

Preliminary Characterization of MTBE in Deep Wells of the Aquifer Patiño, Metropolitan Region of Asuncion, Paraguay

J.F. Facetti^{1,*}, F. Carvallo¹, C.M. Gómez², L.R. León¹, R. Núñez¹, C. Núñez¹, C. Bernal¹, J. Ojeda¹, H S. Leguizamon³ (1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, (2) Université Pierre et Marie Curie, París – Francia, (3) Analítica S.A. Laboratorios
*JFacetti@ing.una.py

EMEC18 Conference
Oporto 2017



TALK OVERVIEW



- Project rationale
- Objectives and goals
- Materials & methods
- Results and discussion
- Future work & conclusions

Where is Paraguay?





PROJECT RATIONAL

- Anthropogenic activity has enhanced the inputs of contaminants: HCH and **oxigenates** as MTBE and by-products to the soil and aquifers, causing widespread pollution.
- Presence of MTBE affects potability characteristics of water.
- Aquifer plays a key role for storage of freshwater for human supply and are affected by emerging pollutants generating a public health issue.
- **Oxigenants** in fuel and tanks containment regulations play a key role in the state of the aquifers.
- Particular physical & chemical conditions at the Patiño Aquifer: **estructura sedimentaria**, over-use (extraction) and increased salinity in important areas.



PROJECT RATIONAL

- In 2012: MTBE in gasoline presented concentrations near 18%
- After a Parliamentary debate new regulation was passed in 2014 considering the risk posed by MTBE (up to 2%).
- Uncontrolled proliferation of gasoline stations in the **Metro area** of Asuncion has a fundamental importance in vulnerability of the aquifer Patiño.

Project rational

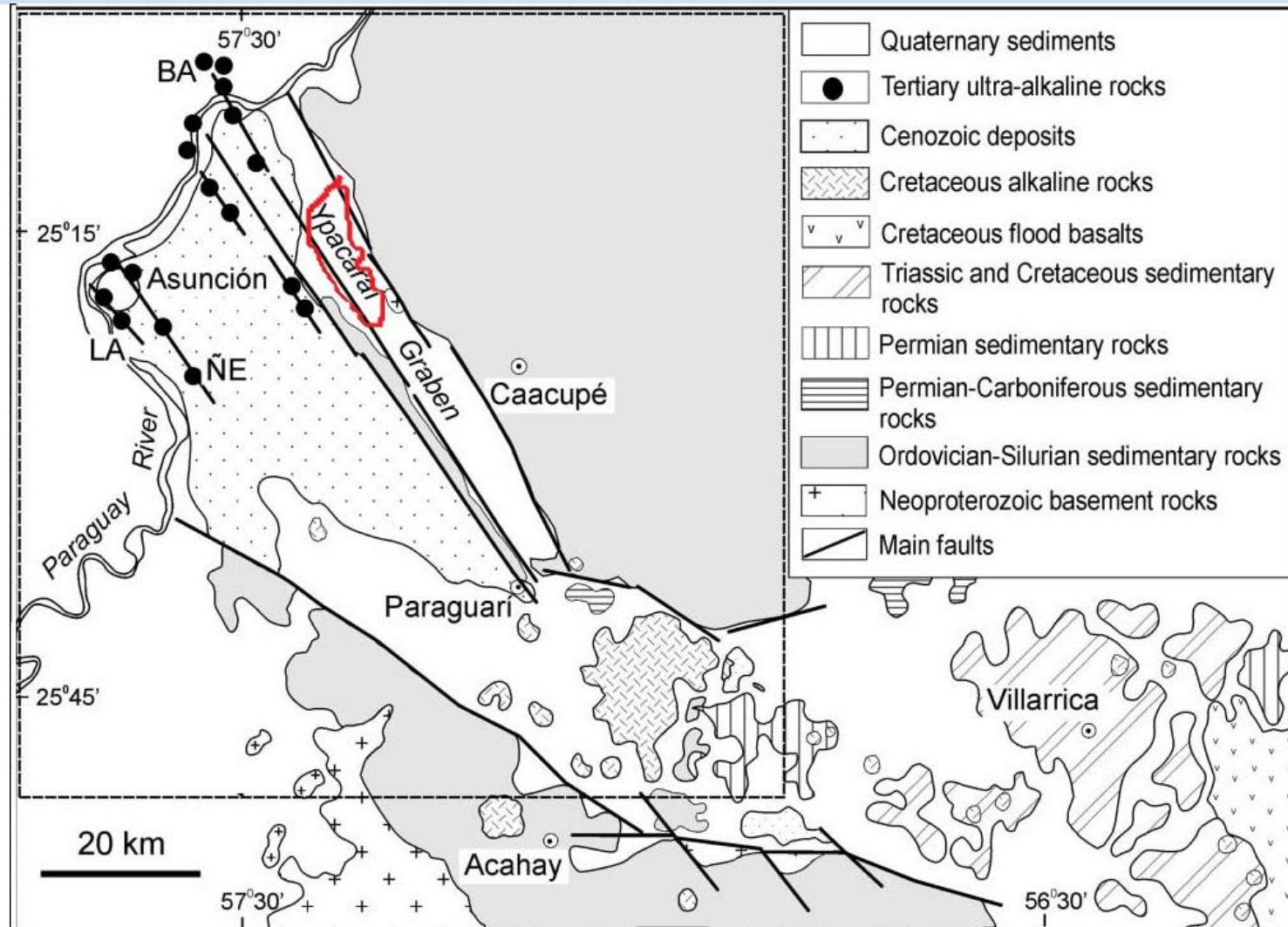
- Seasonal changes (climate change, **droughness**, and over explotation rates) can govern the concentration of MTBE in waters affected by those conditions.
- In Paraguay, recent debate in the Parliament on the recurrent water quality degradation and remediation measures has centered on the iconic Aquifer Patiño.
- Groundwater Framework Regulation (ERSSAN/2002)

WHY THE AQUIFER PATINO?

- It is a vital resource for 2.000.000 people.
- 20 years ago sat for dozens of industries with water as a raw material (now moving to other aquifers of Paraguay).
- Is a quaternary sedimentary aquifer.
- Very limited studies during the last 10 years, none on MTBE or emergent contaminants
- Uncertain if other parameters are relevant for restoration



Why The Aquifer Patino?



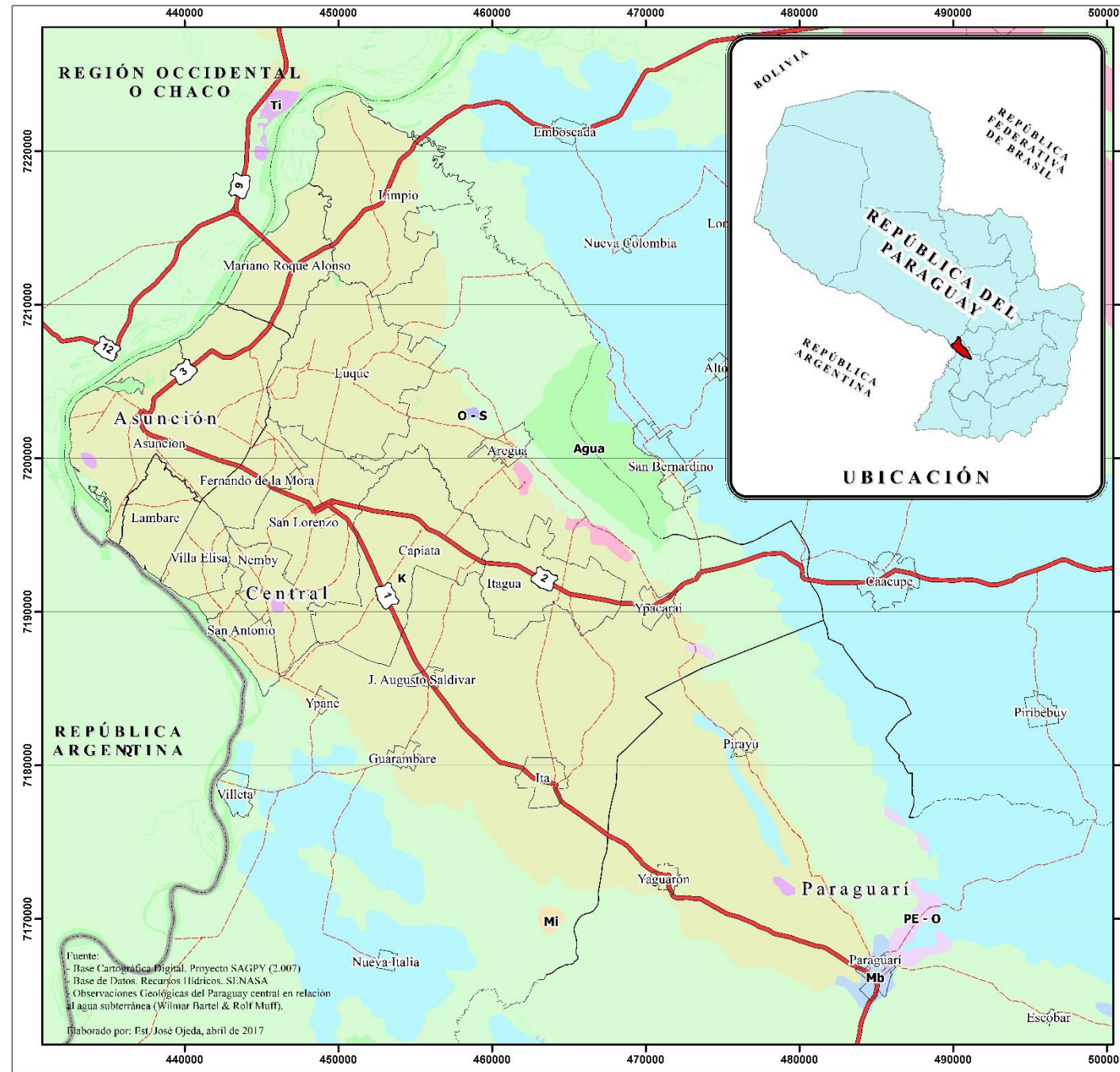
Location of the Ypacarai Graben and esquematic associated geology (After Riccomini, 2001). Abreviations BA: Benjamin Aceval; NE: Nemby, LA: Lambare

DESCRIPTION

Medium-Large size: (area 1,173 km²)

Deep 100 to 600 m.

The median volume extracted every year is about 36Mm³



Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).

Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

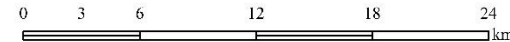
Proyecto 14-INV- 284.

“Determinación del Metil Ter BuftilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño. Departamento Central – Paraguay”

Mapa de Ubicación
de Zona de estudio



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
Elipsoide de Referencia: WGS-84
Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
Meridiano Central: 57° W
Origen de Latitud: Ecuador
Falso Este: 500.000
Falso Norte: 10.000.000
Factor de Escala: 0,999600

Legenda

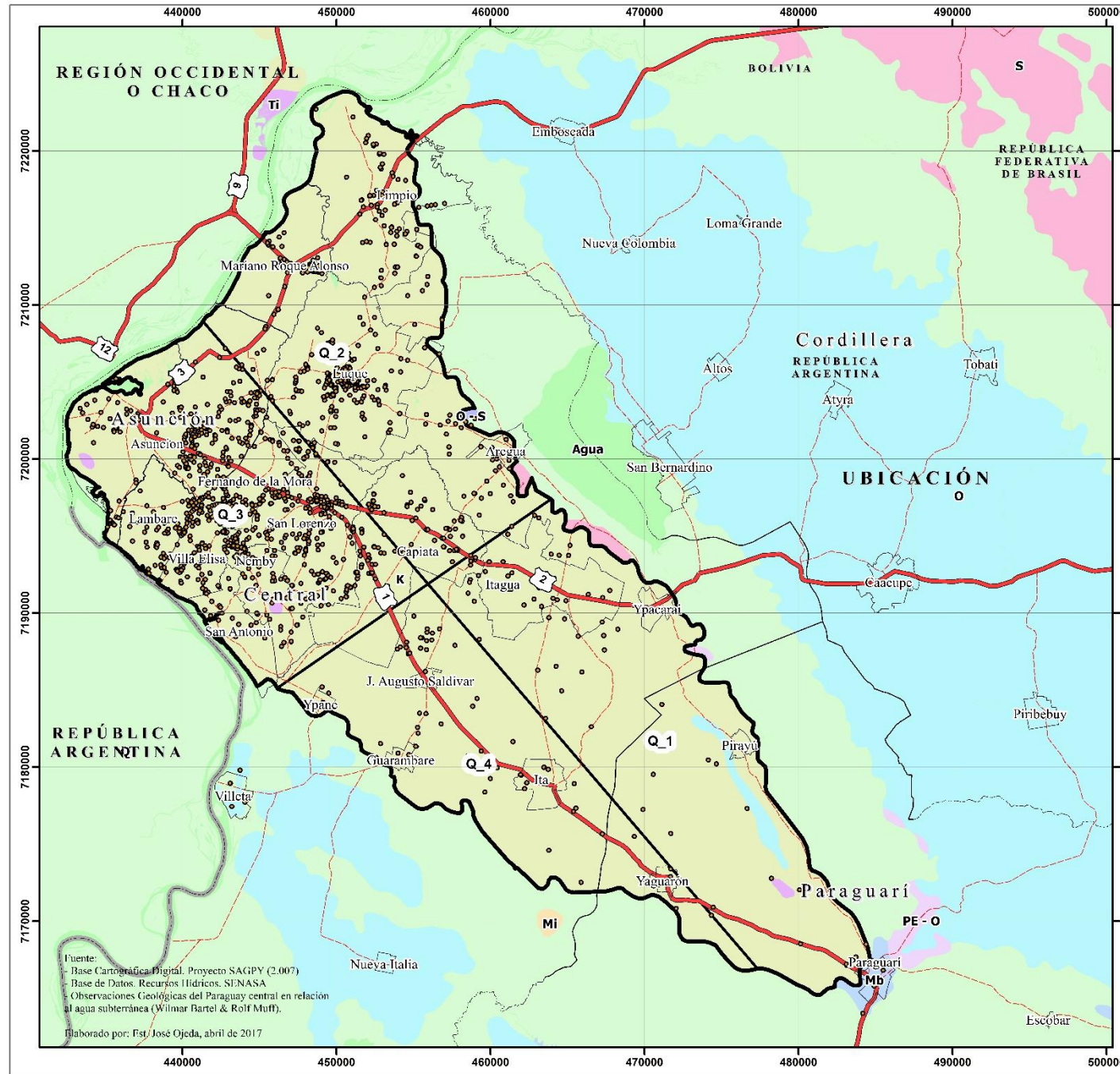
Q	Cuaternario
Ti	Vulcanitas/Terciario Inf.
K	Cretácico/Gr Asunción
Mb	Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
MI	Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
S	Silurico
O	Ordovícico/Gr Caacupé
O - S	Ordovícico - Silúrico
PE - O	Precámbrico Ordovícico Inferior
---	Vías secundarias
—	Ruta Nacional
□	Casco Urbano

Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).

Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

The aquifer Pressures

About 700 wells
 #400 deep wells
 (80-180 m)
 and surface wells
 (4-20m) sealed in
 1990-2000).



Fuente:
 - Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
 - Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
 - Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
 Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

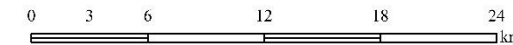


Proyecto 14-INV- 284.
 "Determinación del Metil Ter ButilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño, Departamento Central - Paraguay"

Mapa de Ubicación de Pozos



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
 Elipsoide de Referencia: WGS-84
 Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
 Meridiano Central: 57° W
 Origen de Latitud: Ecuador
 Falso Este: 500.000
 Falso Norte: 10.000.000
 Factor de Escala: 0,999600

Legenda

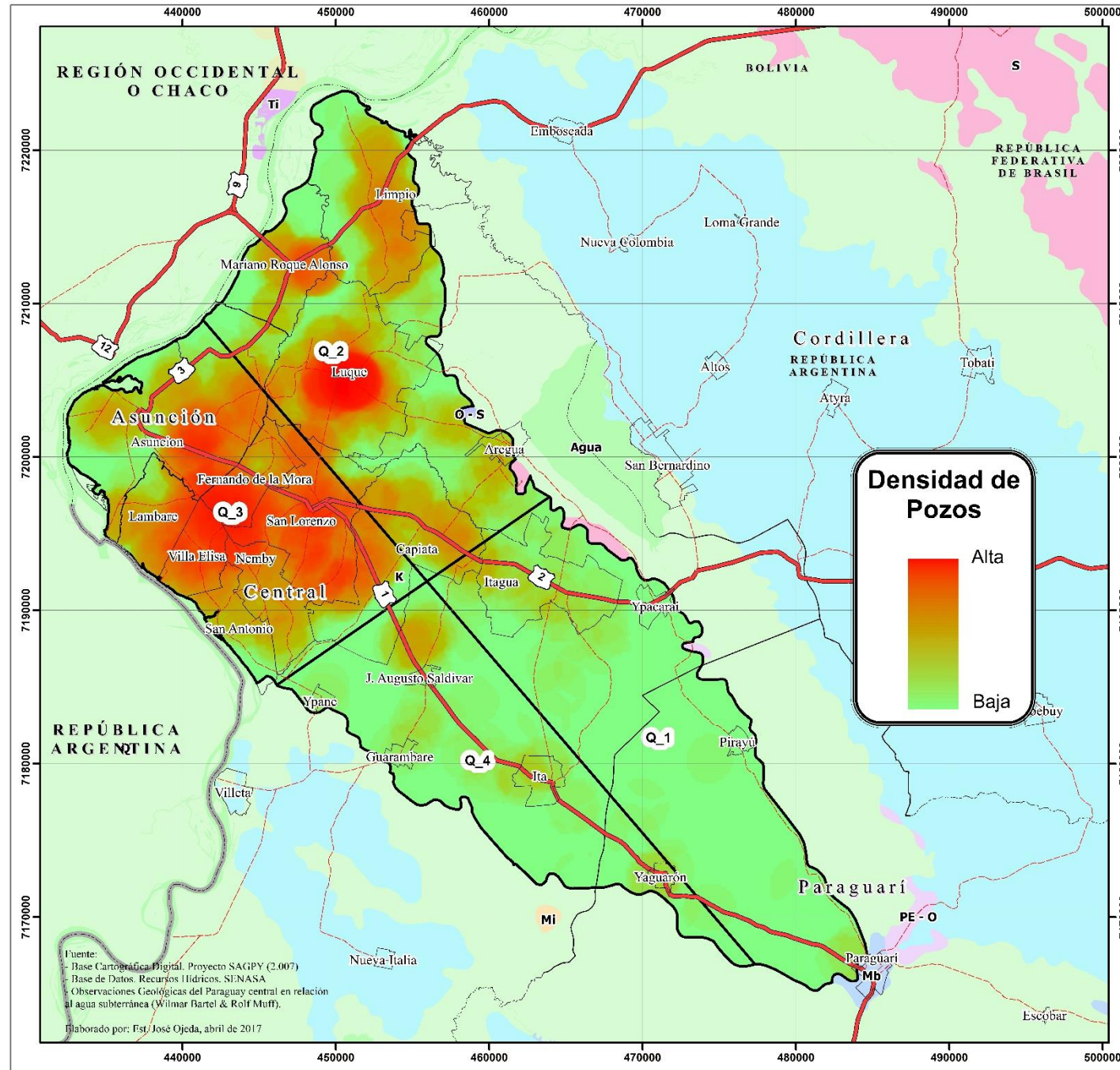
- Q Cuaternario
- Ti Vulcanitas/Terciario Inf.
- K Cretácico/Gr Asunción
- Mb Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
- Mi Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
- S Silurico
- O Ordivícico/Gr Caacupé
- O - S Ordivícico - Silúrico
- PE - O Precámbrico Ordivícico Inferior
- Pozos
- Vías secundarias
- Ruta Nacional
- Casco Urbano
- Cuadrante

Fuente:
 - Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
 - Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
 - Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
 Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

The aquifer Pressures

About 700 wells

Density of wells

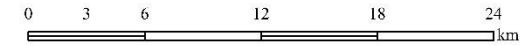


Proyecto 14-INV- 284.
"Determinación del Metil Ter ButilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño, Departamento Central - Paraguay"

Mapa de Densidad De Pozos



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
Elipsoide de Referencia: WGS-84
Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
Meridiano Central: 57° W
Origen de Latitud: Ecuador
Falso Este: 500.000
Falso Norte: 10.000.000
Factor de Escala: 0,999600

Legenda

- Q Cuaternario
 - Ti Vulcanitas/Terciario Inf.
 - K Cretácico/Gr Asunción
 - Mb Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
 - Mi Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
 - S Silurico
 - O Ordovícico/Gr Caacupé
 - O - S Ordovícico - Silurico
 - PE - O Precámbrico Ordovícico Inferior
- Vías secundarias
 - Ruta Nacional
 - Casco Urbano
 - Cuadrante

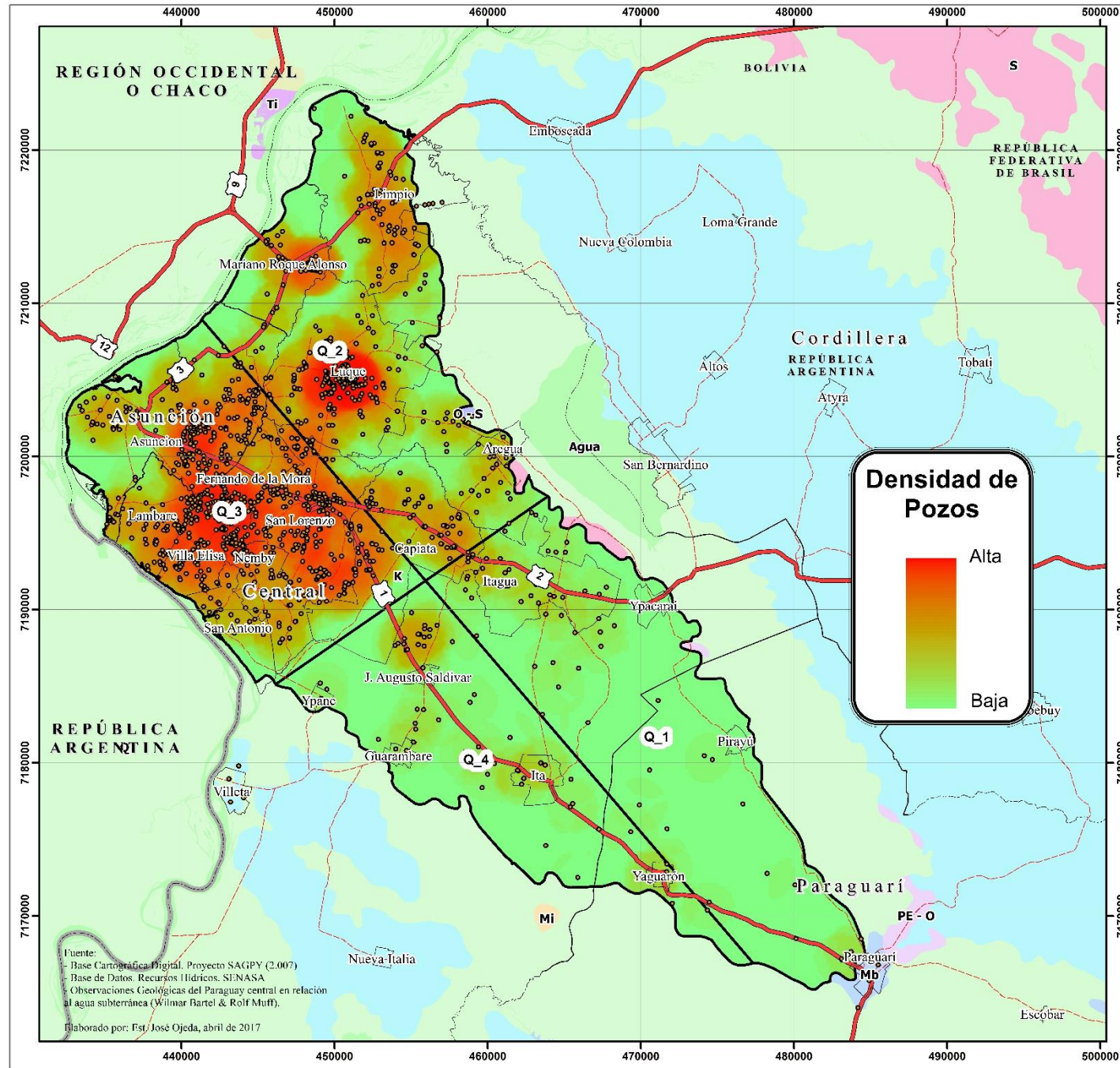
Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).

Elaborado por: Fst. José Ojeda, abril de 2017



The aquifer Pressures

Density of wells



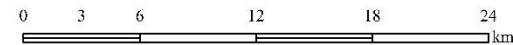
Fuente:
 - Base Cartográfica Digital. Proyecto SAGPY (2.007)
 - Base de Datos. Recursos Hídricos. SENASA
 - Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
 Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

Proyecto 14-INV- 284.
 "Determinación del Metil Ter ButilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño. Departamento Central - Paraguay"

Mapa de Densidad De Pozos



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
 Elipsoide de Referencia: WGS-84
 Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
 Meridiano Central: 57° W
 Origen de Latitud: Ecuador
 Falso Este: 500.000
 Falso Norte: 10.000.000
 Factor de Escala: 0,999600

Legenda

- Q Cuaternario
- Ti Vulcanitas/Terciario Inf.
- K Cretácico/Gr Asunción
- Mb Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
- Mi Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
- S Silúrico
- O Ordovícico/Gr Caacupé
- O - S Ordovícico - Silúrico
- PE - O Precámbrico Ordovícico Inferior
- Pozos
- Vías secundarias
- Ruta Nacional
- Casco Urbano
- Cuadrante

Fuente:
 - Base Cartográfica Digital. Proyecto SAGPY (2.007)
 - Base de Datos. Recursos Hídricos. SENASA
 - Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
 Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

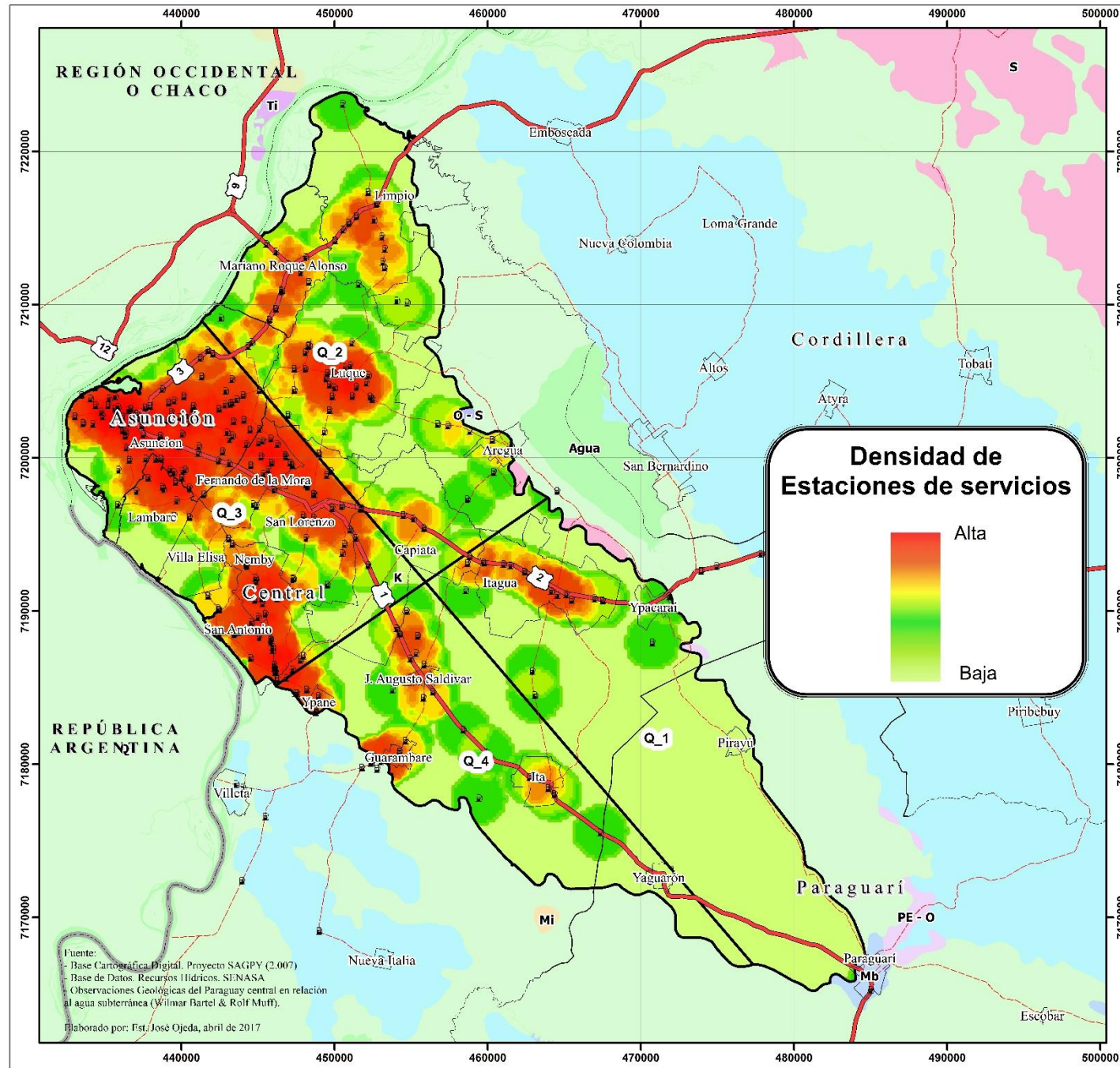


The aquifer Pressures

About 500 gasoline stations

Mostly placed near deep and surface wells

Characteristics of facilities



Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

Proyecto 14-INV- 284.
"Determinación del Metil Ter ButilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patiño, Departamento Central - Paraguay"

Mapa de Densidad De Estaciones de Servicio Sobre el Acuífero Patiño



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
Elipsoide de Referencia: WGS-84
Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
Meridiano Central: 57° W
Origen de Latitud: Ecuador
Falso Este: 500.000
Falso Norte: 10.000.000
Factor de Escala: 0,999600

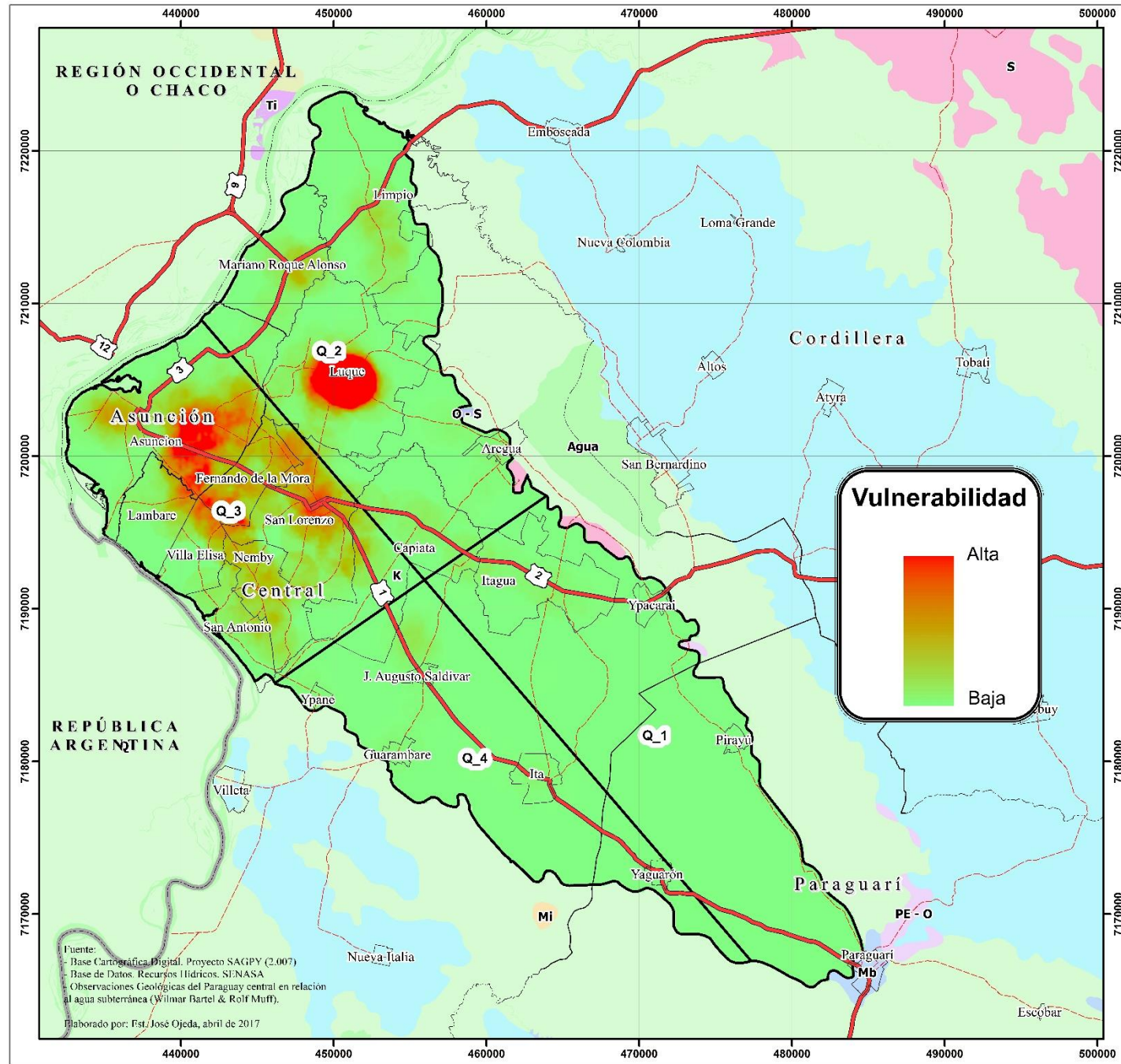
Legenda

- Q Cuaternario
- Ti Vulcanitas/Terciario Inf.
- K Cretácico/Gr Asunción
- Mb Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
- Mi Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
- S Silúrico
- O Ordovícico/Gr Caacupé
- O - S Ordovícico - Silúrico
- PE - O Precámbrico Ordovícico Inferior
- Est. de Servicios
- Vias secundarias
- Ruta Nacional
- Casco Urbano
- Cuadrante

Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017

The aquifer Pressures

Density of wells
vs density of
gasoline stations =
Vulnerability hot
spots



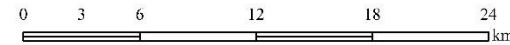
Proyecto 14-INV- 284.

"Determinación del Metil Ter ButilEter (MTBE) como agente contaminante en el Acuífero Patíño. Departamento Central - Paraguay"

Mapa de Vulnerabilidad MTBE en el Acuífero Patíño



1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
Elipsoide de Referencia: WGS-84
Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
Meridiano Central: 57° W
Origen de Latitud: Ecuador
Falso Este: 500.000
Falso Norte: 10.000.000
Factor de Escala: 0,999600

Legenda

- Q Cuaternario
- Ti Vulcanitas/Terciario Inf.
- K Cretácico/Gr Asunción
- Mb Derrames Basálticos Jurásico Medio - Cretácico
- Mi Derrames Basálticos Jurásico Medio- Cretácico
- S Silurico
- O Ordovícico/Gr Caacupé
- O - S Ordovícico - Silurico
- PE - O Precámbrico Ordovícico Inferior

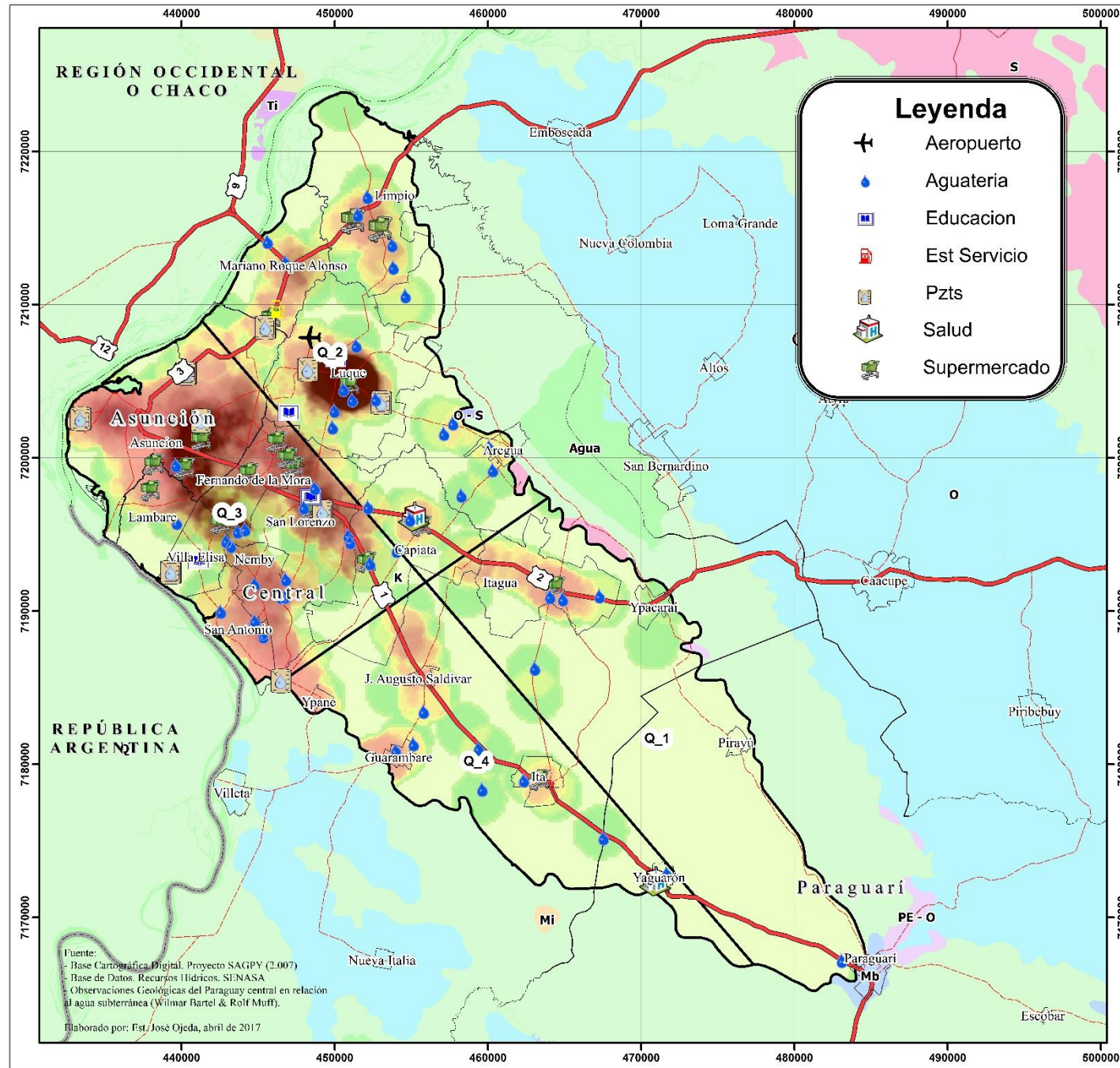
Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).

Elaborado por: Fst. José Ojeda, abril de 2017



The aquifer Pressures

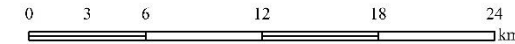
Density of wells
vs density of
gasoline stations =
Vulnerability hot
spots



Mapa de Vulnerabilidad MTBE en el Acuífero Patiño

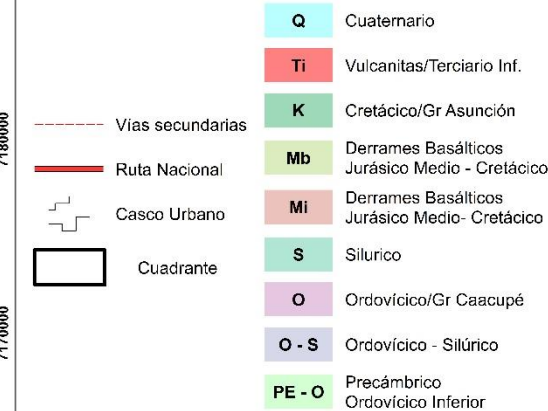


1:250000



Proyección: Universal Transversa Mercator
Elipsoide de Referencia: WGS-84
Cuadrícula: 10.000 m; Zona 21
Meridiano Central: 57° W
Origen de Latitud: Ecuador
Falso Este: 500.000
Falso Norte: 10.000.000
Factor de Escala: 0,999600

Legenda



Fuente:
- Base Cartográfica Digital, Proyecto SAGPY (2.007)
- Base de Datos, Recursos Hídricos, SENASA
- Observaciones Geológicas del Paraguay central en relación al agua subterránea (Wilmar Bartel & Rolf Muff).
Elaborado por: Est. José Ojeda, abril de 2017



OBJECTIVE AND GOALS

- Understand the evolution and trends of the MTBE and bi-products in the Aquifer under the effect of dry and wet seasons.
- Identify key factors that influence the recovery of the water quality of this aquifer.
- Provide with accurate information to the community on the water quality (other parameters were analyzed) of their supplier.
- Recommend measures & policies to improve water management in Metro Area.



MATERIAL AND METHODS

2 sampling campaigns (one in wet and other in dry season), 90 wells - filters water uptake btw 70 to 150 m.

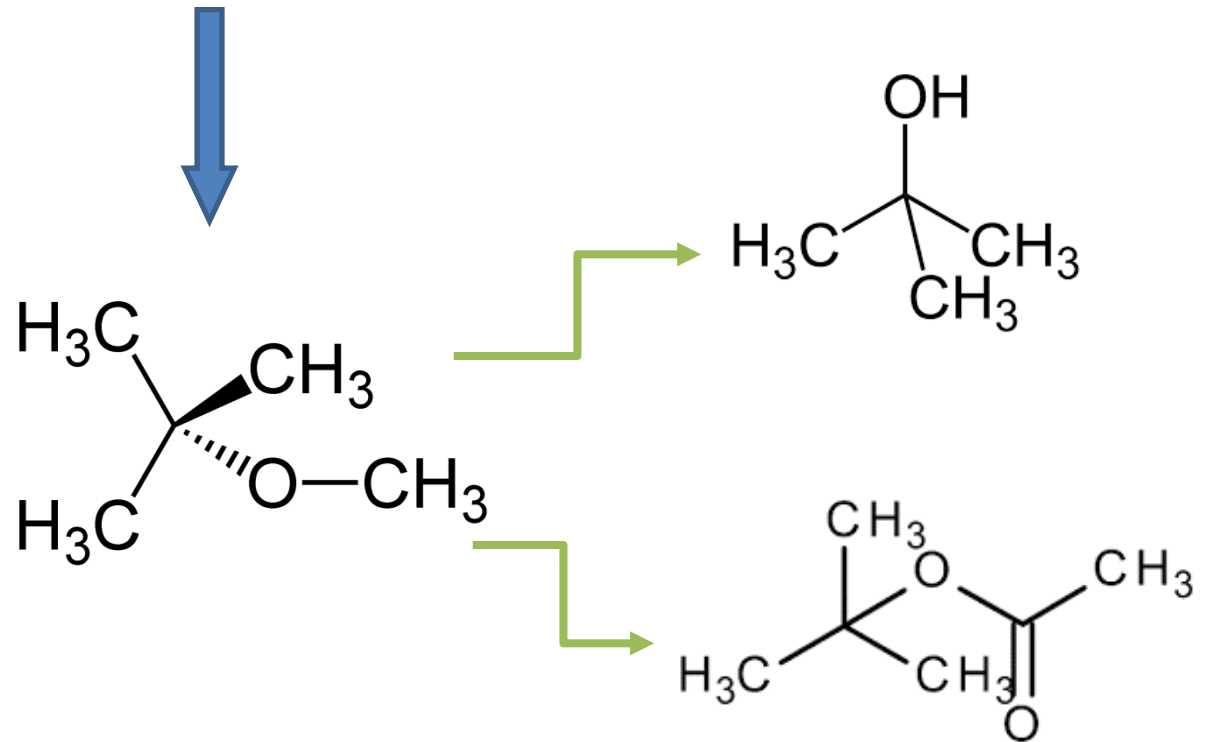


MATERIAL AND METHODS

Analysis by solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS).

Validation of this method was performed with the fiber temperature between 21 to 25°C.

Lower Detection Limits obtained were 0.009 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ for MTBE; 0.029 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ for TBA and 0.010 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ for TBF.

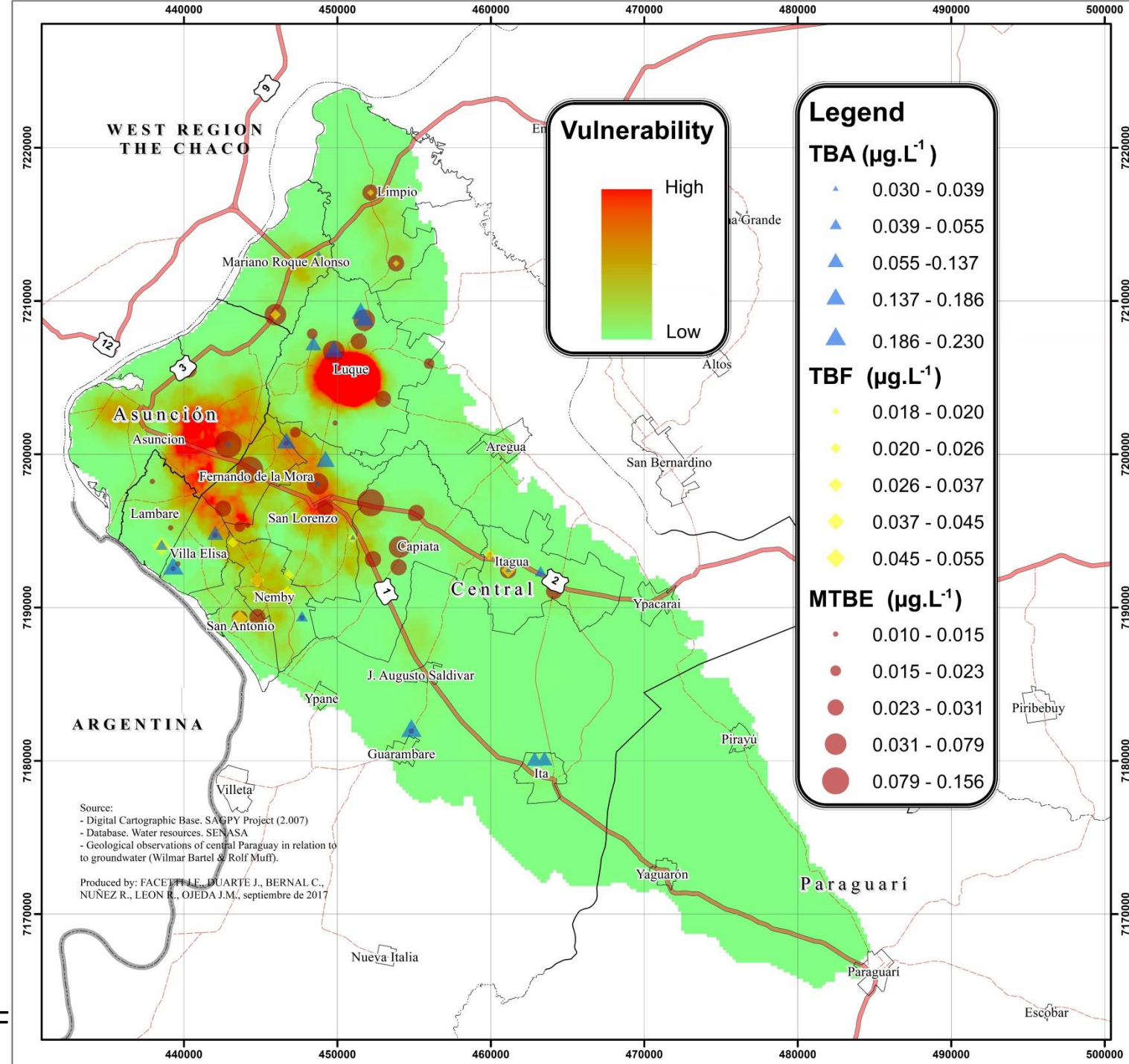


Preliminary findings & results

Data: June July-2017

1. From 90 Wells MTBE was detected in 44%; TBA in 21%; and TBF in 13%. of the monitored wells.

2. Average and maximum concentration of MTBE ($0.033 \mu\text{g.L}^{-1}$ and $0.156 \mu\text{g.L}^{-1}$), are lower than the values found in other countries [!].



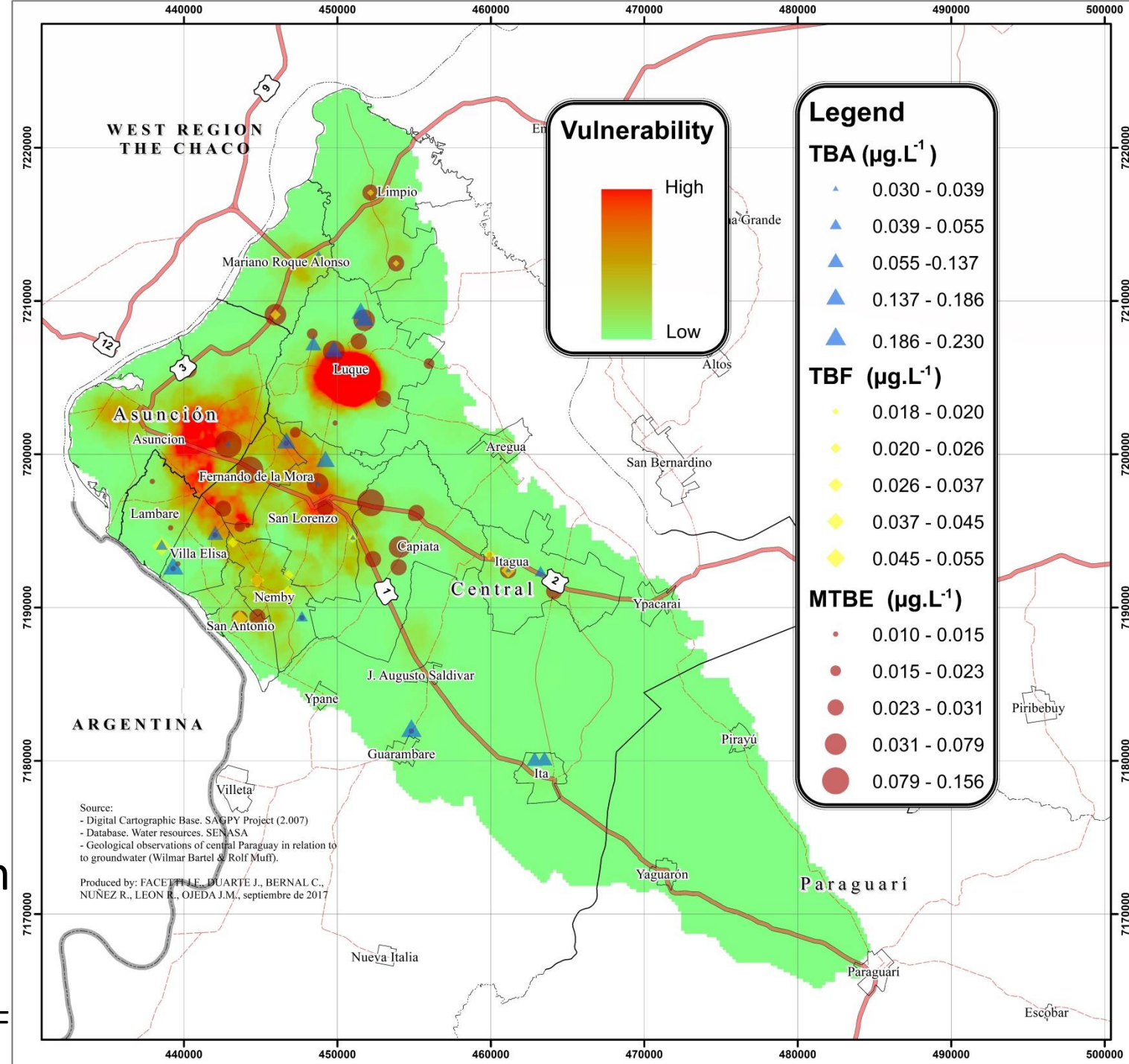
Preliminary findings & results

Data: June July-2017

3. Considering that 52% of all sampling points with presence of MTBE are close to gas stations, it can be inferred that the presence of MTBE is related to the spills of gasoline or unsealed tanks.

These results are consistent with other authors (Rosell, Lacorte & Barcelo) who report that detection of MBTE in groundwater might be strongly associated with population density, use of MTBE in gasoline, and recharge rate of the aquifer.

Facetti J.F



RECOMENDATIONS

- The article praise for a better enforcement on laws and regulations regarding disposal of HCH
- Design of monitoring wells in gasoline stations
- Improve regulation for accessing monitoring wells
- Further research should also include monitoring of near surface water (shallow wells).



Thank you for
your attention