

CAPITULO 1 OBJETIVOS Y METODOLOGIA

1.1. MARCO INSTITUCIONAL.

El estudio de las “**Formaciones de Areniscas del Centro-Sur de la Provincia de Misiones**”, fue ejecutado en el marco de un requerimiento del Ministerio de Ecología Recursos Naturales Renovables y Turismo de la Provincia de Misiones y viabilizado a través de Consejo Federal de Inversiones con el contrato con el profesional experto conforme al Expediente N° 9254 00 01.

Dicho contrato se inició el 7 de abril de 2008 y la duración fue de seis meses.

1.2. SINTESIS DE LOS OBJETIVO. MARCO CONCEPTUAL Y ALCANCES.

El estudio del Sistema Acuífero Guaraní en la Provincia de Misiones, desarrollado en el mismo marco contractual que el presente, fue realizado durante los años 2006-2007, y permitió reconocer superficialmente la existencia de un área de afloramientos de las formaciones de arenisca que excedían ampliamente el cuerpo de las reconocidas y estudiadas areniscas de la zona de San Ignacio. Este hallazgo prácticamente no estaba mencionado en la bibliografía existente y naturalmente fue una interesante sorpresa que modificaría sustancialmente la geología de una parte muy importante de la provincia tal como se la conocía hasta ese momento.

Dicho hallazgo ocupa discontinuamente una porción significativa del sector inferior de la provincia Misiones entre el límite político con la provincia de Corrientes al SW y una línea imaginaria que cruza la provincia desde la margen derecha del río Uruguay, a la altura de la ciudad de San Javier, hasta la margen izquierda del río Paraná, a la altura de la localidad de Corpus. Es muy probable que los afloramientos se extiendan a la provincia de Corrientes debido a que en las inmediaciones de la ciudad de Gobernador Virasoro se describieron algunas manifestaciones en canteras.

Los afloramientos reconocidos en el estudio del 2006-07 fueron mapeados someramente en el entorno del alcance de aquel estudio, sin embargo, se visualizó que se extendían y podían reiterarse en sitios no alcanzados por las transectas establecidas y relevadas en esa oportunidad.

Evidentemente se creyó de suma importancia que esta nueva manifestación múltiple de areniscas sea contenida en la cartografía geológica de la provincia, por lo tanto las autoridades provinciales requirieron de la ejecución de un nuevo estudio

ampliatorio cuyo objetivo era precisamente comprobar los alcances de la presencia de las sedimentitas en la zona mencionada.

Por otra parte es primordial poder establecer cuales son las vinculaciones de estas areniscas con el Sistema Acuifero Guaraní (SAG) que, en caso de relacionarse, permitirán ampliar la zona de recarga, limitada hasta la fecha a la porción occidental sobre una parte de la margen izquierda del Río Paraná, aflorando por secciones en las localidades de Santa Ana, San Ignacio y Gobernador Roca.

De existir esta relación se dispararía un abanico de posibilidades y de exigencias en lo que hace al uso sostenido del recurso. Respecto a las posibilidades es evidente que la explotación consuntiva del agua subterránea se ubica en una posición privilegiada, sobre todo en la zona de la dorsal provincial por la falta de cursos superficiales con caudales significativos, y en lo referente a las exigencias se debe resguardar superficialmente la zona de recarga de la eventual contaminación del recurso mediante una normativa para la regulación del uso del suelo que en su mayoría se encuentra vinculado al uso agropecuario y forestal.

El presente estudio permitió construir un mapa que define los sectores donde afloran las areniscas de la Fm Misiones y parte de la cubierta basáltica de la Fm Posadas, cuando por su exiguuo espesor no alcanzaría a protegerlo suficientemente de la infiltración que podría generar potencial contaminación sobre la base de haber establecido que las sedimentitas pertenecen al Sistema Acuifero Guaraní y no al miembro Solari de la Fm Posadas.

A los efectos de corroborar la aseveración del párrafo anterior se requirió del apoyo geofísico y por ello, contratado por el CFI, se obtuvo el concurso del Ing. Ruggiero Curcio y un equipo de destacados profesionales que llevaron adelante quince mediciones magnetoteléuricas (MT) y audiomagnetoteléurica (AMT) en las posiciones que les señaló este consultor. Las conclusiones de dicho estudio forman parte de los insumos que se volcarán en el presente informe.

Finalmente una vez reconocidas las nuevas zonas con afloramientos de areniscas se procedió a un inventario de captaciones de agua subterránea y de las posibles fuentes de contaminación que formo parte del estudio hidrogeológico e hidroquímico, con la pretensión de elaborar un diagnóstico que constituya una plataforma para la orientación de emprendimientos posteriores que involucren el uso del recurso subterráneo.

1.3. SITUACION GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.

La Provincia de Misiones se encuentra situada en el ángulo nordeste de la República Argentina, al sur del Trópico de Capricornio.

Sus puntos extremos son:

- Río Iguazú: a los 25° 28' de latitud sur.
- Río Uruguay, próximo al puerto San Lucas, en Concepción de la Sierra: a los 28° 10' de latitud sur.
- Arroyo Pepirí Guazú, próximo a sus nacientes: a los 53° 38' 52" de longitud oeste.
- Arroyo Itaembé, límite con la Provincia de Corrientes: a los 56° 03' de longitud oeste.
- Limita al norte y este con Brasil, al sur con el mismo Brasil y la Provincia de Corrientes y al oeste con Paraguay separada por el Río Paraná.

Su forma irregular alargada en sentido SW–NE alcanza un largo máximo de 350 Km. y un ancho mínimo, entre el Río Paraná y el Río Uruguay de 70 Km. en la línea recta Candelaria–Puerto Santa María, representando una superficie de 29802 Km², según el IGM, o 30719 Km² según La Dirección de Catastro, Geodesia y Topografía de la provincia

En el contorno argentino de fronteras se presenta como una cuña que comparte con Brasil un límite de 750 Km. de extensión y con Paraguay 330 Km. de extensión, mientras que con la vecina provincia de Corrientes solo comparte 110 Km. Esto implica que el 90 % de sus fronteras esta directamente relacionada con los países limítrofes y solo el 10 % con el territorio nacional.

La riqueza hídrica, además de los cursos troncales que determinan sus límites, esta conformada por sesenta y dos sub-cuencas de distinta magnitud (Aeroterra S.A., 1977) que componen una impresionante red de avenamiento que evacua superficialmente el excedente de los mas de 1800 mm. anuales de lluvias.

En este marco general el área especifica del presente estudio se extendió a las localidades de,

- 1) CORPUS.
- 2) SAN IGNACIO.
- 3) LORETO
- 4) SANTA ANA.

- 5) CANDELARIA.
- 6) BOMPLAND.
- 7) SAN JAVIER.
- 8) SANTA MARIA.
- 9) CONCEPCIÓN DE LA SIERRA.
- 10) APOSTOLES

1.4. PLAN DE TAREAS.

En el plan de trabajo comprometido con el CFI se determinó que la secuencia de tareas se desarrolle en un informe parcial de avance presentado el 7 de julio y el presente Informe Final y en ese marco a continuación se desglosa la totalidad de las actividades ejecutadas.

1.4.1. RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.

La información que a continuación se detalla involucra la totalidad del material consultado. Se menciona que los mismos fueron examinados y en parte utilizados en el estudio 2006-07 que impulsó el presente trabajo.

1.4.1.1. Información Topográfica, Aerofotogramétrica y Satelital.

En el abordaje de elaboración de los mapas del presente estudio, se definió previamente la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en formato digital, para lo cual se investigaron los antecedentes digitalizados existentes en las instituciones públicas de la provincia y las empresas privadas.

A continuación se detalla la cartografía seleccionada y las herramientas de trabajo utilizadas.

Hardware

- Geoexplorer 3. Trimble. Sistema GPS diferencial de mapeo y GIS. Utilizado para el relevamiento y captura de datos en el campo.
- Garmin Vista cx etrex. Navegador personal.

Software

- Windows XP.
- Programa GIS Arc View 3.3 para la elaboración de la base de datos y la

construcción de los mapas.

- Pathfinder Office 2.8, para procesar la información recolectada con el navegador y luego volcarla al software de sistema de información geográfica. Dirección General de Geología y Minería de la Provincia de Misiones.
- Capas Temáticas realizadas por la Dirección de Procesamiento de Información Satelital y Cómputos. Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.
- Compuesto de Ríos, Rutas, Departamentos, ciudad-pueblos, conos urbanos, Arroyos, lote de biosfera, reservas provinciales, perímetros, línea municipal, lago Urugua-í.
- Mapa Físico y Político de la Provincia de Misiones. Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia de Misiones. Escala 1:250.000. Autor: Miguel Ángel Stefañuk. Actualizado noviembre de 2004.
- Mapa de relieve de la Provincia de Misiones, obtenido en base al modelo digital del terreno elaborado por la NASA "The Shuttle Radar Topography Misión (SRTM). Elaborado a partir del sobrevuelo del transbordador espacial Space Shuttle Endeavour. Febrero de 2000, de aproximadamente 90 metros de resolución espacial y con una exactitud horizontal y vertical absoluta de 20 metros. Dirección de Procesamiento de Información Satelital y Cómputos. Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.
- Imágenes Satelitales Landsat 5 TM obtenidas en noviembre de 2005 y agosto de 2006. Dirección de Procesamiento de Información Satelital y Cómputos. Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.
- Relevamiento aerofotogramétrico realizado por C.A.R.T.A. (Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos), años 1962-1963. Compuesto por hojas topográficas (escala 1:10.000 y 1:20.000), hojas geológicas (escala 1:50.000), hojas edafológicas (escala 1:50.000) y pares estereoscópicos de las diferentes corridas. Dirección General de Catastro de la Provincia de Misiones.
- Mapa de la Provincia de Misiones del Instituto Geográfico Militar (IGM) de escala 1:100.000.
- Doce mapas (digitalizados y georeferenciados) que componen el Anexo cartográfico del Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial, San

Ignacio, Misiones. SEGEMAR–BGR, ellos son de base (altimetría, planialtimetría y catastral), Geológico, Geomorfológico, Vegetación, Hidrogeológico e Hidrológico, Suelos, Usos actuales del suelo, Caracterización social y urbana, Peligrosidad natural, Ubicación para ubicación de un relleno sanitario y Aptitud para la urbanización.

- Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes. Escala 1:2.500.000, Mercado Común del Sur–1998.
- Mapa Geológico a escala 1:250000 del “Estudio del Sistema Acuífero Guaraní en la Provincia de Misiones”. Lic. Roberto LONGARZO. 2006-2007.

1.4.1.2. Información Sobre Geología, Geomorfología e Hidrogeología. Alcances.

El material consultado de interés en la investigación bibliográfica, sobre todo los documentos de carácter general, fueron seleccionados de las bibliotecas de organismos del Estado Provincial, Nacional y Organismos Binacionales mientras que otros fueron obtenidos de la actividad privada en poder del Consultor.

Es importante indicar que esta revisión y análisis bibliográfico fue realizado en reiteradas oportunidades por el equipo profesional que participó en el presente estudio, además, de que buena parte de este material fue tomado como insumo para diferentes estudios en el transcurso de varios años.

En algunos casos los miembros integrantes del plantel han participado, juntos o separadamente, en algunos de los estudios indicados.

1.5. PLAN DE TRABAJO DE CAMPO.

1.5.1. Mapa Geológico.

1.5.1.1. Cartografía. De la totalidad existente se seleccionaron, para ser utilizadas en los relevamientos de campo, mapas planialtimétricos de detalle a escala 1:10000 y 1:20000 que permitieron muy buena definición en la ubicación de las investigaciones.

El mapa geológico final que acompaña este trabajo fue elaborado a escala 1:50000.

1.5.1.2. Levantamientos de Campaña. Las tareas de campo se efectuaron mediante el recorrido y reconocimiento de detalle de la totalidad de la zona que se ubica al sur de la franja de la línea imaginaria que cruza la provincia de Misiones entre las localidades de San Javier, sobre la margen derecha del río Uruguay, y

Corpus en la margen izquierda del río Paraná. El reconocimiento se extendió hasta el límite político con la provincia de Corrientes.

Los vehículos empleados en los reconocimientos fueron una camioneta de doble cabina y doble tracción (Toyota Hylux) y otra tipo blazer (Chevrolet).

En el recorrido de campaña se utilizó en buena medida la red vial asfaltada y de tierra con que cuenta la provincia, además, se incursionó en algunas zonas carentes de caminos y/o huellas de tránsito dificultoso mediante el uso de un vehículo que permitió el ingreso en algunos sitios a “*campo traviesa*”. El trabajo fue propio de los levantamientos geológicos efectuándose anotaciones en libretas de campo del material observado. La ubicación planialtimétrica de cada punto de observación se realizó mediante la utilización de dos GPS., un Garmin eTrex Vista Cx, de buena resolución, y el restante un Geoexplorer 3. Trimble de excelente resolución. Además, todas las observaciones se completaron con tomas fotográficas.

En los sitios considerados de interés se obtuvieron muestras de rocas destinadas a la descripción en gabinete y laboratorio mineralógico.

La síntesis de las intervenciones se muestra en el siguiente cuadro.

| PUNTOS RELEVADOS | MUESTRAS OBTENIDAS | MUESTRAS DE CORTES DELGADOS |
|------------------|--------------------|-----------------------------|
| 122 | 60 | 17 |

1.5.1.2. Información Hidrogeológica.

Durante los meses de mayo y agosto del 2008 se ejecuto un censo de fuentes que abarcó todos los sectores de afloramiento de sedimentitas reconocidas geológicamente utilizando, al igual que en el mapa geológico, cartas planialtimétricas de detalle a escala 1:10000 y 1:20000 que permitieron muy buena definición en la ubicación de las captaciones.

En cada captación se elaboró la correspondiente planilla de censo con los detalles propios de la misma y en algunas se obtuvieron muestras destinadas al laboratorio para la determinación de parámetros hidroquímicos.

Es importante señalar que en buena parte de la zona de trabajo no se han podido relevar captaciones para incorporar al inventario porque se encuentra cubierta por monte natural o simplemente despoblada.

La ubicación planialtimétrica de cada fuente se realizó mediante la utilización de los dos GPS, ya mencionados.

La síntesis de las intervenciones se resume en el siguiente cuadro.

| AREA DE ESTUDIO (Km ²). | FUENTES CENSADAS (Cantidad) | MUETRAS OBTENIDAS (Cantidad) |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| Aproximadamente 650 | 79 | 51 |

Es importante mencionar que en el relevamiento de fuentes estuvo vinculado a la nueva distribución de las areniscas alcanzada en este estudio y por lo tanto en la Vertiente Occidental de la Sierra Central, con una notable superficie de afloramientos de sedimentitas fue en donde se censaron un número mayor de fuentes. Dicha vertiente, como se verá mas adelante, carecía de información tanto geológica como hidrogeológica de detalle.

1.6. PLAN DE TRABAJO EN GABINETE.

1.6.1. Mapa Geológico.

1.6.1.1. Análisis de las Muestras de Rocas. En gabinete se describieron las muestras retiradas del campo. Al primer reconocimiento macroscópico le siguió la obtención de esquirlas de cuttings de todas las muestras y mediante el auxilio de una lupa binocular se procedió a visualizar, con las limitaciones propias del instrumental, los minerales constitutivos.

Finalmente aquellas muestras más representativas que arrojaban mayores incógnitas fueron enviadas a un laboratorio de la Ciudad de Buenos Aires para ser sometidas a cortes petrográficos delgados que permita la identificación de los componentes mineralógicos.

1.6.1.2. Volcado de los Datos de Campo. Finalizada cada campaña de forma casi inmediata se volcó la información, completando el texto de la libreta de campo con la correspondiente toma fotográfica.

Se procesó la información obtenida con el navegador mediante la utilización del software Pathfinder para ser volcada en el programa Arc-view, por medio del cual se logró la cartografía de trabajo.

El mapa final fue confeccionado utilizando la Proyección Mercator Transversal (UTM) y con el elipsoide de referencia WGS-84.

1.6.1.3. Interpretación de los Resultados. La interpretación final y la elaboración del presente trabajo fueron realizadas en permanente consulta con la totalidad del equipo de profesionales que intervinieron.

1.6.2. Hidrogeología e Hidroquímica.

1.6.2.1. Análisis de las Muestras. Las muestras de agua fueron trasladadas al laboratorio para su análisis. Se menciona que dichos análisis se efectuaron en el laboratorio de Efluentes de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, que posee una amplia experiencia en seguimiento de calidad de agua.

1.6.2.2. Volcado de los Datos de Campo. Finalizada cada campaña de forma casi inmediata se volcó la información obtenida.

Se procesó la información obtenida con el navegador mediante la utilización del software Pathfinder para ser volcada en el programa Arc-view, por medio del cual se logro la cartografía de trabajo.

El mapa final fue confeccionado utilizando la Proyección Mercator Transversal (UTM) y con el elipsoide de referencia WGS-84.

1.6.2.3. Interpretación de los Resultados. La interpretación final y la elaboración del presente trabajo fueron realizadas en consulta permanente con la totalidad del equipo de profesionales que intervinieron.

1.7. Prórroga en la Concepción del Informe Final.

Es necesario mencionar que durante la elaboración del presente estudio se ha producido una demora significativa en la presentación de Informe Final cuyo plazo de finalización debió ultimarse el 7 de octubre.

En tal sentido es importante articular de forma explícita algunas consideraciones de fuste respecto de dicho retraso.

Se mencionó que la campaña mediciones magnetotelúricas (MT) y audiomagnetotelúrica (AMT) conformaban un elemento de juicio importante en la

visualización vertical de los estratos subyacentes. Esta tarea tuvo como fecha de finalización a finales del mes de septiembre y el Informe Final estuvo en poder de este equipo consultor los primeros días de octubre. El análisis de dicho material requirió una ronda de consultas por medio telefónico y correo electrónico con el especialista que efectuó las mediciones. Dichas consultas produjeron nuevos gráficos que ayudaron a una mejor comprensión de los alcances de las mediciones geofísicas que finalmente permitieron incorporar los datos logrados a la interpretación final del presente estudio.

Por otra parte un elemento muy importante de la demora en los trabajos de campo lo constituyó *sin ninguna duda* el tamaño y la extensión de los afloramientos de areniscas que excedieron ampliamente las estimaciones originalmente previstas en el plan de trabajo. Esto obligó a extender notablemente los trabajos de campo y consecuentemente los muestreos de rocas y agua que acompañan a la geología.

Las muestras líticas se enviaron a Buenos Aires con algún retraso a medida que avanzaba la prospección de campo. Allí el turno para la confección de los cortes delgados, para su investigación posterior, por parte de los técnicos de la UBA se difirió notablemente.

En tal sentido igual tratamiento recibieron las muestras de agua, aunque los resultados de los análisis se lograron con mayor premura porque se efectuaron en la ciudad de Posadas.

La situación descrita no permitió lograr encuadrar la totalidad del trabajo en los tiempos establecidos, porque además de la necesidad de conformar intelectualmente un modelo que se refleje en el informe, hubo que reprogramar el diseño de toda la cartografía a una nueva situación.

1.8. COMENTARIO FINAL.

Se cree muy importante mencionar que el presente estudio es el segundo en su tipo que se encara bajo la esfera del Gobierno de la Provincia de Misiones en el marco del mencionado DECRETO N° 1575/05.

A través de este instrumento el gobierno de la provincia manifiesta la firme intención, entre otras cosas, de contar con equipo interdisciplinario provincial que permita asumir la responsabilidad de uso sustentable del recurso Acuífero Guaraní subyacente bajo sus límites políticos.

En tal sentido para el presente estudio se ha convocado a un grupo de profesionales residentes en la provincia, con la asistencia de profesionales extra-provinciales para el tratamiento de tareas especiales como el reconocimiento petrográfico de las muestras de roca, conformando un equipo interdisciplinario cuyo objetivo es establecer las bases del conocimiento del recurso, que se afianzará con la información proveniente de la ampliación continua de los estudios y que permitirá consolidar los recursos humanos y materiales para cumplir con los objetivos institucionales.

Finalmente es necesario señalar que existe una diferencia sustancial en el caudal de información en lo que hace a la franja occidental de la sierra central respecto a la franja oriental y la zona de campos. Esto se debe a la presencia de proyectos de envergadura que tienen su eje en aprovechamiento del río Paraná que han disparado una cantidad de estudios de base que ha permitido disponer de una fuente importante de documentación.

EQUIPO DE TRABAJO.

El equipo de trabajo estuvo integrado por las siguientes personas,

- Magíster Lic. Roberto Félix Longarzo.
- Lic. Fenelón Avila.
- Lic. Fernando Crivello.
- Ing. Roberto Balmaceda.
- Dra. Stella Poma.
- Sr. Jorge Schilder.
- Sr. Carlos Verón.
- Sr. Marcelino Ayala.
- Sra. María Gabriela Avila.