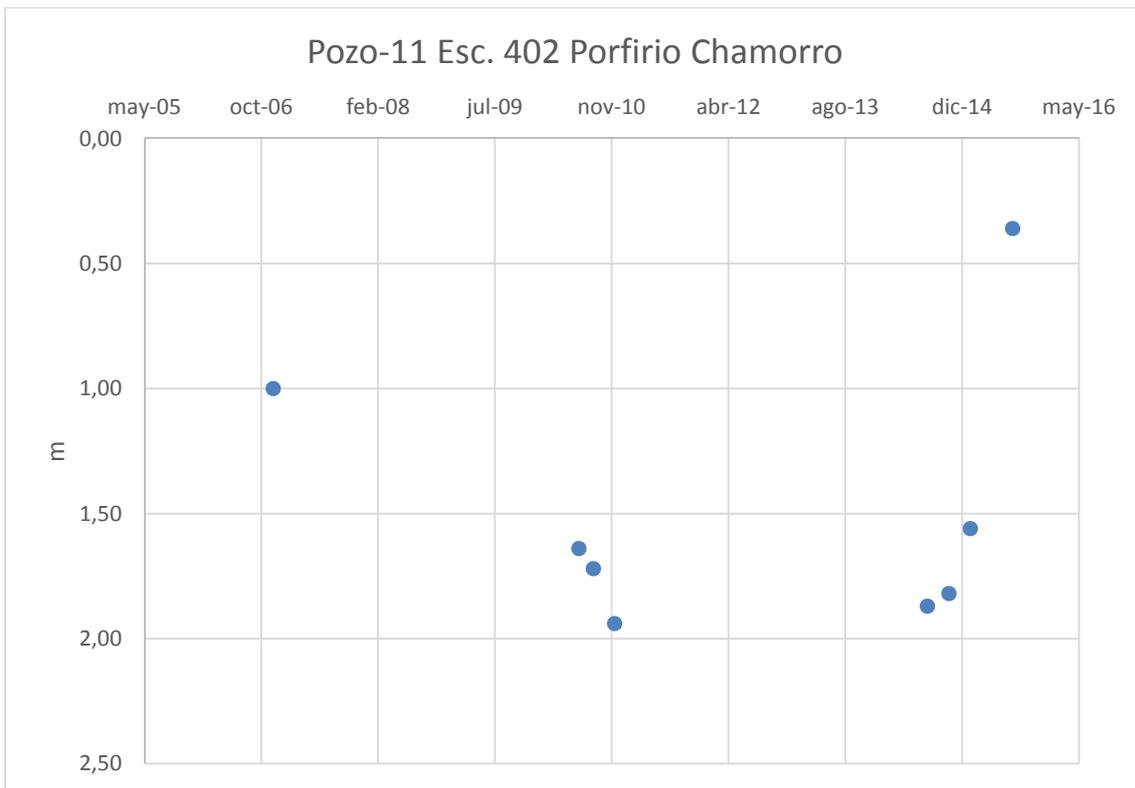


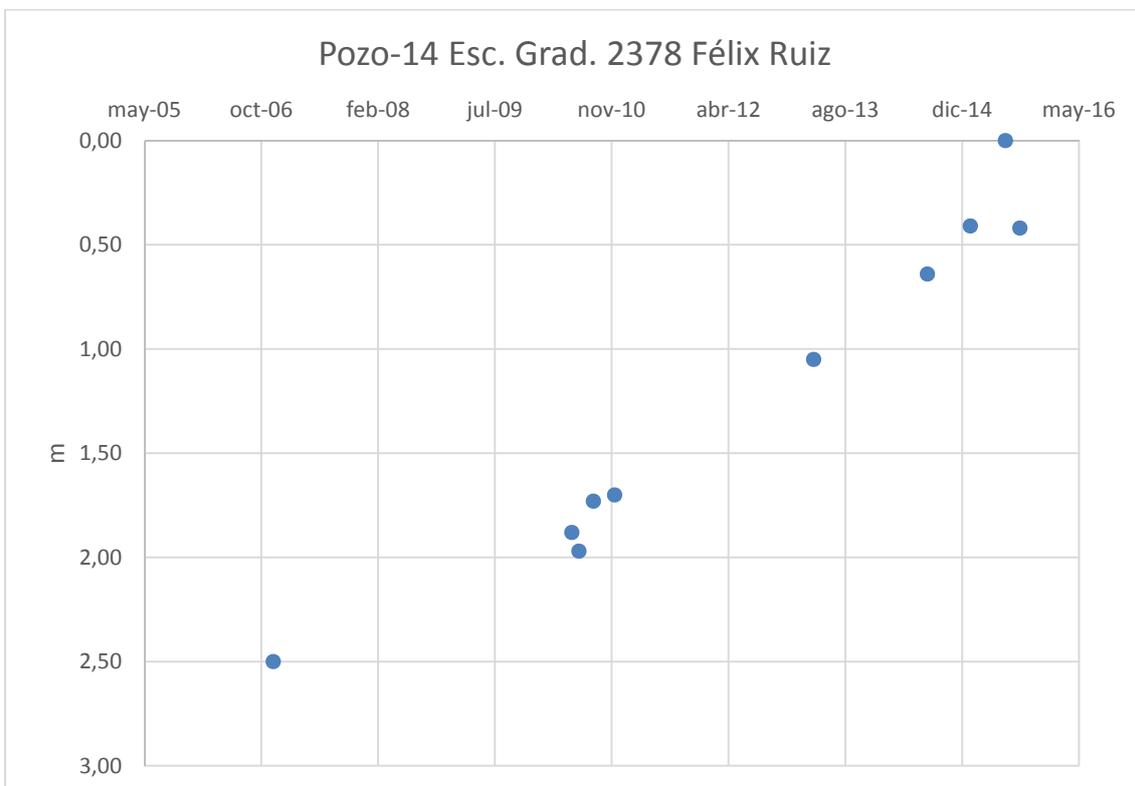
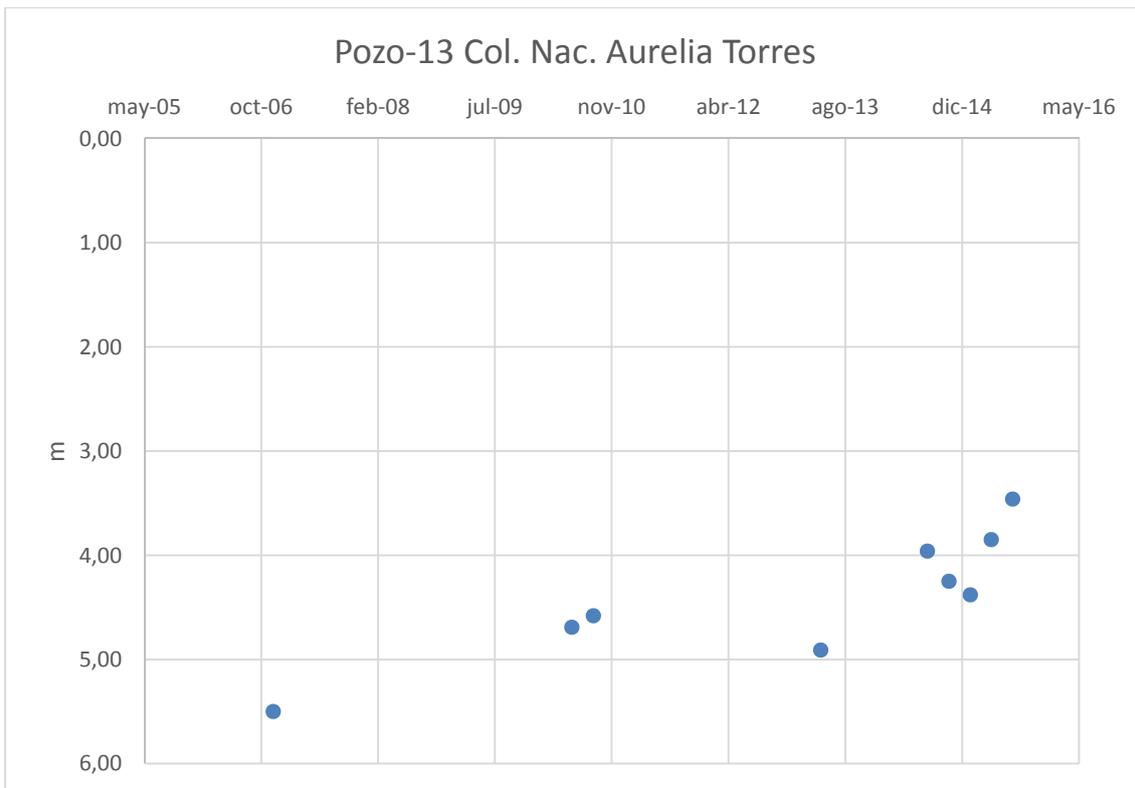


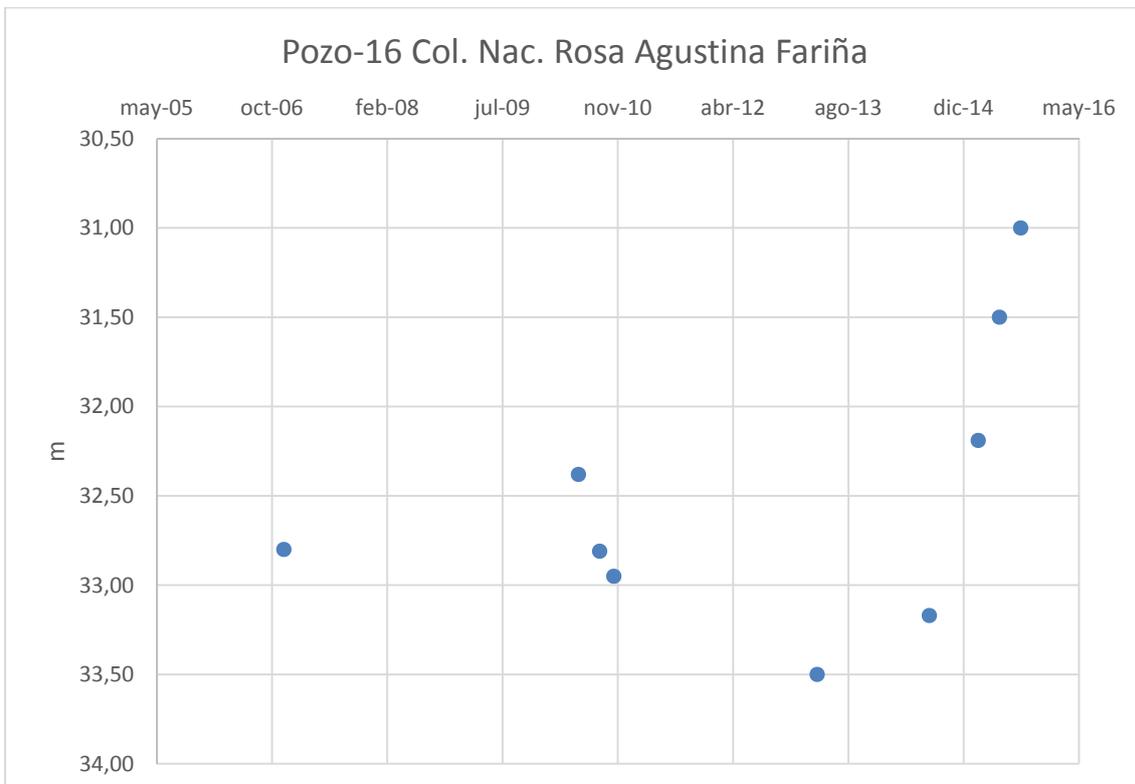
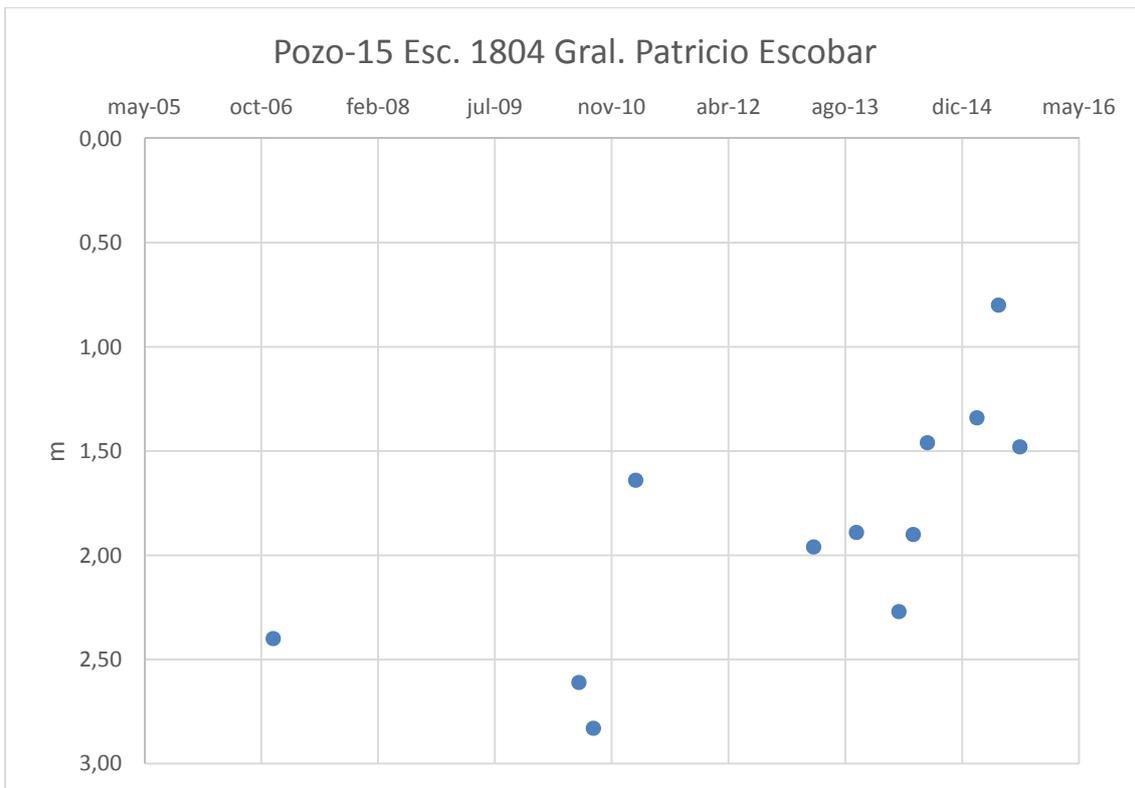


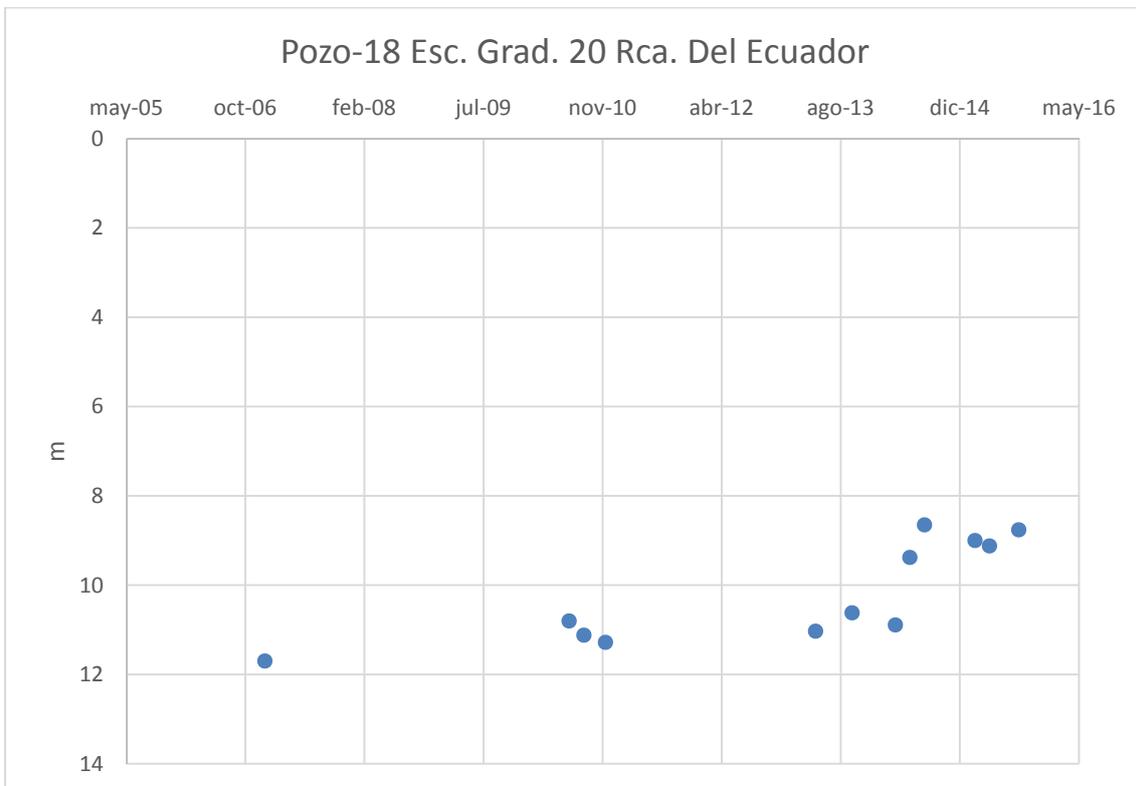
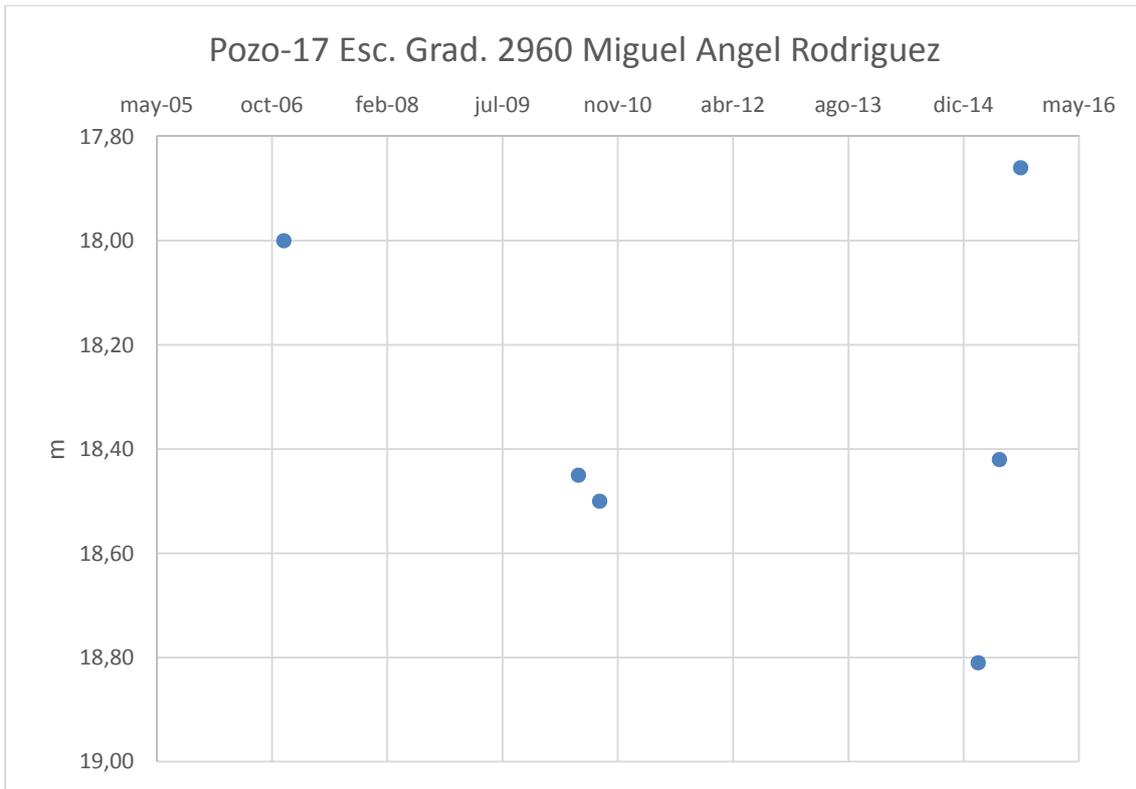


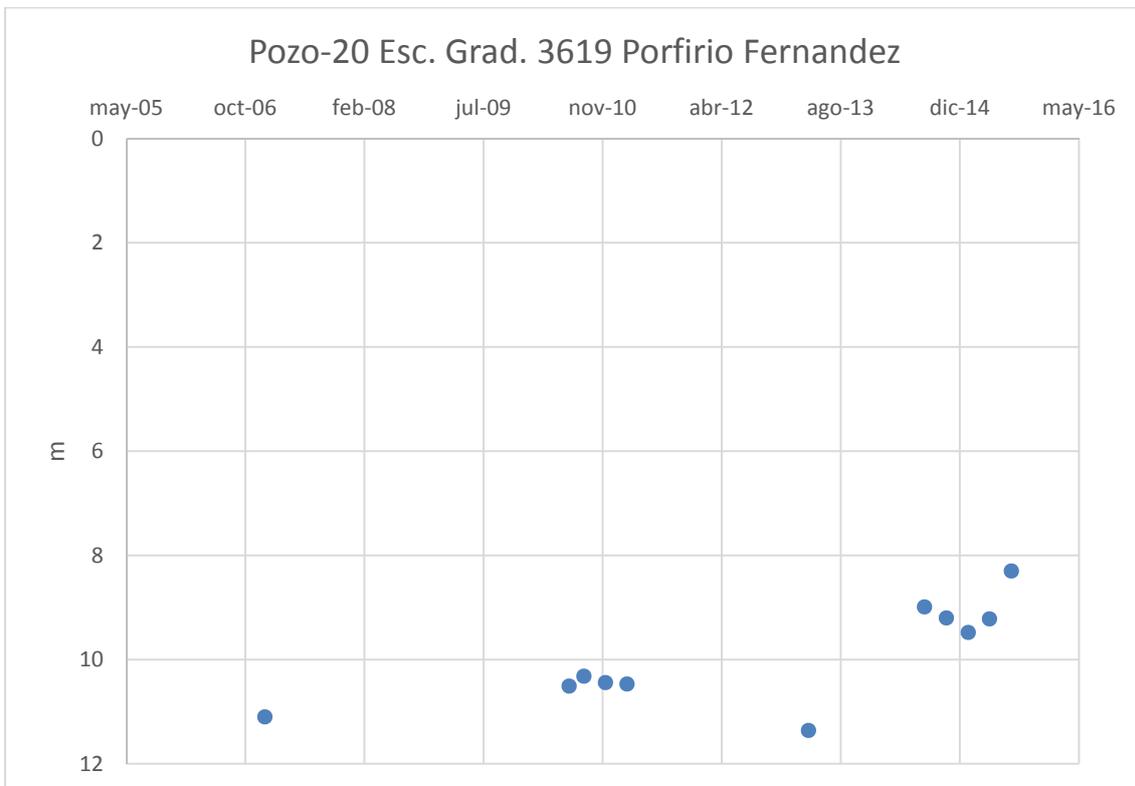
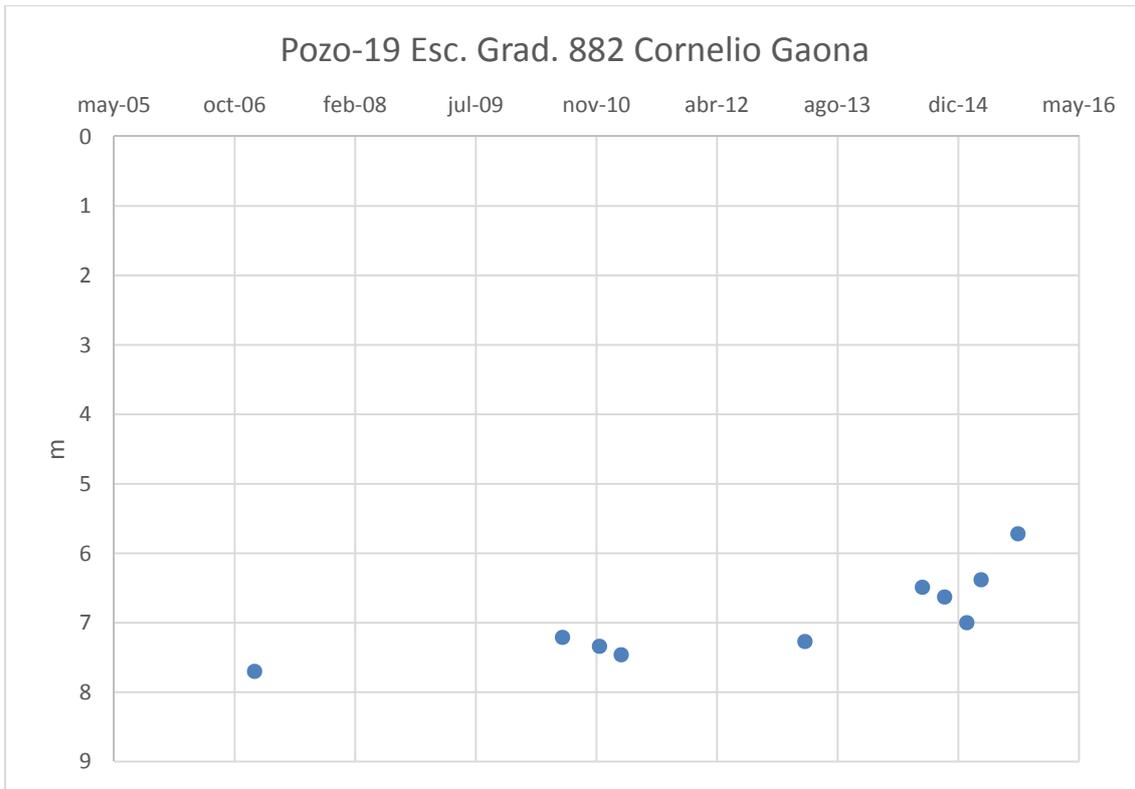


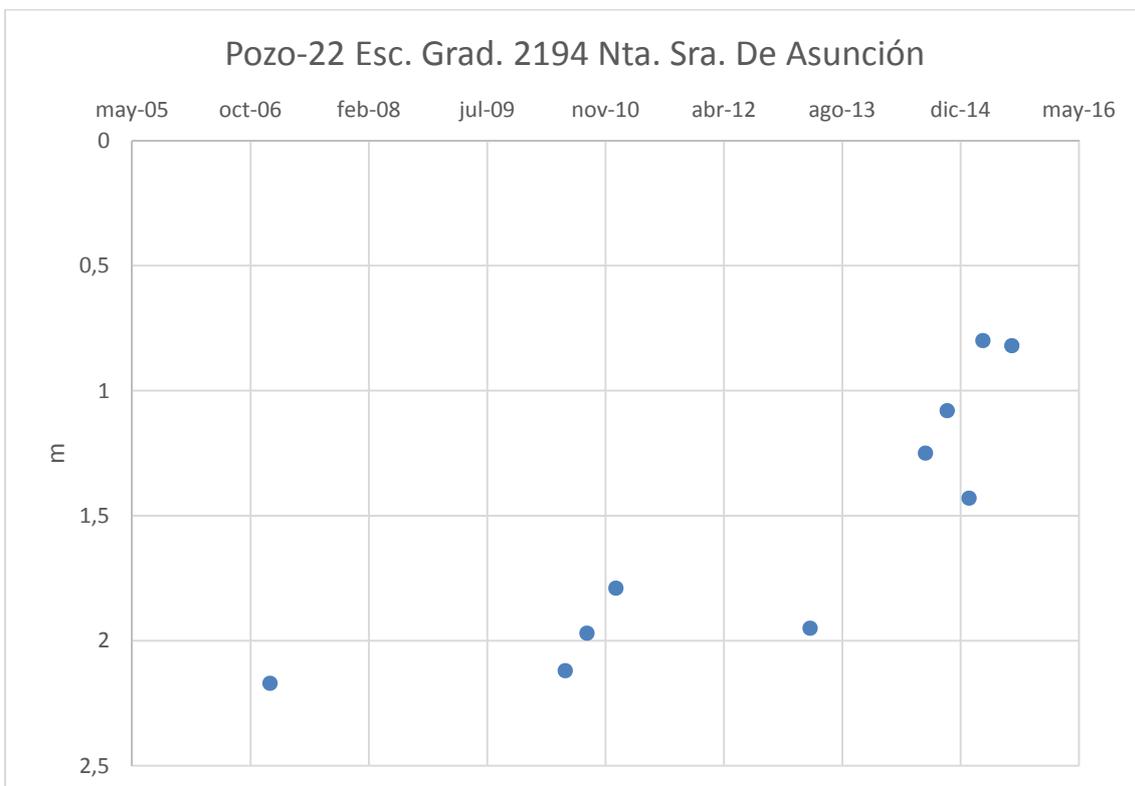
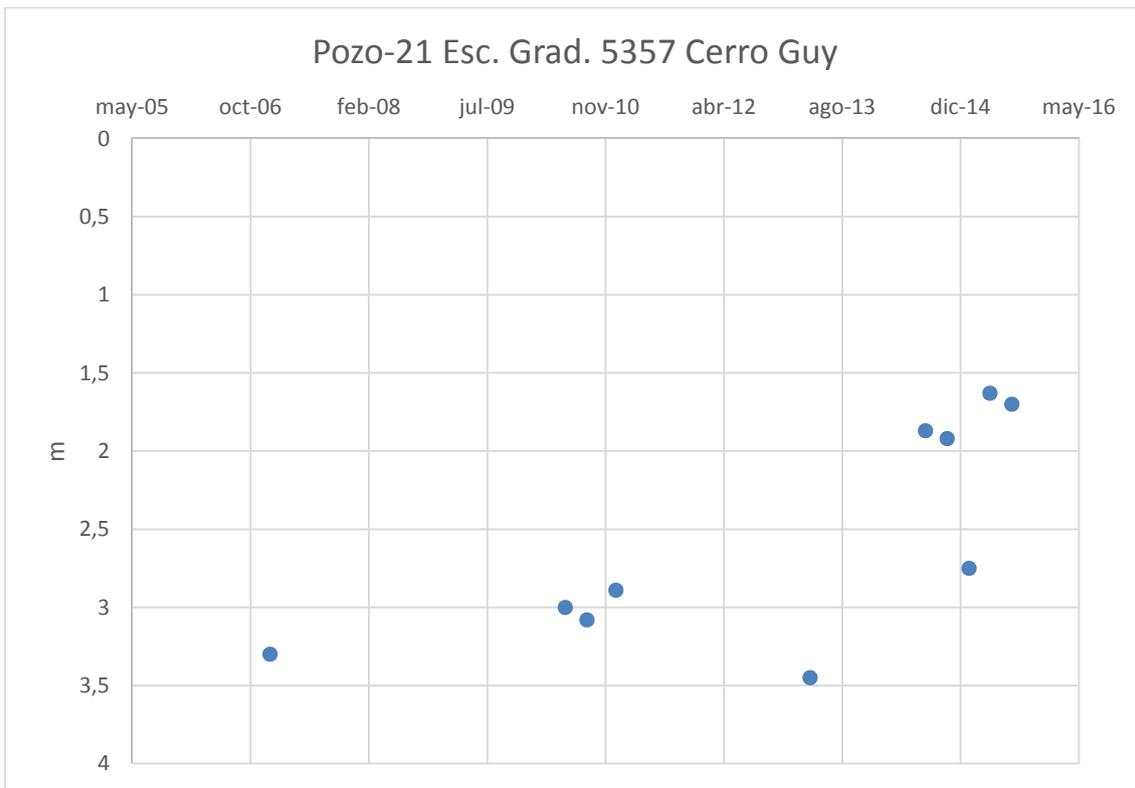


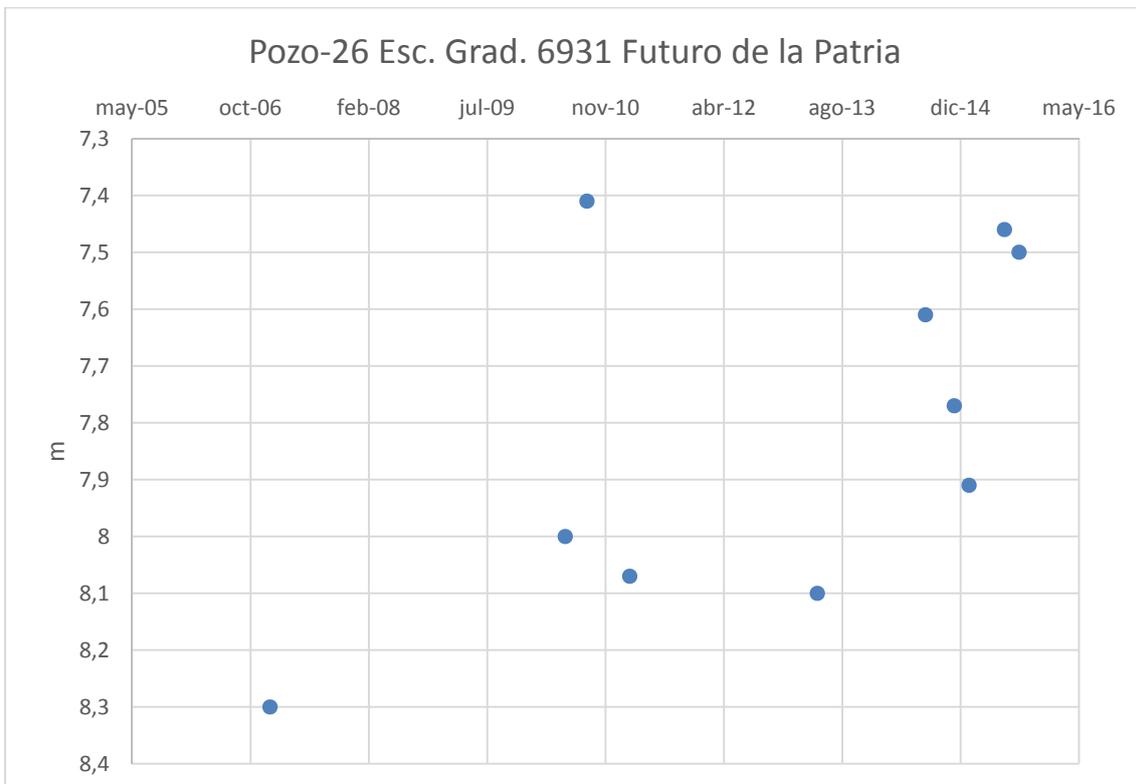


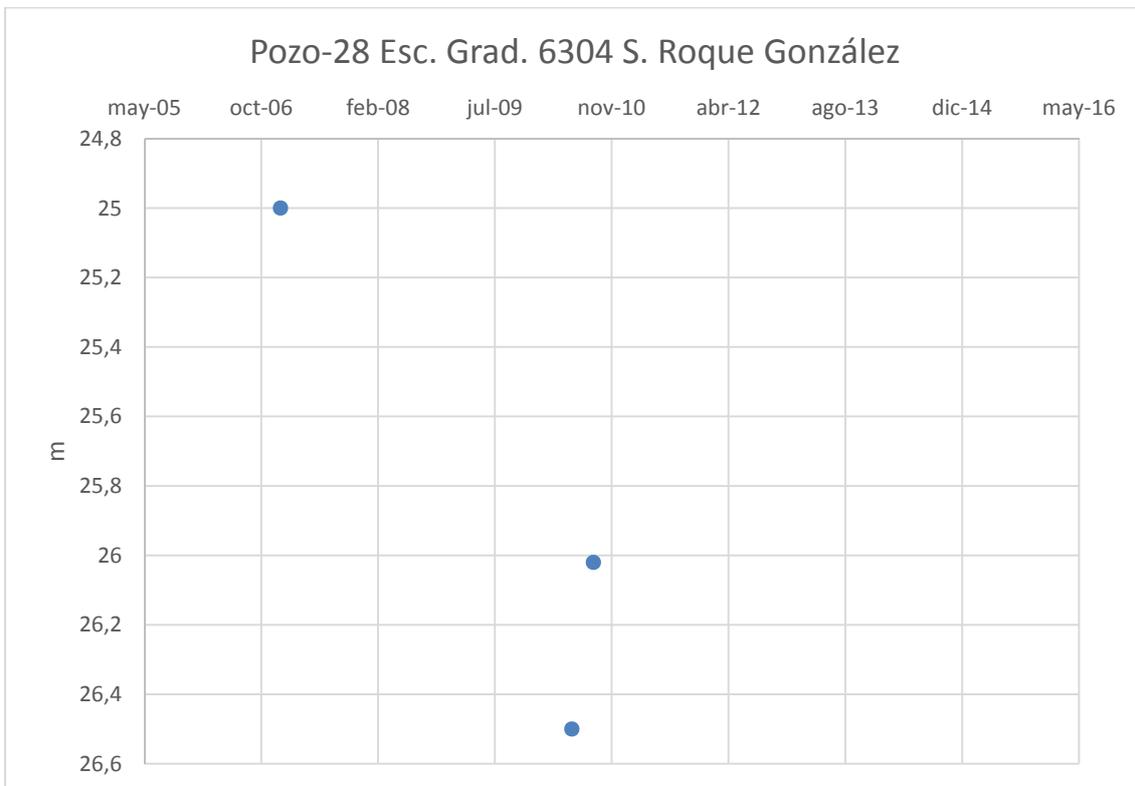
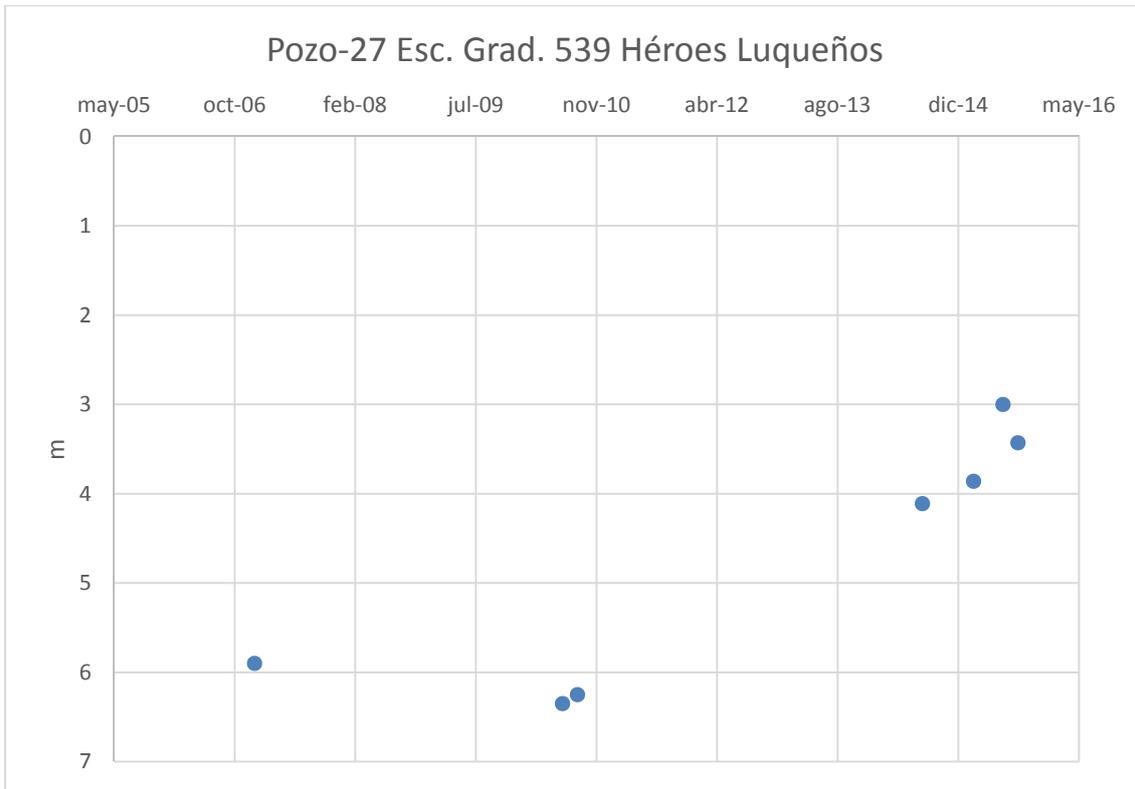


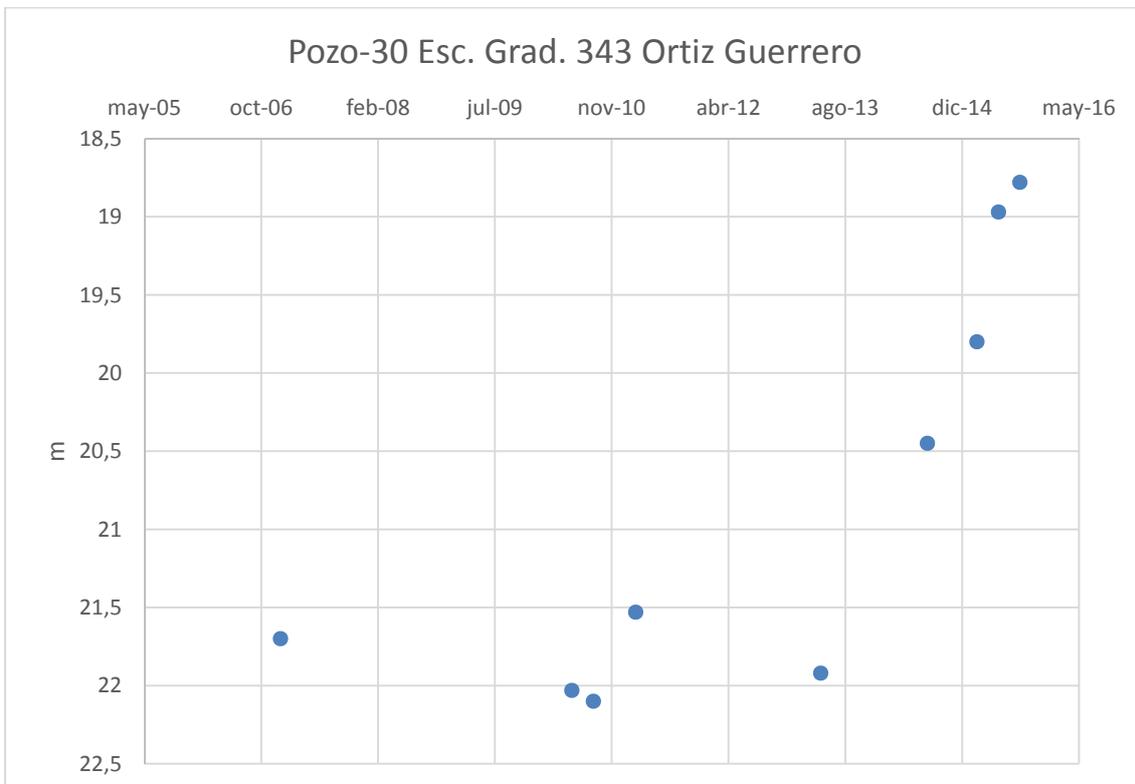
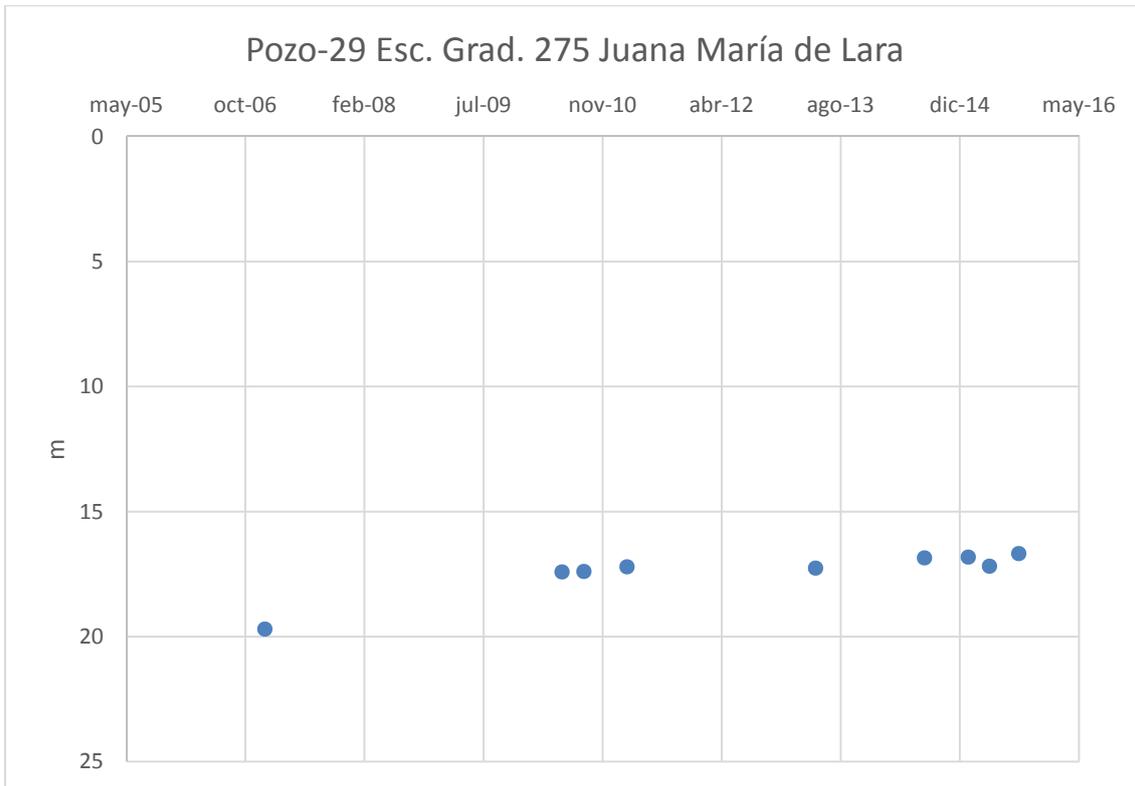


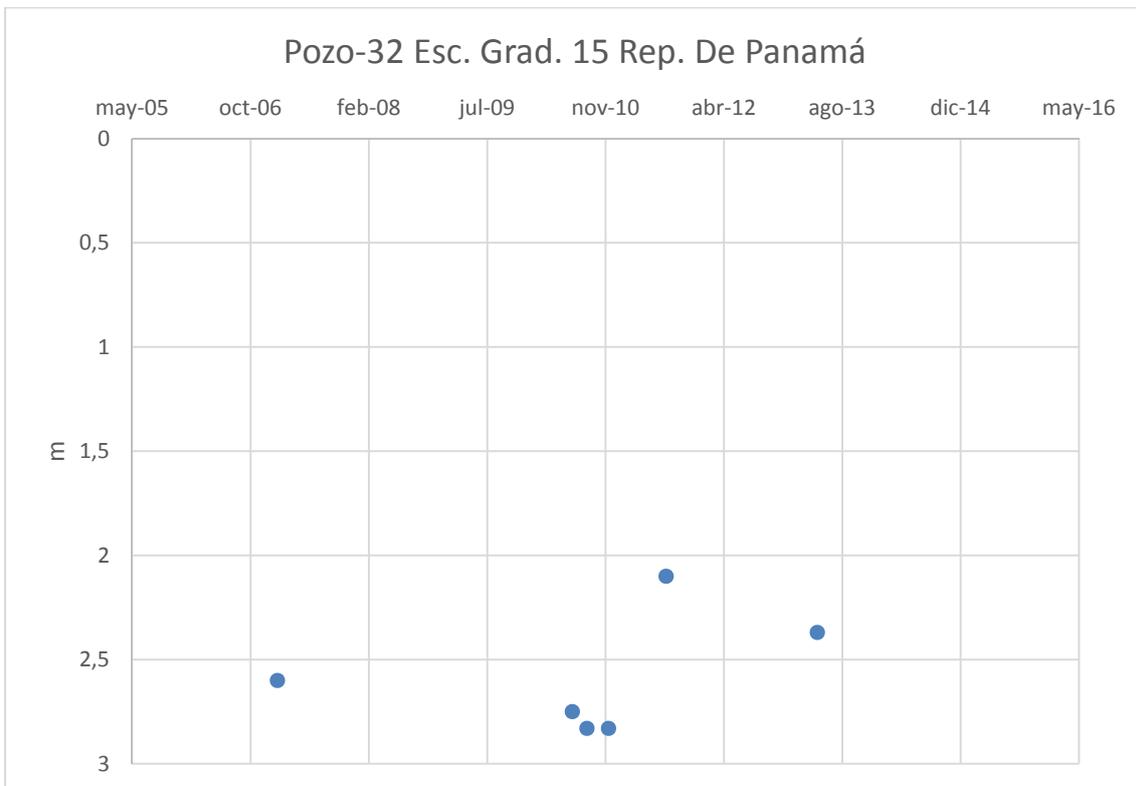
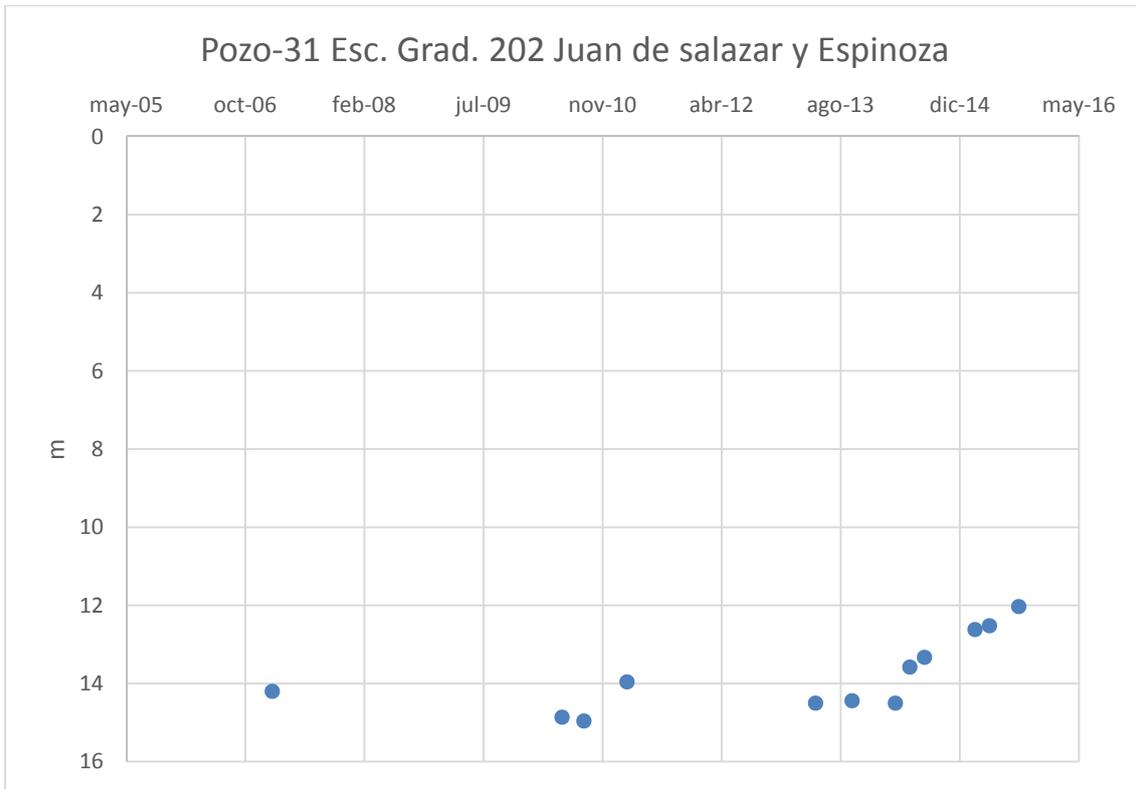


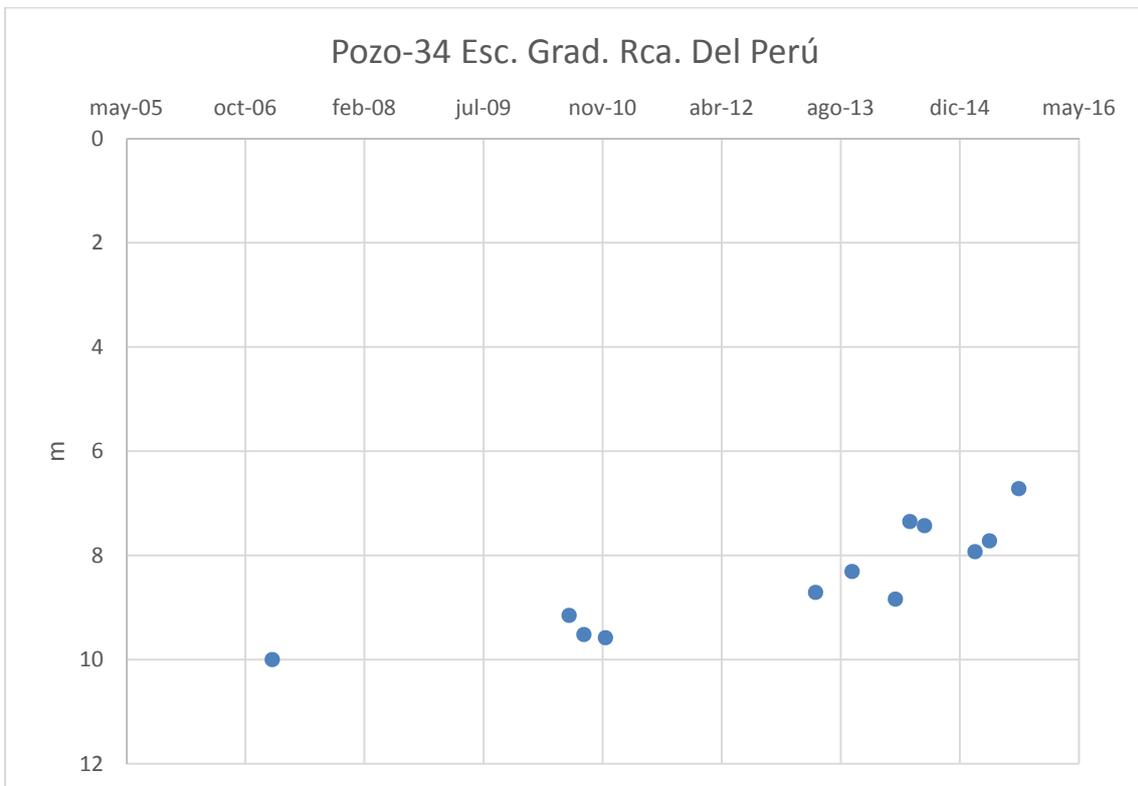
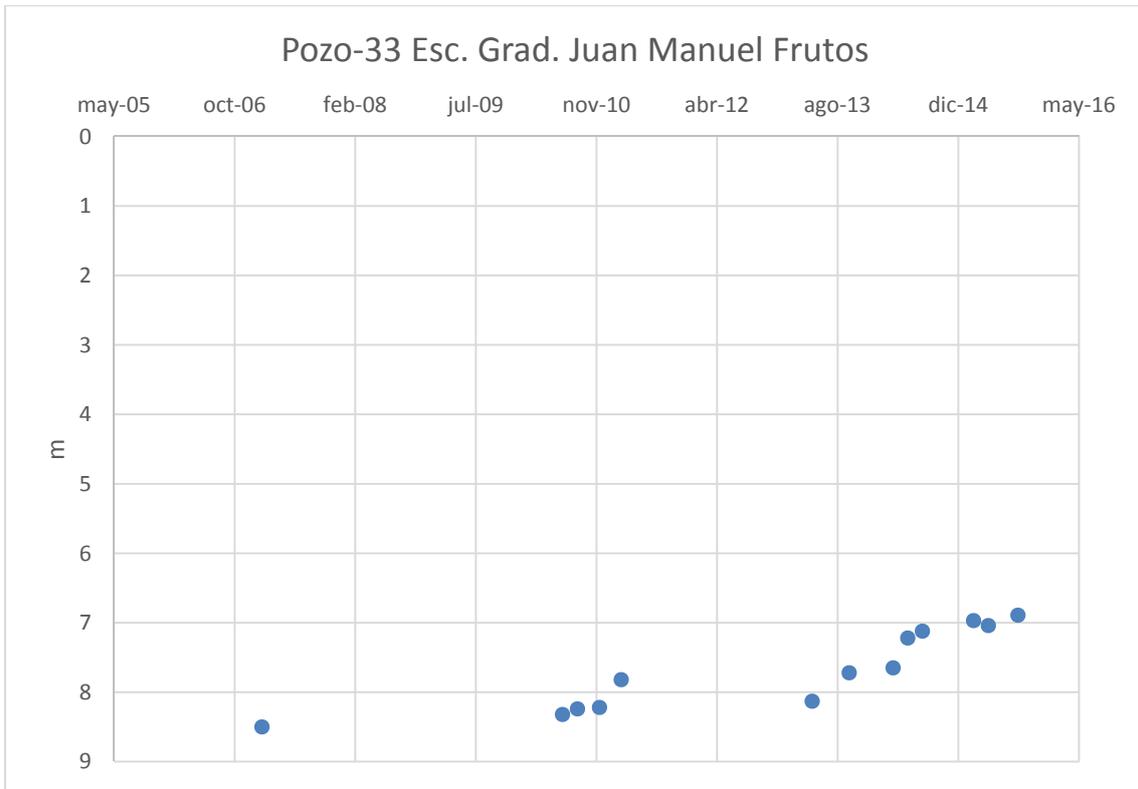


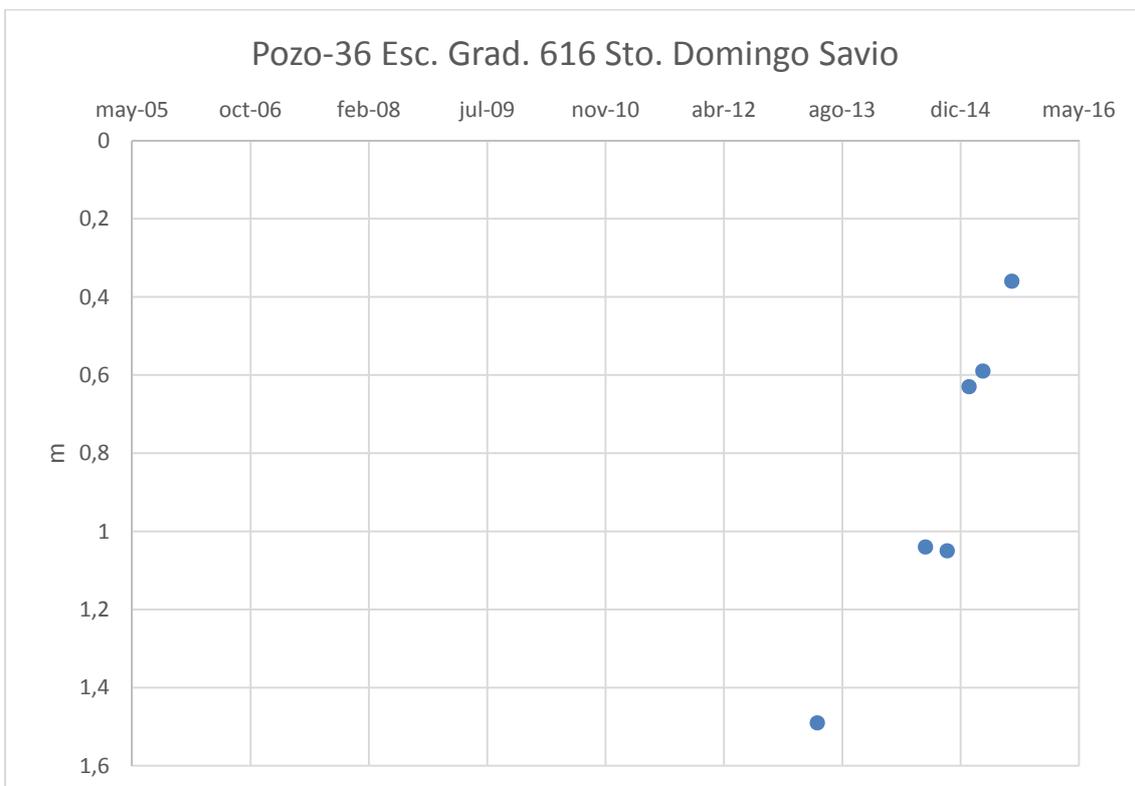
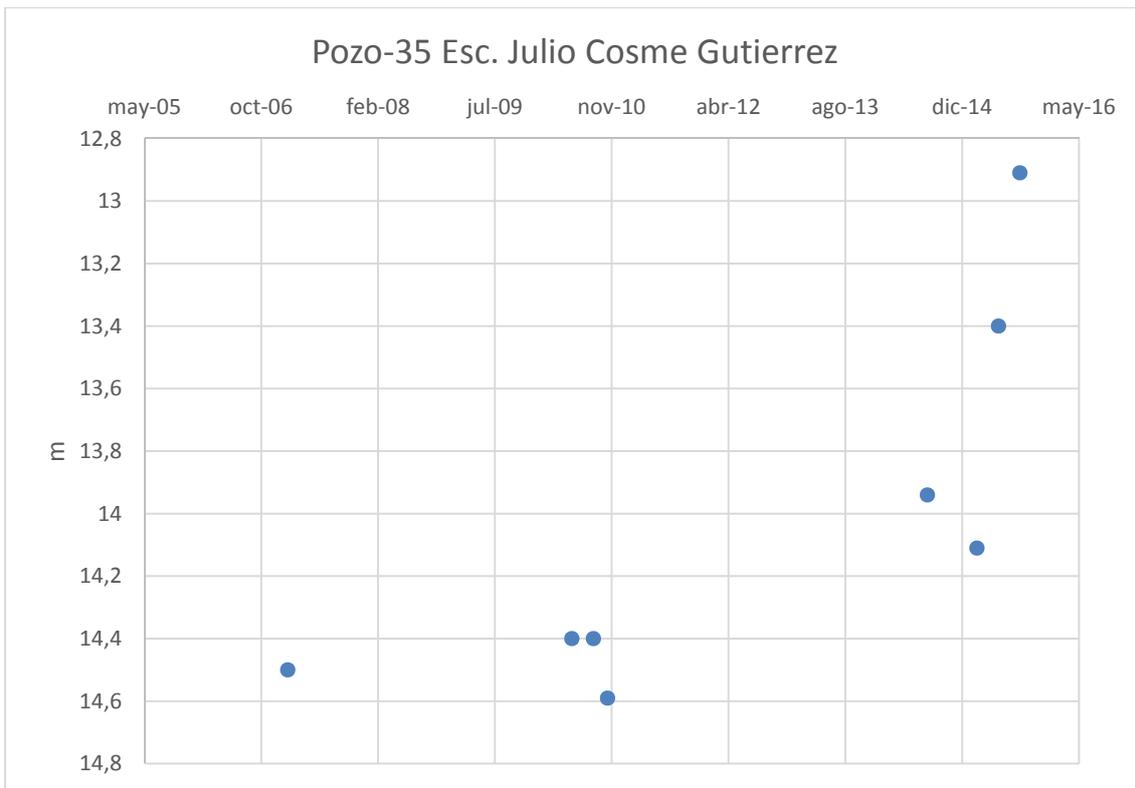


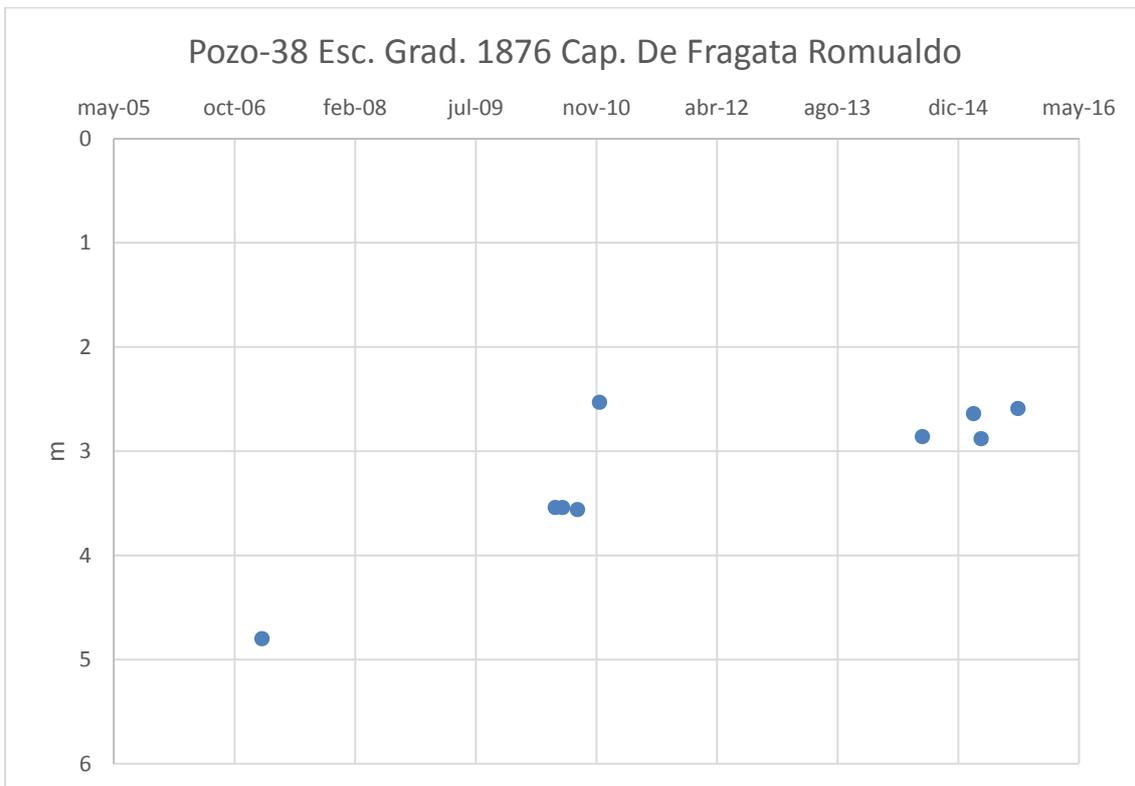
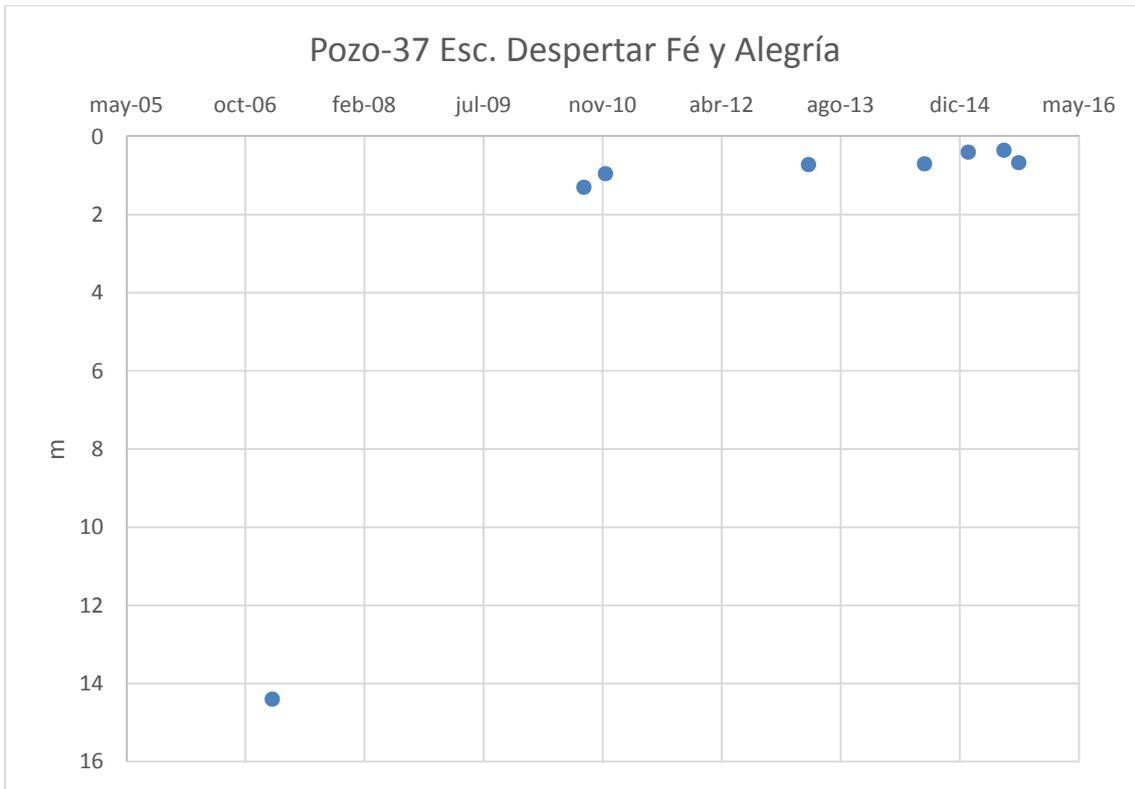


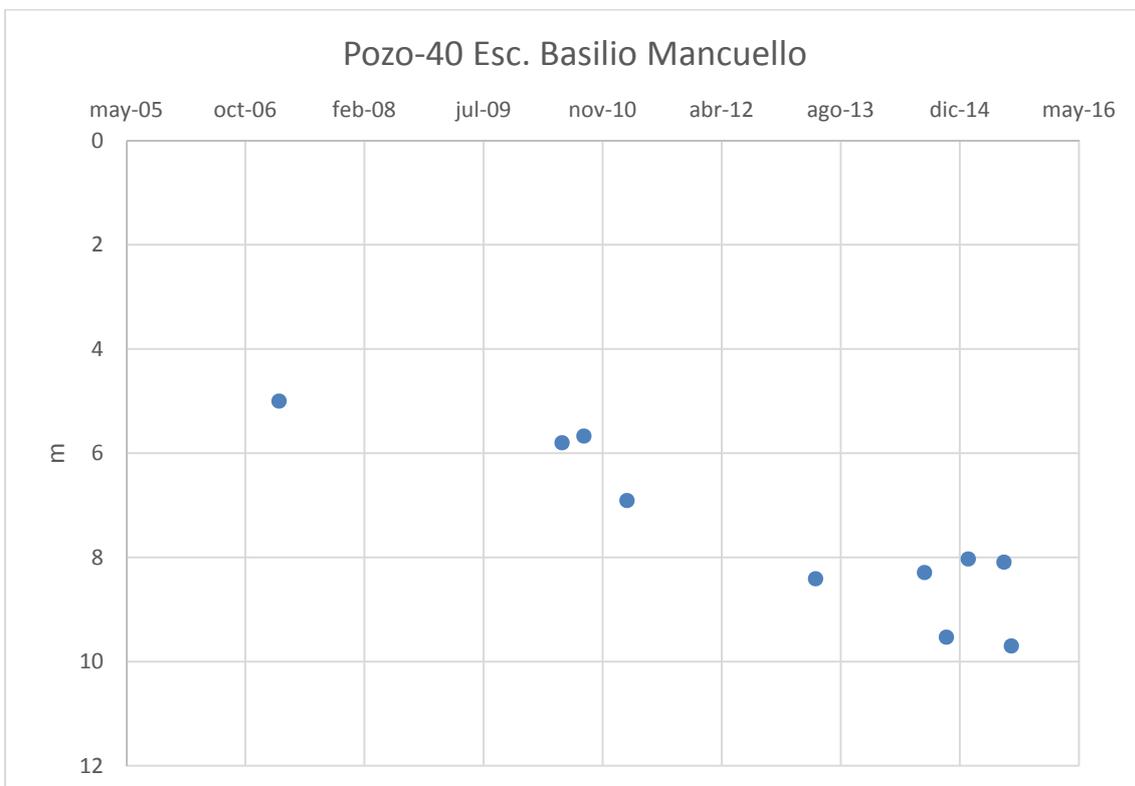
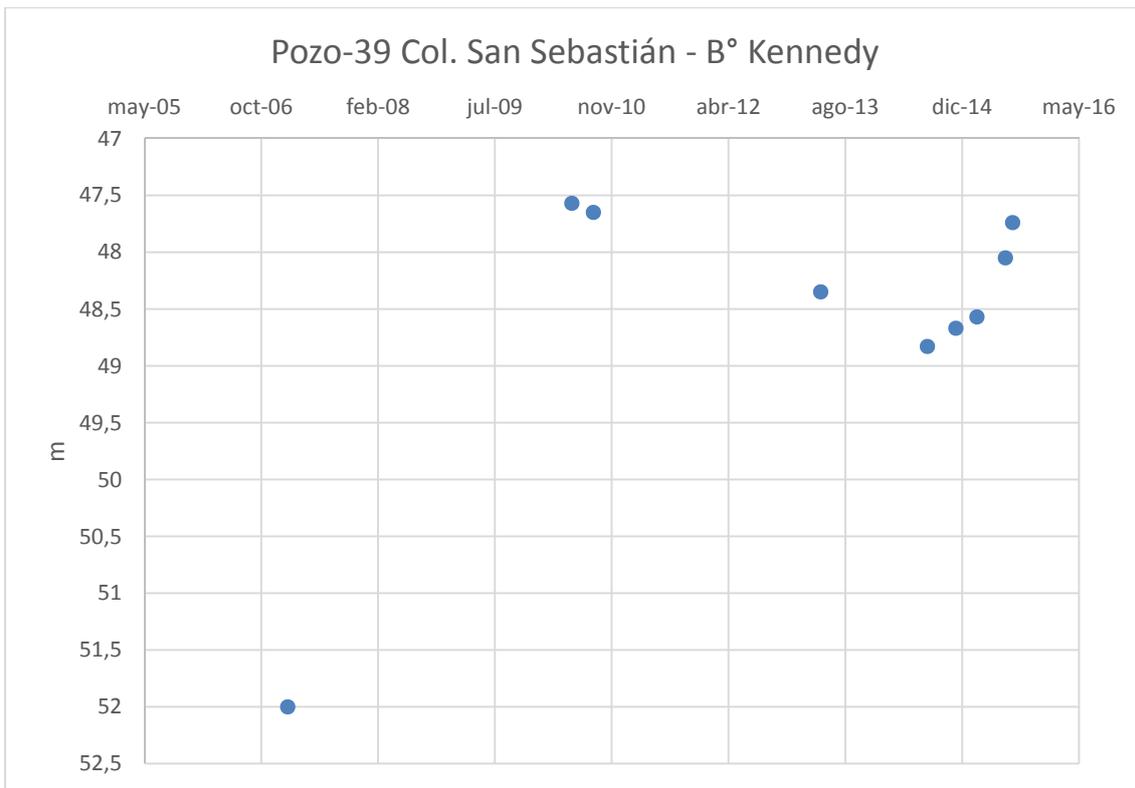


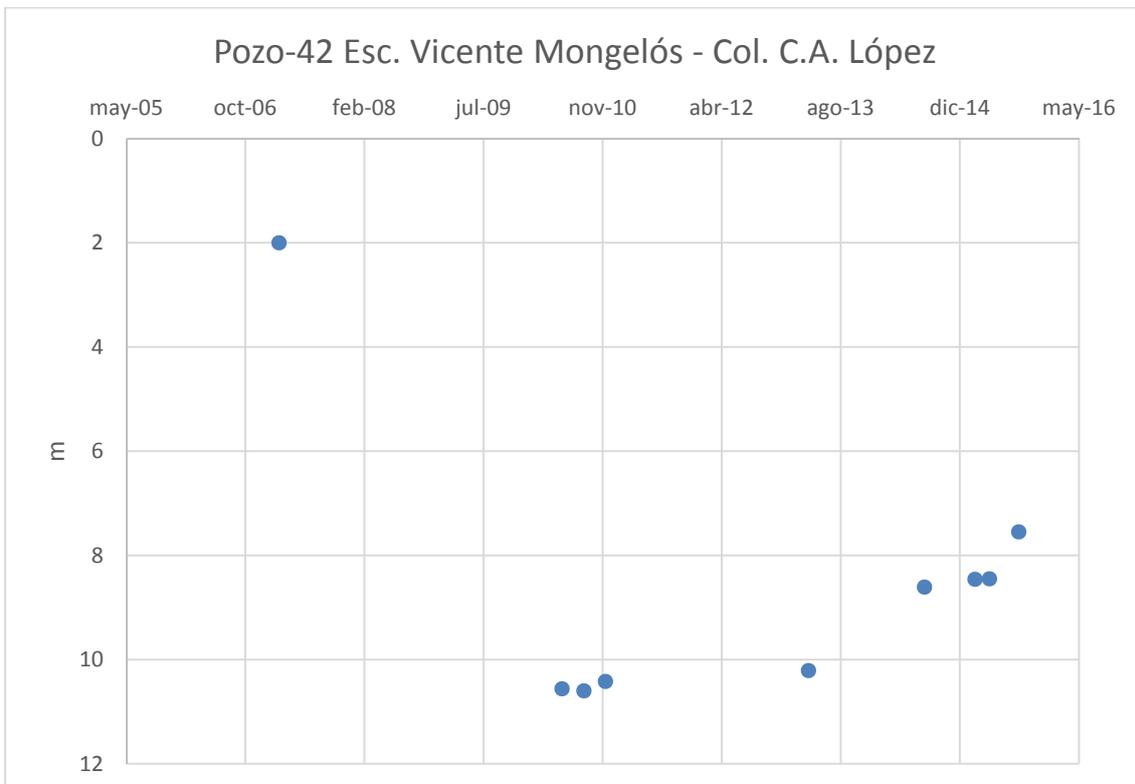
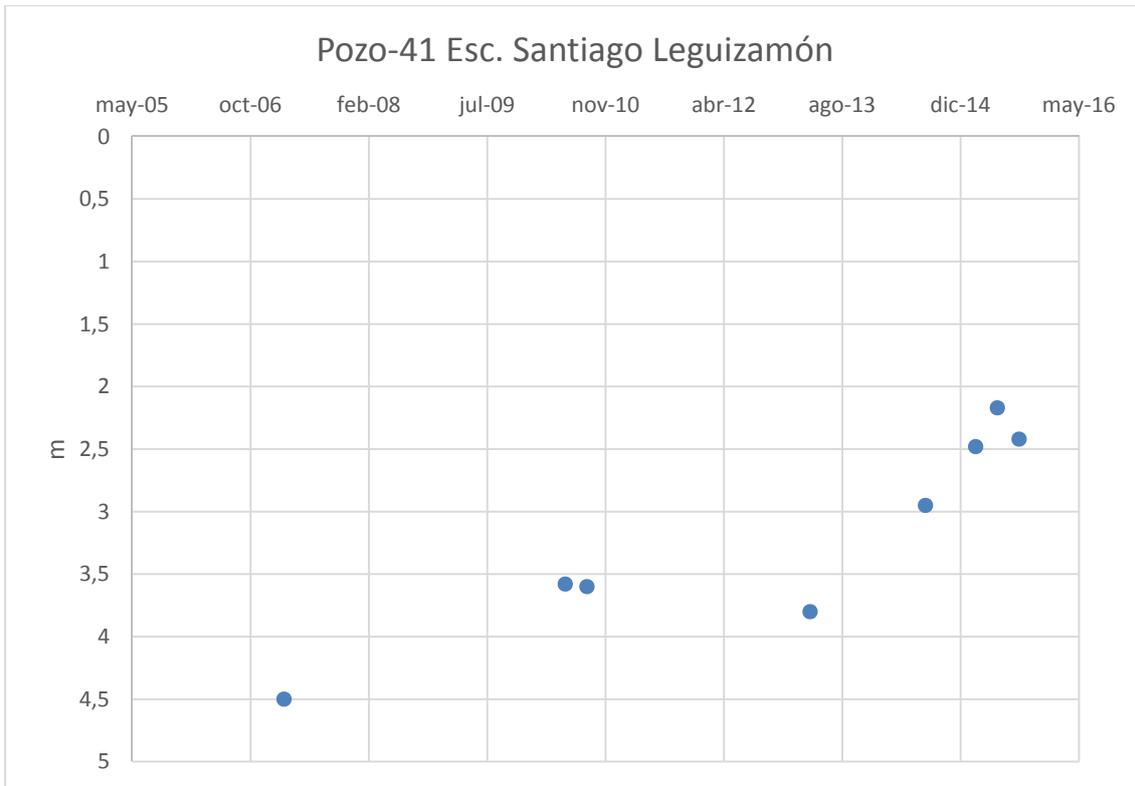


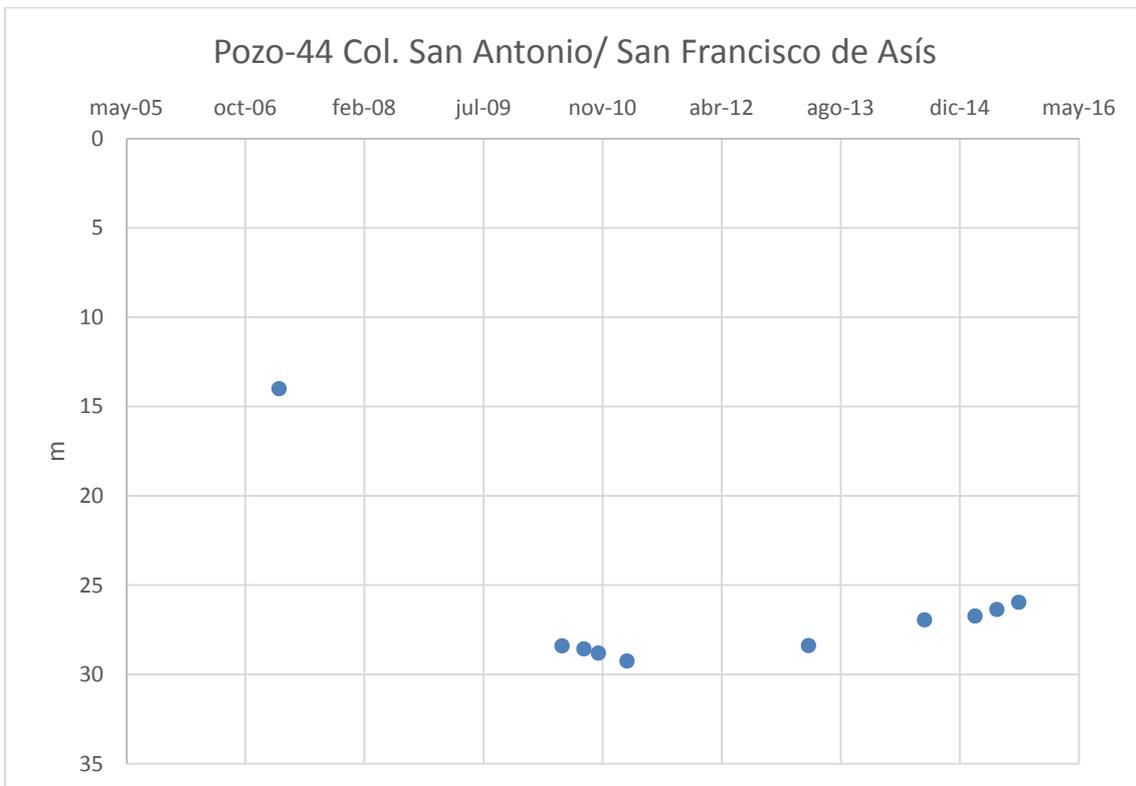
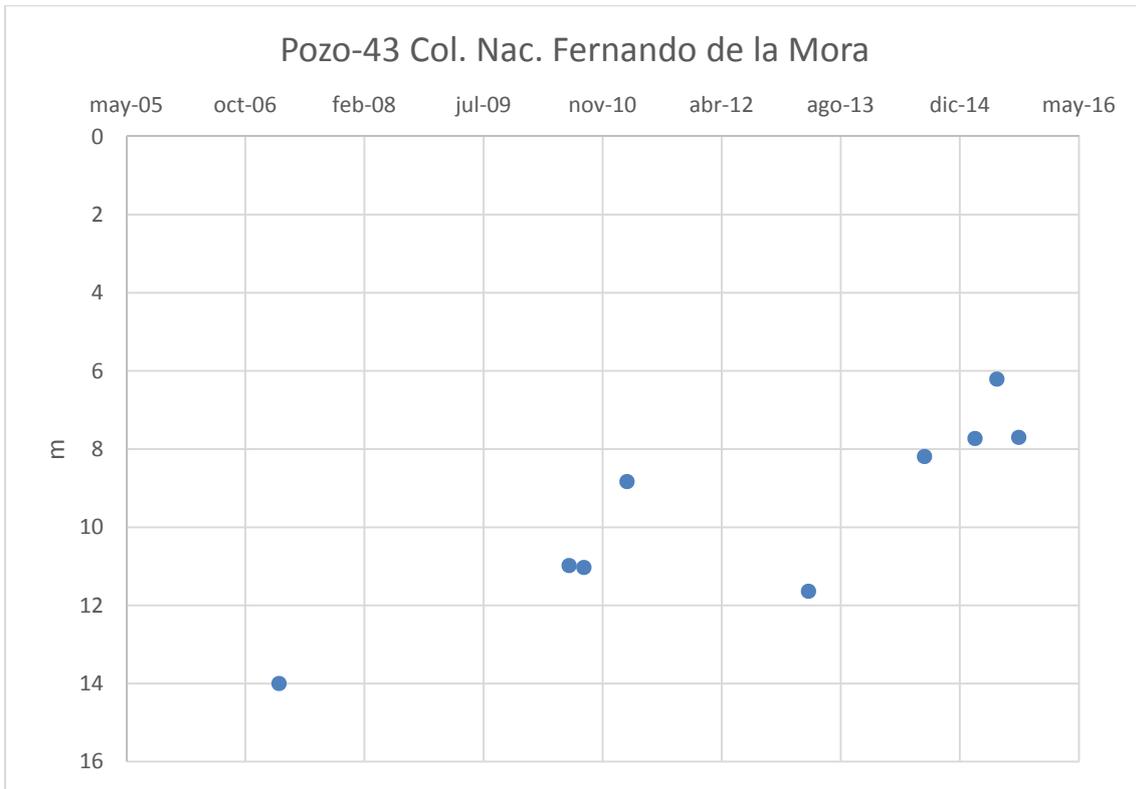


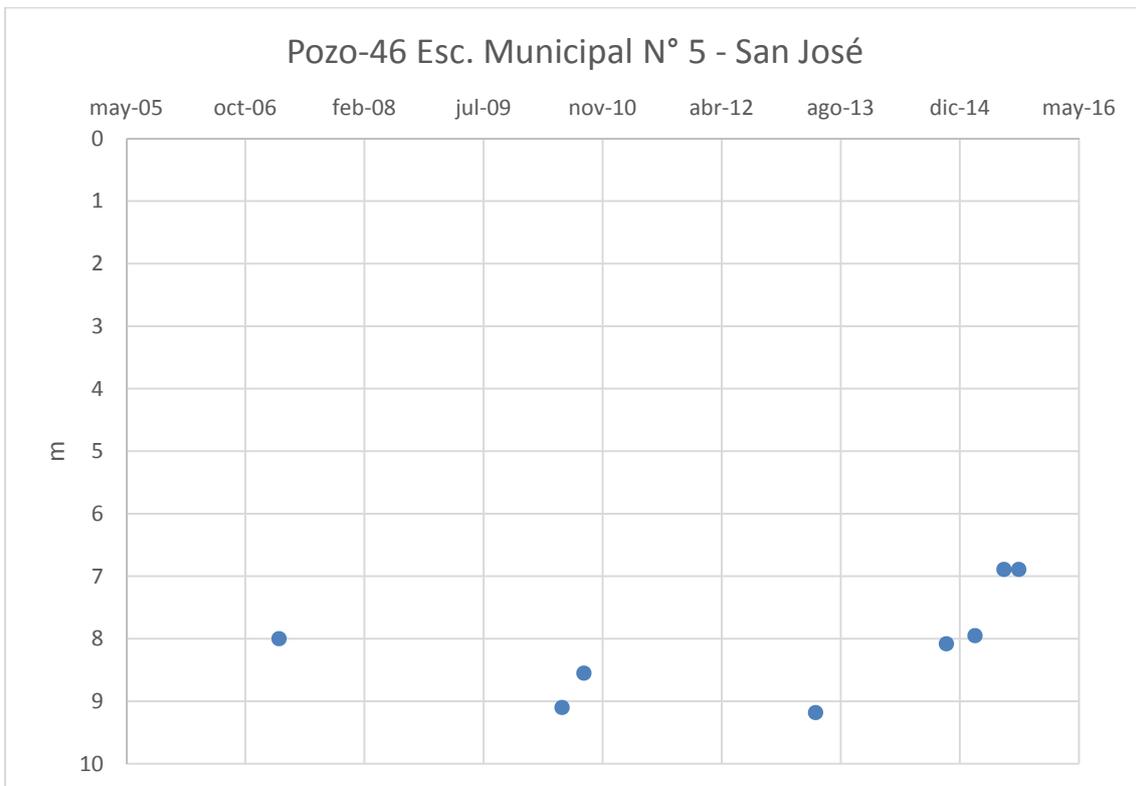
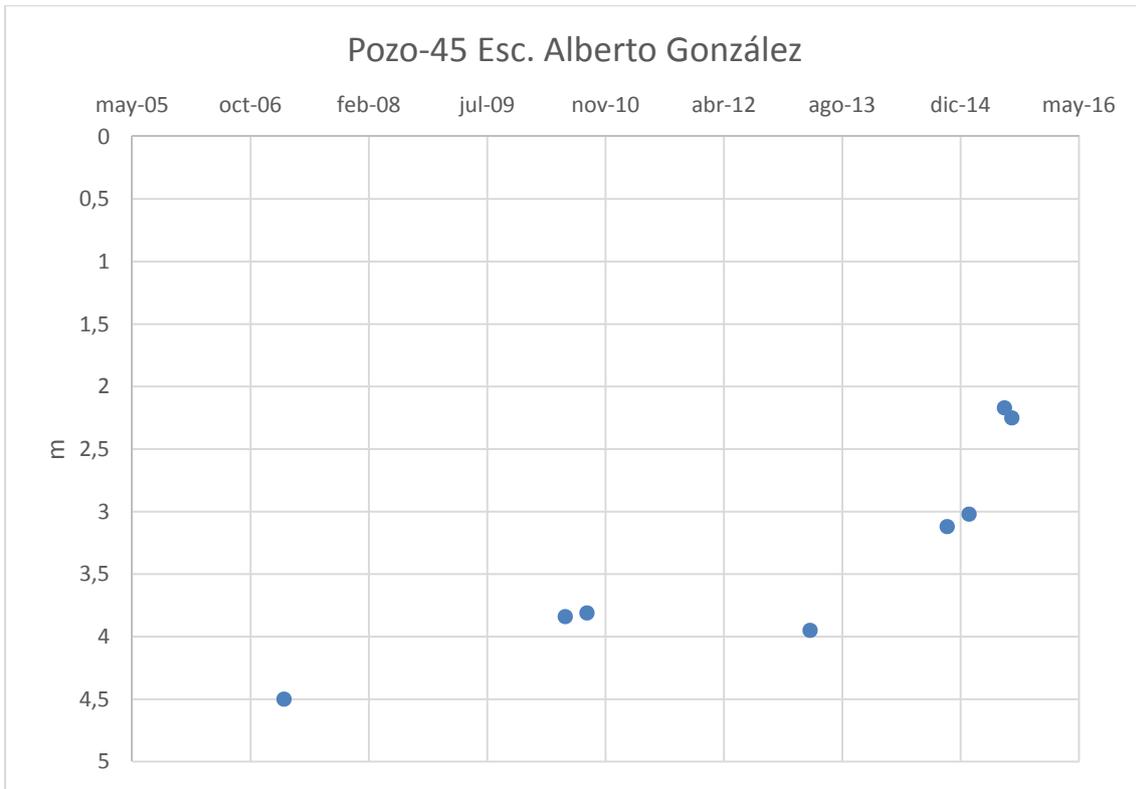












4 COMPARACIÓN ENTRE EL NIVEL DE AGUA DEL ACUÍFERO Y LA PRECIPITACIÓN

Para poder comprobar la relación existente entre la precipitación y la evolución del nivel piezométrico se ha graficado el registro de precipitación mensual de la estación del Aeropuerto conjuntamente con los datos registrados en la red de control. A su vez se ha graficado la media móvil de la precipitación con el fin de encontrar el grado de desfase de ambos procesos. En estas gráficas se puede apreciar la comparación con los distintos piezómetros que componen la red del acuífero Patiño.

