

Las perforaciones profundas en la cuenca del Río Gualeguaychú, sus resultados y el impacto en el ambiente natural

Julio Cardini⁽¹⁾, Alejandro Zabalett, Maria del Carmen García, Néstor Oliver, Daniel Mársico⁽²⁾

Grupo de Estudio Contaminación del Río Uruguay (GECRU)
Universidad Tecnológica Nacional, Regional Concepción del Uruguay

⁽¹⁾ Serman & associates, Studies Director

⁽²⁾ ERRTER –Ente Regulador de lo Recursos Termales de Entre Ríos

Introducción

Actualmente nadie duda de la importancia que tiene el agua como componente imprescindible y básico en nuestro entorno natural ya que interviene de una manera u otra en la mayoría de las actividades que realiza el hombre, llegando a convertirse en un factor determinante para la planificación de un territorio.-

Podemos decir entonces que este recurso se ve influenciado por la actividad humana y esta a su vez lo es por el agua; esto hace entonces que toda intervención sobre este indicador tenga una gran repercusión sobre el ambiente físico, social y cultural de una población.-

Si nombramos las modificaciones de una manera general estas pueden ser por alteración del régimen hidrológico al desviar o extraer agua para distintos usos, al almacenar cauces para regular su desplazamiento o bien volcando efluentes que difieren de la naturaleza original del recurso.-

La consecuencia de estas acciones van a provocar un deterioro de su composición físico- química y por ende un aumento en la vulnerabilidad y una disminución en la capacidad de autorecuperación; comprometiendo paralelamente los factores bióticos asociados.-

La importancia de las perforaciones exploratorias profundas que se han venido realizando en el territorio provincial desde el año xxxx con el objetivo de alumbrar aguas termominerales radica en que permitieron conocer con exactitud la conformación geológica del subsuelo profundo del sector oriental de la cuenca chaco paranaense y la disponibilidad de un recurso que hasta hace más de una década se dudaba de su existencia.-

Pero también es cierto que trajeron aparejado un potencial riesgo de afectar el entorno natural por el aporte de aguas de composición fisicoquímica y temperatura diferentes a los cursos donde son vertidas.-

Efectos provocados por el vertido de un efluente termal

El contraste existente entre un fluido termal y los cursos superficiales donde los primeros son vertidos una vez que fueron utilizados es muy grande, esta acción hace más probable que el ingreso de estos efluentes a un sistema hídrico sin el debido tratamiento provoque perturbaciones que modifiquen su condición natural.-

Estos cambios se van a ver reflejadas en alteraciones de la temperatura y de la calidad hidroquímica de la red de drenaje no solo en los puntos de ingreso o área de influencia directa sino también en zonas más distantes o áreas de influencia indirecta¹.

Si consideramos la evacuación de esta agua, aunque de baja entalpía, de manera directa en los cauces superficiales el hecho se convierte en una potencial causa de contaminación termal, repercutiendo principalmente sobre los organismos termosensitivos y provocando además un empobrecimiento en la cantidad de oxígeno disuelto en el cuerpo receptor.-

¹ . Nota del autor: Área de Influencia Directa es aquella donde la probabilidad del impacto es más cierta y la magnitud del mismo se considera como la máxima posible

Área de Influencia Indirecta: se denomina de esta manera a aquellas zonas donde la probabilidad de la afectación es mínima y decrece conforme nos alejamos de la fuente emisora.-

Otro punto a tener en cuenta es la incorporación a un medio de elementos químicos diferentes a los originales o bien aumentando la concentración de los ya existentes de manera que se tornen comprometedores para el normal desarrollo de la flora y fauna del curso.-

La desviación de las condiciones primigénitas se va a dar en diferentes escalas a lo largo de los cursos influenciados y estará condicionada por la composición original de los fluidos, los caudales involucrados en los diferentes puntos, la velocidad de circulación de las aguas y las condiciones bióticas entre otras cuestiones.-

Objetivos

El presente trabajo tiene como finalidad principal describir los resultados obtenidos de las perforaciones realizadas en las ciudades de Villa Elisa y Gualeguaychú por ser estas las que influyen directamente en la cuenca del río mas arriba nombrado pero haciendo un especial hincapié en la configuración físico-química de los recursos alumbrados.-

Finalmente y teniendo en cuenta las derivaciones que puede acarrear el empleo de estas aguas ya sea de un modo recreativo o terapéutico se realizan una serie de consideraciones para que la actividad termal se realice de manera acorde con el ambiente natural.-

Metodología de trabajo

Para la realización del presente informe se han seguido las siguientes etapas.-

Trabajo de gabinete

- Recopilación, revisión y análisis de toda la información existente sobre el tema y programación de las tareas de campo

Trabajos de campo

- Relevamiento de las condiciones ambientales de los sitios donde están ubicados los sondeos.-
- Mediciones directas* dentro de los emprendimientos termales y zonas aledañas.-
- Toma de muestras del recurso y aguas asociadas para su análisis en laboratorio.-

*Para esto se ha utilizado un posicionador GPS y una sonda multiparamétrica Hanna HI 929828

Trabajo de laboratorio

- Procesamiento de los datos recolectados en campaña y confección del informe

Para el compendio de la información se ha priorizado aquella vinculada al conocimiento científico y técnico de los recursos ambientales comprometidos en el área estudiada. La información proveniente de consultas individuales solo fue utilizada en forma eventual y nunca sustituyó a la proveniente de fuentes científicas reconocidas.-

Paralelamente se confeccionó un archivo fotográfico que integrará el banco de datos del grupo de estudio y servirá eventualmente como base comparativa de futuros trabajos que se prevean desarrollar en el área.-

Identificación y ubicación de los sondeos

En la tabla 1 se identifican las perforaciones objeto del estudio, su denominación técnica y las fechas de perforación e inicio de la explotación, referencia esta que se considera importante pues refleja

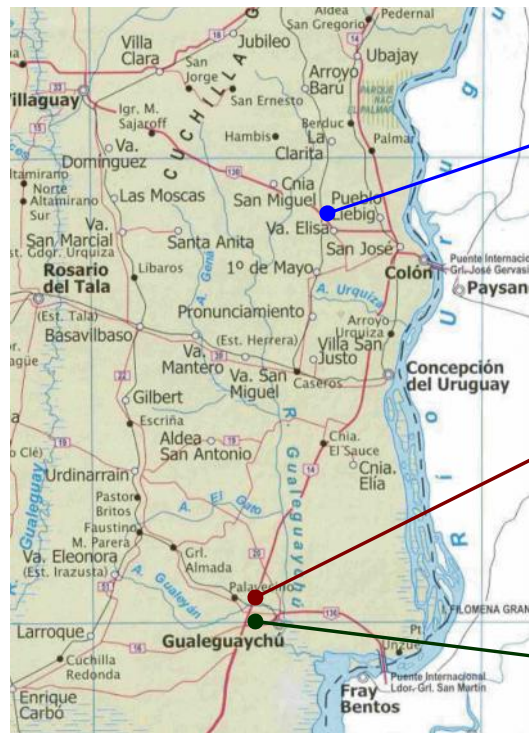
Perforación	Profundidad	Año de perforación	Inicio de la actividad
A.ER.Xp. VE-1 (Villa Elisa)	1031,00 m.b.b.p.	1996	1997
A.ER.Xp. Gchu -1 (Gualeguaychú 1)	1000,00 m.b.b.p.	1998	2009
A.ER.Xp. Gchu -2 (Gualeguaychú 2)		2003	2005

A = Argentina - ER = Entre Ríos - Xp = Exploratorio profundo - Localidad

Tabla 1

el tiempo que ha transcurrido desde que se vienen evacuando los efluentes termales.-

En la figura de la derecha se indica la ubicación exacta de los pozos termales.-



A.ER.Xp. VE-1 (Villa Elisa)
 Latitud = 32° 07' 41.1" S
 Longitud = 58° 26' 18.8" O

A.ER.Xp. Gchu -1 (Gualeguaychú 1)
 Latitud = 32° 58' 16.5" S
 Longitud = 58° 35' 44.6" O

A.ER.Xp. Gchu -2 (Gualeguaychú 2)
 Latitud = 33° 01' 00.7" S
 Longitud = 58° 28' 48.8" O

Ubicación de los sondeos

Figura 1

Reseña de los factores naturales en el área ocupada por la cuenca

Clima

La zona pertenece al clima templado húmedo de la llanura, que se caracteriza por su condición de planicie abierta; sin restricciones a la influencia de los vientos húmedos del noroeste y al accionar de los vientos secos y refrigerantes del sudoeste (causantes de los cambios repentinos en el estado del tiempo).

Precipitaciones

Las características climáticas mencionadas promueven un régimen regular de precipitaciones durante todo el año aunque a veces suelen presentarse periodos de sequías o precipitaciones en exceso por lo que también corresponde la clasificación de clima Isohigro.- (Figura 2)

Nubosidad

En Concordia el promedio anual de nubosidad es del 46%, con un máximo promedio en junio con 54% y un mínimo promedio en marzo y diciembre con 40%. En Gualeguaychú el promedio anual de nubosidad es del 43% con un máximo promedio en junio con 49% y un mínimo en marzo con 36% y en enero y diciembre con 39%. Como se puede deducir los meses de mayor nubosidad resultan ser los de invierno y los de menor entre el verano y el otoño.

Humedad

Los valores de humedad en el área de estudio son elevados. En Concordia el promedio anual es también del 73% con un máximo promedio en junio con 81% y un mínimo promedio en enero con 62%. En Gualeguaychú el promedio anual es de 75% con un máximo promedio

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)
 Fuente: Observatorio Meteorológico de la EEA Paraná INTA. Serie 1971- 2000 (2008)

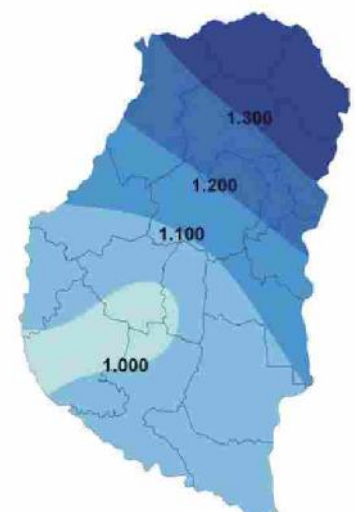


Figura 2

en junio con 83% y un mínimo del 64% promedio en enero .Los meses de invierno son los más húmedos con frecuentes periodos de nieblas y neblinas matinales.

Vientos

Los vientos dominantes son los del sector Noreste, siguiendo luego los del Sureste. Esto pone de manifiesto la influencia de los vientos calidos en el área; matizada con algunas incursiones de aire fresco ya que la "sudestada" puede ser algo calida en el invierno y fresca en el verano. Es escasa la influencia de los vientos del Oeste secos y frescos ("pampero"). (Figura 3)

El promedio anual de la velocidad de los vientos es de 13,5 Km. /h. En verano presentan la menor intensidad: 9 Km./h como promedio, luego aumentan gradualmente en otoño e invierno hasta alcanzar su punto máximo en setiembre-octubre, meses en los cuales la velocidad media asciende a 15 Km./h.-



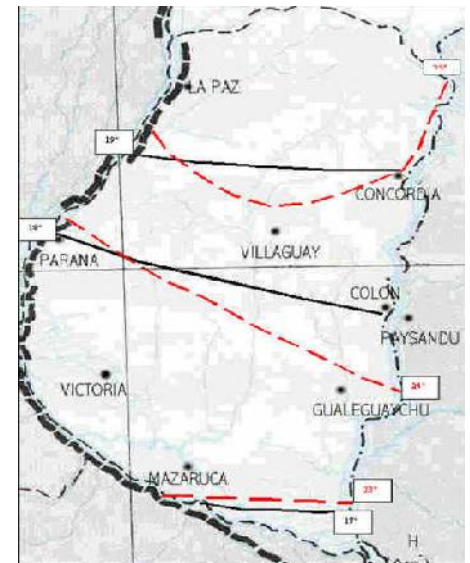
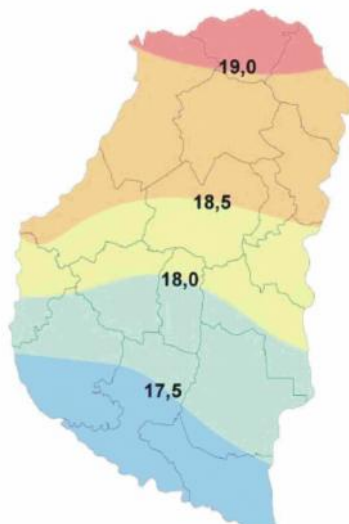
Figura 3

Temperaturas

En este sector de la provincia se desarrollan las cuatro estaciones del año; la temperatura media anual de Gualeguaychú es de 17,6°C y en Concordia alcanza los 19,0°C.

Las invasiones de aire polar, normales en Invierno, provocan heladas, en algunos casos fuertes, especialmente en la campiña, en donde las temperaturas llegan a descender varios grados debajo 0°. En verano las temperaturas más altas llegan a ubicarse entre 34° y 38°. En la figura 4. pueden apreciarse las isotermas aproximadas en donde se gráfica que las temperaturas descienden de norte a sur.-

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)
Fuente: Observatorio Meteorológico de la EEA Paraná INTA. Serie 1971- 2000 (2008)



Isotermas aproximadas, realizadas a partir de los promedios de T en °C - Debe notarse que el régimen de temperaturas depende de la latitud, las mismas descienden de Norte a Sur.

Figura 4

En las siguientes tablas (2 y 3) se reúnen los valores meteorológicos medios mensuales y anuales medidos en la estación de monitoreo Gualeguaychú y Concordia por ser estas las que guardan mayor relación con el ámbito estudiado.-

CONCORDIA: 31° 18'S - 58° 01'W								
	Temperatura	Máxima	Mínima	Humedad	P ATM	Nubosidad	Viento	Precipitación
	C°	C°	C°	%	S/N/M HPA	%	DIR VEL	mm.
Enero	25,8	32,8	19,6	62	1010,1	45	NE 5 KT	122,6
Febrero	24,9	30,8	19,1	70	1011,7	48	SE 5 KT	108,3
Marzo	22,8	28,9	16,9	71	1013,2	40	SE 5 KT	141,3
Abril	18,6	24,5	13,8	78	1015,1	45	NE 6 KT	115,9
Mayo	15,8	21,1	10,2	79	1016,2	46	SE 5 KT	83,9
Junio	13,1	17,5	7,4	81	1018,3	54	SE 5 KT	90,4
Julio	13,2	17,8	7,4	79	1019,2	49	SE 5 KT	72,0
Agosto	14,0	20,1	8,7	76	1017,8	50	NE 7 KT	71,5
Septiembre	15,8	21,1	9,5	73	1018,0	48	SE 6 KT	96,5
Octubre	18,6	25,3	12,7	69	1014,5	45	NE 6 KT	131,2
Noviembre	21,1	27,7	15,5	69	1012,4	44	SE 6KT	122,0
Diciembre	24,1	30,9	17,4	63	1011,0	40	SE 5 KT	111,1
Anual	19	24,9	13,2	73	1014,8	46	SE/NE 6KT	1266,7
Periodo	1951/80	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1951/80

Tabla 2

GUALEGUAYCHU: 33° 00' S - 58° 37' W								
	Temperatura	Máxima	Mínima	Humedad	P ATM	Nubosidad	Viento	Precipitación
	C°	C°	C°	%	S/N/M HPA	%	DIR VEL	mm.
Enero	24,7	32,2	19	64	1009,5	39	E 4 KT	123,8
Febrero	23,5	30,2	18,4	72	1011,0	44	NE 3 KT	98,0
Marzo	21,5	28,0	16,0	74	1012,4	36	SE 3 KT	127,9
Abril	17,1	23,8	12,7	80	1014,5	43	ENE 3 KT	86,9
Mayo	14,5	20,2	8,7	81	1015,2	44	ENE 3 KT	60,7
Junio	11,4	16,7	5,9	83	1017,6	49	ENE 3 KT	61,1
Julio	12,5	16,6	5,9	82	1018,4	46	E 4 KT	56,7
Agosto	12,2	19,0	7,6	78	1017,4	46	ENE 4 KT	64,4
Septiembre	14,3	20,3	8,7	75	1017,5	44	NE 5 KT	64,2
Octubre	17,1	23,9	11,7	72	1014,0	41	ENE 4 KT	106,9
Noviembre	20,1	26,7	14,9	71	1011,7	41	E 4 KT	99,3
Diciembre	22,9	30,0	16,9	65	1010,7	39	ENE 4 KT	92,3
Anual	17,6	24	12,2	75	1014,2	43	ENE 4 KT	1042,2
Período	1951/80	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1981/90	1951/80

Tabla 3

Fauna y Flora

A continuación se mencionan las especies que habitualmente son reconocibles en los campos trabajados y que en general se corresponden con la fauna de la Provincia Pampeana; mientras que otras solo aparecen en las selvas marginales de la zona ribereña y concuerdan con el dominio Chaqueño y Paranaense.

Entre los marsupiales encontramos a la comadreja overa de amplia distribución, la comadreja colorada y la comadreja. Los quirópteros son numerosos y hay además zorros, zorrinos, y hurones. Son conspicuos también la vizcacha y los roedores como el tucu-tucu, el cuis, el carpincho y varias especies de ratas.- Entre los cérvidos se destacan el ciervo de los pantanos, el venado de las pampas) y dos especies de corzuelas habitualmente se encuentran algunos edentados como la mulita grande y el tatu de rabo molle

Los reptiles están representados por las tortugas de agua. Entre los boidos se han observado ejemplares de boas y ñacaninas además de dos especies de cascabel y de yarará

Hay también lagartijas del género Hamodonta, Iguanidos y algún anfisbénido. Entre los batracios hay principalmente sapos, escuerzos y ranas.-

Los vertebrados pisciformes son en su mayoría subtropicales. Se pueden citar como representantes endémicos a varias mojarra (Cheirodon, Astinax), el dorado, bogas, palometas, el manguruyú, el surubí, el patí, tarariras ó dentudos

De las aves solo se mencionaran las más importantes ya que son muy numerosas. Entre las arborícolas encontramos la cotorra común, carpinteros, el hornero y un género de cabecita negra, la tijaleta, el benteveo, la calandria, zorzal, naranjero y tordo.-

En las estepas y montes bajos es muy probable encontrar, perdices del genero (Rhynchotus y Nothura), martinetas, atajacaminos y coludos por mencionar solo algunos.-

La fauna de insectos es muy variada. Hay hormigas de los géneros Acromimex, Camponotus, entre otros. Entre los escorpiones es frecuente Bothirius y también abundan las arañas. Entre los crustáceos de agua dulce son comunes las especies Aegla y Tridactilus.-

La vegetación se encuadra fitogeográficamente dentro de la Provincia Pampeana, Distrito Uruguayense, con excepción de las costas, que sustentan comunidades serales de selvas marginales pertenecientes a la Provincia Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas (Cabrera, 1976). En el interior del departamento los remanentes de vegetación típica se concentran a lo largo de los caminos vecinales, alambrados y vías férreas.

La Provincia Pampeana es la de mayor extensión en Entre Ríos, y se caracteriza por la predominancia absoluta de gramíneas. Entre las hierbas no gramiformes hay una serie de géneros primaverales muy constantes como Gamochaeta y Adesmia. Entre los arbustos son comunes los géneros Hesmia, Baccharis y Eupatorium.-

Hay también avances de la Provincia del Espinal, Distrito del Ñandubay con especies arbóreas semixerófilas, pero tanto la vegetación leñosa como la arbustiva y herbácea han sido casi totalmente eliminadas por la actividad agrícola, establecida desde el siglo pasado en la Pampa húmeda.-

Sin embargo, debido a las pendientes pronunciadas cercanas a las costas de los cursos de agua (y en menor medida a la presencia de algunos materiales geológicos formadores de suelos poco aptos para la agricultura), se ha respetado y conservado en parte la zona de las selvas marginales, caracterizadas por la abundancia de especies propias de la cuenca mas alta del río Gualeguaychú e introducidas por la acción del mismo río en una faja muy angosta de la costa.-

En estas selvas marginales son características las especies hidrófilas con un estrato arbóreo y otro arbustivo dominantes, acompañados por enredaderas, helechos y plantas epifitas. La composición típica se observa especialmente sobre el río Paraná, mientras que en los arroyos la actividad humana ha modificado o prácticamente eliminado la vegetación natural. Entre las especies arbustivas y herbáceas altas es posible encontrar chilca, paja de techar, y plumacho o pampa-grass.-

Entre los árboles hidrófilos, son comunes entre otros: el guayabo colorado, el guaranina, el viraje, el ombú, el sauce criollo y el ceibo.-

Hay también especies arbóreas del monte semixerófilo que si bien no son dominantes, constituyen avances del espinal. Estas viven entremezcladas con los árboles hidrófilos y, principalmente en los bordes de caminos y alambrados. Suelen hallarse: algarrobo negro, ñandubay, tala, chañar y cina-cina.-

En predios agrícolas abandonados (campos duros) cercanos a la costa aparecen renovales de espinillo y algunos ejemplares de chañar.-

REGIONES FITOGEOGRÁFICAS
Fuente: J.R. Báez "Mapa Fitogeográfico de la prov. de E. Ríos" (1937)

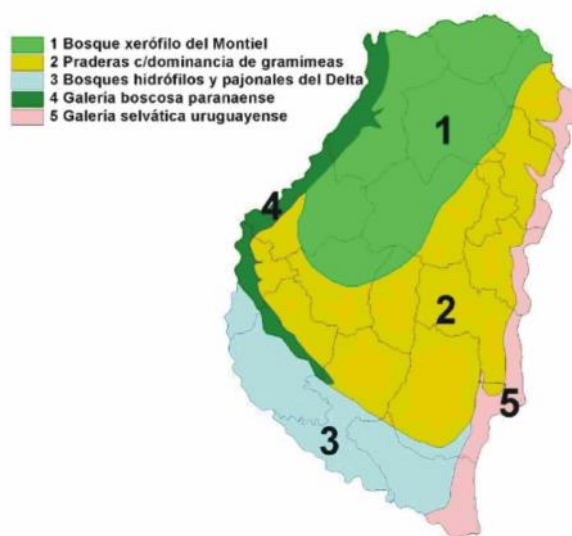


Figura 5

Suelos

Enumerar de manera detallada las unidades edáficas que es posible encontrar dentro del dominio de la cuenca no es una tarea sencilla y más aún teniendo en cuenta que el INTA ya ha publicado en algunos casos la carta de suelos de cada departamento. Por tal motivo entonces solo se realizará una mención de las grandes entidades de suelos existentes en el área.-

En el mapa inferior se encuentran representados los grandes grupos de suelos en el territorio provincial y en el esquema de la derecha una síntesis sobre los tipos de suelos que existen en el área.-

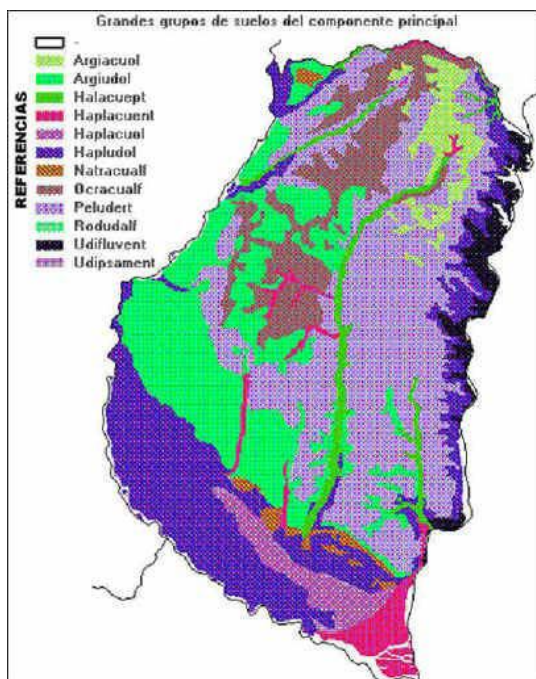
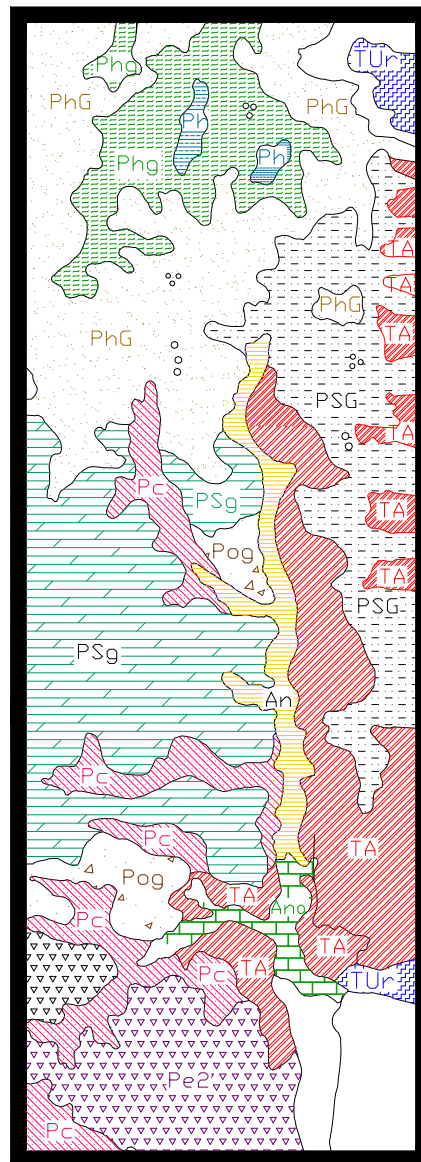


Figura 6

Leyenda fisiográfica:



Edafología del área estudiada. Esquema 1
Los colores y la simbología adoptada es con fines ilustrativos

Marco geográfico e hidrológico general

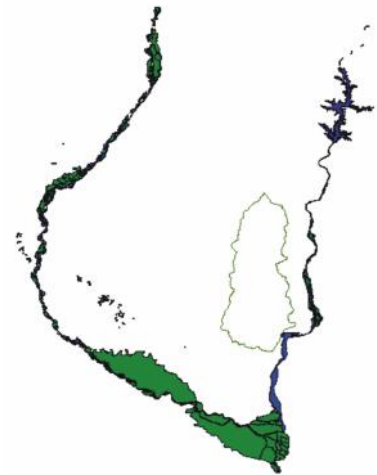
La cuenca del Río Gualeguaychú ocupa el extremo sur-este de la provincia de Entre Ríos y con un perímetro de 452,6 Km. abarca un área de 6.981,90 Km², que se distribuyen entre los departamentos de Villaguay, San Salvador, Colón, Concepción del Uruguay y Gualeguaychú enumerados de norte a sur.- (Figura 6)

El curso que le da el nombre a la mencionada cuenca tiene sus nacientes en las inmediaciones de Colonia Jubileo (Villaguay) y adquiere verdadera importancia con la confluencia de los Arroyos San Miguel, Santa Rosa y Crucecita, todos estos con sus cabeceras al norte de la ciudad de Villa Elisa (San Salvador o Colón)

En su recorrido de 268,00 Km. recibe las aguas de numerosos tributarios y de los cuales se mencionaran aparte de los nombrados mas arriba al Arroyo La Honda; al Santa Rosa; el Gená, el Gualeyán y el Venerato que con su subcuenca se convierte en el arroyo austral mas importante. Por último podemos nombrar al Arroyo Isletas que realiza sus aportes desde el borde oriental de la cuenca. Todos los mencionados junto a un significativo número de afluentes totalizan 3.454,60 Km. de recorrido y conformando una densa red de drenaje expresada en Km./Km² igual a 0,495.- (Figura 7)

Las alturas máximas se localizan sobre la divisoria de aguas que separa la cuenca estudiada de la del río Gualeguay alcanzando en este sector los 70,00 m.s.n.m (Figura 8)

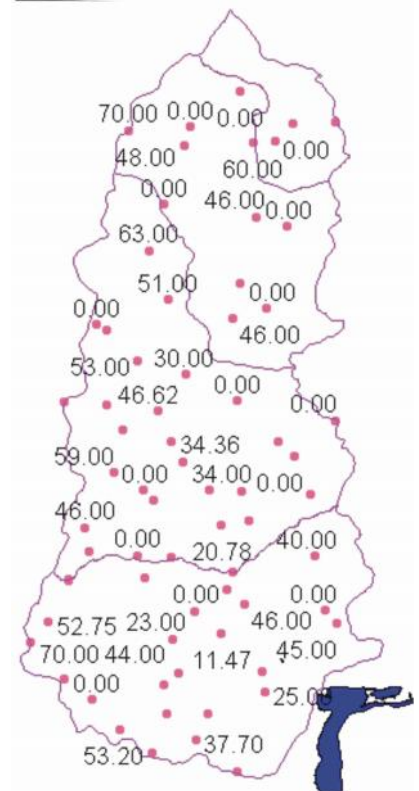
Las pendientes en general son cortas y compuestas la del curso principal alcanza los 21,7cm/Km. aproximadamente.-



. Ubicación en el ámbito provincial Figura 6



Cuenca oval con drenaje dendrítico Figura 7.



Alturas en el ámbito de la cuenca Figura 8.

La Dirección de Hidráulica de la Provincia ha dividido la cuenca en cuatro subcuencas a las que denomino en orden del escurrimiento: Gualeguaychú Superior I y II y Gualeguaychú Inferior I y II. Siendo las más importantes en este caso de estudio la Cuenca del Arroyo La Honda (Gualeguaychú Superior I) y la Cuenca del Arroyo Gualeyan (Gualeguaychú Inferior II).- (Figura 9)

Rasgos geomorfológicos

Los procesos geológicos mas importantes que intervienen en la modelación del paisaje son la erosión y la depositación, en la primera de las nombradas la mas importante es la fluvial y en menor medida la eólica. Estos rasgos son comunes tanto para el curso principal como para todos los tributarios y el auge de los mismos tiene lugar en los periodos de lluvias intensas.-

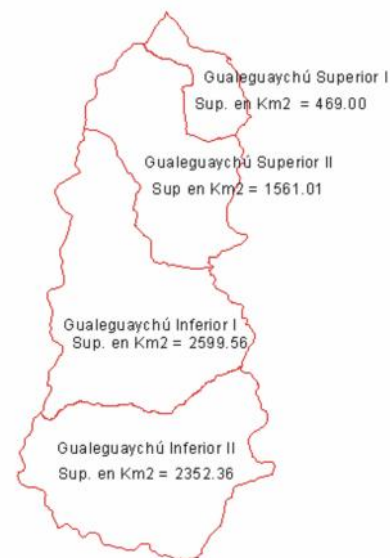


Barranca ocasionada por la erosión fluvial



Depósito de arena en un recodo del río

En la transformación de las geoformas también interviene el escurrimiento de la lámina superficial de agua que se desplaza sobre los campos linderos.-



.Subcuencas del río Gualeguaychú Figura 9

FISIOGRAFÍA
 Fuente: Plan Mapa de Suelos de Entre Ríos.
 Proyecto FAO/PNUD/INTA ARG/68/526. INTA EEA Paraná
 Convenio INTA-Gob. de Entre Ríos. (3ra edición, 1984).

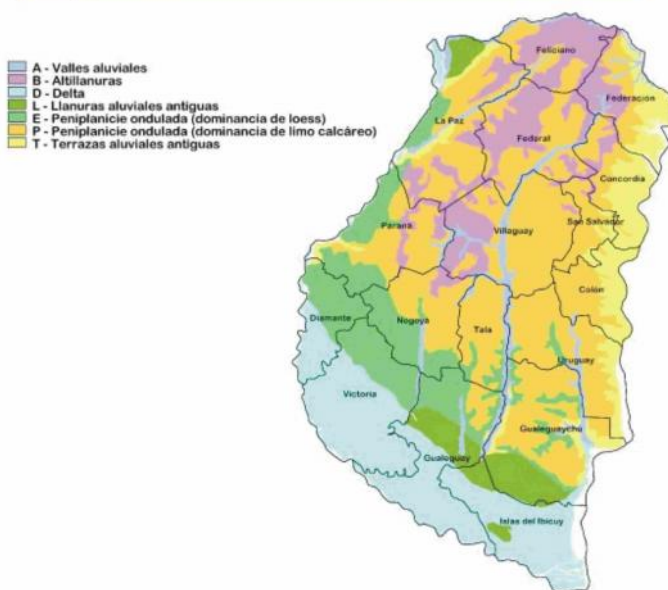
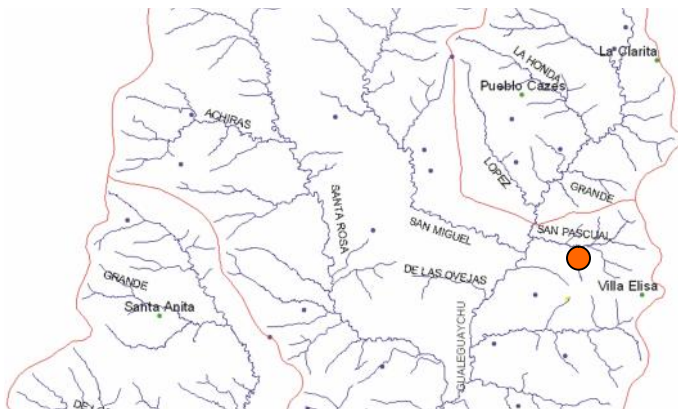


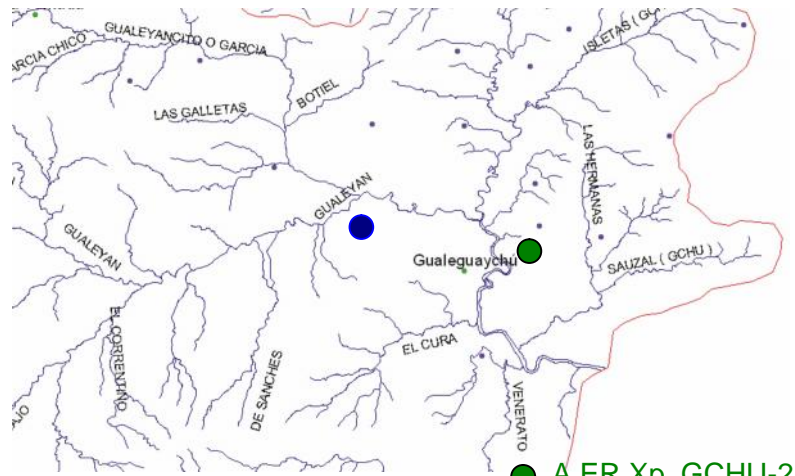
Figura 10

Identificación de los sistemas hídricos zonales

Los esquemas adjuntos brindan una idea sobre el avenamiento local y la localización de las perforaciones dentro de este contexto para cada una de las localidades estudiadas..-



Red de drenaje en el sector norte de la cuenca ● A.ER.Xp. VE-1



Red hídrica de la zona austral

● A.ER.Xp. GCHU-2
● A.ER.Xp. GCHU-1

Tratamiento del recurso

En todos los casos estudiados el tratamiento previo que recibe el recurso antes de su vertido es la dilución **proceso** químico que se realiza empleando agua dulce proveniente de acuíferos mas someros. Esto **proceso** hace que la concentración salina que poseen los recursos alumbrados se vea disminuida según los volúmenes de agua adicionados.

En los casos de estudio se realiza mediante el embalse de agua en un lago o laguna VE-1 y GCHU-1 o bien construyendo una cámara como en el caso de Gchu-2.

La implementación de este método requiere realizar una correcta impermeabilización del terreno y un monitoreo continuo no solo de la calidad hidroquímica del efluente que es vertido una vez diluido sino de todo los factores que conforman el ecosistema puntual y zonal.-

Seguidamente se grafica sobre el recorrido que tiene el efluente termal en la superficie antes de ser evacuado al ambiente en cada uno de los centros termales

Complejo Termal Villa Elisa S.A.

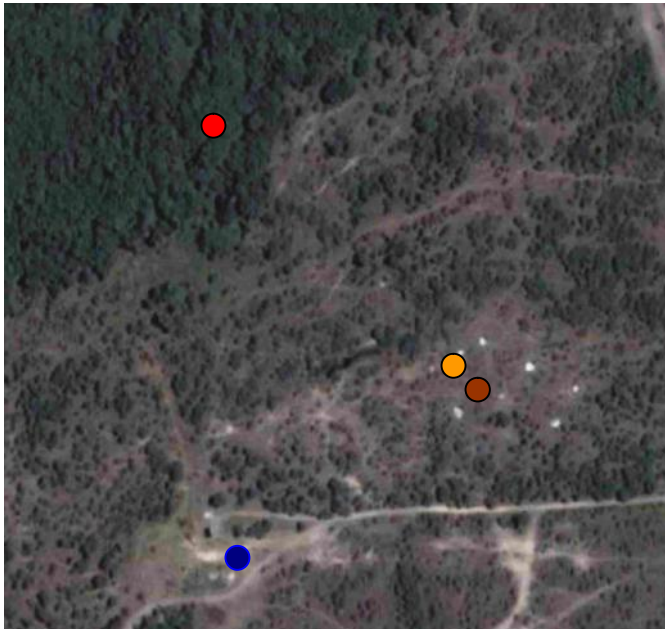


- Al arroyo San Pascual y Río Gualeguaychú
- Cañadón El Zorro
- Laguna dilución
- Piletas
- Perforación Termal

El agua extraída de la perforación es derivada hacia las piletas y desde allí a la laguna de dilución la que es alimentada a su vez por una perforación existente dentro del predio que aporta el agua dulce para realizar dicho proceso.-

La conducción se realiza siempre a través de ductos subterráneos y el recurso termal en ningún momento, hasta la entrada a la laguna toma contacto con el ambiente.-

Termas del GUAYCHU S.A.



● Ducto al Arroyo Gualeyan y Río Gualeguaychú



● Laguna dilución



● Piletas



● Perforación



Aquí el efluente termal recibe un tratamiento similar al descrito anteriormente con la diferencia que el agua que es derivada desde la laguna de dilución hasta el Arroyo Gualeyan lo hace a través de un ducto. El agua termal solo toma contacto con los factores naturales en el momento que es vertida al arroyo.-

Termas del Gualeguaychú - Complejo turístico Almeida S.A.



● Ducto al Río Gualeguaychú



● Cámara dilución



● Piletas



● Perforación



Con un tratamiento similar a los mencionados **pero en vez de utilizar** un espacio abierto el recurso termal es derivado por un ducto desde las piletas a una cámara de dilución y desde allí al río Gualeguaychú.-

Resultados

Como se mencionaba al principio los aportes que realizan este tipo de sondeos son muy amplios y como el propósito planteado es desarrollar los productos que hacen referencia a la hidroquímica de los efluentes alumbrados solo se mencionarán a grandes rasgos los grandes paquetes de rocas que conforman el subsuelo profundo del borde sur oriental de la cuenca chacoparanaense.-

Geológicos - Hidrogeológicos

En las **tablas xxxx** se diferencian los sectores característicos que rellenan la cuenca y comportamiento hidráulico.-

Perforación	Cobertura suprabasáltica	Basaltos	Sedimentos subyacentes	Basamento
A.ER.Xp. VE-1 (Villa Elisa)				
A.ER.Xp. Gchu -1 (Gualedaychú 1)	0.00 – 473,00 m.b.b.p.	473,00 – 802,00 m.b.b.p.	802,00 – 988,00 m.b.b.p.	988,00 -1000,00 m.b.b.p
A.ER.Xp. Gchu -2 (Gualedaychú 2)				

Material geológico	Características hidráulicas
Basamento cristalino	Conductor hidráulico - Porosidad de fractura
Sección Infrabasáltica	Acuitardo - Transmisividades bajas
Sección interbasáltica	
Basaltos propiamente dicho	Conductor hidráulico -Porosidad de fractura
Intercalaciones clásticas	Acuífero de baja transmisividad
Sección suprabasáltica	
Hernandarias	Acuitardo
Salto Chico	Acuífero
Paraná	Acuífero
Fray Bentos	Acuitardo
Puerto Yerúa	Acuífero

La sección suprabasáltica sobre todo las formaciones Salto Chico, Paraná y Fray Bentos son las que proveen el agua que se emplea para diluir el recurso.-

Esta además son consideradas una excelente fuente de provisión de agua potable y para riego.-

Volúmenes² de agua extraídos en cada complejo considerando la sección infrabasáltica e interbasáltica

- **Villa Elisa = 70,00 m³/h**
- **Gualedaychú 1 = aproximadamente 6,00 m³/h**
- **Gualedaychú 2 = 30,00 m³/h**

² Nota del autor: Los datos de caudales especificados provienen de comunicaciones verbales de los responsables en cada complejo pues no existen datos actuales de ensayos de bombeo.-

Características físico químicas de los cuerpos receptores y los recursos alumbrados

A continuación se puntualiza sobre la calidad de las aguas asociadas

Las aguas del Cañadón del Zorro son del tipo bicarbonatada clorurada-sódica. Su bajo contenido de SDT (194 mg/l) indica una mineralización muy débil y su pH de 6.4 la señalan como un agua de carácter prácticamente neutro.

El arroyo San Pascual, presenta el mismo tipo composicional que el Cañadón del Zorro, sin embargo su contenido de sodio es un 50 % menor. Por sus características resultan aguas de mineralización muy débil y dulces con un pH cercano al neutro de 6.2.

El Arroyo Gualeyan por su parte

El río Gualeguaychú, presenta un tipo químico bicarbonatado-sulfatado sódico, es decir que, a diferencia de los cursos anteriores el anión sulfato sigue en orden de importancia al bicarbonato. El pH de 6.4 y los demás parámetros la caracterizan como un agua prácticamente neutra, dulce y de mineralización muy débil.

Informe de ensayos			
Parámetros medidos	Villa Elisa-1	Gualeguaychú-1	Gualeguaychú -2
Olor	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Salino	Salino	Salino
Color escala Pt-Co	< 2	< 2	< 2
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido
Sedimento	No posee	No posee	No posee
Turbiedad (UNT)	s/d	0,6	s/d
PH	7,70	7,20	7,52
Materia Orgánica (expresada como O ₂) mg/l	s/d	< 0,1	< 0,1
Amoniaco (expresado como NH ₄), mg/l	s/d	< 0,05	< 0,05
Nitritos (expresado como NO ₂ ⁻), mg/l	0,003	< 0,005	< 0,005
Nitratos (expresado como NO ₃ ⁻), mg/l	< 0,3	2,00	4,00
Cloruros (expresado como Cl ⁻), mg/l	10042,50	6500,00	6500,00
Fosfatos (expresados como P ₂ O ₅) mg/l	< 0,2	1,20	n/c
Sulfatos (expresados como SO ₄) mg/l	50,70	18,50	n/c
Alcalinidad total (exp.como CaCO ₃), mg/l	s/d	55,00	45,00
Dureza Total (expresado como CaCO ₃), mg/l	1955,50	660,00	1340,00
Dureza Calcio (expresado como CaCO ₃), mg/l	s/d	480,00	960,00
Dureza Magnesio (expresado como MgCO ₃), mg/l	s/d	151,00	319,00
Arsenico (expresado como As), mg/l	<10	< 0,1	n/c
Calcio (expresado como Ca ⁺⁺), mg/l	696,00	192,00	384,00

Magnesio (expresado como Mg ⁺⁺), mg/l	95,00	43,00	91,00
Sodio (expresado como Na ⁺), mg/l	6090,00	6280,00	8400,00
Potasio (expresado como K ⁺), mg/l	15,00	39,00	13,00
Fluor (expresado como F ⁻), mg/l	1,80	s/d	2,37
Boro disuelto (expresado como B) mg/l	0,63	s/d	< 0,2
Hierro (expresado como Fe,) mg/l	0,16	< 0,1	0,19
Cd disuelto (expresado como Cd), mg/l	1,60	s/d	< 0,01
Cr disuelto (expresado como Cr), mg/l	< 0,001	s/d	< 0,001
Conductividad (expresada en µS/cm)	27100,00	13360,00	14900,00
Sólidos disueltos (a 105° C) mg/l	18564,00	10730,00	12300,00

Fuente: IBRO - Instituto de Bromatología 2007 y
PROINSA 2006

s/d = sin datos

n/c = no contiene

De acuerdo a la tabla entonces es posible caracterizar las aguas de cada complejo como

- **Villa Elisa = cloruradasodica sulfatada**
- **Gualeguaychú 1 = clorurada sódica sulfatada calcica**
- **Gualeguaychú 2 = clorurada sodica-carbonatada**

Las mediciones realizadas desde la Autoridad de Aplicación (ERRTER) resultan las más actualizadas y aunque los datos no son completos en su tipo permitieron determinar con certeza parámetros como la salinidad, la conductividad, los STD y el pH, todos estos muy importantes para tener en cuenta por las consecuencias que produce en el entorno natural cuando sus concentraciones son muy elevadas.-

En la tabla N °xx se exponen los resultados obtenidos y diagramas comparativos de estas mediciones

En boca de pozo					
Complejos termales	Parámetros	pH	µS/cm	TDS mg/l	Salinidad
Pozo Villa Elisa 1		7,36	27558,68	13779,21	18,01
Pozo Gualeguaychú 1		7,86	15465,86	7732,79	10,04
Pozo Gualeguaychú 2		8,19	13860,74	6930,35	8,76

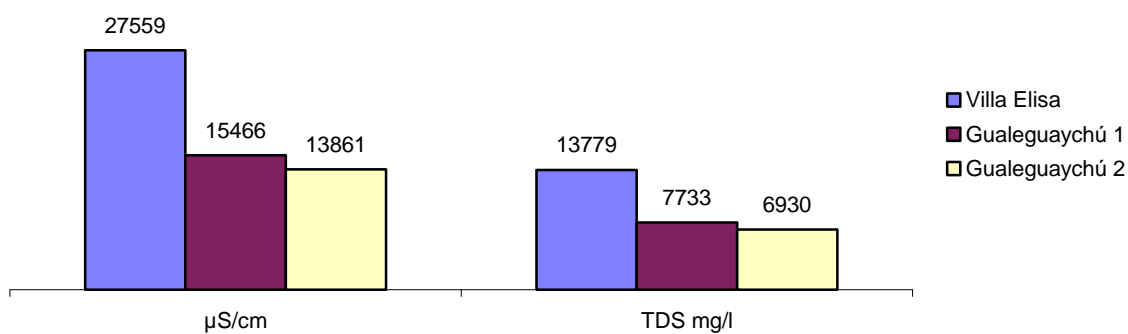
Fuente ERRTER-2009

Antes del vertido al medio natural					
Complejos termales	Parámetros	pH	µS/cm	TDS mg/l	Salinidad
	Pozo Villa Elisa 1	7,71	5131,26	2566,58	3,11
	Pozo Gualeguaychú 1	7,69	5942,25	2971,25	3,54
	Pozo Gualeguaychú 2	8,10	5181,36	2590,45	3,06

Fuente: ERRTER 2009

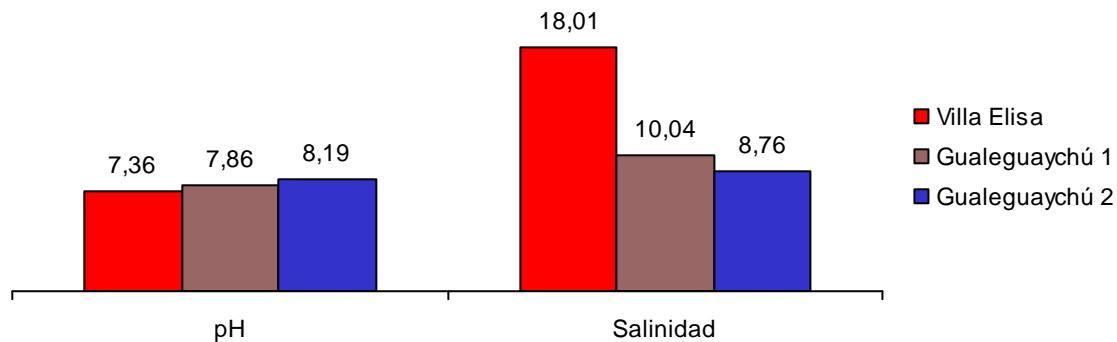
Diagramas comparativos

Efluente termal



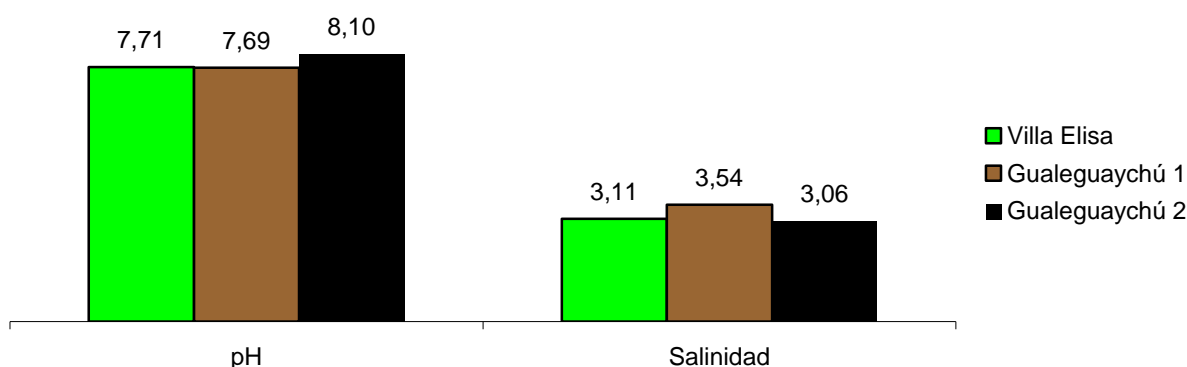
Fuente: ERRTER 2009

Efluente termal

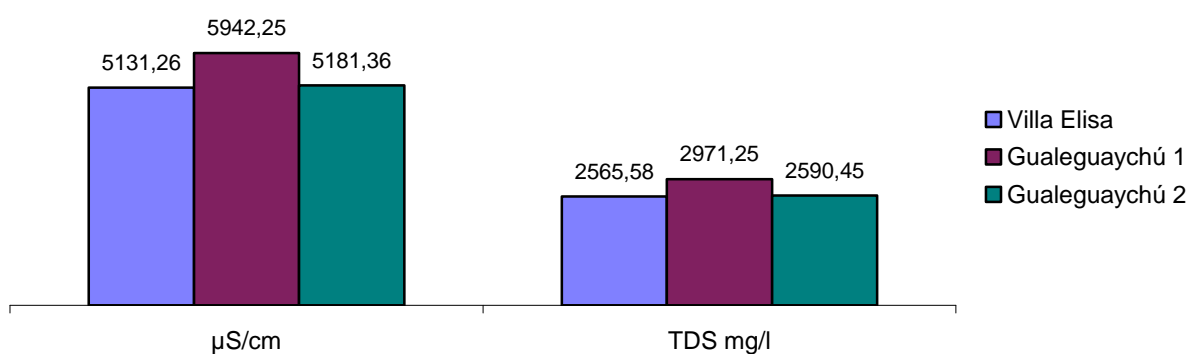


Fuente: ERRTER 2009

Efluente termal antes de ser vertido al medio



Efluente termal antes de ser vertido al medio



Conclusiones y recomendaciones

Las aguas termales con las características de las estudiadas pueden aportar elementos químicos totalmente extraños como el fluor, el boro y el arsénico por mencionar solo algunos al ambiente natural de la superficie afectando a diferentes niveles las actividades agrícolas, la salud la flora y la fauna; por tal motivo y para evitar estas perturbaciones la actividad termal sobre todo en lo referente a la gestión del recurso debe ser programada en las primeras etapas de los proyectos, analizando las diferentes alternativas de tratamiento; su funcionalidad o bien adecuando las existentes de acuerdo al progreso del **emprendimiento** **REVISAR.-**

Legislación sobre el tema

No estaría completo el presente trabajo sino se hace referencia a que desde hace un poco mas de tres años a través de la sanción de la ley 9678 y 9714 Entre Ríos pasa a ser la primera provincia de la Argentina que posee una legislación que trata específicamente de la explotación y preservación de los recursos termales,

Este instrumento legal a lo largo de sus 59 artículos le brinda a los emprendimientos termales de la provincia los mecanismos necesarios para que cada centro termal proteja al ecosistema y preserve la biodiversidad.-

A modo de ejemplo se transcribe el Artículo 1° de la primera de las leyes mencionadas:

“Constituye el objeto de la presente Ley establecer el marco regulatorio del manejo de los recursos termales que se gestionen con fines terapéuticos, medicinales, recreativos y/o turísticos, cuyo lugar de alumbramiento se sitúe dentro de la jurisdicción provincial; definir los lineamientos de política general en esta materia y crear un órgano específico, que será su Autoridad de

Aplicación. Su alcance incluye tanto el estudio como la planificación de su uso, su exploración y explotación; la determinación del tratamiento y disposición de los recursos termales residuales del aprovechamiento, así como también la ordenación, fomento y promoción de la actividad termal en la Provincia de Entre Ríos”.

Recomendaciones finales

Considerando todo lo hasta aquí expuesto se proponen las siguientes recomendaciones:

- *Utilización de caudales mínimos*

Es evidentemente que cuanto menor sea el caudal utilizado menores serán las perturbaciones ocasionadas al medio cuando el recurso sea vertido y paralelamente menor será el volumen de “agua dulce” que habrá que disponer para el proceso de dilución y enfriamiento.

- *Permanencia dentro del sistema interno*

Prolongar el intervalo de permanencia del recurso dentro del conjunto de piletas dosificando y administrándolo mediante un correcto tratamiento de manera que no su calidad física-química no se vea alterada.-

- *Aprovechamiento de las aguas asociadas*

Tratar de utilizar la mayor cantidad de agua no potable en el proceso de dilución, empleando sistemas de tratamiento de las aguas grises derivadas de la actividad. De esta manera se salvaguardará un recurso mucho más importante que es el agua para consumo humano.-

- *Puntos de muestreo*

Aumentar la frecuencia y puntos de muestreos, aguas arriba y aguas abajo del punto receptor del vertido. Programar la recolección de datos en periodos extraordinarios de los cursos involucrados como épocas de excesiva bajante o grandes crecidas.-

- *Monitoreos ambientales*

Realizar relevamientos que abarquen todos los factores vinculados a la explotación del recurso, suelo, aguas superficiales y subterráneas, flora, fauna, etc.-

- *Boca de pozo*

Adecuar las mismas para que sea posible la realización de pruebas hidráulicas y medición de diferentes parámetros del recurso tales como presión, temperatura y niveles estáticos y dinámicos.

Realizar ensayos de bombeos al menos una vez al año, esta acción permitirá conocer a los responsables de los emprendimientos la disponibilidad del recurso y en consecuencia realizar una mejor planificación de la explotación.-

- *Análisis físico-químicos*

Estandarizar los protocolos de estos estudios de manera que aquellos técnicos interesados en el estudio de la hidroquímica de las aguas termominerales encuentren la información de manera unificada.-

- *Autoridad de aplicación*

Trabajar en conjunto con el organismo provincial encargado del manejo del recurso ya que este reúne información de todos los complejos termales de la provincia y puede aportar a los complejos estudiados valiosa información sobre los diferentes usos y tratamientos que recibe el efluente en otros emprendimientos.-

- *Difusión de los resultados de los estudios realizados por cada emprendimiento termal*

De manera que la opinión pública esté informada sobre los procedimientos que se adoptan en cada complejo con el fin de que la explotación se realice de manera sostenible y se termine con las especulaciones sobre la afectación que se estaría dando al ambiente natural, sobre todo en la zona norte de la cuenca donde el recurso extraído posee una mineralización muy fuerte.-

Por último y con la visión de que el ser humano es el recurso más importante que se debe preservar no cabe ninguna duda, si se siguen las medidas de control adecuadas, que la actividad termal, sin depender el uso que se le de al recurso, es perfectamente factible.-

Bibliografía

- Miranda F. J., A. H. Pesce y E. G. Garea, 1997. Termas de Villa Elisa. Contaminación termal y su influencia sobre la red hidrográfica. Provincia de Entre Ríos. Análisis y consideraciones. Departamento de Geotermia, IGRM, SEGEMAR. 53 p. Informe inédito.
- Un Caso de estudio en la Localidad Villa Elisa Provincia de Entre Ríos - Argentina Lic. Abel H. Pesce, Fernando J. Miranda y Enrique G. Gárea, SEGEMAR. 1997 Tesis de licenciatura en Información ambiental Eric E. Rein. Legajo 27892 – Universidad de Lujan. Diciembre de 2007.-
- VATER de los recursosS termales de Entre Ríos
- Base de datos del ERRTER
- Contribución al conocimiento del subsuelo de Entre Ríos El pozo Gualeguaychú – 1 Julio Cesar, Benitez y Daniel Pablo, Mársico

FALTA ACOMODAR

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la elaboración del trabajo sobre todo a los responsables de los emprendimientos termales por su colaboración. Al doctor Hugo Cettour presidente del directorio del ERRTER por permitir la consulta y posterior publicación de los datos

Al doctor Eduardo Díaz por la lectura crítica y a los miembros del grupo por su valiosa colaboración en el procesamiento de la información recolectada.-

A la municipalidad de Gualeguaychú en la persona de: