FACULTAD POLITÉCNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

PROYECTO

MONITOREO Y SIMULACIÓN DE TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN ZONAS URBANAS DEL ACUÍFERO PATIÑO

ANEXO 2

GUIA METODOLÓGICA PARA EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Primera versión

INTRODUCCIÓN

En el marco del Proyecto MONITOREO Y SIMULACIÓN DE TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN ZONAS URBANAS DEL ACUÍFERO PATIÑO se elabora el presente documento como Guía Metodológica para el muestreo, metodología de análisis y análisis de resultados relativos a Calidad de Agua en las estaciones de muestreo del presente proyecto.

OBJETIVOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUA SUBTERRÁNEA

- Definir metodologías de muestreo y medición armonizadas que aseguren una uniforme y adecuada calidad y representatividad de los resultados.
- Definir metodologías de procedimientos analíticos y control de calidad de los mismos.

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Se recomienda definir una o más estaciones base en sitios no alterados, donde es poco probable encontrar fuentes de contaminación difusas o puntuales. Se la utilizarán para determinar la calidad natural del agua y para proporcionar bases para la comparación con estaciones donde el impacto directo del hombre es significativo.

Se definen los códigos, ubicación de los pozos, dirección, nombre de la estación , coordenadas geográficas y observaciones de las estaciones de monitoreo seleccionadas. En el ANEXO I se encuentra el mapa con las estaciones posibles de monitoreo.

Se recomienda además contar con la mayor cantidad de información posible de los puntos de monitoreo por lo que, a continuación se presenta una ficha descriptiva, que deberá ser llenada por los responsables de muestreo.

FICHA DESCRIPTIVA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Cada punto de monitoreo deberá contar con una ficha descriptiva que contenga como mínimo los siguientes ítems:

Nombre de la estación: .....

Código identificador del punto:.....

Ubicación de la estación:.....

Coordenadas geográficas del punto:.....

Altitud: …… m sobre el nivel del mar.

Nivel del agua subterránea en condiciones estáticas: .....

Vías de acceso al punto: .....

Croquis de localización: .....

Observaciones (actividades cercanas al punto de monitoreo que puedan impactar en la calidad del agua) .....

.....

.....

.....

Tipo de extracción en la estación (pozo perforado, pozo cavado, manantial): .....

Método de extracción del agua subterránea: .....

Nivel del suelo en la estación de muestreo: …….m sobre el nivel del mar.

Profundidad del revestimiento impermeable en el pozo de muestreo: ……m.

Nivel de extracción medio: …….m sobre el nivel del mar.

Velocidad media de extracción: ……..m^3/día.

Método de muestreo (equipo utilizado): .....

.....

Completado por:.....

Fecha: .....

PARÁMETROS A MEDIR

Se medirán los parámetros que se detallan a continuación según las técnicas mencionadas en la Tabla 1, tanto las determinaciones en campo como las determinaciones en el laboratorio. Las muestras serán preservadas y transportadas según especificaciones descritas en la Tabla 2.

Determinaciones en campo:

- Temperatura del agua
- pH
- Conductividad
- Oxígeno disuelto

Será requisito que los equipos a utilizar (pH-metro, oxímetro y conductímetro) sean calibrados y verificados con soluciones de calibración trazables, previa salida a campo.

Parámetros de Laboratorio:

- Alcalinidad Total
- Cloruros
- Nitratos
- Sodio
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Materia orgánica
- Hidrocarburos
- Plomo
- Cobre
- Mercurio
- Arsénico
- Cromo
- Manganeso
- Coliformes fecales

FRECUENCIA Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

[Frecuencia a definir]

Los procedimientos para toma de muestra se deben llevar a consideración de las características individuales de cada unidad que, de forma general se encuentran mencionadas a continuación.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO EN POZOS DOMICILIARIOS

La toma de muestra puede ser realizada en la canilla de salida de agua del reservorio, en la salida del registro de control o directamente del reservorio con ayuda de balde, preferentemente de acero inoxidable y cuerdas estériles.

POZOS FREÁTICOS Y PROFUNDOS EQUIPADOS CON BOMBA

El agua del pozo debe ser bombeada por tiempo suficiente para eliminar el agua estancada de la tubería. La colecta debe ser realizada en una canilla próxima a la salida del pozo o en la entada del reservorio. Si es necesario, la canilla puede ser desinfectada con aplicación de una solución de hipoclorito de sodio 100 mg/L. En este caso, el exceso de hipoclorito de sodio debe ser removido antes de la colecta.

POZOS FREÁTICOS SIN BOMBA

La toma de muestra debe ser realizada con la ayuda de un balde, preferentemente de acero inoxidable y cuerdas estériles que deben ser desembaladas en el momento de la colecta para evitar contaminación.

Utilizar un conjunto para cada punto de muestreo, para evitar la contaminación cruzada de un punto de colecta a otro y, en consecuencia, de la propia muestra (Si esto no es posible, enjuagar el balde con agua destilada y luego, tres veces con el agua del punto a muestrear). Descender el balde hasta que se sumerja evitándose el contacto con las paredes del pozo y de la cuerda con el agua. Luego retirarlo con los mismos cuidados.

En todos los casos, tener en cuenta los siguientes pasos:

- Llenar todos los frascos directamente de la canilla o con el auxilio de equipamientos.
- Para el ensayo microbiológico, remover la tapa del frasco, manteniéndola a una distancia de aproximadamente 10 cm, para evitar contaminación. La colecta para este ensayo debe ser realizada siempre antes de cualquier otro procedimiento y la muestra no puede ser compuesta.
- Llenar el frasco con la muestra hasta aproximadamente ¾ de su volumen, para posibilitar la homogeneización.
- Cerrar inmediatamente el frasco.
- Para los demás ensayos, repetir el primer ítem, hasta que todos los frascos estén con el volumen necesario para los ensayos.
- Preservar las muestras conforme con la Tabla 2. Y acondicionarlas en una conservadora con hielo para su transporte al laboratorio.

Tabla 1. Selección de técnicas analíticas para los parámetros

Parámetros		
Parámetro	**Unidad**	**TÉCNICA ANALÍTICA**
pH	unidades de pH	Standard Methods 4500-H^+ B - pH Value in Water by Potentiometry Using a Standard Hydrogen Electrode - 20 th. Ed.
Conductividad	µS/cm	Standard Methods 2510 -Conductivity Value in Water by Laboratory's Method - 20 th. Ed
Alcalinidad total	mg $CaCO_3$/L	Standard Methods 2320 B. Titration Method - 20 th. Ed.
Cloruro	mg Cl/L	Standard Methods 4500-Cl^- B. Argentometric Method - 20 th. Ed.
Calcio	mg Ca/L	Standard Methods 3500-Ca B. EDTA Titrimetric Method- 20 th. Ed.
Magnesio	mg Mg/L	Standard Methods 3500-Mg B Calculation Method - 20 th. Ed.
Nitrógeno -Nitrato	mg N-NO_3/L	Standard Methods 4500-NO_3^- B Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method - 20 th. Ed.
Materia Orgánica	Mg O_2/L	Método Determinación de la oxidabilidad al permanganato.
Hidrocarburos Tot.	mg Hc/L	Standard Methods 5520 - Oil and Grease - F. Hydrocarbons
Coliformes fecales	NMP/100mL	Standard Methods 9221E Fecal coliform procedure. 9221 C Estimation of Bacterial Density.
Sodio	mg/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry
Potasio	mg/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry
Arsénico total	µg As/L	Standard Methods 3500 C. Método Dietilditiocarbamato de Plata – Ed. 17°
Cobre total	µg Cu/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry
Cromo total	µg Cr/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry
Manganeso total	µg Mn/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry
Mercurio total	µg Hg/L	Standard Methods 3500 – Hg B. Método de absorción atómica de vapor frío – Ed. 17°
Plomo total	µg Pb/L	Standard Methods 3111 Flame attomic Absorption Spectrometry

Tabla 2. Preservación según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21th EDITION)

Parámetro	Refrigeración	Preservante	Envase	Tiempo recomendado de almacenamiento
Alcalinidad	Refrigerar	s/p	P o V x 200 mL	24hs
Cloruro	NR	s/p	P o V – 50 mL	28 días
Coliformes fecales	Refrigerar	s/p	P estéril100 mL	24 hs
Conductividad	A.I., refrigerar	s/p	V – 240 ml	---
Dureza,Ca,Mg	Refrigerar	agregado de HNO_3, H_2SO_4 hasta pH <2	P o V – 100 mL	6 meses
Hidrocarburos totales	Refrigerar	agregado de HCl o H_2SO_4 hasta pH <2	V de boca ancha x 1L	28 días
Metales	Refrigerar	agregado de HNO_3 hasta pH <2	P(A) o V(A) x 1000 ml	6 meses
Nitrógeno de amoniaco	Refrigerar – Analizar tan rápido como se pueda	agregado de H_2SO_4 hasta pH <2	P o V – 500 ml	7 días
Nitrógeno de nitrato	Refrigerar Analizar tan rápido como se pueda	s/p	P o V – 100 ml	2 días
Nitrógeno de nitrito	Refrigerar – Analizar tan rápido como se pueda	s/p	P o V – 100 ml	2 días

Refrigeración
Refrigerar = refrigerar entre 4º y - 2ºC, en oscuridad
A.I. = Analizar inmediatamente, por lo general dentro de los 15 minutos de haber recolectado la muestra
s/p = No requiere

Tipo de Recipiente
P: plásticos como por ejemplo polietileno, PVC, PET, PTFE
V: vidrio
VBS: vidrio borosilicato

Tiempo de preservación
Si no hay indicación es porque, en general, no es importante.
La indicación “1 mes” significa que se preserva sin dificultades

Obs: Para este proyecto se recomienda 1frasco plástico de 2 L (sin preservante), 1 frasco plástico de 1 L (para metales, con adición de 10 mL de HNO_3 al llegar al laboratorio), 1 frasco de vidrio de 1L (para hidrocarburos, y preservar en laboratorio con H_2SO_4) y 1 frasco estéril de 100 mL (para coliformes fecales).

CADENA DE CUSTODIA

El propósito del protocolo de custodia de la muestra es asegurar la trazabilidad en el transporte y posesión de todas las muestras. El técnico asignado es responsable por la totalidad del proceso de la cadena de custodia, pero cada persona que mueve, transporta o analiza las muestras es responsable por el mantenimiento de la integridad del proceso.

El técnico asignado es responsable por la preparación de los envases de muestra adecuadamente limpios y preservados (en el caso que corresponda). El volumen de los envases y el tipo estarán de acuerdo a lo recomendado por las técnicas analíticas. También se encargará del acondicionamiento de los envases adecuados, preparación de blancos de traslado, preservantes, formularios para la cadena de custodia, conservadoras y material refrigerante.

La persona encargada del muestreo es responsable de la *Cadena de Custodia* y completa las *etiquetas* de los envases de muestra con la siguiente información:

Código Estación
Hora y fecha del muestreo
Denominación de la muestras
Identificación del responsable de la toma de muestra
Preservante

El responsable de muestreo también debe completar una *Planilla de la Cadena de Custodia* de la cual se puede encontrar un ejemplo en el **Anexo II**, pero se podrá usar cualquier planilla que contenga al menos la siguiente información:

Código Estación

Coordenadas geográficas

Hora y fecha del muestreo

Condiciones atmosféricas del día de la colecta de muestra

Parámetros organolépticos

Denominación de la muestras

Valores obtenidos en los parámetros que se analizan “in situ” junto con los datos del equipo utilizado para la determinación de los parámetros (marca, modelo, Nº de serie o patrimonio)

Identificación del responsable de la toma de muestra

Identificación de los responsables de la recepción de la muestra

Observaciones (si las hubiera)

La *Planilla de Cadena de Custodia* se realizará por duplicado, de manera que el original quede en poder del responsable de toma de muestra y el duplicado en poder de quien realice el traslado de la muestra al laboratorio. El encargado del traslado completará la *Planilla de Traslado,* un ejemplo de esta planilla se encuentra en el **Anexo II**, también en dos copias.

El duplicado quedará en poder de la institución responsable de los análisis. Dicha Institución deberá completar la *Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis* por duplicado, quedando una copia en poder del responsable del traslado.

Inmediatamente después de recibidas, si no fueron preservadas en campo deben serlo y almacenadas o sometidas al procedimiento de análisis de acuerdo a la metodología aprobada.

A los efectos de mantener un control de calidad en todo el programa de muestreo, además de cumplir con los procedimientos estándar, se sugiere presentar blancos para constatar posible contaminación durante el

proceso de muestreo. De esta manera se podrán detectar errores sistemáticos o casuales que se produzcan desde el momento en que se toma la muestra hasta el análisis. Se tomará una serie de blancos cada diez muestras. En síntesis el control de calidad de las operaciones de muestreo constará de los siguientes elementos.

Blancos de frasco: recipiente que antes de realizar el muestreo, será llenado con agua ultrapura, preservado de igual forma que las muestras de campo y enviado para su análisis como "blanco de frasco". Se detecta así cualquier contaminación del envase.

Blancos de muestreador: Agua proveniente del último enjuague del muestrador.

Blancos de campo: Se deben preparar "blancos de campo" llenando los recipientes de muestras con agua ultrapura en el lugar de muestreo y agregando el preservador correspondiente. Los frascos son cerrados herméticamente y transportados luego al laboratorio de igual forma que las muestras de agua.

Bibliografía consultada:

GEMS WATER OPERATIONAL GUIDE. 1993. - http://www.gemswater.org/

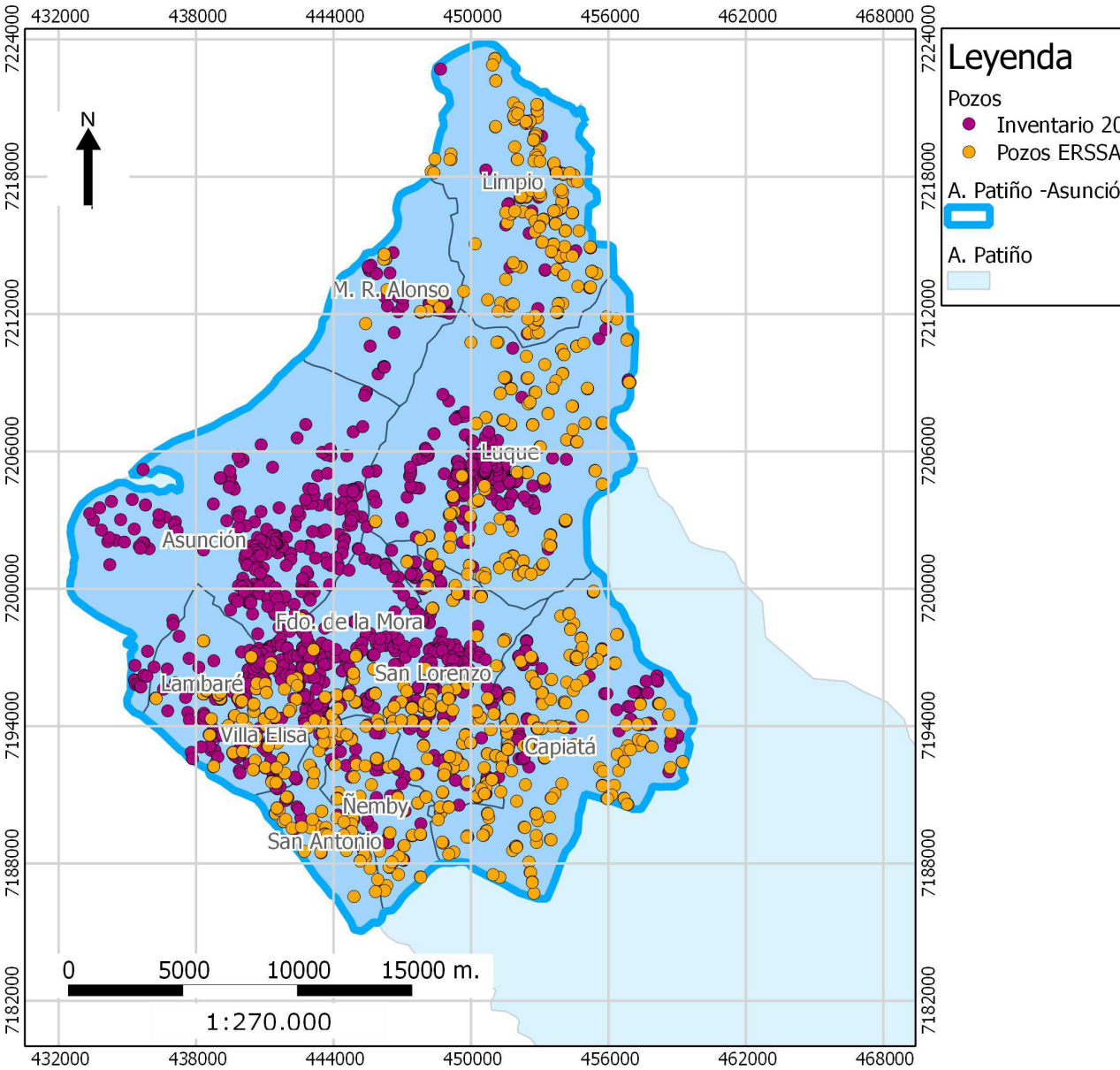
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA, AWWA, WPCF http://www.standardmethods.org/

Secretaría del ambiente. Resolución N° 222. Padrón de calidad de agua en Paraguay. http://www.seam.gov.py/images/stories/seam/resoluciones/resolucion_222_02.pdf

Guía nacional de coleta e preservação de amostras: agua, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Compañía Ambiental del Estado de Sao Paulo (CETESB): Carlos Jesús Brandao et al. Agencia Nacional del Agua (ANA) Brasilia, Brasil - 2011.

ANEXO I
MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Mapa de Pozos de Asunción y Gran Asunción



ANEXO II
PLANILLAS DE MUESTREO

CADENA DE CUSTODIA
Planilla de campo

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Original - Queda en poder del responsable de toma de muestra

Responsable de la toma de muestra:

Fecha: / /
Hora:

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*HORA*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*pH* *(unidades de pH)*	*OD* *(mg/l O_2)/*	*Conduct* *(µS/cm)*	*Temp* *(°C)*	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

OBSERVACIONES:

EQUIPOS DE CAMPO:

ENTREGA	*RECEPCION*
Nombre: *Firma:* *Fecha:* *Hora:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:*

CADENA DE CUSTODIA
Planilla de campo

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Duplicado - Queda en poder del responsable de traslado de muestra

Responsable de la toma de muestra:

Fecha: / /
Hora:

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*HORA*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*pH* *(unidades de pH)*	*OD* *(mg/l O_2)/*	*Conduct* *(µS/cm)*	*Temp* *(°C)*	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

OBSERVACIONES:

EQUIPOS DE CAMPO:

ENTREGA	*RECEPCION*
Nombre: *Firma:* *Fecha:* *Hora:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:*

CADENA DE CUSTODIA
Planilla de traslado

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Original - Queda en poder del responsable del traslado de muestra

Responsable de la toma de muestra y entrega para su traslado:

Responsable del traslado de la muestra:

Fecha
/ /

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*HORA INICIO DEL TRASLADO*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*PRESERVANTE*	*TIPO DE RECIPIENTE*	*DESTINO*
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

OBSERVACIONES:

ENTREGA	*RECEPCION*
Nombre: *Firma:* *Fecha:* *Hora:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:*

CADENA DE CUSTODIA
Planilla de traslado

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Duplicado - Queda en poder de la institución responsable del análisis de las muestras

Responsable de la toma de muestra y entrega para su traslado:

Responsable del traslado de la muestra:

Fecha
/ /

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*HORA INICIO DEL TRASLADO*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*PRESERVANTE*	*TIPO DE RECIPIENTE*	*DESTINO*
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

OBSERVACIONES:

ENTREGA	*RECEPCION*
Nombre: *Firma:* *Fecha:* *Hora:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:*

CADENA DE CUSTODIA

Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Original - Queda en poder del laboratorio responsable del análisis de muestra

Solicitante del análisis:	*Fecha* / /

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*FECHA Y HORA TOMA DE MUESTRA*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*PARÁMETROS A ANALIZAR*	*MATRIZ*	*CONCENTRACION ESTIMADA*
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

OBSERVACIONES:

ENTREGA		*RECEPCION*
Nombre: *Fecha:* *Hora:*	*Firma:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:* *Fecha:*

CADENA DE CUSTODIA

Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis

Monitoreo y simulación de transporte de contaminantes
en zonas urbanas del Acuífero Patiño

Duplicado - Queda en poder del responsable de traslado de muestra

Solicitante del análisis:	*Fecha* / /

ITEM	*CODIGO ESTACION*	*FECHA Y HORA TOMA DE MUESTRA*	*DENOMINACION DE LA MUESTRA*	*PARÁMETROS A ANALIZAR*	*MATRIZ*	*CONCENTRACION ESTIMADA*
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

OBSERVACIONES:

ENTREGA		*RECEPCION*
Nombre: *Fecha:* *Hora:*	*Firma:*	*Institución:* *Nombre:* *Firma:* *Fecha:*