



Universidad Nacional del Comahue
Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud
Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo



“Análisis comparativo entre los años 2006 y 2017 de Campos
Electromagnéticos generados por líneas de Alta Tensión en la
Ciudad de Neuquén”

Eugenia Maria Diana Sotoⁱ, Ing. Gustavo Ludueñaⁱⁱ, Ing. Elizondo Angelⁱⁱⁱ

Año: 2019

Tesis para obtener el título de Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo

ⁱ Tesista | DNI 30.129.623 | Legajo 78462 | eugenia.diana@gmail.com

ⁱⁱ Director de tesis | DNI 28.621.314 | Legajo 5729 | gustavomartin19@yahoo.com.ar

ⁱⁱⁱ Co-Director de Tesis | DNI 14747036 | Legajo 20698 | aeelizondo@hotmail.com

Fecha Aprobación del Plan de Tesis: 20/11/2019

Fecha Finalización de Trabajo Final: 24/01/2020



Agradecimiento

A mi marido Néstor que me acompaña y apoya en todo lo que emprendo día a día y siempre me enseña a valorar lo positivo de la vida.

A mis tutores Gustavo y Angel por su generosidad, confianza y respeto, en todo momento.

A Claudia y Elena que sin conocerme me brindaron su confianza y asesoramiento en los mapas. Nos quemamos el bocho para representar de la mejor manera posible los datos.

A mis amores perrunos Uma y Terry por alegría y amor incondicional.



Resumen

El presente estudio tiene por objeto realizar un análisis comparativo entre los años 2006 y 2017 de los campos electromagnéticos generados por líneas de Alta Tensión (132 kV), con especial foco en áreas pobladas de la Ciudad de Neuquén. A tal fin, se realizará un mapa georeferenciado de Radiaciones No Ionizantes, obtenido de las mediciones de campo electromagnético, en relación a la exposición poblacional (no así ocupacional) y evaluar su cumplimiento con la normativa vigente.

A fines de realizar la investigación se analizará, la información aportada por Distrocuyo en la campaña de medición de Líneas de Alta Tensión (50 Hz) en la Ciudad de Neuquén y el trabajo de tesis realizado en 2006, por el Lic. Martín Islas.

La presente investigación permitió concluir que, las mediciones de CEM resultaron ser de un promedio de 0,44 kV/m para el campo eléctrico y de 1,91 μ T para el campo magnético. Por lo tanto, no representan un riesgo de exposición poblacional, según nuestra legislación vigente. En el caso de las líneas de alta tensión, ninguna medición supera los valores máximos exigidos por la legislación Argentina, de 3 kV/m para el campo eléctrico y 25 μ T para el campo magnético en el borde de la franja de servidumbre de la línea de 132 kV.

Durante el relevamiento de campo y comparando las locaciones del año 2006 y 2017, se observa un avance significativo de la población, lo que evidencia falta de planificación urbana, debido a la evolución de construcciones. En especial, cercanos e incluso debajo de la LAT.

Palabras claves: Campos electromagnéticos, 132 kV, exposición a radiaciones, seguridad pública.



Abstract

The present study purpose to carry out a comparative analysis between the years 2006 and 2017 of electromagnetic fields generated by high-voltage lines (132 kV), with a special focus in populated areas of Neuquén City. To this end, there will be a georeferenced map of non-ionizing radiation, obtained from measurements of electromagnetic field, in relation to the exposure of the population (not so) and occupational assess their compliance with the regulations.

For the research will be analyzed, information provided by distrocuyo in the measurement campaign of High Voltage Lines (50 Hz) in Neuquén City and the thesis carried out in 2006, by graduate Martin Isla.

This research led him to conclude that the measurements of CEM proved to be an average of 0.44 kV/m for the electric field and 1.91 μ T for the magnetic field. Therefore, do not represent a risk of exposure of the population, according to our legislation.

During the field research and the comparison of the locations of the years 2006 and 2017, there was an important advance of the population, due to the lack of urban planning, due to the evolution of the buildings. In particular, below the LAT.

Keywords: Electromagnetic field, 132 kV, exposure to radiation, public safety.



INDICE DE CONTENIDOS

Agradecimiento	2
Resumen.....	3
Abstract	4
Glosario.....	9
Abreviaturas y Acrónimos	10
Introducción	12
Objetivos	14
Objetivos Generales.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Campos Electromagnéticos CEM.....	15
Radiaciones No Ionizantes	18
Líneas de Transporte y Distribución de la Energía Eléctrica.....	19
Sistema Eléctrico Argentino.....	21
Generación	21
Transporte	23
Distribución.....	25
Líneas de Transporte en Alta Tensión de la Ciudad de Neuquén Capital	27
Sistema de Transporte de Energía Eléctrica por Distribución Troncal de la Región del Comahue.....	28
Efectos sobre la salud humana de CEM de baja frecuencia.....	28
Impactos Socio-ambientales.....	31
Regulaciones Internacionales	33
Estándares de la Comisión Internacional de Protección contra radiaciones no ionizantes, ICNIRP	33
Legislación de otros países	34
Regulaciones Nacionales.....	35
Constitución Nacional Argentina	35
Ley N°25675 Ley General del Ambiente	37
Ley N°19587 Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo.....	38
Ley N°24.065 Régimen de la Energía Eléctrica	39
Ley N° 19552 de Servidumbre Administrativa de Electroducto.	39
Decreto N°351/79, Capítulo10, Artículo 63 “Radiaciones no ionizantes”	39



Resolución N°295/03 Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Especificaciones técnicas sobre ergonomía y levantamiento manual de cargas, y sobre radiaciones	41
Resolución SE N°77/98 Ampliación de Condiciones y Requerimientos fijados en el Manual de Gestión Ambiental del Sistema de transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión.....	43
Resolución ENRE N° 1.724/98, Instrucciones para la medición de campo eléctrico y magnético en sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica.....	46
Resolución SE N° 15/1992 Manual de Gestión Ambiental del Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión.....	47
Especificación Técnica T-80 de Agua y Energía Eléctrica, Reglamentación sobre servidumbre de Electroducto.....	49
Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de Media Tensión y Alta Tensión AEA 95301, año 2007.....	52
Regulaciones Provinciales.....	53
Ley N°1.243 Servidumbre Administrativa de Electroducto	53
Ley N°2473.....	53
Ley N°2075 Marco Regulatorio Provincial.....	53
Ley N°1875 (T.O. Ley 2267) - Régimen de Preservación, Conservación y Mejoramiento del Ambiente	54
Regulaciones Municipales	54
Ordenanza N° 4118 zona de Reserva de Electroducto	54
Ordenanza N° 10009/04.....	55
Metodología de Trabajo.....	56
Normas aplicable a la medición	56
Cálculo de Franja de Servidumbre	58
Mediciones y Análisis comparativo.....	60
Mediciones en Línea de Alta Tensión de 132 kV	60
Línea Alto Valle - Cinco Saltos.....	77
Mediciones en Línea 132 kV Línea Alto Valle – Colonia Valentina.....	81
Mediciones en Línea 132 kV Línea Colonia Valentina– Arroyito.....	84
Bibliografía.....	96
Anexos	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Espectro Electromagnético _____	17
Figura 2 Límites de exposición para campo eléctrico (a) y campo magnético (b) ____	19
Figura 3 Esquema componentes de un tendido eléctrico _____	19
Figura 4 Distancias de seguridad según disposición coplanar vertical y triangular __	21
Figura 5 Escenarios Energéticos 2030 _____	22
Figura 6 Generación total neta nacional vinculada al SADI ³ . Año 2016 _____	22
Figura 7 Mapa Sistema Argentino de Transporte en Alta Tensión. _____	26
Figura 8 Mapa de LAT de la Ciudad del Neuquén _____	28
Figura 9 Niveles de referencia establecidos por la ICRNP _____	33
Figura 10 Elementos clasificados por la IARC 2001 _____	34
Figura 11 Tabla 1 T-80 Distancia Horizontal mínima de Seguridad, d _____	50
Figura 12 Esquema de aplicación a líneas horizontales y triangulares _____	50
Figura 13 Esquema de aplicación a líneas verticales _____	51
Figura 14 Tabla 2 T-80 Franjas Adyacentes para zona rural _____	51
Figura 15 Esquema de la metodología de medición, para una línea horizontal ____	58
Figura 16 Posicionamiento para la medición de CEM, Piquetes 14 y 15 _____	63
Figura 17 Esquema de medición. Distancia entre piquetes _____	64
Figura 18 Esquema posicionamiento para la medición. Piquetes 46-47 _____	79

INDICE DE GRÁFICAS

Tabla 1 Efectos de la corriente _____	29
Tabla 2 Valores eficaces admisibles rms _____	29
Tabla 3 Referencia ICNIRP _____	29
Tabla 4 Comparativas de los CEM con otros países _____	30
Tabla 5 Categorización IARC _____	34
Tabla 6 Valor límite de CEM sobre partes del cuerpo humano _____	41
Tabla 7 Medición de Campos Eléctrico y Magnético, Años 2006 y 2017 _____	87

INDICE DE MAPAS

Mapa 1 Medición de Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 2 Año: 2017 ____	61
Mapa 2 Medición de Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 2 Año: 2017 ____	62
Mapa 3 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 4 Año: 2006 _____	65
Mapa 4 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 4 Año: 2006 _____	66
Mapa 5 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 3 Año: 2006 _____	67
Mapa 6 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 3 Año: 2006 _____	68
Mapa 7 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 1 Año: 2006 _____	69
Mapa 8 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 1 Año: 2006 _____	70
Mapa 9 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 7 Año: 2006 _____	71
Mapa 10 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 7 Año: 2006 _____	72



Mapa 11 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 8 Año: 2017 _____	73
Mapa 12 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 8 Año: 2017 _____	74
Mapa 13 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 5 Año: 2017 _____	75
Mapa 14 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 5 Año: 2017 _____	76
Mapa 15 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 6 Año: 2017 _____	78
Mapa 16 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 6 Año: 2017 _____	78
Mapa 17 Campo Eléctrico LAT 132kV Neuquén Capital Años: 2006 y 2017 _____	92
Mapa 18 Campo Magnético LAT 132kV Neuquén Capital Años: 2006 y 2017 _____	93

INDICE FOTOGRÁFICO

Fotografía 1 Campaña de medición de CEM 2017. Piquetes 46-47.	79
Fotografía 2 Campaña de Medición de CEM 2017 Piquetes 47	80
Fotografía 3 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquetes 69-70	82
Fotografía 4 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquete 69	82
Fotografía 5 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquetes 72-73.	84
Fotografía 6 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquetes 73.	85



Universidad Nacional del Comahue
Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud
Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo



Glosario

Arc Gis: Sistema Cartográfico Georreferenciado.



Abreviaturas y Acrónimos

RNI	Radiación No Ionizante
CEM	Campos Electromagnéticos
CEM-FEB	Campos Eléctricos y Magnéticos de Frecuencia Extremadamente Baja
CM (B)	Campo Magnético
CE (E)	Campo Eléctrico
CNA	Constitución Nacional Argentina
LAT	Línea de Alta Tensión
LEAT	Líneas de Extra Alta Tensión
STAT	Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión
ST	Sistema Troncal
ENRE	Ente Regulador de la Energía Eléctrica
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
Transener	Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión
EPEN	Ente Provincial de Energía del Neuquén
IARC	Agencia Internacional de Investigación del Cáncer
ICNIRP	Comisión Internacional para la protección frente a la Radiación No Ionizante
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
AEA	Asociación Electrotécnica Argentina
IRPA	Asociación Internacional de Protección de los efectos de las Radiaciones
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
OMS	Organización Mundial de la Salud



SADI	Sistema Argentino de Interconexión
SE	Secretaría de Energía
UNComahue	Universidad Nacional del Comahue
FACIAS	Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud
ARR	Arroyito
AV	Alto Valle
CC	Colonia Centenario
CV	Colonia Valentina
kV	Kilovatios
Hz	Hercios
kHz	kilohertz
A	Ampere
V	Volts
m	metros
T	Tesla
μ T	microtesla
G	Gaus

Introducción

Los Sistemas de Transporte y Distribución de Energía Eléctrica tienen como objetivo transmitir energía en grandes cantidades y eficientemente, desde las plantas de generación hasta los lugares de consumo.

Los circuitos de transporte, en la actualidad están diseñados para operar en distintas tensiones, según las necesidades. En nuestro país, las líneas de alta tensión son de 500 kV, decreciendo luego a 220 kV, 132 kV, 66 kV, 33 kV y 13,2 kV.

En el Transporte y Distribución de Energía Eléctrica se prefieren las líneas aéreas, por razones económicas (la relación de costo entre el tendido aéreo y el subterráneo es de 4 a 5 en campo abierto, y de 8 a 10 en zonas urbanas).

En proximidades de estas Líneas se producen una serie de Fenómenos que alteran el ambiente y tienen efectos sobre el entorno que es preciso prevenir y reducir.

Los más visibles, afectan al paisaje (visual) y a los terrenos ocupados y exigen la utilización de materiales, equipos de instalación y métodos de trabajo especialmente diseñados para ellos. Otros están relacionados con la seguridad e implican medidas para evitar descargas eléctricas y electrocuciones. Otros, finalmente son menos perceptibles y están despertando una atención especial en los últimos años: los **campos electromagnéticos**. También considerados como Radiaciones No Ionizantes, RNI.

Con respecto a la controversia actual de saber si los campos electromagnéticos tienen efectos negativos sobre los seres vivos, no será tema de investigación en el presente estudio.

El presente estudio tiene por objeto realizar un análisis comparativo entre los años 2006 y 2017 de los campos electromagnéticos generados por líneas de Alta Tensión (132 kV), con especial foco en áreas pobladas de la Ciudad de Neuquén. A tal fin, se realizará un mapa georeferenciado de Radiaciones No Ionizantes, obtenido de las mediciones de campo electromagnético, en relación a la exposición poblacional y evaluar su cumplimiento, según el marco legal vigente.

Es importante demarcar que el alcance del presente estudio no se refiere a la exposición de Campos Electromagnéticos de tipo ocupacional.

A fines de realizar la investigación se analizará a nivel local, la información aportada por Distrocuyo en la campaña de medición de Líneas de Alta Tensión (50 Hz) en la Ciudad de Neuquén y el trabajo de tesis realizado en 2006, por Martín Ignacio Islas para obtener el título de Licenciado en Saneamiento y Protección Ambiental, denominado *“Situación de las líneas de alta tensión en la ciudad de neuquen”*.



A nivel mundial, se complementará la investigación con el estudio del Lic. Pedro Belmonte de la Universidad de Murcia, España, denominado *“Los Impactos Ambientales de las líneas e infraestructuras eléctricas”* Año 2010.

Respecto a la relevancia, la importancia del estudio radica en dos temas, uno es la influencia de los campos electromagnéticos de las líneas de alta tensión respecto al crecimiento demográfico, y analizar si se cumplen los valores de exposición poblacional máximos para las edificaciones existentes. Otro tema de importancia es la generación de un mapa digital con los niveles de campo electromagnético en la ciudad, lo que permitiría realizar una mejor planificación en materia urbanística.

La presente investigación aportará conocimiento y bases técnico-legales de factibilidad para el desarrollo de nuevos y existentes proyectos habitacionales o de recreación, en la Ciudad de Neuquén.

La Tesis está organizada por los siguientes capítulos:

En el **Capítulo I** se revisa el marco teórico y los conceptos básicos de los campos electromagnéticos, sus impactos y el funcionamiento del Sistema de Eléctrico Argentino, nacional y local

En el **Capítulo II** se presenta y analiza el marco normativo y legal existente en argentina y el de otros países, comparándolos para lograr un encuadre en el contexto mundial y local

En el **Capítulo III** se analiza los métodos de medición de los campos electromagnéticos, el instrumental, sus características y la manera de medir de acuerdo a las normativas Nacionales vigentes

En el **Capítulo IV** se muestran los resultados y se analiza de forma comparativa entre los años 2006 y 2017 de los campos electromagnéticos generados por líneas de Alta Tensión de 132Kv, en la Ciudad de Neuquén, con especial foco en zonas habitadas y, se examinan los resultados de las mediciones con los límites de exposición poblacional, establecidos por Resolución SE 77/1998.

En el **Capítulo V** se realizan las conclusiones.

El **Anexo I** presenta los mapas georreferenciados de CEM 2006 y 2017, en la Ciudad de Neuquén.

En **Anexo II** contiene instructivo de georreferenciación de CEM en Arc Gis.



Objetivos

Objetivos Generales

Realizar un análisis comparativo entre los años 2006 y 2017 de los campos electromagnéticos generados por líneas de Alta Tensión de 132 kV, en la Ciudad de Neuquén, con especial foco en zonas habitadas. A fines de conocer el estado de situación, crecimiento y expansión de infraestructura del Sistemas de Transporte y Distribución de Energía Eléctrica en relación con los valores de campos electromagnéticos de frecuencia industrial, alrededor de las instalaciones existentes y la comunidad.

Objetivos Específicos

- Analizar RNI de campos electromagnéticos generados por líneas de alta tensión (50 Hz), en relación a la exposición poblacional de la Ciudad de Neuquén
- Elaborar un mapa georreferenciado de las mediciones de campo electromagnético, generados por líneas de alta tensión (50 Hz), en relación a la exposición poblacional de la Ciudad de Neuquén
- Caracterizar los niveles de campo electromagnético generados en ambientes de la ciudad y evaluar si cumplen o no, límites señalados a nivel nacional
- Examinar los resultados de las mediciones de campo electromagnético con los límites de exposición poblacional, establecidos por Resolución SE 77/1998

Capítulo I Marco Teórico y Antecedentes

Campos Electromagnéticos CEM

Genéricamente se denomina “campos electromagnéticos” o “CEM” a una combinación de campos eléctricos (CE) y campos magnéticos (CM) a la que todos estamos expuestos en nuestra vida diaria y en forma constante.

Algunos CEM se originan en la naturaleza (en otras palabras, son de origen natural) y otros son producidos por la actividad del hombre (origen antrópico). Entre las fuentes naturales, se destacan el campo estático de la Tierra, los rayos gamma provenientes del espacio, los rayos infrarrojos y ultravioletas que emite el Sol (no olvidemos que la propia luz visible es una radiación electromagnética).

Entre los ejemplos de fuentes de origen antrópico, figuran los sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico, el cableado domiciliario de baja tensión, las líneas de alta tensión, las ondas de radiofrecuencias utilizadas en telefonía celular, radio, televisión, los sistemas antirrobo, la Internet inalámbrica, los electrodomésticos, los detectores de metales, los radares, los sistemas de comando a distancia, las comunicaciones vía satélite, los rayos ultravioletas generados en las camas solares y los rayos X.

Todos los elementos que utilizan energía eléctrica o imanes (como los auriculares) son fuentes generadoras de CEM. Sobre la base de la longitud y la frecuencia de sus ondas, se subdividen en varios tipos (por eso se puede hablar de un espectro electromagnético).

Los posibles efectos biológicos en los organismos están determinados por la cantidad de energía que transportan y por su frecuencia de oscilación que se mide en Hertz (1Hz = un ciclo u onda por segundo). Considerando la energía y frecuencia de las ondas electromagnéticas, estas radiaciones pueden dividirse en dos grandes grupos: ionizantes y no ionizantes.

Las radiaciones ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético de frecuencias superiores a 10¹⁶ Hz (que equivale a 10.000.000.000.000.000 Hz o diez mil billones de Hertz). Estas radiaciones contienen energía suficiente para alterar y/o romper las uniones atómicas, e incluso dañar el ADN de las células. Dentro de esta clase de radiaciones se encuentran los rayos X (como los producidos por los equipos radiológicos) y los rayos gamma, emitidos por materiales radioactivos. Por otra parte, las radiaciones no ionizantes poseen frecuencias de oscilación

menores y, por su baja energía, son incapaces de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. En cambio, sí pueden ceder energía suficiente para producir efectos térmicos (o calentamiento) a intensidades altas (esta propiedad es utilizada por los hornos a microondas). Las radiaciones no ionizantes intensas también pueden provocar la inducción de corrientes eléctricas en los tejidos. En este caso influyen en el funcionamiento de las células sensibles como las musculares o las nerviosas. Por debajo de 1 kHz (1 kilohertz = 1000 ciclos por segundo), las ondas no pueden desplazarse por el espacio a diferencia, por ejemplo, de las ondas de radio. Sus efectos quedan entonces circunscriptos a una distancia relativamente pequeña desde la fuente que las genera, conformando “campos electromagnéticos de inducción” o “campos cercanos”. Los CEM generados por las instalaciones eléctricas se corresponden con este tipo de campos. Debido a su frecuencia (50 o 60 Hz), están incluidos en el espectro de Radiaciones No Ionizantes y se los considera de frecuencia extremadamente baja (FEB).

Las siglas CEM-FEB (Campos Eléctricos y Magnéticos de Frecuencia Extremadamente Baja) se corresponden en inglés con las siglas EMF-ELF (ElectroMagnetic Fields, Extremely Low Frequency). La siguiente figura presenta el espectro electromagnético, las distintas fuentes y sus bioefectos. La escala central (valores entre 0 Hz y 1022 Hz) indica el rango de frecuencias del espectro electromagnético. Sobre la izquierda se detallan algunas fuentes típicas para distintas frecuencias y sobre la derecha los efectos biológicos agrupados, según se trate de radiaciones no ionizantes (frecuencias entre 0 Hz y 1015 Hz) o radiaciones ionizantes (frecuencias superiores a 1015 Hz). Ver Fig. 1 espectro de longitudes de ondas

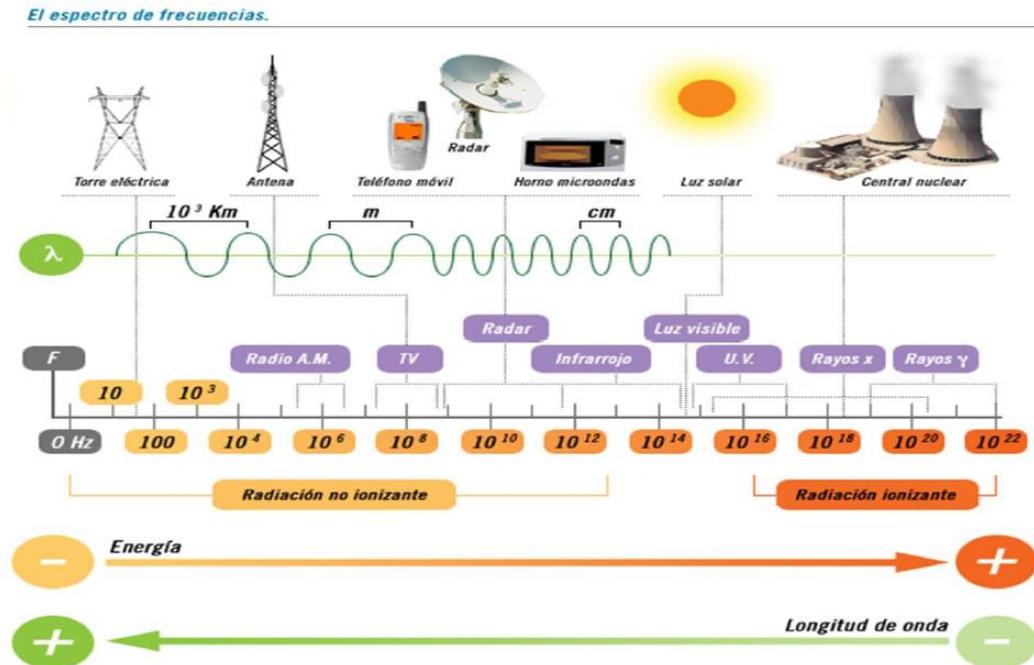


Figura 1 Espectro Electromagnético¹

Los campos generados por imanes o por equipos de corriente continua como los trenes y subterráneos (frecuencia = 0 Hz) producen campos estáticos. El CM Terrestre es un campo estático que varía entre 25 μ T en el ecuador a 67 μ T en los polos. El CE puede variar entre los 125 V/m de un día de buen tiempo, hasta los 20.000 V/m en días de tormenta eléctrica.

Cuando estamos en el entorno de frecuencias muy bajas (inferiores a 1 kHz) como los CEM-FEB, los Campos Eléctricos (CE) y Campos Magnéticos (CM) actúan en forma independiente. Por eso se miden por separado.

El campo eléctrico (CE) se genera por la presencia de cargas eléctricas. Disminuye rápidamente cuando aumenta la distancia respecto de la fuente y resulta apantallado (atenuado) por la presencia de otros materiales como techos, paredes o incluso la piel. Son muy pocos los materiales que no producen efecto de apantallamiento sobre este tipo de campo. Por el simple hecho de estar conectado a la red eléctrica, cualquier equipo genera un CE.

El CE es proporcional a la tensión. Se expresa en Voltios por metro (V/m) o bien kilovoltios por metro (kV/m), siendo 1 kV = 1.000 V.

El campo Magnético (CM) se origina por el movimiento de las cargas eléctricas. Por lo tanto, se relaciona con intensidad de la corriente eléctrica que circula.

¹ Fuente: <http://jdleong.blogcindario.com/2010/01/index.html>

Un equipo conectado a la red eléctrica únicamente genera un CM cuando está funcionando, ya que es allí donde existe un flujo de corriente eléctrica a través suyo. Este campo disminuye rápidamente al aumentar la distancia desde la fuente que lo genera, y sólo es posible apantallarlo (atenuarlo) con materiales específicos o modificando la configuración de la instalación.

El CM se mide en amperios por metro (A/m), aunque es más habitual utilizar la unidad de densidad de flujo “Teslas” (T) o los submúltiplos “militesla” (mT), “microtesla” (μ T), siendo:

$$1\text{T} = 1.000 \text{ mT}$$

$$1\text{T} = 1.000.000 \mu\text{T}.$$

Otra unidad de medida del CM es el Gauss (G), o el submúltiplo miligauss (mG)

$$1\text{G} = 1.000 \text{ mG}$$

La relación entre mG y μ T es de 10 a 1, por lo tanto: $10 \text{ mG} = 1 \mu\text{T}$.

Radiaciones No Ionizantes

Las Radiaciones No Ionizantes (RNI) son las radiaciones electromagnéticas que no tienen la energía suficiente para ionizar la materia y por lo tanto no pueden afectar el estado natural de los tejidos vivos. Constituyen, en general, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es demasiado débil para romper enlaces atómicos; entre ellas cabe citar la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, los campos de radiofrecuencias y microondas, y los campos de frecuencias extremadamente bajas.

La radiación no ionizante es la longitud de onda superior a 100 nm. aproximadamente, cuya energía es demasiado baja para ionizar la materia.

Las pautas dadas por la Comisión Internacional sobre Protección a las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) están dadas para dos tipos de exposición: ocupacional y poblacional. La exposición ocupacional consiste en la ocasionada, bajo condiciones conocidas, sobre adultos que han sido entrenados que conocen bien el riesgo potencial y que saben tomar las precauciones apropiadas. En contraste, la exposición poblacional o del público general es la ocasionada de manera continua sobre grupos de individuos de todas las edades y estados de salud que, en la mayoría de los casos, no tienen conocimiento de su exposición a los campos eléctricos y magnéticos. Estas consideraciones llevan a la adopción de valores más estrictos para el público general que para el sector ocupacional.

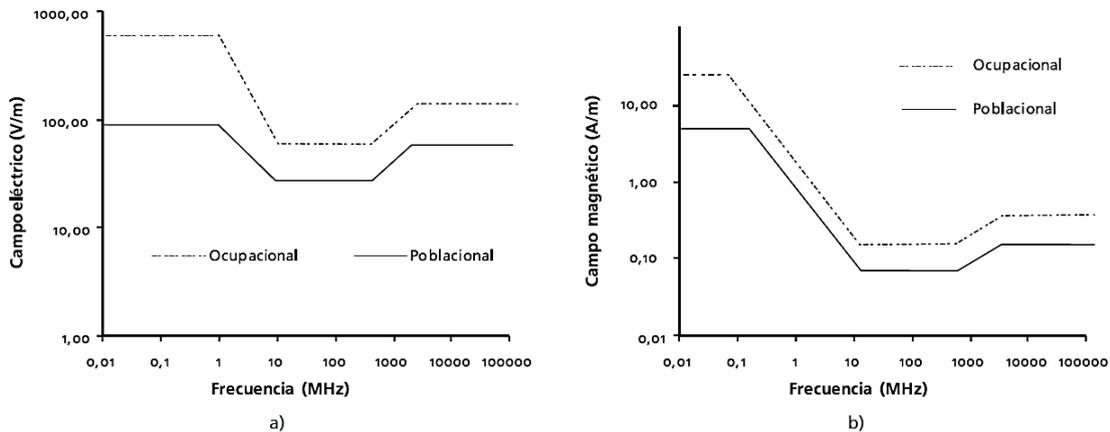


Figura 2 Límites de exposición para campo eléctrico (a) y campo magnético (b)

Líneas de Transporte y Distribución de la Energía Eléctrica²

Líneas aéreas

Son aquéllas en las que los conductores van instalados por encima del suelo. Para mantener los conductores a la distancia mínima, se utilizarán apoyos pudiendo ser éstos de madera, hormigón o de celosía metálica. Sobre estos apoyos se deberán disponer otros soportes en posición horizontal a los anteriores llamadas crucetas, donde se montarán los diferentes elementos o herrajes, parte conductores, parte aislantes (aisladores) que serán los encargados de sustentar a dichos conductores.

La distancia entre dos apoyos o columnas se le llama tramo o vano, y la medida entre ambos expresada en metros se denomina luz.

La distancia existente entre la línea recta que pasaría por los dos puntos de sujeción de los conductores (aisladores) en un vano consecutivo y el punto más bajo que toma el conductor se le llama flecha (figura)

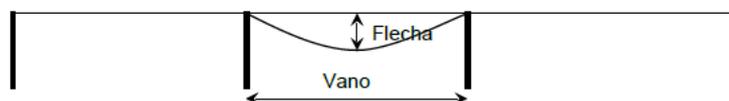


Figura 3 Esquema componentes de un tendido eléctrico

Los elementos que transportan la energía son los conductores, pudiendo ser éstos desnudos o aislados, en función del lugar y del tipo de instalación, estando los conductores soportados por apoyos compuestos de distintos tipos de materiales, como: madera, hormigón armado, celosía metálica, etc. El montaje de dichos conductores podrá realizarse en montaje sobre red tensada.

² Principios y constitución de las redes de distribución eléctrica

Las líneas aéreas presentan ventajas importantes sobre las subterráneas, ya que tanto el importe inicial de montaje como los gastos de mantenimiento son inferiores que las subterráneas, teniendo la desventaja del peligro potencial que representan al poder electrocución de cualquier persona o animal por contacto con el conductor al ser desnudos y estar instalados al aire.

Las grandes ventajas que supone la utilización de la Alta Tensión en las líneas de transporte y distribución de la energía eléctrica son principalmente la reducción de la sección de los conductores (la sección de los conductores es proporcional a la intensidad que debe transportar, por tanto, para una misma potencia a transportar la intensidad será menor cuanto más elevada sea la tensión) y la disminución de las pérdidas de potencia (en línea eléctrica las pérdidas por efecto Joule serán igual a RI^2 Por lo que tendremos que las pérdidas son proporcionales al cuadrado de la intensidad, por tanto para una misma línea cuya resistencia es constante las pérdidas varían en función inversa al cuadrado de la tensión).

No obstante, un sistema aéreo es más propenso a sufrir mayor número de averías como consecuencia del viento, hielo, nieve o accidentes de todo tipo, sin embargo conviene no olvidar que la reparación y localización de averías es mucho más sencilla en un sistema aéreo que en un sistema subterráneo.

La distribución del CEM, depende de la configuración de los conductores en la columna. Esto permite definir la zona de seguridad o franja de servidumbre.

Por ello, la disposición de los conductores que posee el sistema troncal (ST) en la región Comahue son de tipo Triangular y Co-planar (vertical u horizontal).

La COPLANAR HORIZONTAL minimiza la altura, corresponde mayor ancho, y en consecuencia mayor faja de servidumbre; se utiliza en altas tensiones y grandes vanos (las torres bajas son solicitadas por menor momento y resultan de tamaños y pesos menores que con otras disposiciones.

Es el diseño natural en sistemas de circuito simple (simple terna), si se requiere doble se hacen dos líneas independientes.

COPLANAR VERTICAL, da máxima altura, se utiliza para corredores estrechos, y da por resultado torres más altas, presenta entonces alto impacto visual.

Como ventaja permite circuitos dobles en una única torre, doble terna, debiendo considerarse atentamente que esto en rigor no es equivalente a dos líneas, ya que la probabilidad de que ambas ternas fallen es mayor que cuando se tienen estructuras independientes.

La disposición TRIANGULAR da alturas intermedias, los corredores son un poco mas anchos, las alturas algo menores que para el caso anterior.

En tensiones mas bajas (medias) con aisladores rígidos, la disposición es triángulo con base horizontal, en tensiones mayores también se observan disposiciones con base vertical.

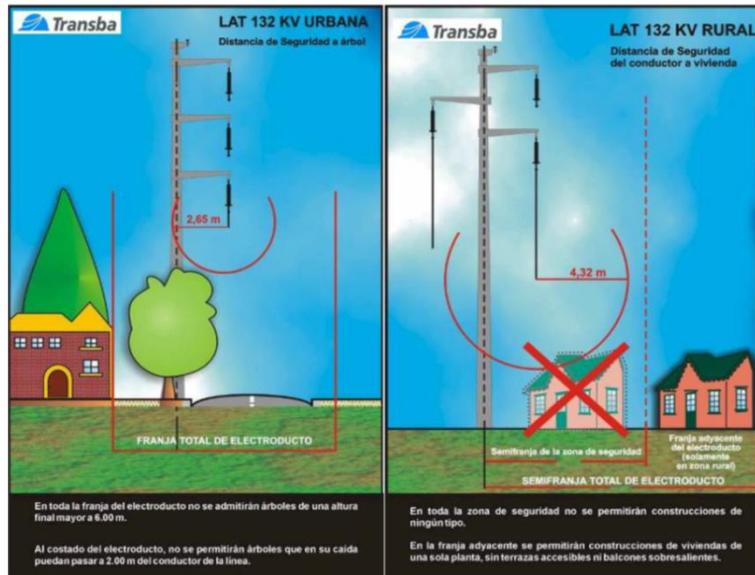


Figura 4 Distancias de seguridad según disposición coplanar vertical y triangular

Sistema Eléctrico Argentino

El sistema eléctrico de la Argentina está dividido en tres segmentos fundamentales:

- Generación
- Transporte
- Distribución de la electricidad a los consumidores

Generación

Los generadores de electricidad de Argentina incluyen plantas de generación térmica, hidroeléctrica, nuclear, eólica y fotovoltaica.

La característica más relevante de la matriz energética Argentina radica en el grado de dependencia de los hidrocarburos, particularmente del gas natural. En 2016, el 89% de la oferta interna total de energía proviene de los hidrocarburos (57% gas natural, 31% petróleo y 1% carbón) quedando un bajo peso relativo de otras fuentes como la

energía hidroeléctrica y nuclear. Estas consideraciones se representan en el siguiente gráfico.

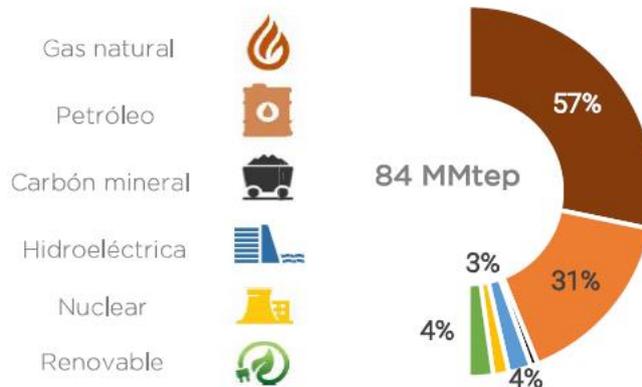


Figura 5 Escenarios Energéticos 2030
 Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Dic17

Todas las centrales generadoras de electricidad del país están interconectadas a una red eléctrica nacional llamada Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

La generación total neta nacional vinculada al SADI (nuclear, hidráulica, térmica, eólica y fotovoltaica) fue un 1,7% superior a la de diciembre del 2016 y un 16,4% superior a la del mes anterior. El valor de generación alcanzado resulta ser el mayor de los últimos cuatro años para este mes³.

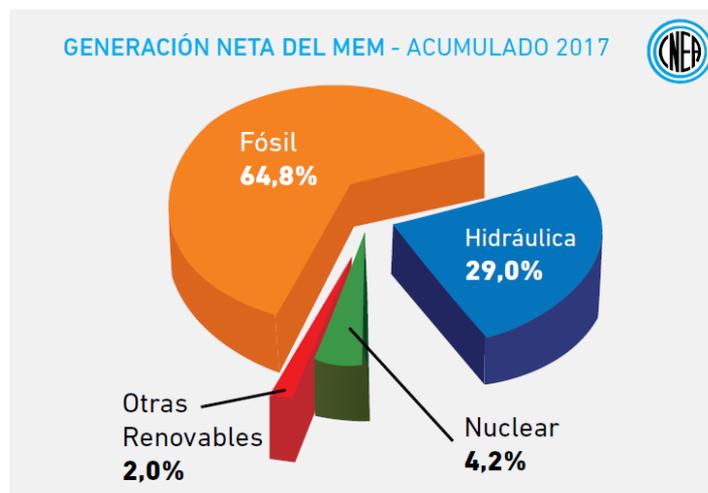


Figura 6 Generación total neta nacional vinculada al SADI³. Año 2016

³ Informe Mercado Eléctrico Mayorista Dic2017



La generación de Otras Renovables comprende la generación eólica, fotovoltaica, de hidroeléctricas menores a 5^o MW, y de centrales a biogás y biomasa. El mayor porcentaje de generación corresponde a hidráulicas menores a 50 MW y eólica.

En las centrales eléctricas hay máquinas llamadas *generadores* que aprovechan la principal propiedad de la energía: convertirse de un tipo de energía a otra. La energía eléctrica se produce cuando una bobina metálica rodeada por magnetos comienza a girar. En las centrales eléctricas, estos generadores convierten la energía mecánica (de movimiento de rotación) de enormes turbinas en grandes cantidades de energía eléctrica.

En las centrales térmicas, un combustible fósil al entrar en combustión en un motor, provoca la rotación de las turbinas que incluyen bobinas que están rodeadas por magnetos y que al girar generan electricidad. En las hidroeléctricas, la usina tiene que encontrarse cerca de un salto de agua, como por ejemplo ríos de alto caudal a desnivel o una represa. El agua es enviada hacia abajo por fuerza gravitatoria a través de un conducto en desnivel que llega hasta turbinas con paletas. Al caer el agua sobre las paletas de las turbinas con bobinados, estas giran mecánicamente y su rotación genera la electricidad. En las plantas nucleares, una reacción nuclear provocada por barras de uranio produce espontáneamente altísimas temperaturas dentro de un reactor, por donde pasan tubos con agua que se evapora instantáneamente y cuyo vapor mueve las aspas de una turbina bobinada que al girar genera energía eléctrica. En el caso de los generadores eólicos, es el movimiento de los molinos a causa del viento lo que provoca la rotación de una turbina que al girar genera electricidad.

Hacia enero de 2016, la potencia instalada de la Argentina era de 32.595 MW. Esto significa que la cantidad máxima de energía eléctrica que se puede producir en un momento dado por todas las centrales eléctricas del país trabajando a la vez, es de 32.595 Megawatts (o sea 32.595 millones de watts), lo que equivale a poder alimentar a más de 325 millones de lámparas de 100 Watts encendidas a la vez o como alimentar a más de 1629 millones de lámparas de bajo consumo de 20 Watts encendidas a la vez en todo el país⁴.

Transporte

A través del SADI, la electricidad generada en las usinas eléctricas puede ser transportada a cualquier parte del país.

⁴ Informe del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Dic 2017



El **transporte de la electricidad** se realiza a través de líneas de alta tensión que recorren el país. Dadas las grandes distancias que la electricidad debe recorrer, ésta debe ser transportada en alta tensión, para contrarrestar un efecto de la naturaleza conocido como Efecto Joule, que lo que provoca es que al recorrer grandes distancias la electricidad, gran parte de su potencia se pierda en forma de calor, recalentando los cables. Una forma de evitar este efecto, es aumentar lo más posible la tensión o voltaje de la corriente transportada, incluso hasta niveles de 500 kV (500 kilovolts).

Sistema Argentino de Interconexión, SADI

El **Sistema Argentino de Interconexión (SADI)** está organizado por regiones: GBA (Gran Buenos Aires), Litoral (Entre Ríos y Santa Fe), Provincia de Buenos Aires (sin el Gran Buenos Aires), NOA (Santiago del Estero, Tucumán, Salta, Catamarca y La Rioja), Centro (Córdoba y San Luis), Cuyo (San Juan y Mendoza), Comahue (La Pampa, Neuquén y Río Negro), Patagonia (Chubut; Santa Cruz; Tierra del Fuego, Antártida e islas).

El transporte de la electricidad a través del SADI se realiza mediante dos subsistemas que lo componen, el Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión (STAT) y el Sistema Troncal (ST). El Sistema de Alta Tensión (STAT) opera a 500 kV (500.000 volts) y 220 kV (200.000 volts), y transporta la electricidad de una región del país a otra. El Sistema Troncal (ST) transporta la electricidad dentro de una misma región entre plantas generadoras y distribuidores operando a 132, 220 y 66 kV, según las necesidades (132.000 volts, 220.000 volts y 66.000 volts).

La única empresa a cargo del STAT es Transener, propiedad de la compañía privada Pampa Energía. El Sistema Troncal está a cargo de distintas empresas (una por cada región) como Transba (Buenos Aires y AMBA), Transnoa (NOA), Transcomahue (Comahue), Distrocuyo (Cuyo) y Transpa (Patagonia). La empresa Transba, así como la distribuidora EDENOR en la región del AMBA, también son propiedad de la compañía Pampa Energía.

Las empresas transportadoras de electricidad cuentan además con *subestaciones* transformadoras elevadoras que aumentan la tensión y subestaciones transformadoras reductoras que bajan la tensión eléctrica. Por ejemplo, la red de alta tensión (STAT) operada por Transener y que vincula a todas las regiones del país,

está compuesta por más de 12.300 kilómetros de líneas de transmisión y 44 subestaciones transformadoras a nivel nacional.

Distribución

La **distribución de la electricidad a los consumidores** está a cargo de empresas concesionarias (en su mayoría privadas) cuya función es suministrar toda la demanda de electricidad de su zona de cobertura.

Por lo general las zonas de cobertura de las empresas distribuidoras de electricidad son provinciales, o sea una empresa distribuidora por provincia, salvo en el caso de la provincia de Buenos Aires que está subdividida en cuatro zonas eléctricas y en el caso del AMBA, donde dos empresas (EDENOR y EDESUR) cubren toda la demanda de la Ciudad de Buenos Aires y el conurbano bonaerense. Sin embargo, en muchas localidades del país han optado por distribuir la electricidad a nivel local a través de cooperativas eléctricas municipales.

Las empresas distribuidoras le compran la electricidad a las plantas generadoras y le pagan a Transener y a la empresa del Sistema Troncal que corresponde a su región para que le transporten la energía eléctrica hasta sus centros de transformación, donde la electricidad es reducida a media tensión (un valor de entre 1 y 36 kV). De allí, es distribuida por todo el distrito que cubren y antes de ser suministrada a los consumidores, es reducida nuevamente en centros de transformación a 220 volts (baja tensión), desde donde es enviada directamente a clientes residenciales, comerciales e industriales.

La mayoría de las empresas distribuidoras pertenecen a concesionarias privadas, salvo en algunos casos en donde son estatales como ocurre en Santa Fe (EPESF), Córdoba (EPEC), Neuquén (EPEN), La Pampa (APELP) y Chubut (DGSP).

SISTEMA ARGENTINO DE TRANSPORTE EN ALTA TENSIÓN



Figura 7 Mapa Sistema Argentino de Transporte en Alta Tensión.
 Fuente: Transener

Líneas de Transporte en Alta Tensión de la Ciudad de Neuquén Capital

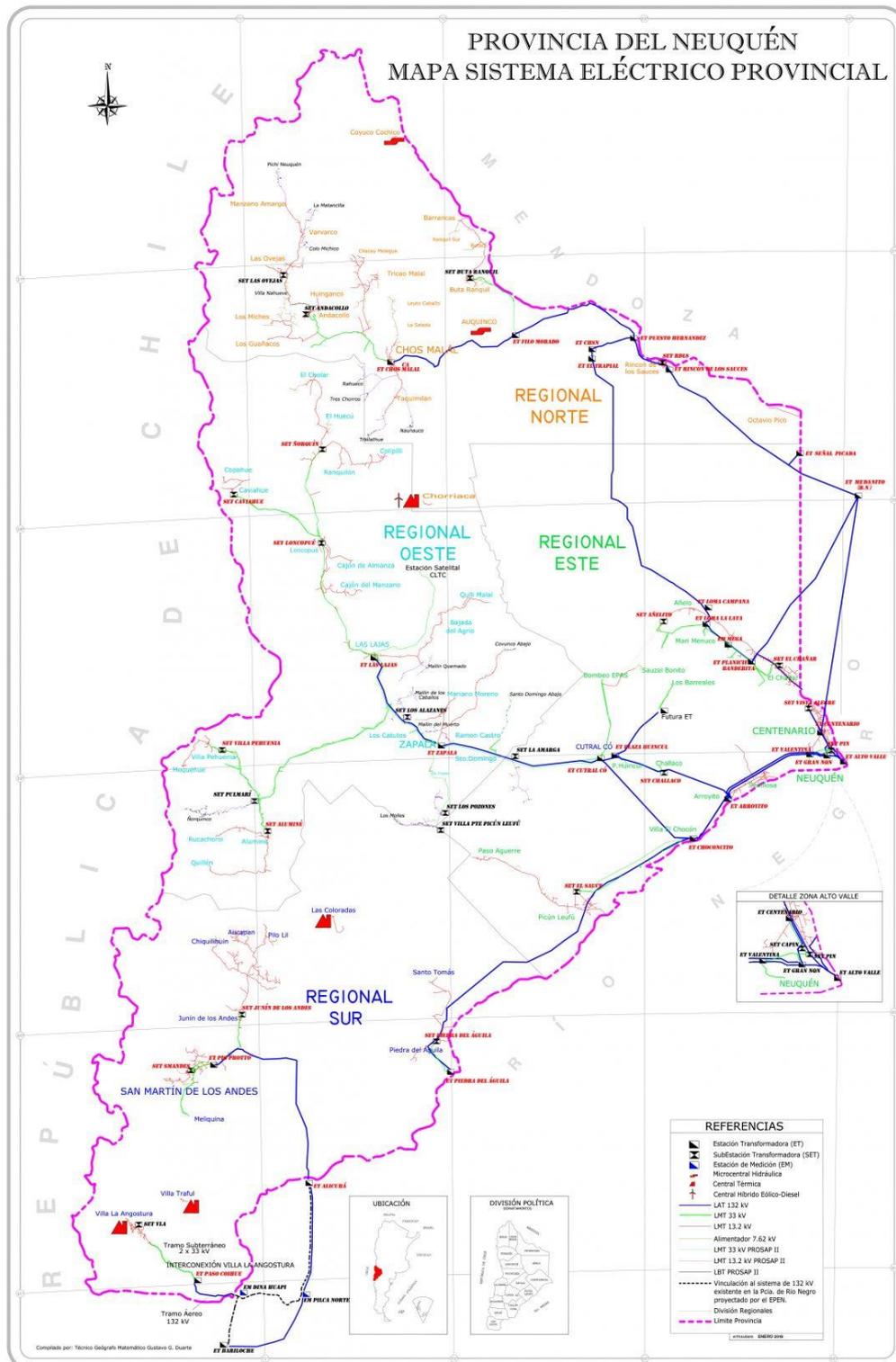


Figura 1 Líneas de Transporte en Alta Tensión de la Provincia del Neuquén. Fuente: EPEN

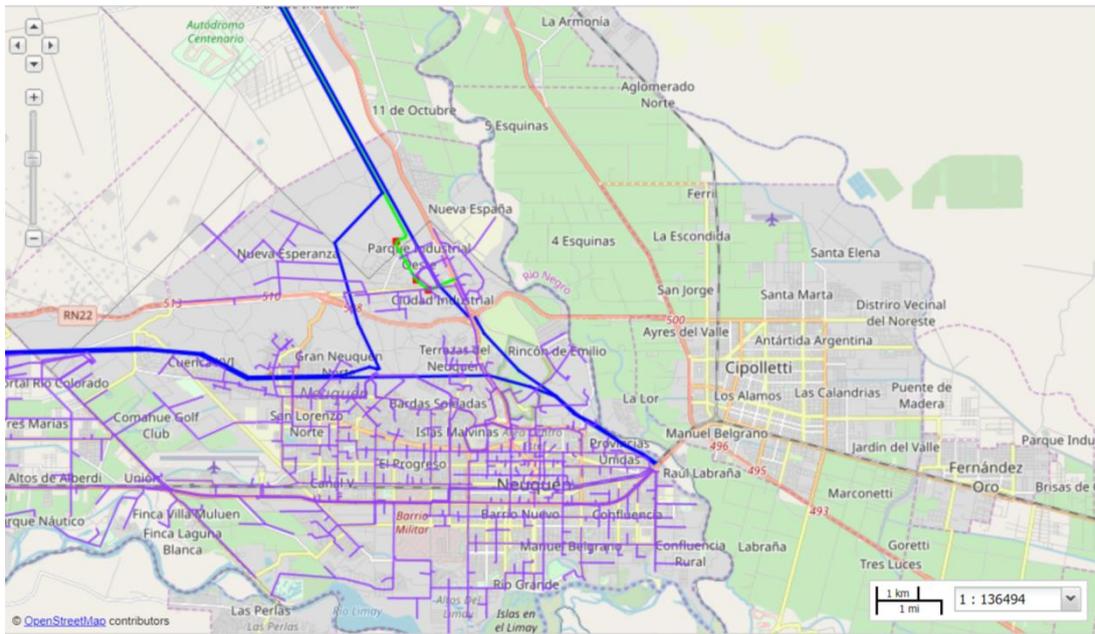


Figura 8 Mapa de generación y transporte eléctrico en Alta Tensión de la Ciudad del Neuquén
 Fuente: EPEN

Sistema de Transporte de Energía Eléctrica por Distribución Troncal de la Región del Comahue⁵

La energía eléctrica generada en las Centrales Eléctricas y transformada en las Estaciones Transformadoras, se transporta por líneas de energía de distintos niveles de tensión.

La Ciudad de Neuquén se encuentra rodeada por líneas de Alta y Media Tensión, las cuales con el desarrollo urbano fueron quedando incluidas dentro del ejido.

Tres líneas de Alta Tensión nacen en la Estación Transformadora 132 KV Alto Valle.

Efectos sobre la salud humana de CEM de baja frecuencia

Mediante simulaciones tridimensionales⁶ se ha determinado, que un campo magnético ambiental de 1500 μT genera densidades de corriente internas inferiores a 10 mA/m^2 , mientras que los campos eléctricos ambientales de 10 kV/m inducen densidades internas de 1 mA/m^2 , debido al efecto del blindaje de la piel y músculos, así podemos comparar con las Tabla 1 y Tabla 2 el margen de seguridad adoptado.

⁵Fuente: Tesis para obtener el título de Licenciado en Saneamiento y Protección Ambiental "Situación de las líneas de Alta Tensión en la ciudad de Neuquén" Autor: Martín Ignacio Islas. Director: Ing. Miguel Maduri. Neuquén – 2006

⁶ Baraton Ph., Hutzler B (1994) current densities within the body during 50 Hz magnetic field exposure, 94NV00018, DER-EDF.

Densidad de corriente mA/m ²	Efectos inmediatos
< 1	Ausencia de efectos
1 – 10	Sensaciones menores
10-100	Efectos sobre la visión y el sistema nervioso
100-1000	Contracciones, excitabilidad, estimulación peligrosa.
>1000	Fibrilación ventricular

Tabla 1 Efectos de la corriente

Por éste motivo se acepta que el valor límite no debe superar los 100 mA/m², y que el valor admisible sobre una persona es 10 veces menor (10 mA/m²) y para el público en general 2 mA/m² las reglamentaciones se basan en éste concepto.

Características de exposición	Campo eléctrico E, en kV/m	Campo Magnético B, en µT
<i>Público hasta 24 hs por día</i>	5	100
<i>Público pocas hs por día</i>	10	1000

Tabla 2 Valores eficaces admisibles rms

Los campos de frecuencia industrial inducen corrientes en el cuerpo humano, particularmente el campo magnético. El Comité Internacional para la Protección contra la Radiación No ionizante⁷ (ICNIRP), publicó una guía para prevenir la exposición y los efectos agudos, para campos eléctricos y magnéticos el organismo establece los siguientes valores de referencia Tabla 3

ICNIRP (1998)	Campo eléctrico E (50Hz)	Campo Magnético B (50Hz)
<i>Público (24 hs.)</i>	5 kV/m	100 µT

Tabla 3 Referencia ICNIRP

Otros organismos, recomiendan valores diferentes a los de la Tabla 3, en **Argentina la Secretaría de Energía de la Nación exige un valor a 1 metro de altura con respecto al nivel del suelo de 3 Kv/m y 25 µT**, ver Tabla 4 comparativa con otros países:

⁷ ICNIRP, International Commission for Non Ionizing Radiation Protection, organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud (OMS).

País	Valor límite para público E kV/m	Valor límite para el Público B, μ T
<i>Argentina</i>	3 kV/m	25 μ T
<i>Europa</i>	10 kV/m	640 μ T
<i>Alemania</i>	5 kV/m	100 μ T
<i>Suiza</i>	5 kV/m	100 μ T/1 μ T
<i>Italia</i>	5 kV/m	100 μ T/1 μ T/3 μ T

Tabla 4 Comparativas de los CEM con otros países

En el caso particular de Italia se pueden observar tres valores: el primero es el valor límite de exposición basado en el principio de causalidad por los efectos inmediatos, es decir es el valor “precaución”, el segundo es el valor objetivo de calidad y el tercero como valores medios diarios.

Podemos concluir de la Tabla 4, que Argentina es uno de los países con valores límites más bajos para la exposición a los campos eléctricos y magnéticos.

Los estudios de los campos electromagnéticos se han desarrollado principalmente desde el punto de vista epidemiológico, que busca relacionar estadísticamente si es que existe una asociación entre un agente y una enfermedad. Los primeros estudios epidemiológicos⁸ realizados parecían indicar que las personas, que habitaban en las cercanías de líneas eléctricas de alta tensión tenían un mayor riesgo relativo (RR) de contraer cáncer, particularmente leucemia infantil. Pero estudios epidemiológicos más recientes, realizados sobre poblaciones mayores y con mejores métodos de medición concluyen que los campos eléctricos y magnéticos generados por las líneas eléctricas de alta tensión no suponen un riesgo cierto para la salud pública, por debajo de los niveles especificados por la normativa.

En cuanto a los aspectos biofísicos, a pesar de los exhaustivos estudios⁹ realizados no se ha descubierto un mecanismo de interacción que pudiera explicar cómo unos campos de tan baja frecuencia como los generados por las instalaciones eléctricas podrían producir efectos nocivos a largo plazo (enfermedades) en los seres vivos. Las experiencias IN VIVO exponiendo células y tejidos en cultivo, como sobre animales, han descartado una relación con el proceso cancerígeno, respuesta inmunitaria, fertilidad, reproducción y desarrollo.

⁸ Wertheimer y Leeper Denver Colorado USA, 1979, Savitz, Denver Colorado USA 1988, London LA USA 1991.

⁹ IRPA (International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection e. V.) (1974).

Es por lo expuesto que la comunidad internacional ha limitado la exposición a los campos como se ha indicado en la Tabla 1, en el año 1987 IRAM18 argentina comienza a introducir normativas tales como la Norma IRAM 2371 “Efectos Fisiológicos del paso de la corriente por el cuerpo humano”, basada en la Normas IEC19 479-1 (1984).

Impactos Socio-ambientales¹⁰

Las líneas de alta tensión generan impactos ambientales significativos en la segmentación y fragmentación del territorio, sobre los suelos y la masa vegetal y arbórea al despejar de vegetación, debajo de las líneas de alta tensión favorece el crecimiento de especies herbáceas, que con la sequía se vuelven altamente pirófilas y son agentes causales también de un número indeterminado de incendios.

La electrocución y colisión en los tendidos eléctricos son uno de los principales problema de conservación de avifauna.

Otros impactos de los tendidos eléctricos vienen derivados como consecuencias del efecto corona que es la ionización del aire alrededor del cable de la línea que aumenta con la humedad. Tiene como consecuencia efectos importantes: emisión de ruido, interferencias de radiofrecuencia o generación de ozono troposférico.

Riesgos significativos vienen derivados del uso, en subestaciones eléctricas y transformadores, de aceites, PCB¹¹s o del hexafluoruro de azufre (SF₆), gas que contribuye al efecto invernadero, usado como dieléctrico (aislante) en las subestaciones. Todos estos compuestos pueden generar gases y sustancias tóxicas ante un eventual incendio. Vivir junto a un o una subestación eléctrica o transformador supone también un riesgo añadido derivado del uso de los Bifenilos Policlorados (PCBs), sustancias con probable acción carcinógena sobre el ser humano, pero de concluyente evidencia en la experimentación animal según la Agencia Internacional sobre la Investigación del Cáncer (IARC) y la norteamericana Environmental Protection Agency (EPA). Estos compuestos (PCBs) forman parte de fluidos refrigerantes de

¹⁰ Universidad de Murcia “*Los Impactos Ambientales de las líneas e infraestructuras eléctricas*” Lic. Pedro Belmonte. España, 2010

¹¹ A efectos de la Ley Ley N° 25.670 (Art.3) se entiende por PCBs a: los policlorobifenilos (Bifenilos Policlorados), los policloroterfenilos (PCT), el monometiltetraclorodifenilmetano, el monometildiclorodifenilmetano, el monometildibromodifenilmetano, y a cualquier mezcla cuyo contenido total de cualquiera de las sustancias anteriormente mencionadas sea superior al 0,005% en peso (50ppm);

Aparatos que contienen PCBs a: cualquier aparato que contenga o haya contenido PCBs (por ejemplo transformadores, condensadores recipientes que contengan cantidades residuales) y que no haya sido descontaminado. Los aparatos de un tipo que pueda contener PCBs se considerarán como si contuvieran PCBs a menos que se pueda demostrar lo contrario.



transformadores eléctricos principalmente, constituyendo por lo tanto un riesgo potencial para la salud de los vecinos de transformadores o subestaciones eléctricas. Los síntomas descritos por la bibliografía asociados a una exposición crónica a los PCBs derivan de alteraciones del tiroides, inmunológicas y neurológicas en el adulto y en el recién nacido de madre expuesta: problemas de motilidad, reflejos anormales, alteraciones en el aprendizaje, alteraciones tiroideas etc.

La ionización del aire (efecto corona) alrededor de la línea de alta tensión atrae aerosoles contaminantes, especialmente si está en las cercanías de emisiones atmosféricas en zonas industriales, uniéndose a éstos para ser esparcidos por el viento.

Capítulo II Marco Normativo y Legal

Regulaciones Internacionales

Estándares de la Comisión Internacional de Protección contra radiaciones no ionizantes, ICNIRP

La Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) es una comisión científica independiente, creada por la Asociación Internacional de Protección Radiológica en 1974 para mejorar la protección frente a las radiaciones no ionizantes en beneficio de las personas y del medio ambiente. La ICNIRP es la organización no gubernamental oficialmente reconocida en materia de radiaciones no ionizantes por la Organización Mundial de la Salud y la Oficina Internacional del Trabajo.

En la siguiente tabla se recogen los valores de los niveles de referencia en función de la frecuencia del campo al que se está expuesto.

Tabla 3. Niveles de referencia establecidos por la ICNIRP. Exposición público en general

Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (E) [V/m]	Intensidad de campo magnético (H) [A/m]	Densidad de potencia equivalente (S) [W/m ²]
0 – 1 Hz	–	$3,2 \cdot 10^4$	–
1 – 8 Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4 / f^2$	–
8 – 25 Hz	10000	$4000 / f$	–
0,025 – 0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	–
0,8 – 3 kHz	$250 / f$	5	–
3 – 150 kHz	87	5	–
0,15 – 1 MHz	87	$0,73 / f$	–
1 – 10 MHz	$87 / f^{0,5}$	$0,73 / f$	–
10 – 400 MHz	28	0,073	2
400 – 2000 MHz	$1,375 \cdot f^{0,5}$	$0,0037 \cdot f^{0,5}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0,16	10

Nota: La frecuencia f viene expresada en la misma unidad que la columna del margen de frecuencias.

Figura 9 Niveles de referencia establecidos por la ICRNP. Exposición Pública en general.
 Fuente: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación Área de Actividades tecnológicas y actuaciones profesionales Cátedra COIT (etsit-Upm) 2008

Legislación de otros países

En EE.UU, Florida (20-15 μ T.(5 Kv/m) o Nueva York (20 μ T.) establecieron valores límites cinco veces inferiores o más bajos en el caso de estados como New Jersey (3Kv/m) Montana (1Kv/m). Algunos países han adoptado valores límite y directrices más estrictas, como por ejemplo Argentina 25 microteslas μ T. China 0.5mA/m² como restricción básica, Japón 3kV/m, Polonia 48 μ T; 1kV/m y Rusia 50 μ T; 500V/m en el interior de edificios, 1kV/m en el exterior

En junio de 2001 el **Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer**, organismo de la **OMS** especializado en el cáncer, clasificó los **campos magnéticos de baja frecuencia como “posible carcinógeno para el hombre”** (nota descriptiva Nº 263 de la OMS, publicada en octubre de 2001)

Categoría IARC	Clasificación IAC	Evidencia Epidemiológica	Evidencia Animal
1	Cancerígeno	Suficiente	
2A	Probablemente es	Limitada	Suficiente
2B	Posiblemente es	Limitada	Inadecuada
3	No clasifica	Inadecuada	Inadecuada
4	Probablemente no es		

Tabla 5 Categorización IARC
 Fuente: Universidad Nacional de la Plata

Carcinogénico(1)	Tabaco (Fumadores activos y pasivos), Bebidas alcohólicas, Benceno, Gas Radón, Radiación solar, Radiación Gamma - Rayos X, Asbestos, Gas de mostaza	87
Probablemente carcinogénico (2A)	Escape de motores diesel, Creosota, PCB, Lámparas de sol, Mate caliente, Radiación UV, Formaldehído	63
Posiblemente carcinogénico (2B)	Café, Estireno, Escape de motores nafteros, campos magnéticos ELF, Humos de soldadura, Cloroformo, Lana de vidrio	232
No clasificable (3)	Combustible de aviones, Campos eléctricos ELF, Campos eléctricos y magnéticos estáticos, Polvo de carbón, Mercurio, Té, Mate, Implantes quirúrgicos (siliconas)	496
Probablemente no cancerígeno (4)	Caprolactan	1

Figura 10 Elementos clasificados por la IARC 2001
 Los números de la tercera columna representan Votos de los participantes en el comité.
 Fuente UNLP.

Es por lo expuesto que la comunidad internacional ha limitado la exposición a los campos como se ha indicado en la Fig.9. En el año 1987 IRAM¹² Argentina comienza a introducir normativas tales como la Norma IRAM 2371 “Efectos Fisiológicos del paso de la corriente por el cuerpo humano”, basada en la Norma IEC¹³ 479-1 (1984).

Entidades científicas anteriormente señaladas y la normativa de varios países europeos y anglosajones establecen como valor límite de inmisión de los campos electromagnéticos de FEB (frecuencia extremadamente baja) el valor de 0,2 μT (microteslas)¹⁴.

Regulaciones Nacionales

Constitución Nacional Argentina¹⁵

A partir de la reforma constitucional de 1994 y a través del artículo 41 de la Constitución Nacional Argentina (CNA) (4) queda consagrado el derecho a vivir en un ambiente sano y equilibrado. Entre otras disposiciones, la Constitución Nacional ha incorporado el concepto de desarrollo sostenible. Reconoce el derecho humano al ambiente, definiéndolo como “saludable y equilibrado (...)”.

Además, fija un objetivo a través del tiempo ya que prevé la satisfacción de las “necesidades (...) de las generaciones futuras”, incorporando la noción del desarrollo sostenible. Tiene un impacto directo en cuanto a que hay que tener en consideración el ambiente al momento de tomar decisiones para el desarrollo de una comunidad organizada.

Impone obligaciones a las autoridades en cuanto al ejercicio de ese derecho, el uso racional de los recursos naturales y la garantía imprescindible de proveer a la educación y a la información ambiental.

La CNA adopta el concepto nuevo y globalizador como es el del “Ambiente” entendido como el entorno en el que se vive y en el que desarrollamos todas nuestras actividades, en el cual interactuamos con otros componentes. Se considera al

¹² IRAM Instituto Argentino de Normalización y Certificación

¹³ IEC International Electrotechnical Commission.

¹⁴ Universidad de Murcia “*Los Impactos Ambientales de las líneas e infraestructuras eléctricas*” Lic. Pedro Belmonte. España, 2010

¹⁵ Revista Anual de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. UNLP. “La protección del ambiente. Esquema constitucional y de presupuestos mínimos en Argentina” Dr. Silvia Nonna Año 14 /Nº 47 2017

ambiente como un sistema complejo en el que interactúan y se interrelacionan de manera condicionada los distintos elementos que lo componen, entre ellos los recursos naturales, el hombre que los transforma, los recursos culturales que resultan de esa transformación, y finalmente los residuos que en consecuencia se generan.

El artículo 41 de la CNA nos brinda una base sólida para los derechos humanos de tercera generación. Significa, un paso fundamental para la “constitucionalización del ambiente”.

El artículo 41 de la CNA se divide en 4 párrafos:

1er párrafo: Los constituyentes de 1994 dispusieron que el ambiente debe respetar las cualidades de sano y equilibrado. El concepto de “sano” en un amplio sentido y como requisito indispensable para lograr la calidad de vida de los habitantes de nuestro país, lo que implica mucho más que la preservación o no contaminación de los elementos que componen el ambiente. En cuanto al calificativo de “equilibrado” apunta a la protección del ambiente y su conservación al mismo tiempo el ser humano pueda satisfacer sus necesidades y desarrollarse.

Ambos adjetivos contribuyen a definir las características que el ambiente debe proporcionar para una adecuada calidad de vida.

La Constitución Nacional incorpora el concepto de desarrollo sostenible cuando dispone que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin perjudicar las de las generaciones futuras.

El artículo 41 no sólo consagra el derecho sino también el correlativo deber de preservarlo. La reforma introduce la obligación de reparar el daño causado como una prioridad, en cuanto a la restauración del ambiente a su anterior estado. Lo hace refiriéndose a la recomposición, algo que no siempre, o en realidad solo pocas veces, puede lograrse. Sustenta el principio de “contaminador pagador”, dejando librado a una ley posterior la implementación del mismo, o sea, la forma en que se recompondrá/reparará/restaurará o se compensará el ambiente dañado.

2do párrafo: se establece la obligación por parte de las autoridades de proveer a la protección del derecho a vivir en un ambiente sano.

3er párrafo: en cuanto a este párrafo del artículo 41 la CNA se dispone un nuevo esquema de distribución de competencias para la protección del ambiente. Para

asegurar un piso común y uniforme se establece que la Nación dictará normas de presupuestos mínimos y que las provincias podrán, sobre esa base mínima o legislación básica, dictar normas complementarias.

Ley N°25675 Ley General del Ambiente¹⁶

La ley 25.675 provee la estructura institucional básica, sobre la cual debe organizarse, sancionarse, interpretarse y aplicarse la normativa específica. Establece objetivos claros, contiene principios rectores y prioritarios y delinea instrumentos de **política ambiental nacional**, que resulten fundamentales para la toma de decisiones y para el ejercicio del poder de policía ambiental que compete a las respectivas autoridades tanto nacionales como provinciales y municipales.

Se trata de una ley marco a cuyas disposiciones deberán ajustarse las normas específicas. Las provincias deben respetar los presupuestos establecidos por la ley nacional, deben aplicar todas sus disposiciones, y deben establecer todo lo necesario para asegurar la implementación de la norma desarrollando las instituciones y procedimientos que así lo garanticen. Lo que no obsta a que las provincias sean más estrictas en su jurisdicción y superen el alcance de la ley nacional de manera más protectora.

La ley sienta el concepto de Presupuesto Mínimo establecido en artículo 41 de la CN al entender que es "(...) toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental". Se completa el concepto estableciendo que la norma de presupuesto mínimo debe prever en su contenido "(...) las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable".

El bien jurídico protegido por la ley es el ambiente, considerado en su sentido amplio, atendiendo a una gestión sustentable, a la preservación y protección de la diversidad biológica y a la efectiva implementación del desarrollo sustentable.

Son principios de la política ambiental nacional: Congruencia, Prevención, Precautorio, Progresividad, Responsabilidad, Equidad intergeneracional, sustentabilidad, Subsidiariedad, Solidaridad y Cooperación.

¹⁶ Revista Anual de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. UNLP. "La protección del ambiente. Esquema constitucional y de presupuestos mínimos en Argentina" Dr. Silvia Nonna Año 14 /Nº 47 2017



La ley señala con claridad cuáles son las herramientas de las que será necesario valerse para poder alcanzar los objetivos de la política ambiental nacional en el marco de los principios establecidos. En este sentido, enumera y luego desarrolla en capítulos individuales, distintos instrumentos como: Ordenamiento Ambiental del Territorio, Evaluación de Impacto Ambiental, Sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas, Educación Ambiental, Sistema de Diagnóstico e Información Ambiental, Régimen Económico de promoción del Desarrollo Sustentable. En materia de Participación Ciudadana, a Ley de Ambiente apunta al derecho que tiene toda persona a opinar en los procesos de toma de decisión y en segunda instancia al acceso a la justicia en relación con el daño ambiental de incidencia colectiva. Especialmente deberá asegurarse la participación en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y la planificación del ordenamiento territorial, para lo cual las autoridades deben institucionalizar procedimientos de consulta o audiencias públicas previas a la autorización de actividades que puedan producir efectos negativos sobre el ambiente.

También resulta prioritario el Sistema Federal Ambiental que instituye la ley con el objetivo de formalizar la coordinación de la política ambiental y cuyo contexto natural es el Consejo Federal de Medio Ambiente que adquiere un rol relevante también en la implementación de la mayoría de las herramientas establecidas por la ley.

Ley N°19587 Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Esta ley tiene reglamenta las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo en el ámbito de la República Argentina

Artículo 4º La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicofísica de los trabajadores;
- b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros¹⁷ o puestos de trabajo;
- c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

17 Art.2º Ley 19587 "centro de trabajo" o "puesto de trabajo": todo lugar destinado a la realización de tareas con la presencia permanente, circunstancial, transitoria o eventual a dependencias anexas en que deban permanecer o asistir por el hecho o en ocasión del trabajo.



Ley N°24.065 Régimen de la Energía Eléctrica

Esta ley nos da el marco de referencia de la denominada transformación del sector eléctrico argentino a principio de los años 90, en el ámbito de la generación, transporte y distribución de electricidad, reglamentada por el decreto N°1.398/92.

Mediante el Artículo 54 se crea el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), el cual deberá accionar a los principios y disposiciones de la ley, y controlar que la actividad del sector eléctrico se ajuste a los mismos.

Ley N° 19552 de Servidumbre Administrativa de Electroducto.

Artículo 1°: Toda propiedad está sujeta al servidumbre administrativa de electroducto que se crea por esta ley, la que se constituirá en favor del Estado Nacional o de empresas concesionarias de servicios públicos de electricidad de jurisdicción nacional.

Artículo 2°: Desígnese con el nombre de electroducto todo sistema de instalaciones, aparatos o mecanismos, destinados a transmitir, transportar y transformar energía eléctrica.

Artículo 3°: La servidumbre administrativa de electroducto afecta el terreno y comprende las restricciones y limitaciones al dominio que sean necesarias para construir, conservar, mantener, reparar, vigilar y disponer todo sistema de instalaciones, cables, cámaras, torres, columnas, aparatos y demás mecanismos destinados a transmitir, transportar, transformar o distribuir energía eléctrica.

Artículo 17: La constitución de la servidumbre no impide al propietario ni al ocupante del predio sirviente utilizarlo, cercarlo o edificar en él, siempre que no obstaculice el ejercicio regular de los derechos del titular de la servidumbre.

Decreto N°351/79, Capítulo10, Artículo 63 “Radiaciones no ionizantes”

1. Radiaciones infrarrojas.

1.1. En los lugares de trabajo en que exista exposición intensa a radiaciones infrarrojas, se instalarán tan cerca de las fuentes de origen como sea posible, pantallas absorbentes, cortinas de agua u otros dispositivos apropiados para neutralizar o disminuir el riesgo.

1.2. Los trabajadores expuestos frecuentemente a estas radiaciones serán provistos de protección ocular. Si la exposición es constante, se dotará además a los



trabajadores de casco con visera o máscara adecuada y de ropas ligeras y resistentes al calor.

1.3. La pérdida parcial de luz ocasionada por el empleo de anteojos, viseras o pantallas absorbentes será compensada con un aumento de la iluminación.

1.4. Se adoptarán las medidas de prevención médica oportunas, para evitar trastornos de los trabajadores sometidos a estas radiaciones.

2. Radiaciones ultravioletas nocivas.

2.1. En los trabajos de soldadura u otros, que presenten el riesgo de emisión de radiaciones ultravioletas nocivas en cantidad y calidad, se tomarán las precauciones necesarias.

Preferentemente estos trabajos se efectuarán en cabinas individuales o compartimientos y de no ser ello factible, se colocarán pantallas protectoras móviles o cortinas incombustibles alrededor de cada lugar de trabajo. Las paredes interiores no deberán reflejar las radiaciones.

2.2. Todo trabajador sometido a estas radiaciones será especialmente instruido, en forma repetida, verbal y escrita de los riesgos a que está expuesto y provisto de medios adecuados de protección, como ser: anteojos o máscaras protectoras con cristales coloreados para absorber las radiaciones, guantes apropiados y cremas protectoras para las partes del cuerpo que queden al descubierto.

3. Microondas.

Las exposiciones laborales máximas a microondas en la gama de frecuencias comprendidas entre 100 M Hz y 100 G Hz es la siguiente:

3.1. Para niveles de densidad media de flujo de energía que no superen 10 mW/cm^2 , el tiempo total de exposición se limitará a 8h/día (exposición continua).

3.2. Para niveles de densidad media de flujo de energía a partir de 10 mW/cm^2 , pero sin superar 25 mW/cm^2 , el tiempo de exposición se limitará a un máximo de 10 minutos en cada período de 60 minutos durante la jornada de 8 horas (exposición intermitente).

3.3. Para niveles de densidad media de flujo de energía superiores a 25 mW/cm², no se permite la exposición.

Resolución N°295/03 Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Especificaciones técnicas sobre ergonomía y levantamiento manual de cargas, y sobre radiaciones¹⁸

Anexo II Especificaciones Técnicas sobre Radiaciones No Ionizante y Campos Magnéticos estáticos

Estos valores límite se refieren a las densidades de flujo magnético estático a las que se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin causarles efectos adversos para la salud. Estos valores deben usarse como guías en el control de la exposición de los campos magnéticos estáticos y no deben considerárseles como límites definidos entre los niveles de seguridad y de peligro.

Las exposiciones laborales rutinarias no deben exceder de 60 mili-Teslas (mT), equivalente a 600 gauss (G), para el cuerpo entero ó 600 mT (6.000 G) para las extremidades, como media ponderada en el tiempo de 8 horas diarias [1 tesla (T) = 104 G]. Los valores techo recomendados son de 2 T para el cuerpo entero y de 5 T para las extremidades.

Debe existir protección para los peligros derivados de las fuerzas mecánicas producidas por el campo magnético sobre las herramientas ferromagnéticas y prótesis médicas. Los que lleven marcapasos y dispositivos electrónicos similares no deben exponerse por encima de 0,5 mT (5G).

Se pueden producir también efectos adversos a densidades de flujo mayores como consecuencia de las fuerzas producidas sobre otros dispositivos médicos como por ejemplo las prótesis.

Valores Límites	Media Ponderada en el tiempo – 8h	Techo
Cuerpo	60 mT	2T
Extremidades	600 mT	5T
Personas que lleven dispositivos médicos electrónicos		0,5 mT

Tabla 6 Valor límite de CEM sobre partes del cuerpo humano. Fuente: Cátedra de Problemática de Campos Electromagnéticos, FACIAS

¹⁸ Modificación del Decreto N° 351/79. Déjase sin efecto la Resolución N° 444/ 91MTSS

Campos magnéticos de sub-radiofrecuencias (<30 kHz)

Estos valores límites se refieren a toda la diversidad de densidad de flujo magnético (B) de los campos magnéticos de radiofrecuencia baja en el rango de 30 kHz e inferiores, a los que se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente sin efectos adversos para la salud. Las fuerzas del campo magnético en estos valores límites son valores cuadráticos medios (v.c.m.). Estos valores deben usarse como guías para el control de la exposición a campos magnéticos de radiofrecuencia baja y no deben considerarse como límites definidos entre los niveles de seguridad y peligro.

Las exposiciones laborales a frecuencias extremadamente bajas (FEB) en el rango de 1 Hz a 300 Hz no deben exceder del valor techo dado por la ecuación.

$$BTLV=60 / f$$

Donde,

f es la frecuencia en Hz y BTLV es la densidad del flujo magnético en militeslas (mT).

Para 50 Hz: $BTLV= 60/ 50 = 1,2 \text{ mT} = 1200 \text{ Mt}$

Sub-radiofrecuencias (<30 kHz) y campos eléctricos estáticos

Estos valores límite se refieren a todos los puestos de trabajo sin protección a los campos de fuerzas de los campos eléctricos de radiofrecuencia baja (<30 kHz) y a los campos eléctricos estáticos que representan condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente sin efectos adversos para la salud. Las intensidades de los campos eléctricos en estos valores límite son valores cuadráticos medios (v.c.m.). Estos valores deben usarse como guías en el control de la exposición.

Las fuerzas de los campos eléctricos establecidos en estos valores límite se refieren a los niveles de campos presentes en el aire, aparte de las superficies de los conductores (donde las chispas eléctricas y corrientes de contacto pueden constituir peligros significativos).

Las exposiciones laborales no deben exceder de una intensidad de campo Eléctrico de 25 kV/m desde 0 Hz (corriente continua) a 100 Hz

Notas:

1. Estos valores límite están basados en las corrientes que se producen en la superficie del cuerpo e inducen a corrientes internas a niveles bajo los cuales se cree producen efectos adversos para la salud. Se han demostrado ciertos efectos biológicos en estudios de laboratorios a intensidades de campos eléctricos por debajo de los permitidos en el valor límite.
2. Las fuerzas de campo mayores de aproximadamente 5-7 kV/m pueden producir una gran variedad de peligros para la seguridad, tales como situaciones de alarma asociadas con descargas de chispas y corrientes de contacto procedentes de los conductores sin conexión a tierra.
Además, pueden existir situaciones de peligro para asociadas con la combustión, ignición de materiales inflamables y dispositivos eléctricos explosivos cuando existan campos eléctricos elevados. Deben eliminarse los objetos no conectados a tierra, y cuando haya que manejar estos objetos hay que conectarlos a tierra o utilizar guantes aislantes (para campos >15 kV/m).
3. Para trabajadores con marcapasos el valor límite no protege de las interferencias electromagnéticas cuando éste esté en funcionamiento. Algunos modelos de marcapasos son susceptibles de interferir con campos eléctricos de frecuencia (50/60 Hz) tan baja como 2 kV/m.

Resolución SE N°77/98 Ampliación de Condiciones y Requerimientos fijados en el Manual de Gestión Ambiental del Sistema de transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión

Artículo 1º: Las disposiciones del Manual de Gestión Ambiental del Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión, aprobado por la Resolución SE N° 15 de 1992, serán aplicables a toda empresa u organismo, sea cual fuere su naturaleza jurídica, que tenga a su cargo la realización de proyectos y/o ejecución de obras de líneas de transmisión, estaciones transformadoras y/o compensadoras de tensión igual o mayor a CIENTO TREINTA Y DOS KILOVOLTIOS (132 kV)

Artículo 3º: Sustitúyase el Anexo I “Valores Orientativos” de la Resolución SE N° 15/92 por los Parámetros Ambientales que como Anexo I forman parte integrante del presente acto. Dichos Parámetros Ambientales serán de aplicación obligatoria

Artículo 4º: La empresa u organismo que tenga a su cargo la realización de proyectos y/o ejecución de obras de líneas de transmisión y distribución de tensión igual o

superior a 13,2 kV e inferiores a 132 kV y estaciones transformadoras y/o puestos de transformación y compensación, deberán cumplir con las Condiciones y Requerimientos que como Anexo II forman parte integrante de la presente Resolución.

ANEXO I de Resolución SE N°77/98 PARAMETROS AMBIENTALES

Con el objeto de incentivar un mejoramiento global de la compatibilidad de los electroductos con el ambiente, deben considerarse los efectos originados por:

- 1- Impacto visual
- 2- Efecto corona: radiointerferencia ruido audible
- 3- Ruido
- 4- Campos de baja frecuencia: eléctrico de inducción magnética

En presencia de campos eléctricos y magnéticos generados por las líneas, pueden aparecer por acoplamiento electrostático (E/S) y acoplamiento magnético (E/M) tensiones y corrientes en instalaciones cercanas tales como alambrados, cercas, cañerías de riego, líneas de comunicación, etc, las cuales pueden tener efectos sobre las personas y/o sobre las instalaciones.

4.1 Campo eléctrico:

En base a los documentos elaborados por diferentes organismos de las naciones, y tomando valores típicos de la mayoría de las líneas que se encuentran en operación, se adopta el siguiente valor límite superior de campo eléctrico no perturbado, para líneas en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual:

TRES KILOVOLTIOS POR METRO (3 kV/m), en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a UN METRO (1 m) del nivel del suelo.

Cuando no estuviera definida la franja de servidumbre, el nivel de campo deberá ser igual o inferior a dicho valor en los puntos resultantes de la aplicación de las distancias mínimas establecidas en la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) sobre Líneas Eléctrica Aéreas Exteriores.

El **nivel máximo de campo eléctrico**, en cualquier posición, deberá ser tal que las corrientes de contacto para un caso testigo: niño sobre tierra húmeda y vehículo

grande sobre asfalto seco, **no deberán superar el límite de seguridad de CINCO MILI AMPERIOS (5mA).**

4.2 Campo de inducción magnética:

En base a la experiencia de otros países, algunos de los cuales han dictado normas interinas de campos de inducción magnéticas y a los valores típicos de las líneas en operación, se adopta el siguiente valor límite superior de campo magnético para líneas, en condiciones de máxima carga definida por el límite térmico de los conductores:

DOSCIENTOS CINCUENTA MILI GAUSS (250mG), en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a UN METRO (1) del nivel del suelo.

Cuando no estuviera definida la franja de servidumbre, el nivel de campo deberá ser igual o inferior a dicho valor en los puntos resultantes de la aplicación de las distancias mínimas establecidas en la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) sobre Líneas Eléctrica Aéreas Exteriores.

El **nivel máximo de campo de inducción magnética**, en cualquier posición, deberá ser tal que las corrientes de contacto en régimen permanente, debido al contacto con objetos metálicos largos cercanos a las líneas, **no deberán superar el límite de salvaguarda de CINCO MILI AMPERIOS (5mA).**

ANEXO II de Resolución SE N°77/98

Para el caso de instalaciones comprendidas entre 13,2 kV y 132 kV, los límites para campo eléctrico y magnético serán los mismos que se establecen en el ANEXO I:

Campo eléctrico: TRES KILOVOLTIOS POR METRO (3 kV/m), en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a UN METRO (1 m) del nivel del suelo.

Campo magnético: DOSCIENTOS CINCUENTA MILI GAUSSIOS (250 mG), en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a UN METRO (1 m) del nivel del suelo.



Resolución ENRE N° 1.724/98, Instrucciones para la medición de campo eléctrico y magnético en sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica.

El Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), con el objeto de propiciar la estandarización de los procedimientos de medición, elaboró el documento "Estudio comparativo de normas internacionales sobre niveles recomendados de campo eléctrico y magnético, ruido audible y radio interferencia a tener en cuenta en el diseño de líneas de transporte y distribución de energía eléctrica", el que se encuentra apoyado en numerosa bibliografía nacional e internacional

De la resolución se desprende lo siguiente:

Se crea el documento "Instrucciones para la medición de campos eléctrico y magnético en sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica".

Este instructivo deberá ser considerado como guías de referencia por parte de los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) que deban efectuar mediciones de estos parámetros en las instalaciones bajo su responsabilidad

Las recomendaciones más importantes del Instructivo para medición de campos son:

Para campos eléctricos:

El campo eléctrico creado en la proximidad de un conductor cargado eléctricamente es un vector cuantificado por la intensidad de campo E. Se mide en Volt por metro (V/m).

Para caracterizar las condiciones de exposición se deberá usar el valor del campo eléctrico no perturbado (es decir, el campo que existiría en ausencia de personas u objetos).

Respecto a la ubicación del aparato, no recomienda realizar mediciones a nivel del suelo, pues influencia notablemente en el valor del campo eléctrico medido. Por esto el aparato debe ser soportado sobre un trípode aislante.

El operador debe estar a una distancia de la sonda tal que el efecto de proximidad del observador sea menor al 30 %. Este error de proximidad depende de la altura del operador, de su distancia a la sonda y de la altura de la sonda sobre el suelo

Selección del lugar de medición: Lugar plano libre de objetos que puedan producir interferencias. Si en el lugar de medición existen objetos que no puedan desplazarse deberá indicarse su ubicación y dimensiones.

Condiciones ambientales: La alta humedad puede inducir a la formación de una película de condensación superficial sobre la sonda, produciendo una corriente de fuga sobre los electrodos que influirá en el valor medido. Si se mide con humedad mayor del 80 % este efecto debe ser tenido en cuenta

Para **campos magnéticos**:

El campo magnético es una magnitud vectorial. La intensidad de campo magnético H se expresa en Amper por metro (A/m).

Para caracterizar campos magnéticos, en el contexto de los efectos biológicos se usa a menudo la densidad de flujo magnético B expresada en Tesla (T). También se suele medir en Gauss (G), la equivalencia es $10 \text{ mG} = 1 \mu\text{T}$

Básicamente, un medidor de intensidad de campo tiene dos partes: la sonda o el sensor del campo y el detector que consiste en un circuito procesador de señales y un visualizador (display) analógico o digital.

Los resultados de las mediciones que efectúen los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista, en los sistemas de transporte y distribución bajo su responsabilidad, serán enviados al ENRE conjuntamente con los informes trimestrales previstos en la Resolución ENRE N° 32/94

Resolución SE N° 15/1992 Manual de Gestión Ambiental del Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión

Mediante la Resolución SE N° 15 de 1992 se aprobó el Manual de Gestión Ambiental del Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión, fundada en la Resolución SE N° 475 de 1987, el cual prevé los mecanismos para la dimensión ambiental en los proyectos y obras energéticas y el diseño, construcción y explotación de líneas de transmisión y estaciones transformadoras y/o de compensación de Extra Alta Tensión, desde la etapa del proyecto hasta la explotación.

Se considera Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión al constituido por:

Líneas de Transmisión Eléctrica de Extra Alta Tensión que interconectan centrales de generación con las estaciones transformadoras y a éstas entre sí, utilizando tensiones iguales o superiores a 220 kV.

Estaciones Transformadoras y/o Compensadoras que corresponden a tales tensiones, y están vinculadas entre sí con las mencionadas Líneas de Transmisión.

El Manual de Gestión Ambiental del Sistema de transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión forma parte de las acciones emprendidas por la Secretaría de Energía para evaluar y controlar los efectos ambientales del abastecimiento eléctrico, y pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1º) Proporcionar el marco de referencia para la oportuna y adecuada consideración de aquellos aspectos vinculados al proyecto, construcción y explotación de líneas de transmisión de extra alta tensión.

2º) Constituirse en una orientación para la identificación de las tareas necesarias para la gestión ambiental, en cada etapa del desarrollo de tales obras, la que estará integrada a la gestión global de las mismas.

Durante el desarrollo del proyecto, se pueden diferenciar varias etapas, y sus respectivas actividades vinculadas con el medio ambiente:

1º) Etapa de prefactibilidad: Análisis y evaluación preliminar de la factibilidad técnica, económica y ambiental de las distintas alternativas.

2º) Proyecto Básico: Evaluación de los efectos ambientales de las distintas alternativas de traza y de tipos de estructuras, como asimismo de la influencia del medio sobre la obra. Se deberán considerar impacto visual, distancias eléctricas, radio interferencias, ruido audible y campo electromagnético.

3º) Proyecto Ejecutivo: Definición de la franja de servidumbre, gestión de permisos de paso y trámites ante organismos involucrados por la ejecución de las obras.

4º) Construcción: Verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas, económicas y ambientales por parte de Contratistas y Subcontratistas.

5º) Explotación: Verificación durante toda la vida útil de la obra y como parte del mantenimiento general, del cumplimiento de las pautas contenidas en el Programa de Gestión Ambiental, y proposición de las revisiones al mismo para optimizar los objetivos globales.

PROYECTO BÁSICO: y al momento de definir la traza definitiva de la línea, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- Niveles de campo electromagnético
- Interferencia a emisiones de radio y televisión
- Perturbaciones corona

- Ruido audible
- Generación de tensiones, corrientes inducidas y descargas eléctricas
- Impacto visual de la obra

EXPLOTACIÓN: se deberá efectuar la verificación permanente de las pautas contempladas en el Programa de Gestión Ambiental, respecto de la operación de la instalación y de su mantenimiento, a fin de garantizar una eficiente y segura vida útil de la obra, así como una mínima incidencia de la mismas sobre las condiciones ambientales y la calidad de vida de la población.

Mantener un sistema de evaluación periódica (estimación o medición, según corresponda) de los parámetros tomados como referencia para el control ambiental.

Especificación Técnica T-80 de Agua y Energía Eléctrica, Reglamentación sobre servidumbre de Electroducto

Las líneas aéreas de alta tensión que atraviesan predios rurales o urbanos, restringirán el dominio sobre una zona del inmueble afectado, de acuerdo con las siguientes condiciones:

En todo el cruce del inmueble afectado, y en una zona cuyo ancho queda definido por la fórmula que sigue, no se permitirá la existencia de ningún tipo de vivienda. El ancho de esta franja, que denominaremos zona de seguridad, tendrá su eje coincidente con el de la línea.

La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$A = C + 2 (Lk + fi) \text{ sen } \alpha + 2 d$$

Dónde:

A: ancho total en metros.

C: distancia entre los puntos de fijación de los conductores extremos para líneas horizontales o triangulares, en metros. En líneas verticales C=0.

Lk: longitud oscilante de la cadena de suspensión, en metros. (Para aisladores rígidos Lk=0).

fi: flecha inclinada máxima del conductor, en metros, para el estado de viento máximo probable.

α : ángulo de declinación máximo del conductor, por efecto de viento máximo probable.

d: distancia mínima de seguridad, medida a partir de la posición del conductor declinado del ángulo α .

El valor de la distancia mínima de seguridad (d), se puede obtener de la Tabla 1 T-80.

DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE SEGURIDAD d

Tensión (kV)	Distancia d	
	Zona Rural	Zona Urbana (1)
13,2	3,00	4,20
33	3,00	4,20
66	3,00	4,20
132	3,15	4,35
220	3,75	4,95
500	5,60	6,80

Figura 11 Tabla 1 T-80 Distancia Horizontal mínima de Seguridad, d

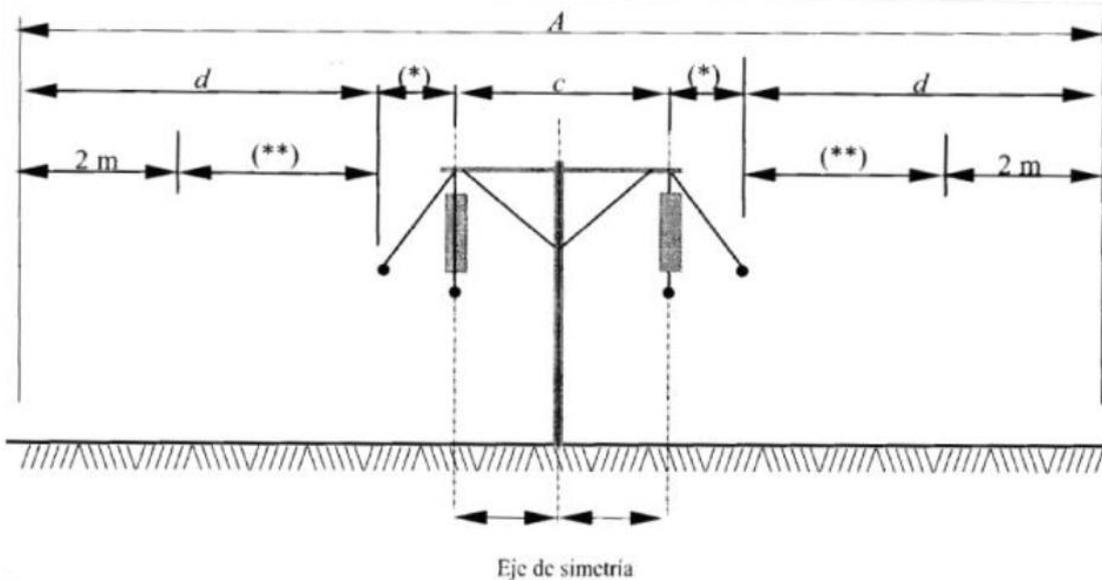


Figura 12 Esquema de aplicación a líneas horizontales y triangulares
 Fuente: AEA 95301

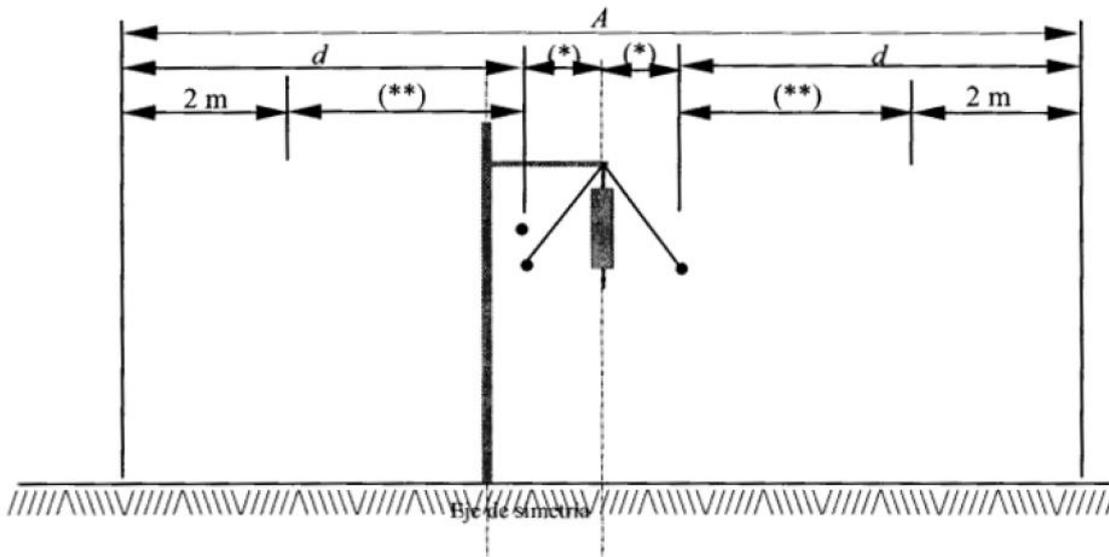


Figura 13 Esquema de aplicación a líneas verticales
 Fuente: AEA 95301

2) En zona rural se definen, además, dos franjas adyacentes, una a cada lado de la zona de seguridad, cuyo ancho se indica en la tabla 2. En dichas franjas se establecerán restricciones al dominio, permitiéndose la construcción de viviendas de una sola planta, sin terrazas accesibles ni balcones sobresalientes.

FRANJAS ADYACENTES PARA ZONA RURAL

Tensión (kV)	Ancho e (m)
13,2	A definir en cada caso particular
33 (aislador a perno)	A definir en cada caso particular
33 (aislador a susp.)	3,00
66	4,00
132	5,00
220	6,00
500	8,00

Figura 14 Tabla 2 T-80 Franjas Adyacentes para zona rural
 Fuente: AEA95301

3) Dentro de la zona total definida en los puntos 1) y 2) precedentes, el titular de la servidumbre podrá autorizar la existencia de cualquier otro tipo de construcción (galpones, molinos, tanques, etc.) si, a su exclusivo juicio, no afecta la seguridad del servicio e instalaciones de la línea.



Respecto al cálculo de la franja de servidumbre en líneas aéreas exteriores mayores a 13,2 kV, la Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de Media Tensión y Alta Tensión AEA 95301 del año 2007, utiliza la misma metodología que la expuesta en la especificación técnica T-80.

La diferencia entre los dos reglamentos es que la AEA 95301 contempla los límites de campo eléctrico y magnético.

El ancho de la franja de servidumbre debe ser verificado con los conductores en reposo, considerando que en los límites de la misma se cumple:

- a) El campo eléctrico no supere 3 kV/m
- b) Que el campo magnético no supere 25 μ T (250 mG)

Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de Media Tensión y Alta Tensión AEA 95301, año 2007

Según **AEA 95301**, dentro de la superficie afectada por la servidumbre queda **prohibido** lo siguiente:

- a) Cualquier tipo de edificación o construcción destinada a vivienda permanente.
- b) Su utilización para emplazamiento de escuelas.
- c) Modificar los niveles del suelo ya sea con excavaciones o terraplenes, que puedan afectar la estabilidad de las estructuras, las tareas de mantenimiento, o modifique las distancias de seguridad.
- d) La plantación de árboles que superen la altura de 4 m, salvo casos especiales.
- e) La quema de pastizales dentro o próximo a la franja, que pueda provocar ionización del aire o contaminación sobre las estructuras
- f) El manipuleo de combustibles líquidos o gaseosos, o inflamables.
- g) La instalación de piletas de natación o cementerios.
- h) La instalación de basurales a cielo abierto, por el riesgo de combustión espontánea.
- i) Realizar voladuras del terreno con explosivos.
- j) El empleo de alambrados electrificados, que no contemplen los requerimientos mínimos de diseño eléctrico.



Regulaciones Provinciales

Ley N°1.243 Servidumbre Administrativa de Electroducto (Texto ordenado por resolución 684 de la Legislatura de la provincia a los 11-5-05, con las modificaciones introducidas por la ley 2473)

Artículo 2° Desígnase con el nombre de electroducto, a todo sistema de instalaciones, aparatos o mecanismos destinados a transmitir, transportar y transformar energía eléctrica.

Artículo 3° La servidumbre administrativa de electroducto afecta el terreno y comprende las restricciones y limitaciones al dominio que sean necesarias para construir, conservar, mantener, reparar, vigilar y disponer todo sistema de instalaciones, cables, cámaras, torres, columnas, aparatos y demás mecanismos destinados a transmitir, transportar, transformar o distribuir energía eléctrica.

Artículo 6° La autoridad competente dictará normas generales de seguridad para emplazamiento del electroducto, sin perjuicio de las disposiciones particulares que en cada caso correspondan.

Ley N°2473 (modificatoria de la Ley 1243, en el año 2004)

Se amplía el concepto de servidumbre administrativa de electroducto, a través de la incorporación del Art. 8° – bis y modificación de los Art. 9°, 10°, 11°, 12°, 14° y 24°.

Ley N°2075 Marco Regulatorio Provincial

Reglamenta las actividades de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica en el territorio provincial, correspondiendo dichas actividades al conjunto de centrales, líneas y redes de transmisión y distribución, y obras e instalaciones complementarias que se encuentren en el ámbito de la provincia y no sometidas a jurisdicción nacional.

Dentro de las facultades y funciones del Ente Provincial Regulador de la Electricidad, EPRE se enuncia en el Capítulo VII, Art.52 inc.I) Velar por la protección de la propiedad, el medio ambiente y la seguridad pública en la construcción y la operación de los sistemas de generación, transporte y distribución de electricidad, incluyendo el derecho de acceso a las instalaciones de propiedad de generadores, transportistas, distribuidores y usuarios, previa notificación, a efectos de investigar cualquier amenaza

real o potencial a la seguridad y conveniencia pública en la medida que no obste la aplicación de normas específicas.

Ley N°1875 (T.O. Ley 2267) - Régimen de Preservación, Conservación y Mejoramiento del Ambiente

Artículo 1° La presente Ley tiene por objeto establecer, dentro de la política de desarrollo integral de la Provincia, los principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en todo el territorio de la Provincia del Neuquén, para lograr y mantener una óptima calidad de vida de sus habitantes.

Artículo 2° Declárase de utilidad pública provincial, la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.

Son finalidades concretas de esta Ley (Artículo 3°):

- a) El ordenamiento territorial y la planificación de los procesos de urbanización, poblamiento, industrialización, en función de los valores del ambiente.
- c) La coordinación de acciones y de obras de la administración pública y de los particulares en cuanto tengan vinculación con el medio ambiente.
- g) La prevención y control de factores, procesos, actividades o componentes del medio que ocasionan o puedan ocasionar degradación al ambiente, a la vida del hombre y a los demás seres vivos.

De las disposiciones de Suelo, en el Artículo 9° La autoridad de aplicación, en coordinación con los demás organismos competentes de la Provincia, establecerá usos del suelo según su aptitud, como así también las normas para su adecuado manejo, contemplando todo tipo de ocupación o explotación, tales como: asentamientos urbanos, industriales, de servicios, trazados de vía de comunicación terrestre, tendido de líneas eléctricas, aperturas de líneas para estudios geofísicos, ductos y poliductos, obras hidroeléctricas, explotaciones mineras, agrícolas, ganaderas, forestales, turísticas y de recreación propendiendo -además- a proteger las tierras aptas para cultivos que se encuentran sistematizados bajo riego, teniendo en cuenta los valores del ambiente.

Regulaciones Municipales

Ordenanza N° 4118 zona de Reserva de Electroducto¹⁹

En el año 1989 el Concejo Deliberante de la Ciudad de Neuquén, con el fin de planificar el uso del suelo y evitar conflictos entre los propietarios y el Ente Provincial

¹⁹ Ordenanza N° 4118/1989 zona de Reserva de Electroductos



de Energía del Neuquén, sancionó la Ordenanza 22 declarando Zona de Reserva a la zona afectada a ambos lados del emplazamiento del electroducto de 30 mts. La zona de Reserva posibilitó en sus comienzos tener una zona de seguridad y de tránsito.

- La Zona de Reserva para las líneas en 132 KV, comprende: Arroyito – Gran Neuquén y Gran Neuquén - Centenario
- La Zona de Reserva para las líneas en 33 KV, comprende: Gran Neuquén - Valentina y Gran Neuquén - C.O.D.

Dicha zona debió quedar perfeccionada con la mensura de servidumbre del electroducto, hecho que a la fecha aún está en trámite por el EPEN.

Ordenanza N° 10009/04

Aprueba el Bloque Temático N° 5 "Los Espacios Públicos de la Ciudad de Neuquén" del Código de Planeamiento y Gestión Urbano Ambiental de la Ciudad de Neuquén.

Capítulo III Material y Métodos

Para la presente investigación, se utilizan resultados aportados por Distrocuyo, referente a la campaña de Medición 2017 y el trabajo de tesis 2006, del Lic. Martín Isla.

Es importante demarcar que el alcance del presente estudio se refiere a la exposición de Campos Electromagnéticos de tipo poblacional. No así, ocupacional.

Metodología de Trabajo

Para las mediciones en las LAT se realizaron según lo establecen la Normas ANSI-IEEE STANDARD (Std) 644/1987 y IEC 833/1997.

Normas aplicable a la medición

Las mediciones del campo eléctrico (E) y magnético (B) de frecuencia industrial 50 Hz, se realizó siguiendo las Normas:

- ANSI/IEEE Std 644 de 1994 "Procedures for measurements of power frequency Electric and Magnetic Field from AC Power Lines"
- IEC 61833 de 1987 "Measurements of Power-Frequency Electric Fields".
- International Labour Office, "Protection of Workers from Power Frequency Electric and Magnetic Fields: A Practical Guide", 1984.

Estos documentos describen la problemática de la medición de los campos electromagnéticos, la clasificación y los principios de funcionamiento de los principales tipos de instrumentos para realizar la medición.

La Norma IEC 61833 describe los tipos de instrumentos y su forma de calibración, para mediciones de campos eléctricos a frecuencia industrial.

Para realizar la caracterización del campo electromagnético producido por las Líneas de Alta Tensión (LAT) en nuestro caso de 132 kV, la empresa Distrocuyo S.A. ha utilizado un medidor de campo electromagnético digital marca HOLADAY Modelo: HI-3604 Serie N° 00064252 certificado por LEYCA (CITEFA) N° de Certificado: 00632DIS con vencimiento al 05/03/18. Mientras que en 2006²⁰, se utilizó el Analizador de Campo Electromagnético para baja frecuencia, marca W&G- NARDA, modelo EFA-300, equipado con sondas (sensores) de campo magnético y de campo eléctrico (cada sector con características isotrópicas). Este Analizador de Campo Electromagnético,

²⁰ Tesis "Situación de las líneas de Alta Tensión en la ciudad de Neuquén" Autor: Martín Ignacio Islas. Director: Ing. Miguel Maduri. Neuquén – 2006

consta de un módulo principal de procesamiento y dos sensores independientes, uno para campo eléctrico y otro para campo magnético. Cada sensor, de características isotrópicas, toma muestras de campo magnético en los tres ejes que luego son procesadas digitalmente en el equipo. Sus certificados de calibración se encuentran vigentes al día de la fecha y han sido emitidos por los Laboratorios de NARDA en Alemania. Esta certificación garantiza exactitud y calidad de las mediciones realizadas tanto de campo eléctrico como campo magnético. (Isla, 2006)

Las mediciones se realizaron con un medidor isotrópico de campo electromagnético, modelo HI-3604 de la marca Holaday, en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las estaciones, medido a un metro del nivel del suelo²¹. Este equipo banda ancha utiliza diferentes sondas, dependiendo de si se desea medir el campo eléctrico o el magnético, y de la banda de frecuencia en la cual se requiere medir.

La medición de campos eléctricos y de campos magnéticos a 50 Hz (o densidades de flujos magnéticos) se deben realizar de acuerdo con las especificaciones y guías que están indicadas en la bibliografía de la Prenorma ENV - 50166 – 1, que incluye entre sus normas de referencia: ANSI-IEEE Standard 644-1987, IEC 833 e International Labour Office, "Protection of Workers from Power Frequency Electric and Magnetic Fields: A Practical Guide", 1984.

Los resultados de las mediciones obtenidas en el informe técnico del año 2006, incluyen las siguientes variables:

- Fotos donde se puedan identificar las líneas de alta tensión
- Tabla con los valores medidos
- Instrumento utilizado con su certificado de calibración

Por otro lado, en los resultados del año 2017 se informan los siguientes parámetros:

- Fecha de medición
- Horario de inicio
- Hora de finalización
- Condiciones ambientales (temperatura, humedad, estado general, etc.)
- Croquis con las coordenadas de los puntos de medición
- Fotos donde se identifican las líneas de alta tensión
- Tabla con los valores medidos

²¹ Cuando no estuviera definida la franja de servidumbre, el valor de campo deberá ser igual o inferior a dicho valor en los puntos resultantes de la aplicación de las distancias mínimas establecidas en la Reglamentación de la ASOCIACION ELECTROTECNICA ARGENTINA (AEA) sobre Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores.

- Instrumento utilizado con su certificado de calibración
- Toda información que sea relevante
- Firma y aclaración del profesional competente

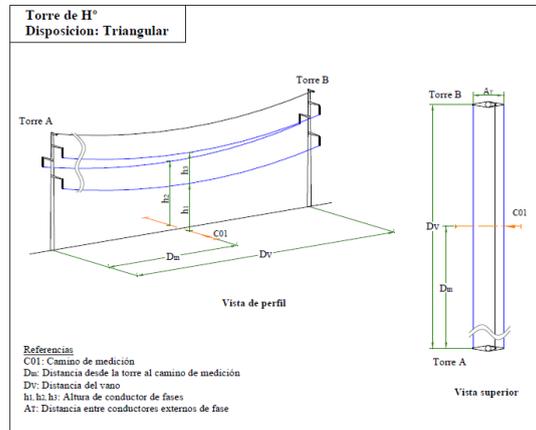


Figura 15 Esquema de la metodología de medición, para una línea horizontal
 Fuente: UNLP

Cálculo de Franja de Servidumbre

Especificación Técnica T-80 de AyEE, Reglamentación sobre servidumbre de electroducto La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$A = C + 2 (Lk + fi) \operatorname{sen} \alpha + 2 d$$

Dónde:

A: ancho total en metros.

C: distancia entre los puntos de fijación de los conductores extremos para líneas horizontales o triangulares, en metros. En líneas verticales $C=0$.

Lk: longitud oscilante de la cadena de suspensión, en metros. (Para aisladores rígidos $Lk=0$).

fi: flecha inclinada máxima del conductor, en metros, para el estado de viento máximo probable.

α : ángulo de declinación máximo del conductor, por efecto de viento máximo probable.

d: distancia mínima de seguridad, medida a partir de la posición del conductor declinado del ángulo α .

Las líneas aéreas de alta tensión que atraviesan predios rurales o urbanos, restringirán el dominio sobre una zona del inmueble afectado, de acuerdo con las siguientes condiciones:

El ancho de la franja de servidumbre, denominado Zona de seguridad, tendrá su eje coincidente con el de la línea

De acuerdo al área geográfica del mapa de isotacas, los valores típicos de cálculo mecánico de LAT en 132 kV de infraestructuras emplazadas en zona rural de la ciudad de Neuquén, son de: $C=5,5$ m; $Lk=2$ m; $fi=6,5$ m; $\alpha=65^\circ$, $d=3,15$ m (de tabla 1 T-80).

$$A = C + 2 (Lk + fi) \operatorname{sen} \alpha + 2 d$$

$$A = 5,5m + 2 (2m + 6,5m) \operatorname{sen} (65^\circ) + 2 (3,15m)$$

$$A=27,2 \text{ m}$$

En zona rural se definen, además, dos franjas adyacentes, una a cada lado de la zona de seguridad, cuyo ancho se indica en la tabla 2 T-80. En dichas franjas se establecerán restricciones al dominio, permitiéndose la construcción de viviendas de una sola planta, sin terrazas accesibles ni balcones sobresalientes.

Ancho total de franja adyacente, rural= 10m

Franja de servidumbre (rural) $A=37,21$ m (18,6 m para cada lado).

En el caso de Zona Urbana:

Tipo Constructivo: horizontal,

$C=5,5$ m; $Lk=2$ m; $fi=6,5$ m; $\alpha=65^\circ$, $d=4,35$ m (de tabla 1 T-80).

$$A = C + 2 (Lk + fi) \operatorname{sen} \alpha + 2 d$$

$$A = 5,5m + 2 (2m + 6,5m) \operatorname{sen} (65^\circ) + 2 (4,35)$$

$$A=29,6m$$

Franja de servidumbre (urbana, horizontal) $A=29,6$ m (14,8 m para cada lado).

Tipo Constructivo: vertical,

$C=0$ m; $Lk=2$ m; $fi=6,5$ m; $\alpha=65^\circ$, $d=4,35$ m (de tabla 1 T-80).

$$A = C + 2 (Lk + fi) \operatorname{sen} \alpha + 2 d$$

$$A = 2 (2m + 6,5m) \operatorname{sen} (65^\circ) + 2 (4,35m)$$

$$A= 24,1m$$

Franja de servidumbre (urbana, vertical) $A= 24,1m$ (12m para cada lado).

Por lo tanto, en todo el cruce del inmueble afectado, y en una zona rural o urbana (de tipo constructivo horizontal o vertical), cuyo ancho respectivo sea de 37,21 m o 29,6 m (horizontal) / 24,1m (vertical), no se permitirá la existencia de ningún tipo de vivienda.

Capítulo IV Resultados y discusión

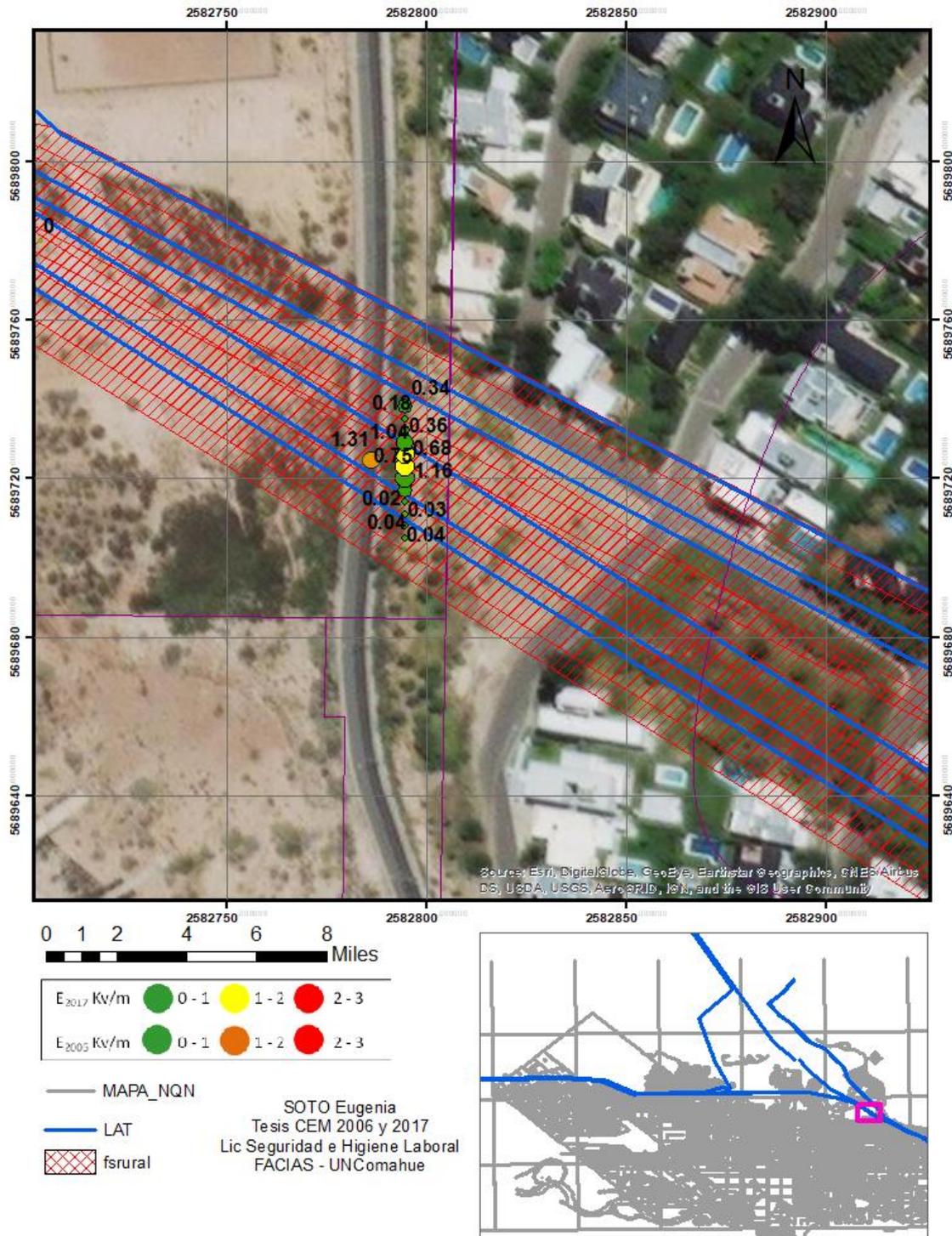
Mediciones y Análisis comparativo

Mediciones en Línea de Alta Tensión de 132 kV

Línea Alto Valle – Colonia Valentina - Arroyito

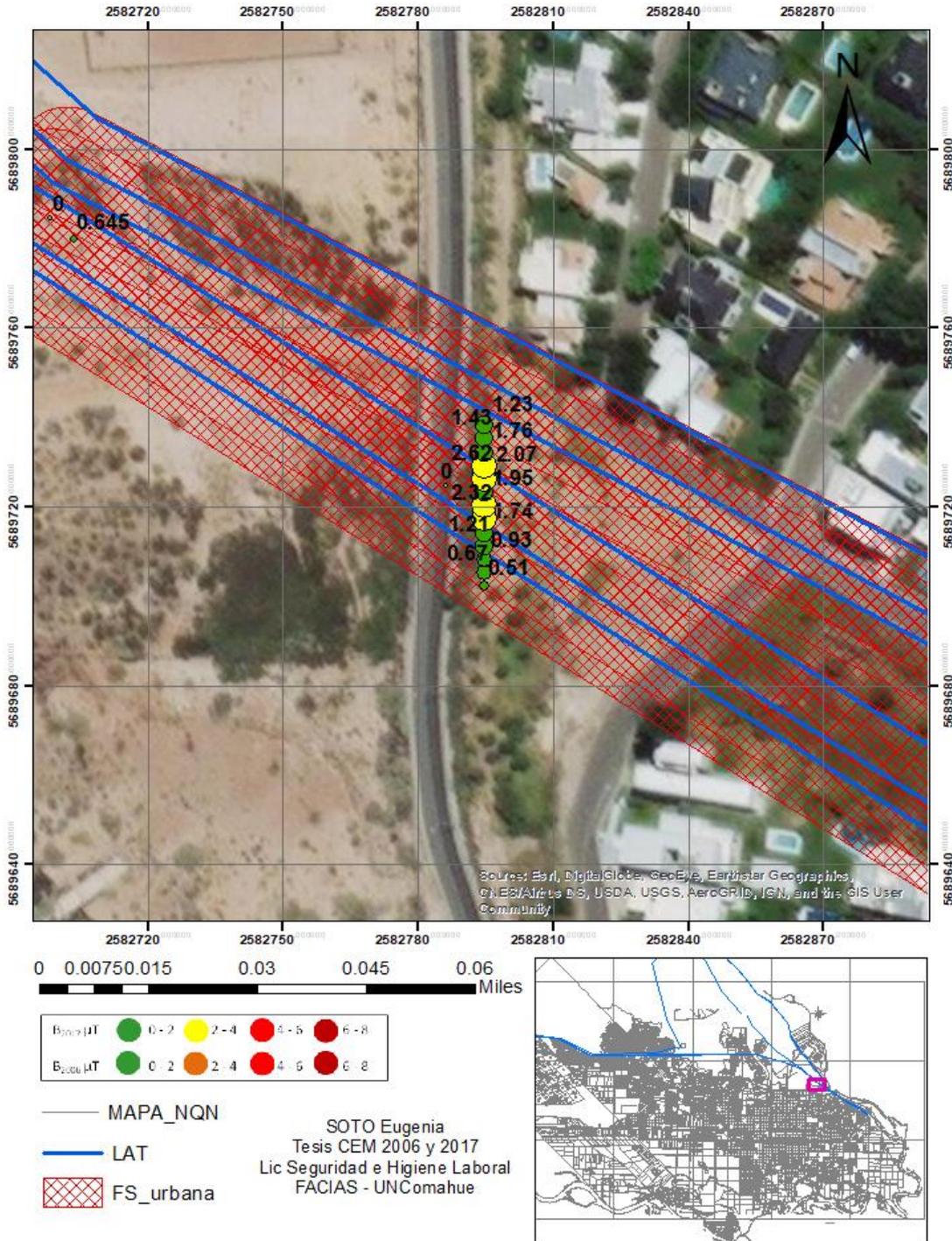
La línea aérea, de transporte y distribución de energía en Alta Tensión, se encuentra emplazada en dirección Este a Oeste de la ciudad de Neuquén. Nace, en la Central Térmica Alto Valle y se dirige hacia Arroyito, pasando por Colonia Valentina. Es de tipo Coplanar Vertical y Triangular con alcance en zona rural y urbana. La infraestructura está compuesta por columnas de Hormigón y conductores de Aluminio – Acero, con una sección de 300/50 mm².

De acuerdo al relevamiento realizado en campo y comparada con el resto de las LAT, es considerada la de mayor predominio poblacional. Es decir, de mayor influencia sobre los habitantes de la ciudad de Neuquén, debido a que atraviesa barrios, espacios de recreación, escuelas, capillas y asentamientos, entre otros.



Mapa 1 Medición de Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 2 Año: 2017

Elaboración propia.



Mapa 2 Medición de Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 2 Año: 2017
 Elaboración propia.

1.1. Gráfico de posicionamiento para la medición

LAT: 38°56'22.99"S LONG: 68° 2'42.19"O

Distancia al piquete 15: 106 mts. Altura al conductor: 8,3 mts.

Distancia entre piquetes: 193 mts



Figura 16 Posicionamiento para la medición de CEM, Piquetes 14 y 15

1.2. Fotografía



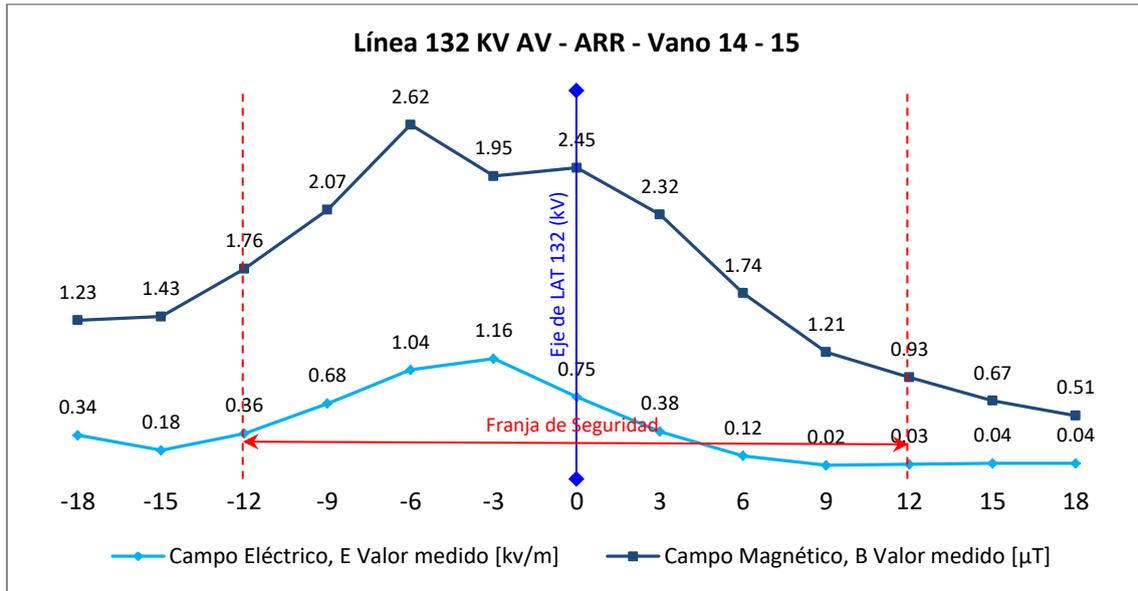
Fotografía 1 Campaña de Medición CEM 2017. Piquetes 14 y 15, Caso testigo. Fuente: Distrocuyo

1.3. Resultados de la medición

1.3.1. Condiciones de carga

Tensión Actual [kV] : 135

Corriente Actual [A] : 281.6



Gráfica 1 Distribución de Campo Electromagnético generado por LAT AV-ARR, en zona Urbana, entre Piquete 15 y Piquete 16. Elaboración Propia.

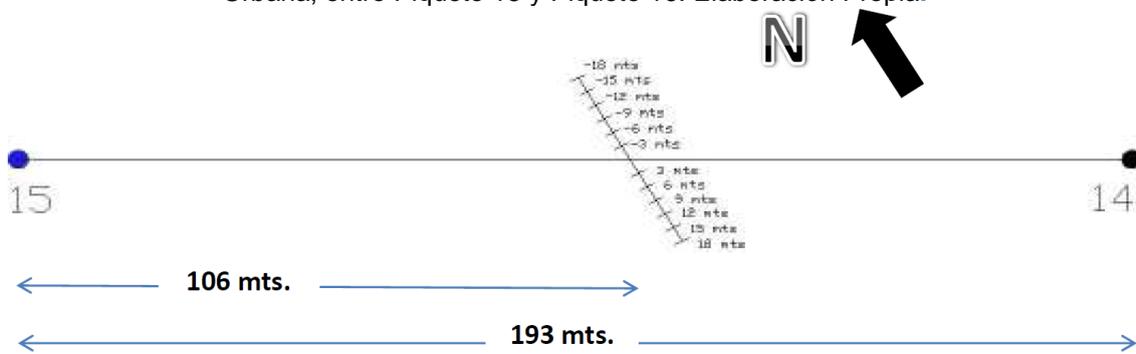


Figura 17 Esquema de medición. Distancia entre piquetes

Observación:

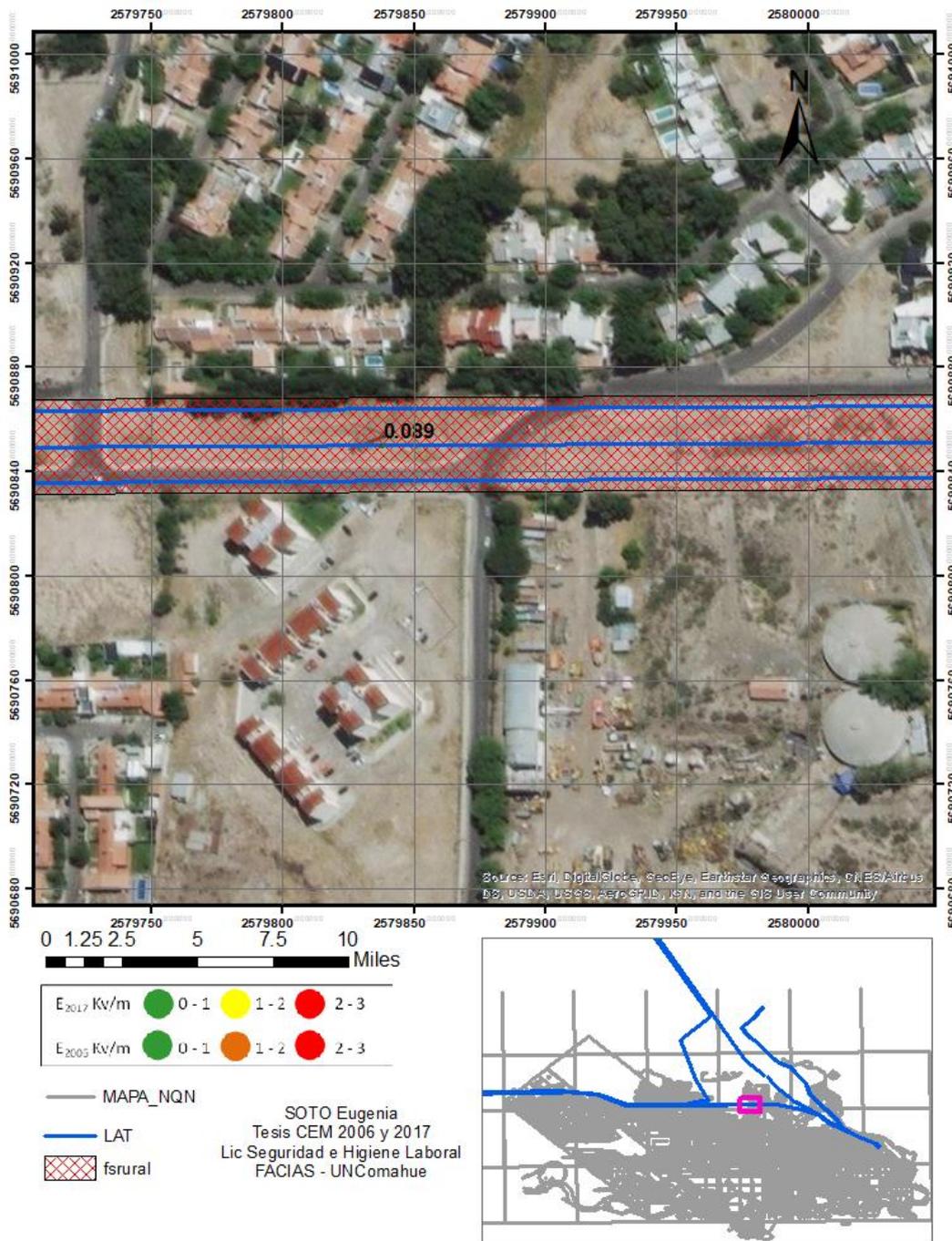
Las distancias se refieren de forma perpendicular a los 106 mts contados desde el piquete 15.

En las mediciones de los -15 y -18 mts., se observa la influencia de la línea 132 kv Cinco Saltos.

Los valores obtenidos no superan los máximos establecidos por Resolución del ENRE.

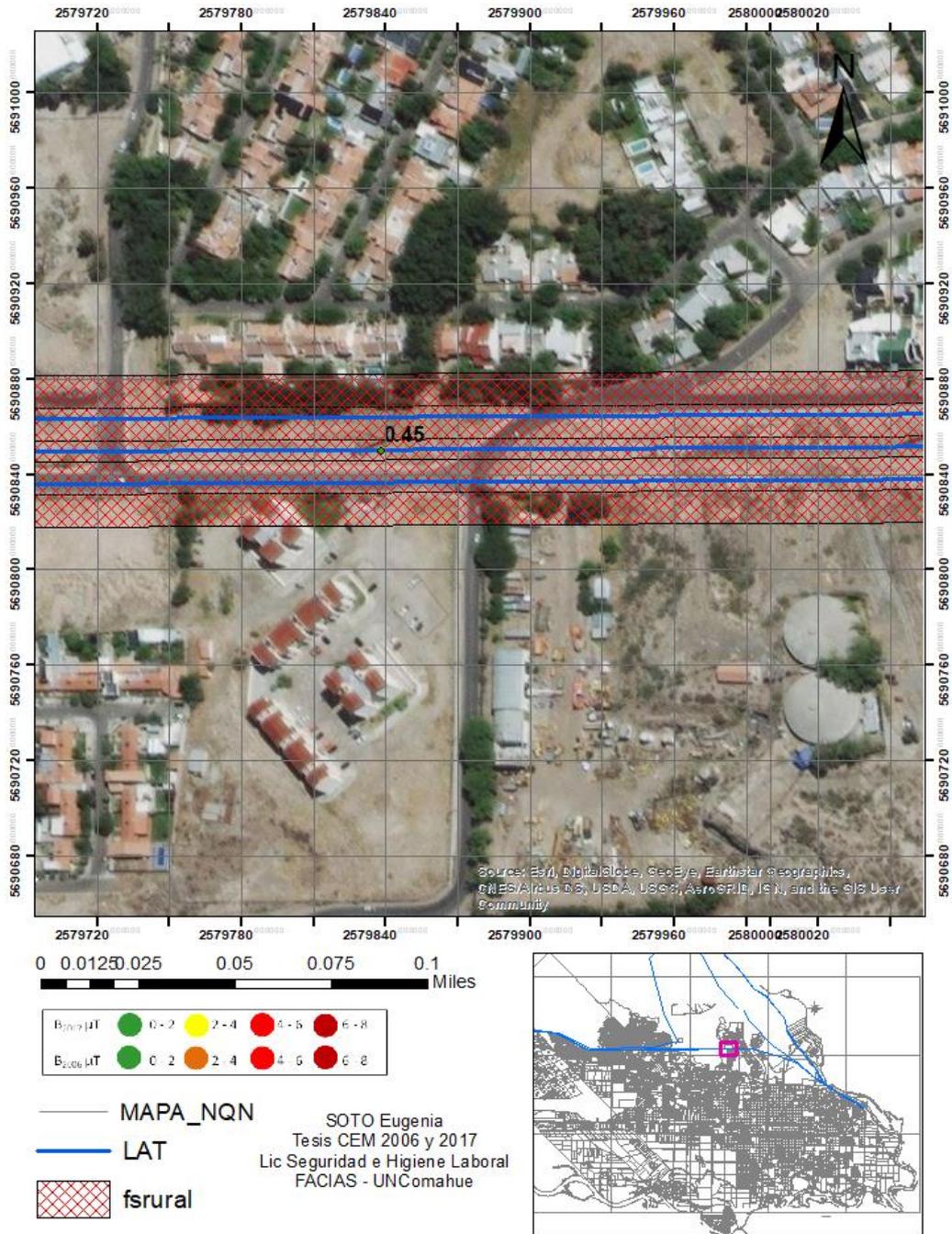
La línea tiene una corriente máxima admisible de 600 A²². La medición de 2017, se realizó con una corriente de 281,6 A y a una tensión de 135kV, la humedad relativa del ambiente era del 56% y la temperatura ambiente de 14°C, la presión atmosférica de 978,4 hPa.

La LAT cumple con los requerimientos de exposición establecidos por el ENRE.

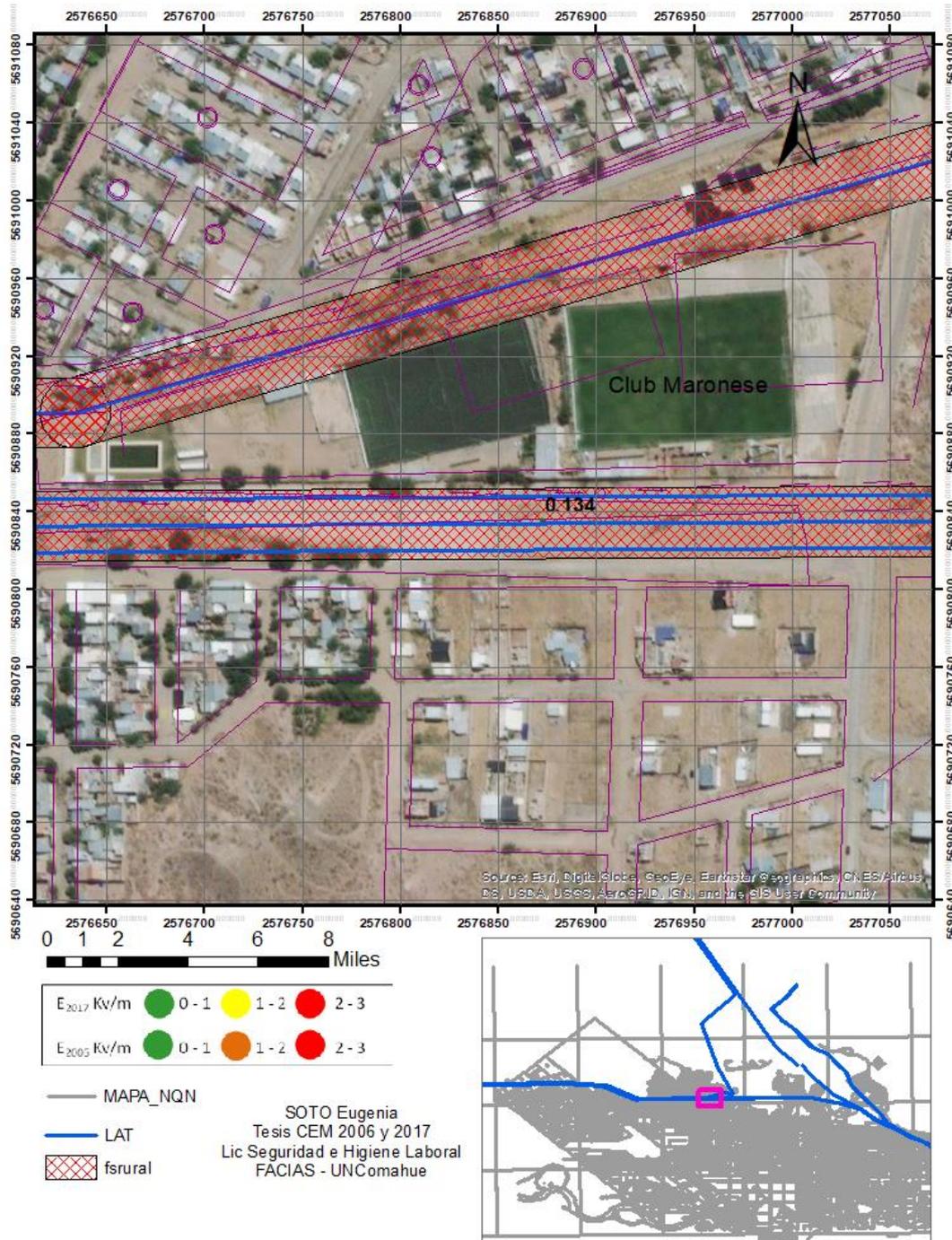


Mapa 3 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 4 Año: 2006.

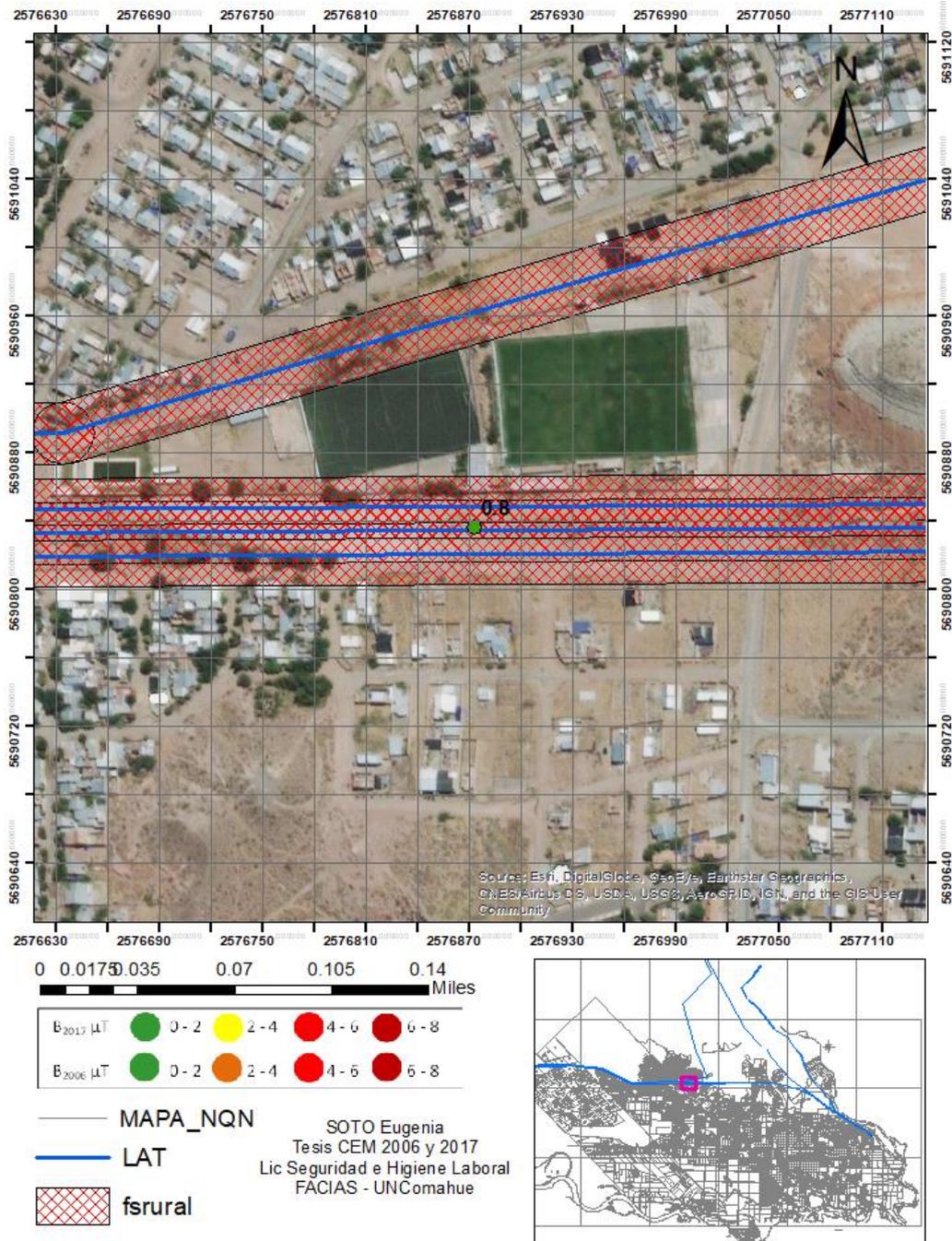
²² Valor obtenido de la Tabla de Límites admisibles en líneas. GUÍA DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DISTRIBUCION TRONCAL DE LA REGIÓN COMAHUE PERÍODO 2001 - 2008



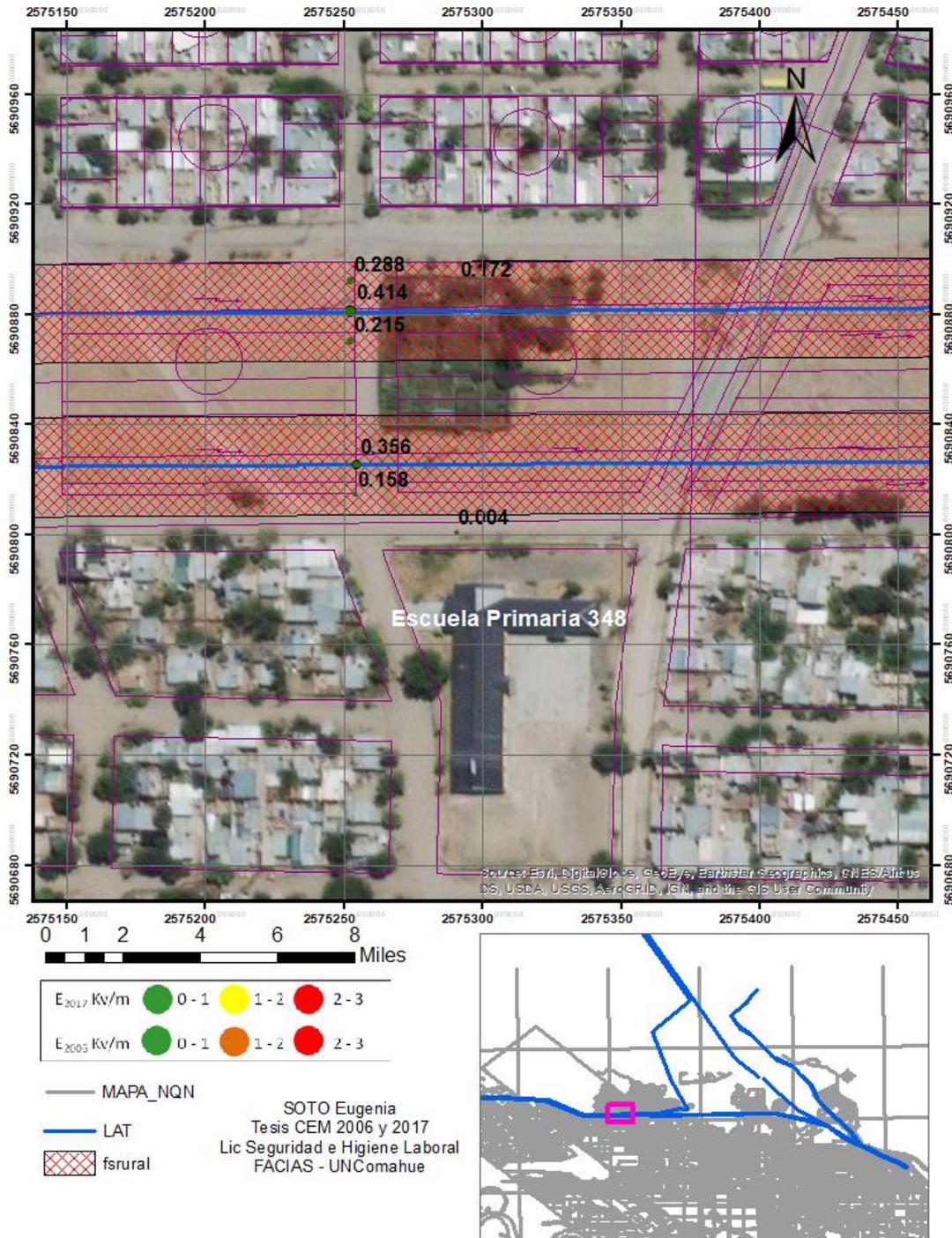
Mapa 4 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 4 Año: 2006. Elaboración propia.



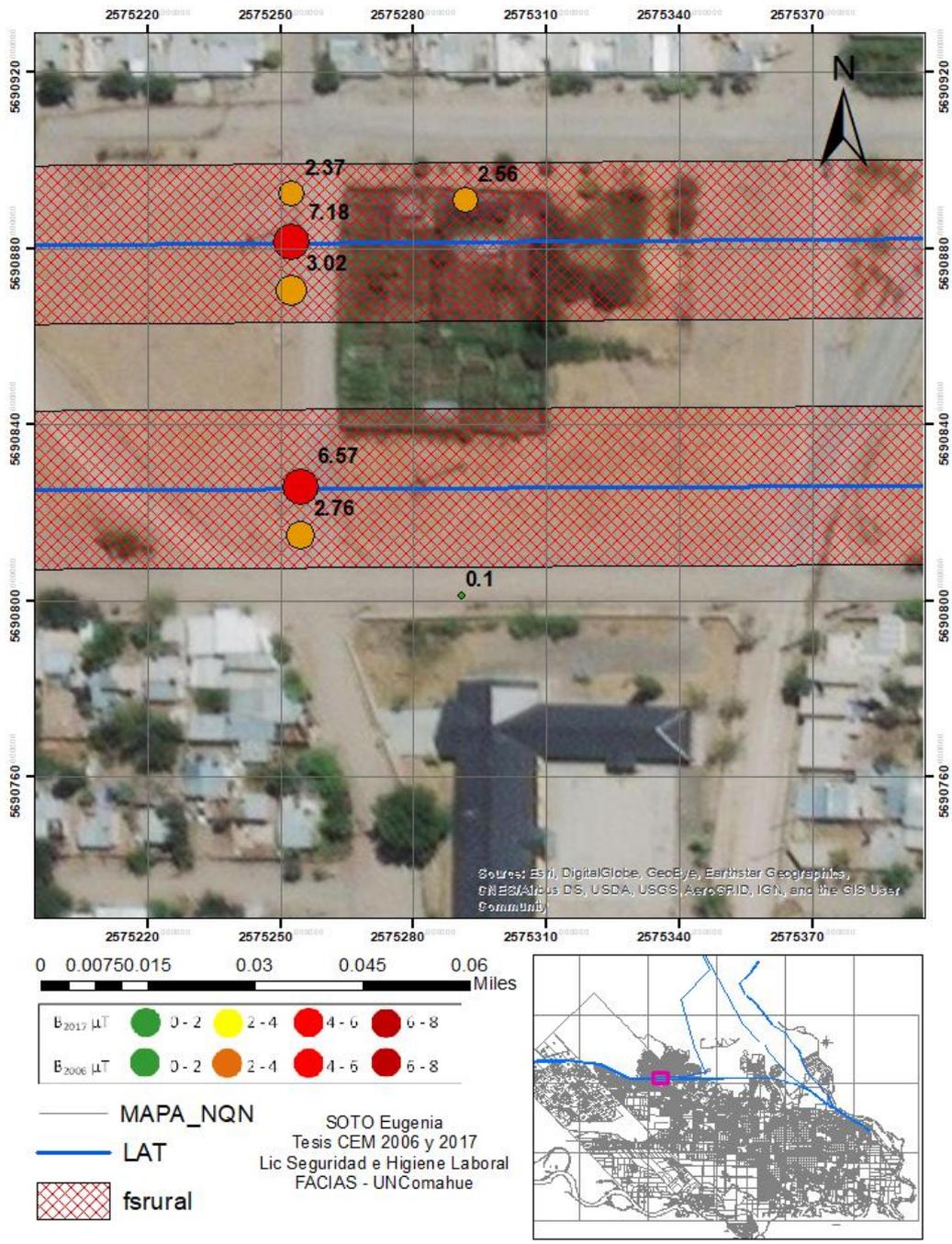
Mapa 5 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 3 Año: 2006. Elaboración propia.



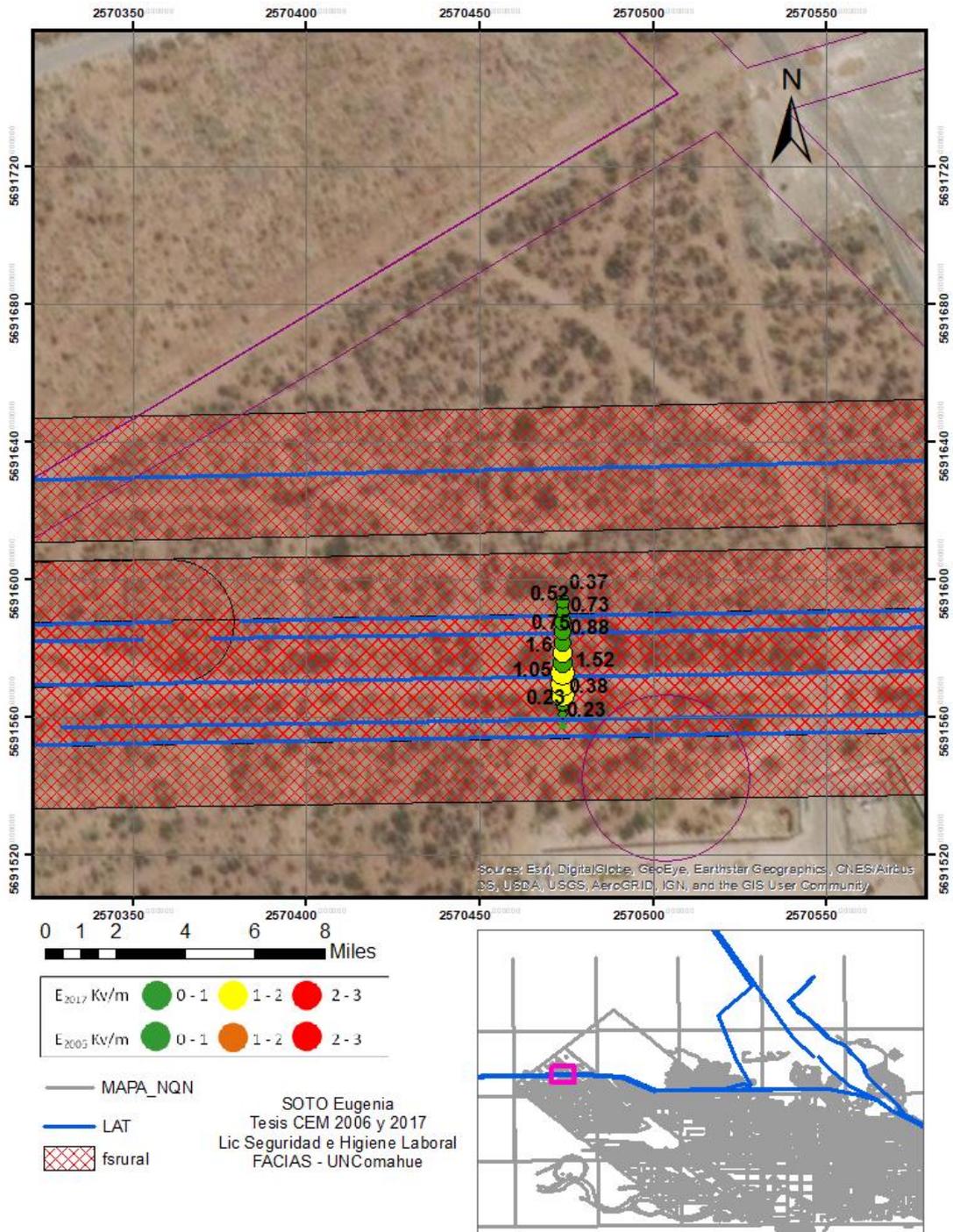
Mapa 6 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 3 Año: 2006. Elaboración propia.



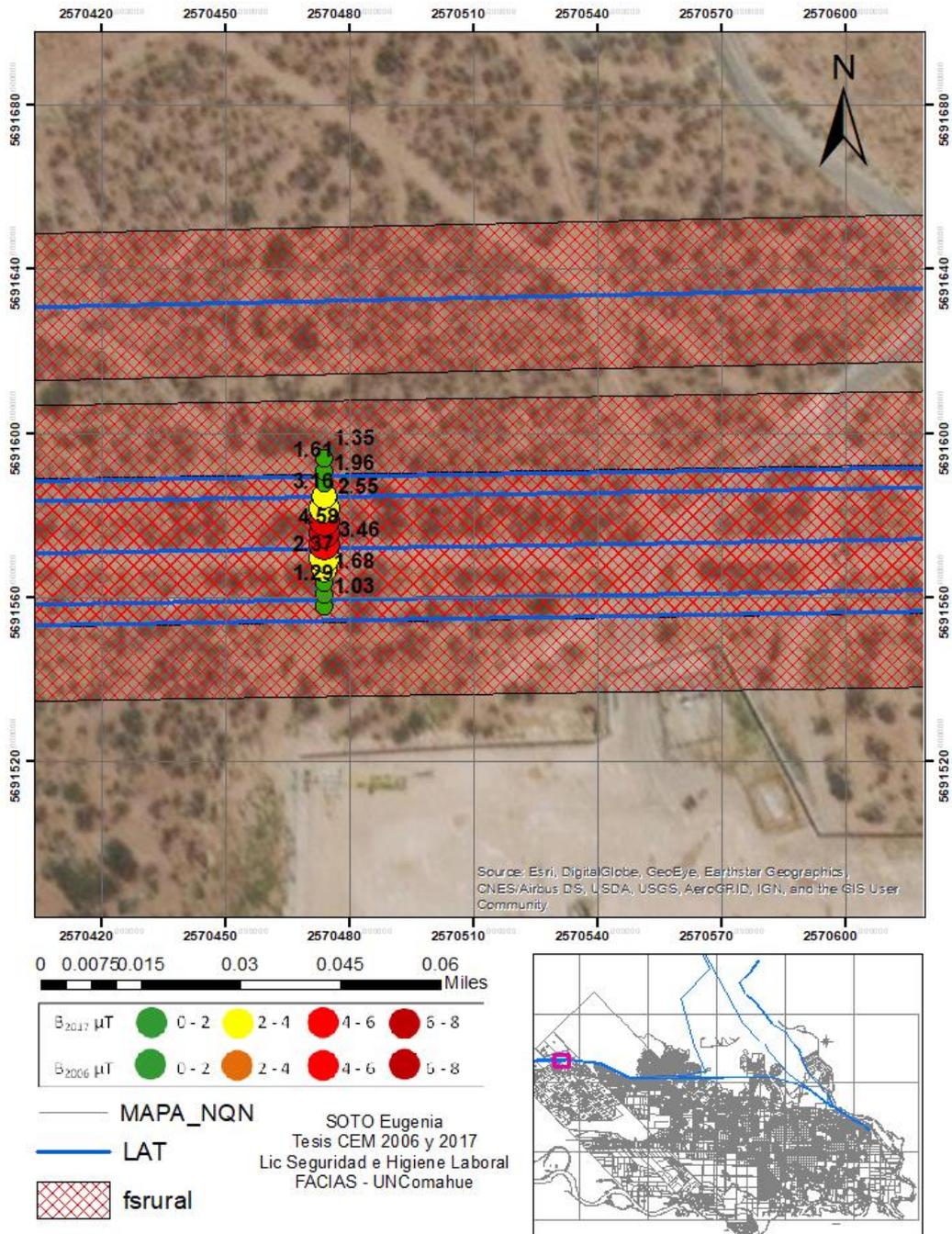
Mapa 7 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 1 Año: 2006.
 Elaboración propia.



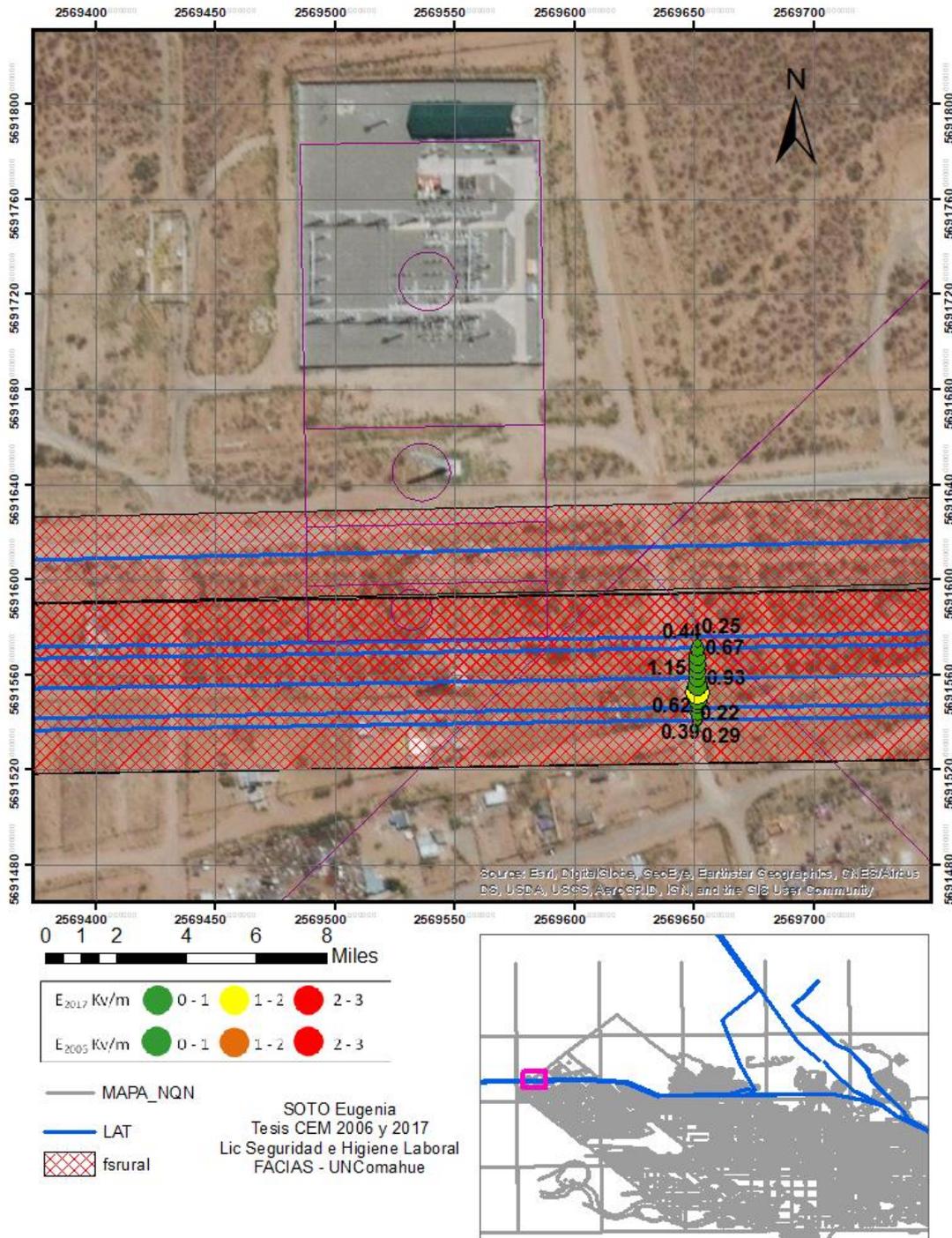
Mapa 8 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 1 Año: 2006. Elaboración propia.



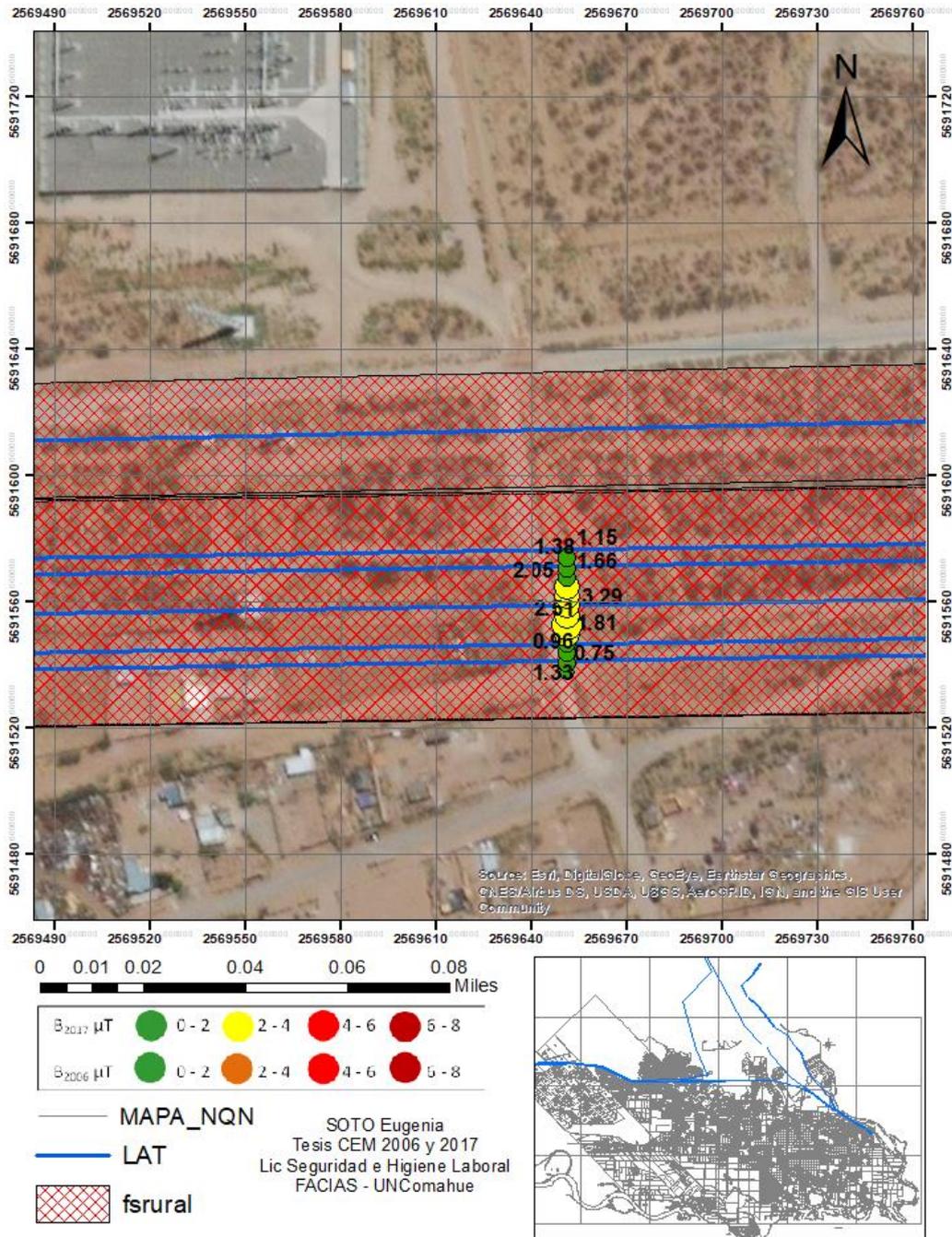
Mapa 9 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 7 Año: 2006. Elaboración propia.



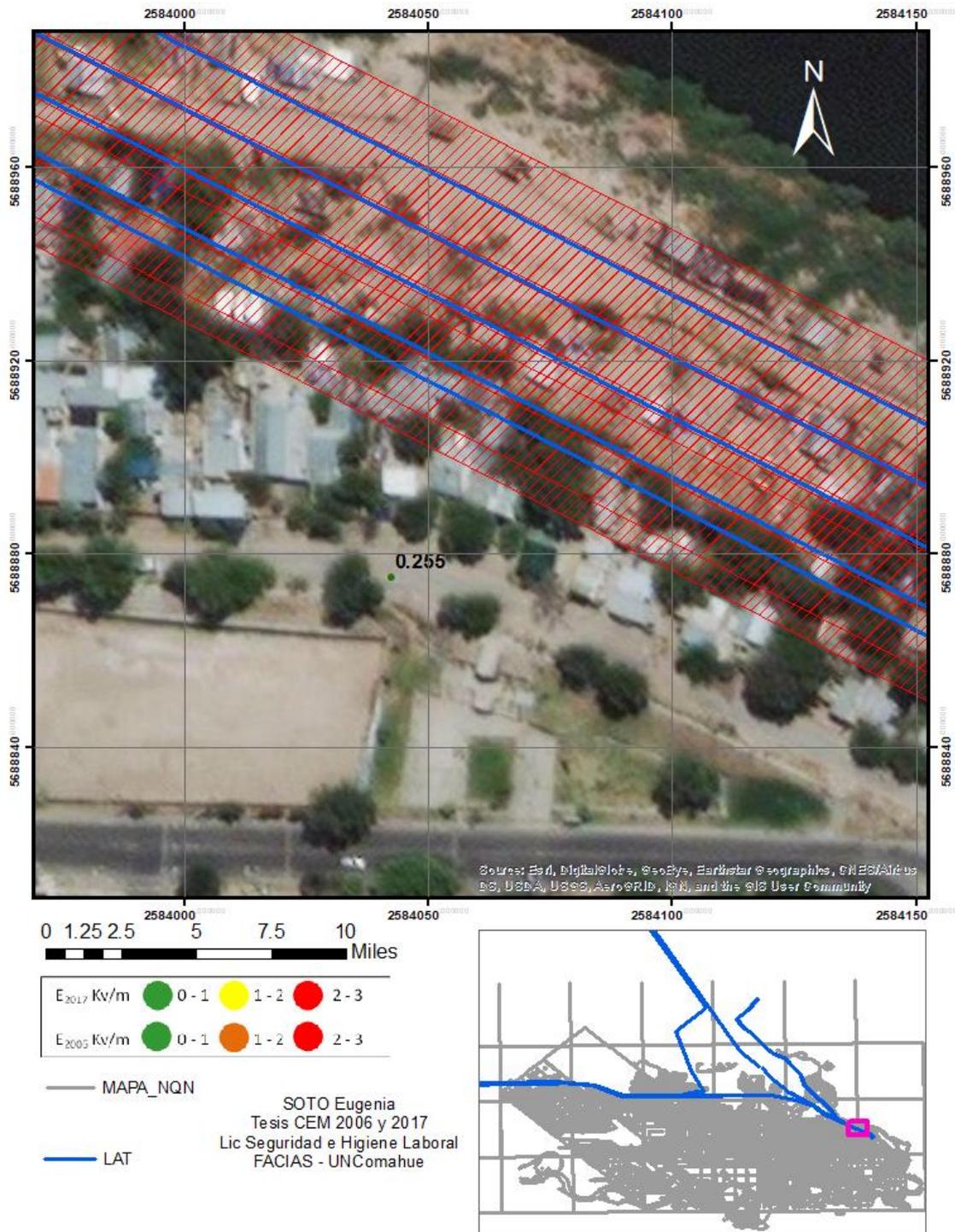
Mapa 10 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 7 Año: 2006. Elaboración propia.



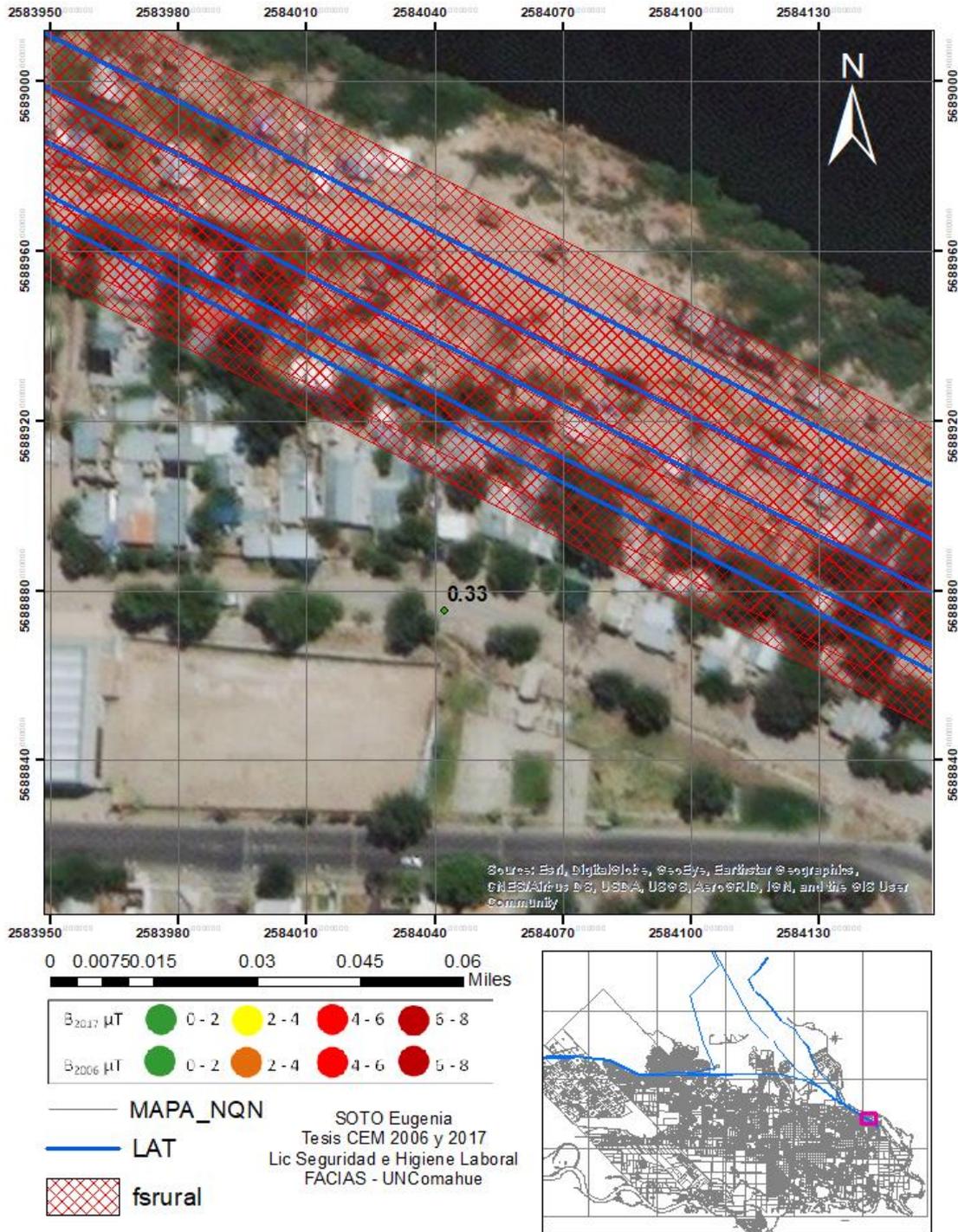
Mapa 11 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 8 Año: 2017. Elaboración propia.



Mapa 12 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 8 Año: 2017. Elaboración propia.



Mapa 13 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 5 Año: 2017. Elaboración propia.

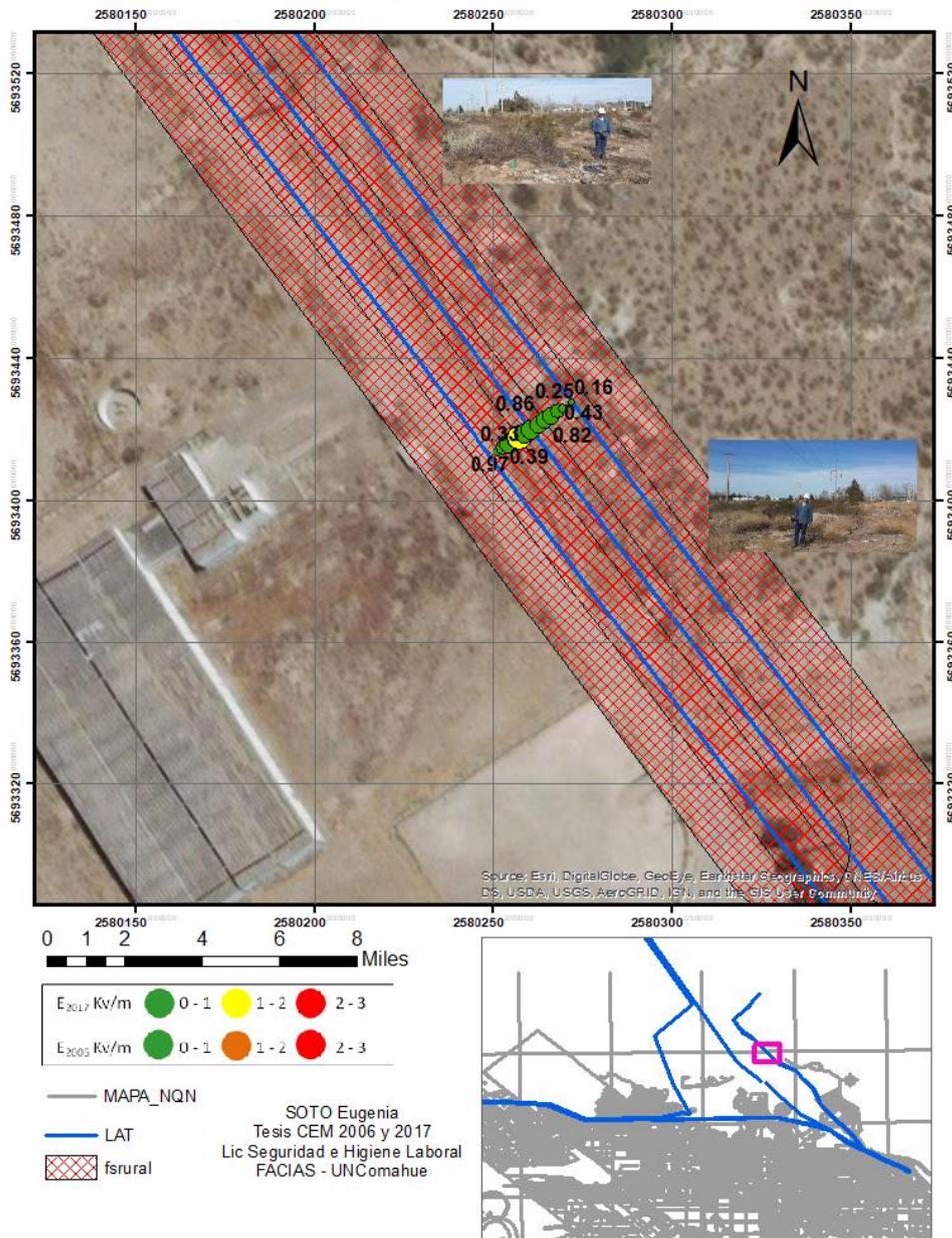


Mapa 14 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 5 Año: 2017. Elaboración propia.

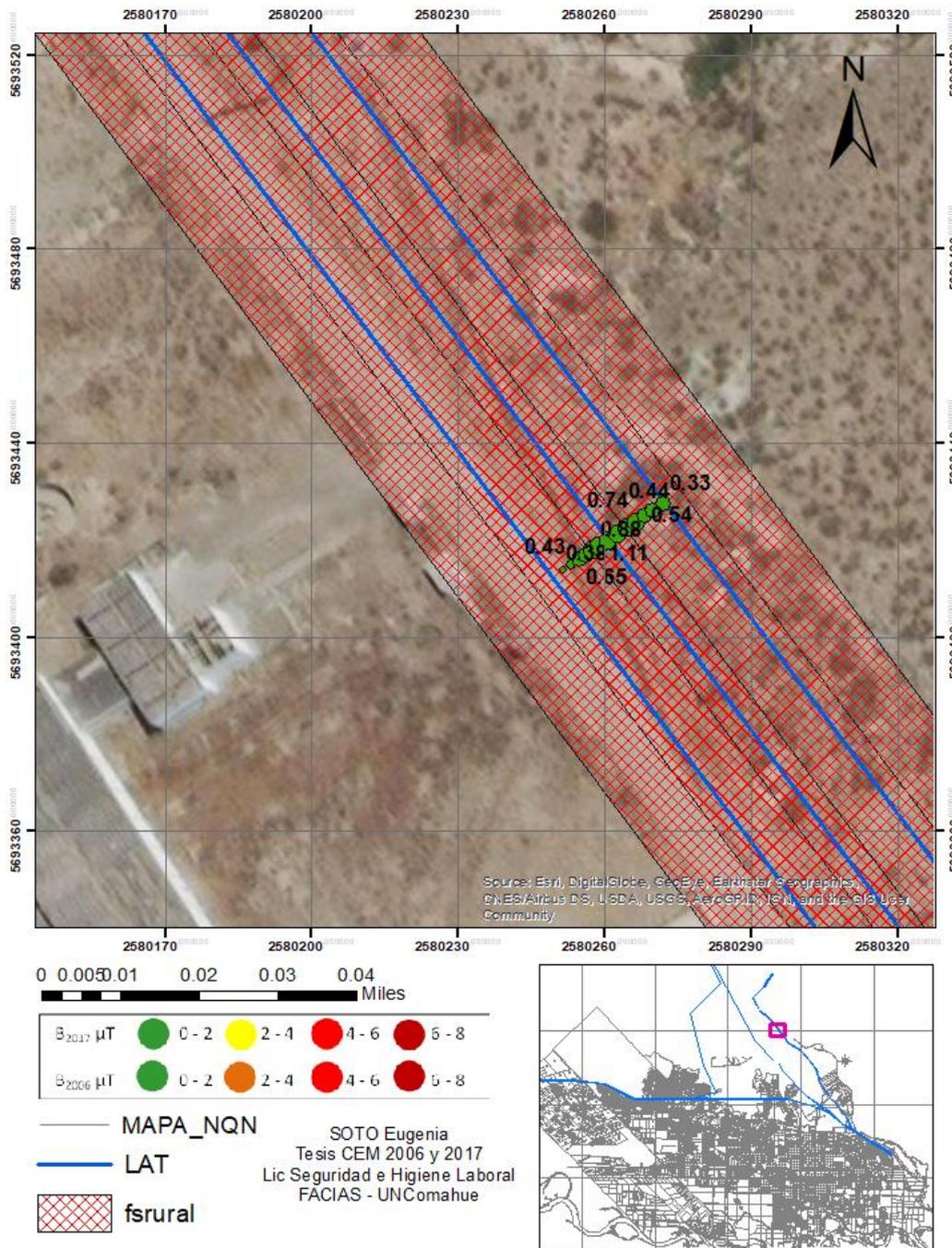
Línea Alto Valle - Cinco Saltos

Por último, la Línea Alto Valle - Cinco Saltos, de tipo Aérea Coplanar Vertical, con conductores de Aluminio - Acero de sección 300/50 mm², atraviesa, junto con las otras dos líneas, el predio del barrio privado Bocahue, bordeando el curso del río Neuquén. Se separa de las restantes líneas en las bardas, a la altura del barrio Rincón de Emilio – Parque Industrial, y finaliza kilómetros más adelante en la Estación Transformadora Cinco Saltos (provincia de Río Negro). En toda su trayectoria tiene involucrada una alta incumbencia sobre la población que habita por debajo de la misma. (Isla. 2006)

1.4. Mapa de posicionamiento georeferenciado



Mapa 15 Campo Eléctrico LAT 132kV AV-ARR, Zona 6 Año: 2017. Elaboración propia.



Mapa 16 Campo Magnético LAT 132kV AV-ARR, Zona 6 Año: 2017. Elaboración propia.

1.5. Gráfico de posicionamiento para la medición

LAT: 38°54'23.86"S **LONG:** 68° 4'28.91"O

Distancia al piquete 47: 111 mts. **Altura al conductor:** 7,1 mts.

Distancia entre piquetes: 258 mts



Figura 18 Esquema posicionamiento para la medición. Piquetes 46-47

1.6. Fotografía



Fotografía 1 Campaña de medición de CEM 2017. Piquetes 46-47 Fuente: Distrocuyo.



Fotografía 2 Campaña de Medición de CEM 2017 Piquetes 47. Fuente Distrocuyo

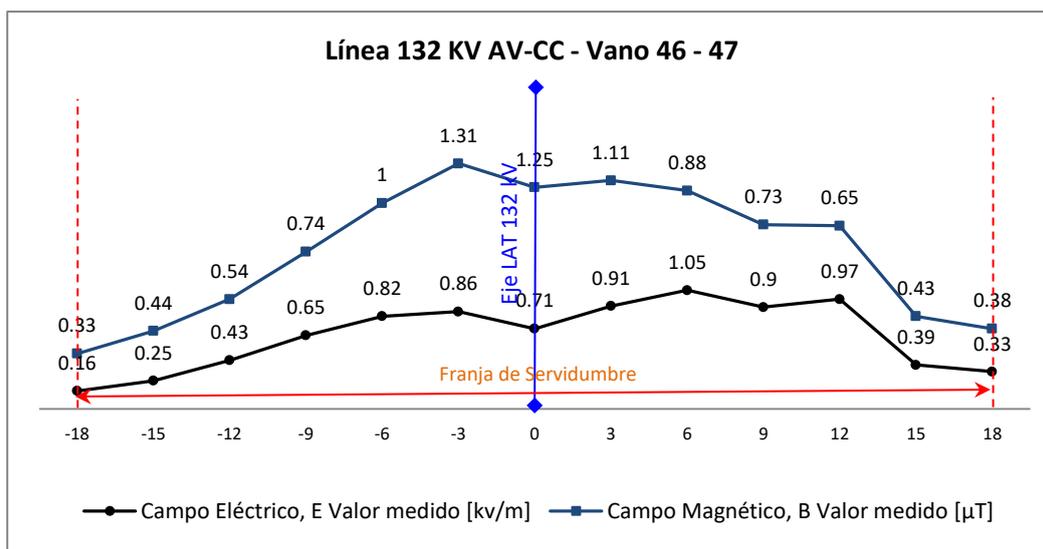
1. Resultados de la medición

1.6.1. Condiciones de carga

Tensión Actual [kV] : 131.2

Corriente Actual [A] : 21.2

Corriente Nominal [A] : 470



Gráfica 1 Perfil de medición de CEM en Línea 132 KV AV-CC - Vano 46 – 47. Año: 2017

1.6.2. Distancia de la medición en escala

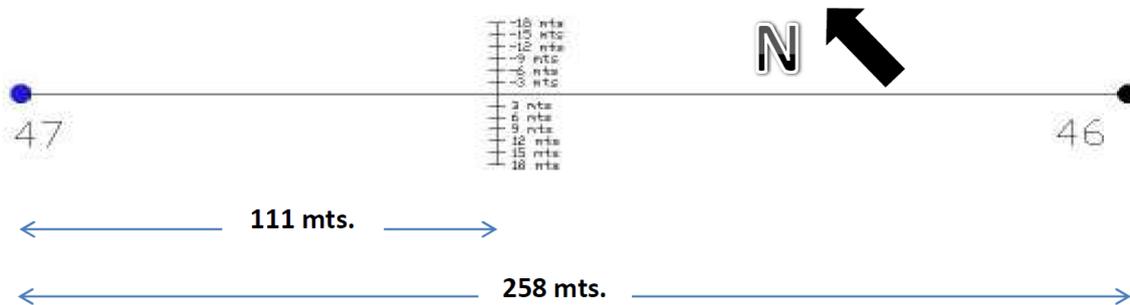


Figura 2 Esquema de medición. Distancia entre piquetes 46-47

Observación:

Las distancias se referencian de forma perpendicular a los 111 mts contados desde el piquete 47.

La medición -18 mts. se realiza bajo una línea de media tensión.

Los valores obtenidos no superan los máximos establecidos por Resolución del ENRE.

La línea tiene una corriente máxima admisible de 600 A²³. La medición de 2017, se realizó con una corriente de 21,2 A a una tensión de 131,2 kV, la humedad relativa del ambiente era del 38% y la temperatura ambiente de 21°C, la presión atmosférica de 935,9 hPa.

La LAT cumple con los requerimientos de exposición establecidos por el ENRE.

Mediciones en Línea 132 kV Línea Alto Valle – Colonia Valentina

1.7. Gráfico de posicionamiento para la medición

LAT: 38°55'26,7"S **LONG:** 68°11'14,4"O

Distancia al piquete 69: 132 mts.. **Altura al conductor:** 7,1 mts.

Distancia entre piquetes: 266 mts



Figura 3 Esquema de posicionamiento para la medición entre piquetes 69-70

²³ Valor obtenido de la Tabla de Límites admisibles en líneas. GUÍA DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DISTRIBUCION TRONCAL DE LA REGIÓN COMAHUE PERÍODO 2001 - 2008

1.8. Fotografía



Fotografía 3 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquetes 69-70. Fuente Distrocuyo.



Fotografía 4 Campaña de Medición CEM 2017. Piquete 69. Fuente Distrocuyo.

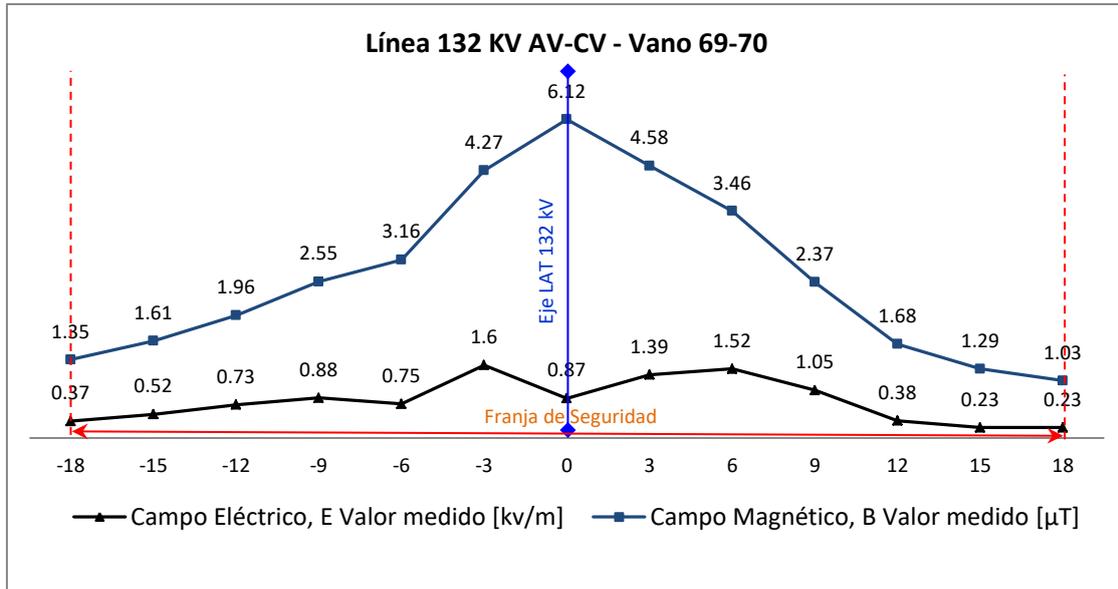
2. Resultados de la medición

1.8.1. Condiciones de carga

Tensión Actual [kV] : 135

Corriente Actual [A] : 281,6

Corriente Nominal [A] : 300



Gráfica 2 Perfil de CEM Línea 132 KV AV-CV - Vano 69-70

1.8.2. Distancia de la medición en escala

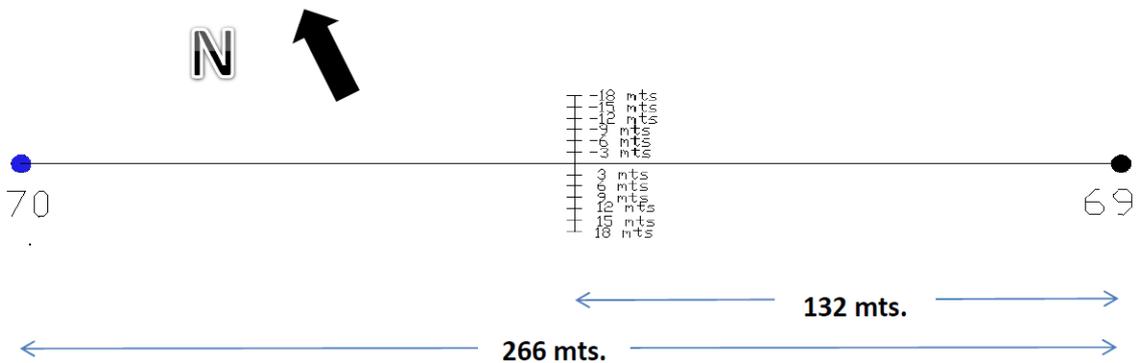


Figura 4 Esquema de medición distancia entre piquetes 69-70

Observación:

Las distancias se referencian de forma perpendicular a los 132 mts contados desde el piquete 69.

Los valores obtenidos no superan los máximos establecidos por Resolución del ENRE.

La línea tiene una corriente máxima admisible de 600 A²⁴. La medición de 2017 se realizó con una corriente de 281,6 A a una tensión de 135 kV, la humedad relativa del ambiente era del 45% y la temperatura ambiente de 18°C, la presión atmosférica de 964,3 hPa.

La LAT cumple con los requerimientos de exposición establecidos por el ENRE.

²⁴ Valor obtenido de la Tabla de Límites admisibles en líneas. GUÍA DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DISTRIBUCION TRONCAL DE LA REGIÓN COMAHUE PERÍODO 2001 - 2008

Mediciones en Línea 132 kV Línea Colonia Valentina– Arroyito

1.9. Gráfico de posicionamiento para la medición

LAT: 38°55'27.59"S LONG: 68°11'48.54"O

Distancia al piquete 73: 112 mts.. Altura al conductor: 8,3 mts.

Distancia entre piquetes: 324 mts

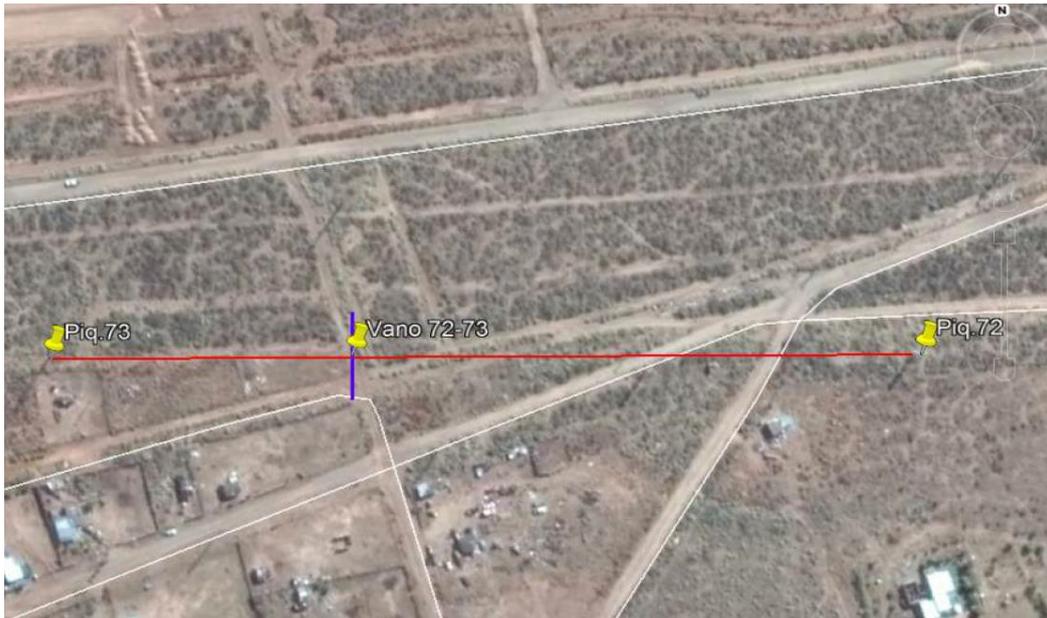


Figura 5 Esquema de posicionamiento para la medición entre piquetes 72-73

1.10. Fotografía



Fotografía 5 Campaña de Medición de CEM 2017. Piquetes 72-73. Cantidad de conductores: 1 por fase. Triángular. Fuente Distrocuyo.



Fotografía 6 Campaña de Medición CEM 2017. Piquetes 72-73. Fuente Distrocuyo.

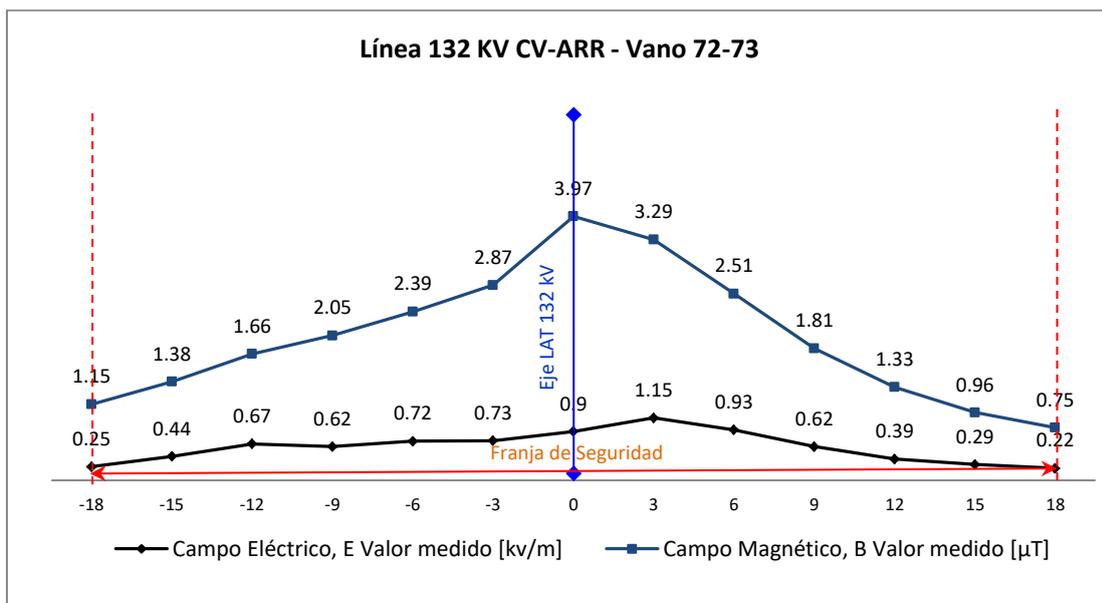
3. Resultados de la medición

1.10.1. Condiciones de carga

Tensión Actual [kV] : 135

Corriente Actual [A] : 281,6

Corriente Nominal [A] : 470



Gráfica 3 Perfil de CEM Línea 132 KV CV-ARR - Vano 72-73

1.10.2. Distancia de la medición en escala

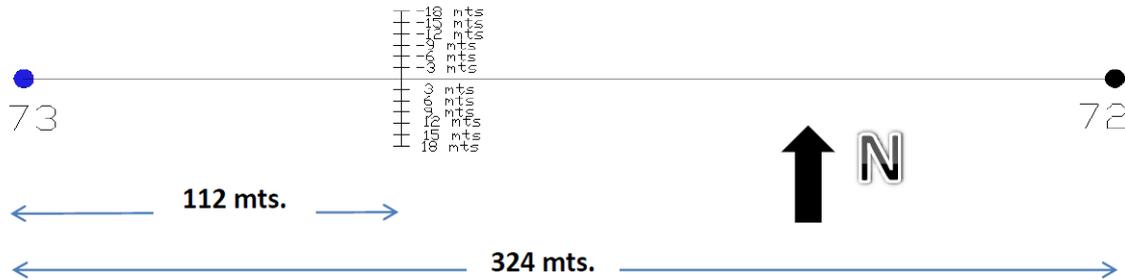


Figura 6 Esquema de medición distancia entre piquetes 72-73

Observación:

Las distancias se referencian de forma perpendicular a los 112 mts contados desde el piquete 73.

Se realizó la medición en forma oblicua dadas las condiciones del terreno. Los valores obtenidos no superan los máximos establecidos por Resolución del ENRE.

La línea tiene una corriente máxima admisible de 600 A²⁵. La medición de 2017, se realizó con una corriente de 281,6 A a una tensión de 135 kV, la humedad relativa del ambiente era del 34% y la temperatura ambiente de 22°C, la presión atmosférica de 960 hPa.

La LAT cumple con los requerimientos de exposición establecidos por el ENRE.

A fines comparativos, se muestran en los mapas 16 y 17 (Tabla 7) con los resultados de las mediciones obtenidas para los años 2006 y 2017, en la traza existente de las líneas de Alta Tensión de 132 kV emplazadas en la ciudad de Neuquén.

²⁵ Valor obtenido de la Tabla de Límites admisibles en líneas. GUÍA DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DISTRIBUCION TRONCAL DE LA REGIÓN COMAHUE PERÍODO 2001 - 2008



Tabla 7 Medición de Campos Eléctrico y Magnético, Años 2006 y 2017

LAT 132 kV	Med.N°	Año	Coordenada X Posgar94 Faja 2	Coordenada Y Posgar94 Faja 2	Instrumento empleado Marca y Modelo	Fecha y forma de su última calibración	Campo Eléctrico	Intensidad de corriente por fase, en Ampere	Campo Magnético
	1	2006	2575291.669	5690890.931	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,172	Sin dato	2,56
	2	2006	2575290.812	5690801.008	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,004	Sin dato	0,1
	3	2006	2576872.944	5690835.744	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,134	Sin dato	0,8
	4	2006	2579838.124	5690849.657	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,089	Sin dato	0,45
	5	2006	2584042.319	5688875.267	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,255	Sin dato	0,33
	6	2006	2582786.221	5689724.583	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	1,31	Sin dato	0
	7	2006	2582703.556	5689779.853	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0	Sin dato	0,645
	8	2006	2582698.4	5689784.348	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0	Sin dato	0
	9	2006	2575252.552	5690881.311	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,414	Sin dato	7,18
	10	2006	2575252.447	5690870.209	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,215	Sin dato	3,02
	11	2006	2575252.658	5690892.413	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,288	Sin dato	2,56
	12	2006	2575254.625	5690825.778	W&G- NARDA, modelo EFA-300	Sin dato	0,356	Sin dato	0,1
Línea 132 KV AV - ARR - Vano 14 – 15	13	2017	2582794.6	5689738.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,34	281.6	1,23
	14	2017	2582794.6	5689735.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,18	281.6	1,43
	15	2017	2582794.6	5689732.12	HOLADAY,	Certificado:	0,36	281.6	1,76

Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo

					modelo HI-3604	00632DIS Vto: 05/03/18			
	16	2017	2582794.6	5689729.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,68	281.6	2,07
	17	2017	2582794.6	5689726.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,04	281.6	2,62
	18	2017	2582794.6	5689723.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,16	281.6	1,95
	19	2017	2582794.6	5689720.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,75	281.6	2,45
	20	2017	2582794.6	5689717.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,38	281.6	2,32
	21	2017	2582794.6	5689714.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,12	281.6	1,74
	22	2017	2582794.6	5689711.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,02	281.6	1,21
	23	2017	2582794.6	5689708.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,03	281.6	0,93
	24	2017	2582794.6	5689705.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,04	281.6	0,67
	25	2017	2582794.6	5689702.12	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,04	281.6	0,51
Línea 132 KV AV-CC - Vano 46 - 47	26	2017	2580261.64	5693438.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,16	21.2	0,33
	27	2017	2580261.64	5693435.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,25	21.2	0,44

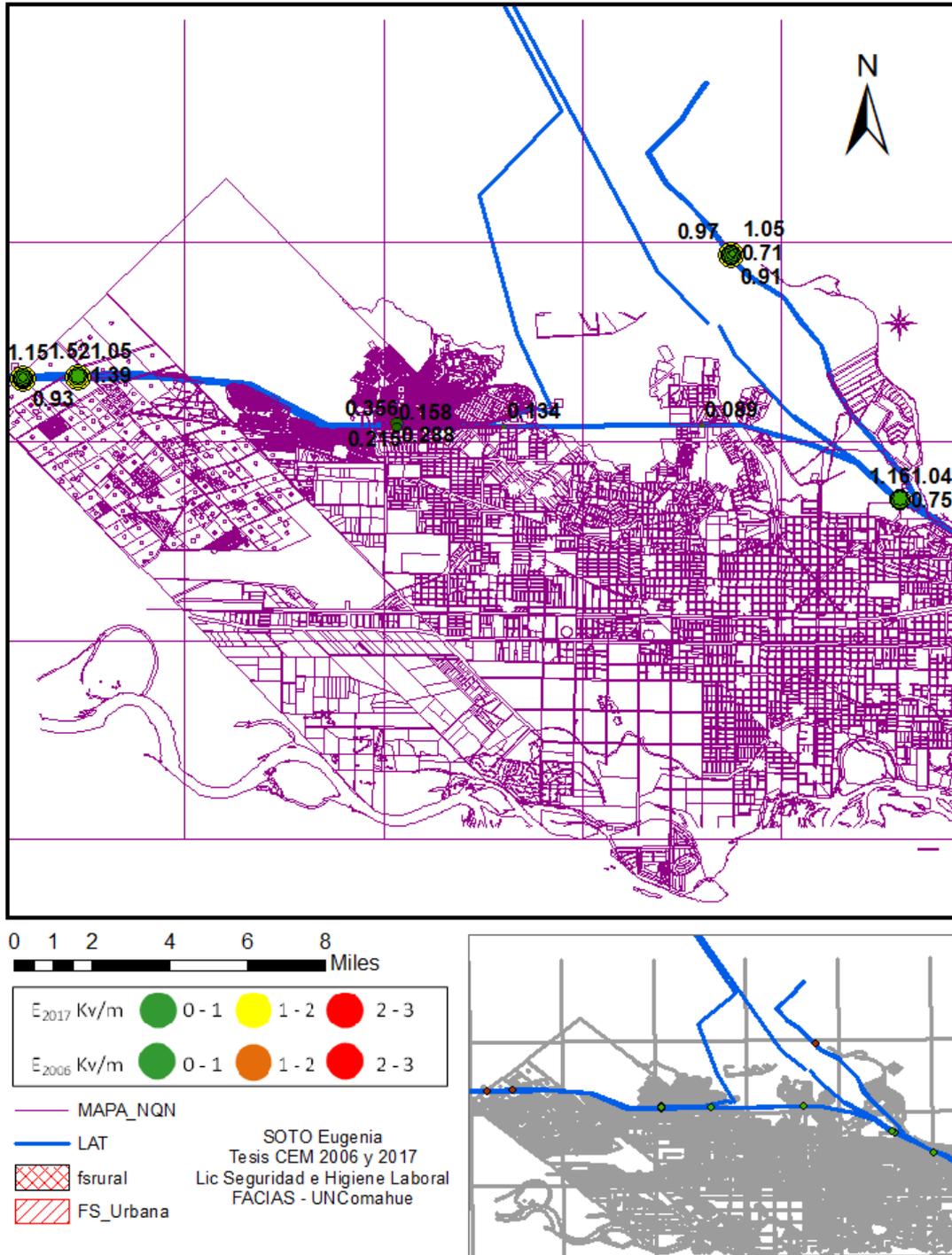


Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo

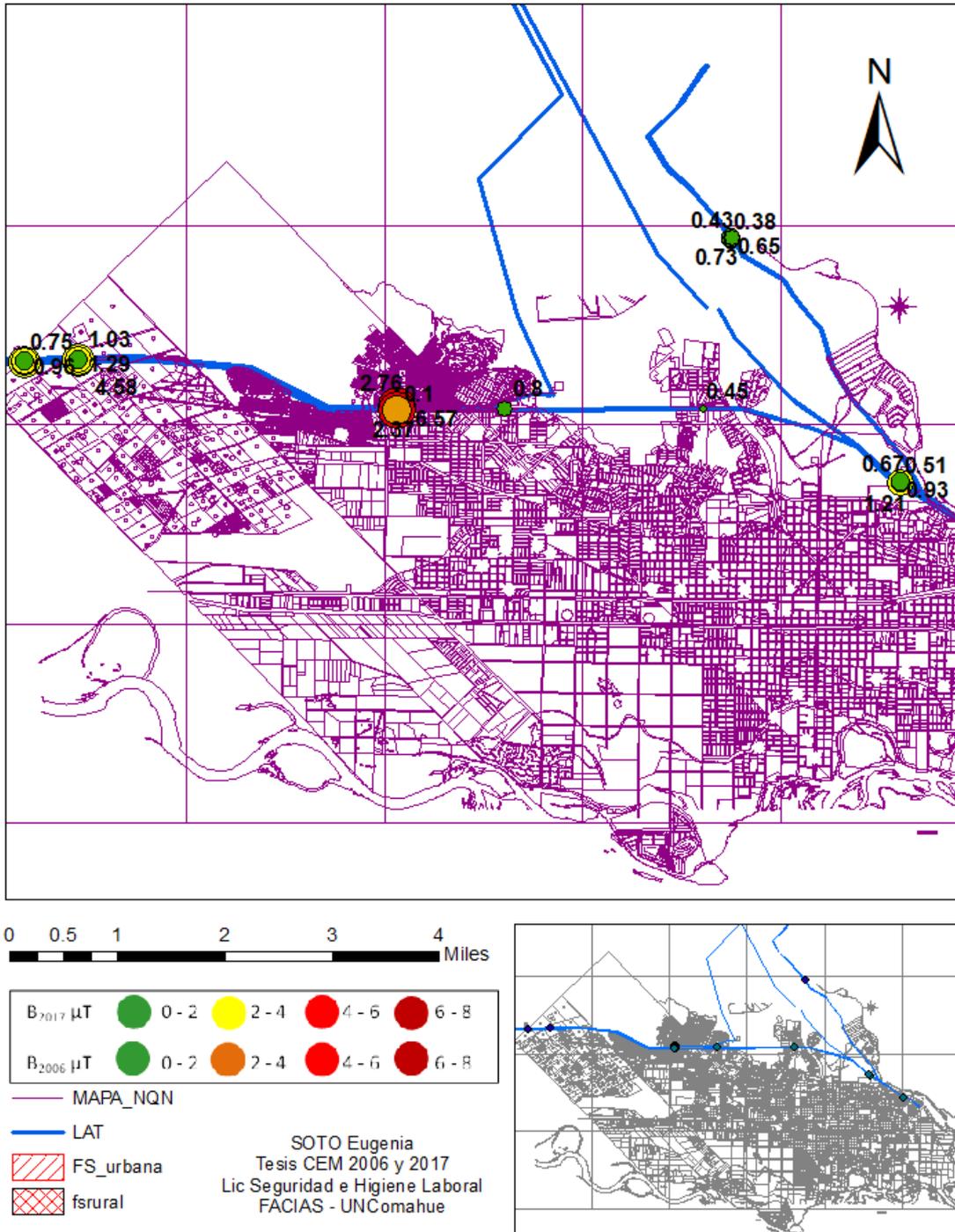
	28	2017	2580261.64	5693432.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,43	21.2	0,54
	29	2017	2580261.64	5693429.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,65	21.2	0,74
	30	2017	2580261.64	5693426.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,82	21.2	1
	31	2017	2580261.64	5693423.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,86	21.2	1,31
	32	2017	2580261.64	5693420.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,71	21.2	1,25
	33	2017	2580261.64	5693417.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,91	21.2	1,11
	34	2017	2580261.64	5693414.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,05	21.2	0,88
	35	2017	2580261.64	5693411.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,9	21.2	0,73
	36	2017	2580261.64	5693408.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,97	21.2	0,65
	37	2017	2580261.64	5693405.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,39	21.2	0,43
	38	2017	2580261.64	5693402.36	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,33	21.2	0,38
Línea 132 KV AV-CV - Vano 69-70	39	2017	2570474.061	5691593.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,37	281,6	1,35
	40	2017	2570474.061	5691590.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,52	281,6	1,61

						05/03/18			
	41	2017	2570474.061	5691587.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,73	281,6	1,96
	42	2017	2570474.061	5691584.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,88	281,6	2,55
	43	2017	2570474.061	5691581.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,75	281,6	3,16
	44	2017	2570474.061	5691578.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,6	281,6	4,27
	45	2017	2570474.061	5691575.589	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,87	281,6	6,12
	46	2017	2570474.061	5691572.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,39	281,6	4,58
	47	2017	2570474.061	5691569.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,52	281,6	3,46
	48	2017	2570474.061	5691566.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,05	281,6	2,37
	49	2017	2570474.061	5691563.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,38	281,6	1,68
	50	2017	2570474.061	5691560.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,23	281,6	1,29
	51	2017	2570474.061	5691557.59	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,23	281,6	1,03
Línea 132 KV CV-ARR - Vano 72-73	52	2017	2569651.42	5691573.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,25	281,6	1,15
	53	2017	2569651.42	5691570.43	HOLADAY,	Certificado:	0,44	281,6	1,38

				modelo HI-3604	00632DIS Vto: 05/03/18			
54	2017	2569651.42	5691567.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,67	281.6	1,66
55	2017	2569651.42	5691564.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,62	281.6	2,05
56	2017	2569651.42	5691561.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,72	281.6	2,39
57	2017	2569651.42	5691558.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,73	281.6	2,87
58	2017	2569651.42	5691555.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,9	281.6	3,97
59	2017	2569651.42	5691552.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	1,15	281.6	3,29
60	2017	2569651.42	5691549.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,93	281.6	2,51
61	2017	2569651.42	5691546.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,62	281.6	1,81
62	2017	2569651.42	5691543.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,39	281.6	1,33
63	2017	2569651.42	5691540.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,29	281.6	0,96
64	2017	2569651.42	5691537.43	HOLADAY, modelo HI-3604	Certificado: 00632DIS Vto: 05/03/18	0,22	281.6	0,75



Mapa 17 Campo Eléctrico LAT 132kV Neuquén Capital Años: 2006 y 2017



Mapa 18 Campo Magnético LAT 132kV Neuquén Capital Años: 2006 y 2017

Capítulo V Conclusiones

En lo referente al estudio realizado en éste trabajo de investigación, los valores de los campos eléctricos y magnéticos, que fueron medidos por el Lic. Martín Isla (2006) y Distrocuyo SA (2017) en las líneas de Alta Tensión, resultaron ser de un promedio de 0,44 kV/m para el campo eléctrico y de 1,91 μ T para el campo magnético. Por lo tanto, no representan un riesgo de exposición poblacional, según nuestra legislación vigente. Es decir, cumplido con los límites normados, no existen riesgos por exposición a los campos electromagnéticos, generados por las instalaciones eléctricas para la salud pública. No obstante, se debe tener especial atención a los valores máximos exigidos por la legislación Argentina de 3 kV/m para el campo eléctrico y 25 μ T para el campo magnético, en el borde de la franja de servidumbre de la línea de 132 kV.

A fines de realizar un análisis comparativo de los CEM entre los años 2006 y 2017 generados por líneas de Alta Tensión emplazadas en la Ciudad de Neuquén, se estandarizan las variables necesarias para su comprensión, debido a que en el caso de los antecedentes 2006, no se cuenta con la totalidad de parámetros establecidos en el protocolo de medición dispuestos por Res ENRE N° 1724/98 y Res SE 77/98. Esto se debe, a que el objetivo de tesis es “hacer un análisis detallado de la situación en la que se encuentran las zonas influenciadas por las líneas de Alta Tensión en relación a la población de la Ciudad de Neuquén.” (Isla, 2006) para obtener la titulación de grado. Mientras que, los protocolos de medición 2007, tienen por objeto el cumplimiento legal de carácter obligatorio para todos los distribuidores y transportistas de electricidad que operan en nuestro país para su presentación ante la autoridad de aplicación. Por lo expuesto, a fines prácticos, sólo es comparable el campo eléctrico, debido a que para analizar el campo magnético, se requiere conocer el valor de corriente que circula al momento de la medición. Dato presente solamente en las mediciones de 2017. Sin embargo, si se puede confirmar que las mediciones del CM en 2006 como en 2017, no superan los 25 μ T establecidos por la Res SE77/98.

Durante el relevamiento de campo y comparando las locaciones del año 2006 y 2017, se observa un avance significativo de la población, lo que evidencia falta de planificación urbana, debido al avance de las construcciones en los predios, en especial cercanos e incluso debajo de la LAT.



Como continuación de este trabajo se puede analizar los efectos de CEM en Estaciones Transformadoras en cuanto a la afectación ocupacional (Res SRT295/2015) ya que se dispone de las mediciones de CEM realizadas por la empresa DISTROCUYO.



Bibliografía

- [1] Tesis para obtener el título de Licenciado en Saneamiento y Protección Ambiental "*Situación de las líneas de Alta Tension en la ciudad de Neuquén*" Autor: Martín Ignacio Islas. Director: Ing. Miguel Maduri. Neuquén – 2006
- [2] International Standard IEC 833, "*Measurement of Power Frequency Electric Fields*", Primera Edición, 1987.
- [3] Cigré, Working Group 36.01 (Corona and Field Effects), "*Electric Power Transmission and the Environment: Fields, Noise and Radiointerference*", 1993.
- [4] World Health Organization, "*Summary of the Environmental Health Criteria 35: Extremely Low Frequency Fields (ELF)*", 1984.
- [5] World Health Organization, "*Environmental Health Criteria 69: Magnetic Fields*", 1987.
- [6] L. E. Paulsson (Swedish Radiation Protection Institute), "*Electric and Magnetic Fields Effects from a Regulator's Point of View*", Cigré Session 1996, Panel 4: Electromagnetic Issue Management, P4-01, 1996.
- [7] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, "*Limiti Massimi di Esposizione ai Campi Elettrico e Magnetico Generati alla Frequenza Industriale Nominale (50 Hz) negli Ambienti Abitativi e nell'Ambiente Esterno (23-4-1992)*", La Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, N° 104, 6 de Mayo de 1992
- [8] Ley Nacional N° 19587(1972)
- [9] Universidad de Murcia "*Los Impactos Ambientales de las líneas e infraestructuras eléctricas*" Lic. Pedro Belmonte. España, 2010
- [10] Dirección Provincial de Estadística y Censos de la Provincia del Neuquén, en base a datos del Censo General de los Territorios Nacionales 1920. IV Censo General de la Nacion 1947. Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas 1970. Censos Nacionales de Población 1960, 1980, 1991, 2001 y 2010. Censo Provincial de Población 1965
- [11] Mercado Eléctrico Mayorista "SÍNTESIS DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA" AÑO XVII N° 204 Diciembre 2017



[12] GUÍA DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR DISTRIBUCIÓN TRONCAL DE LA REGIÓN COMAHUE PERÍODO 2001 – 2008 CORRIENTES ADMISIBLES EN LÍNEAS

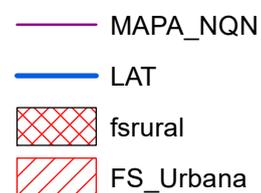
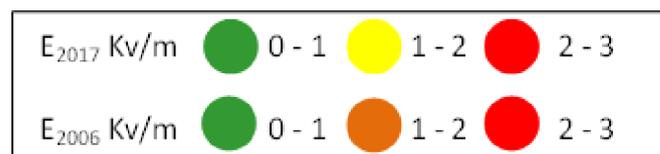
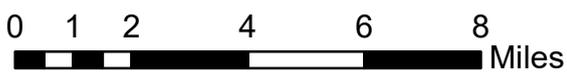
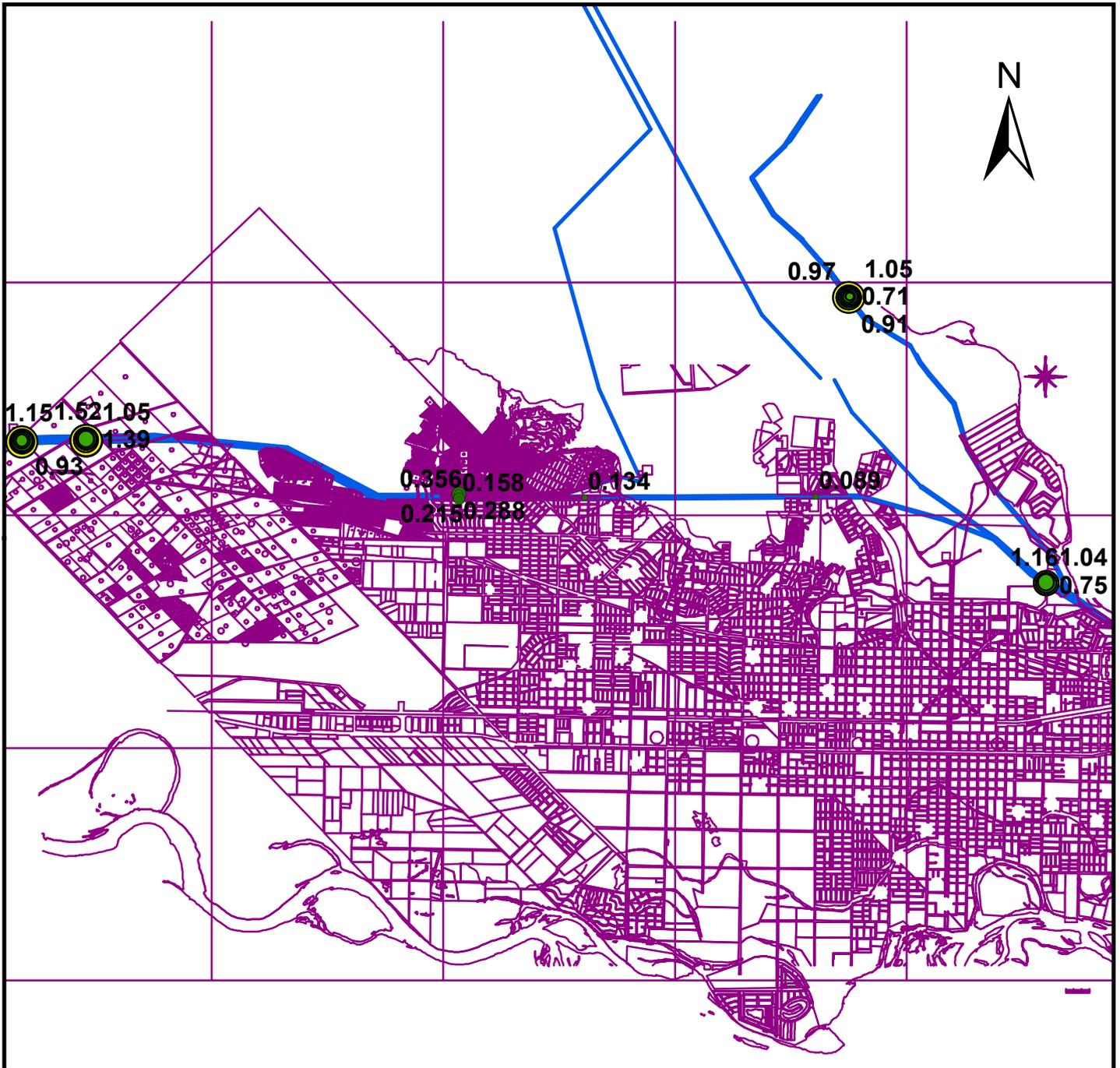
[13] Ary D'Ajuz, C. dos Santos Fonseca, y otros "TRANSITORIOS ELETRICOS E COORDENACAO DE ISOLAMENTO. APLICACAO EM SISTEMAS DE POTENCIA DE ALTA TANSAO" Furnas Universidad Federal Fluminense



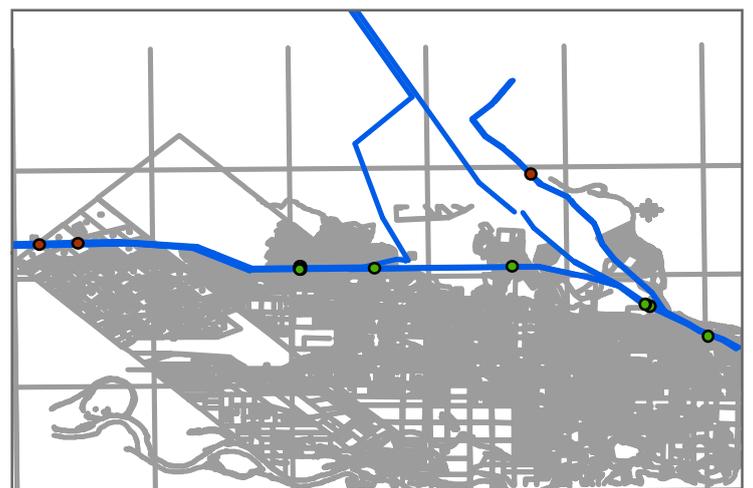
Universidad Nacional del Comahue
Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud
Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo



Anexos

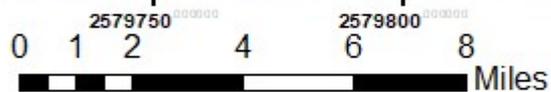


SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





Sources: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



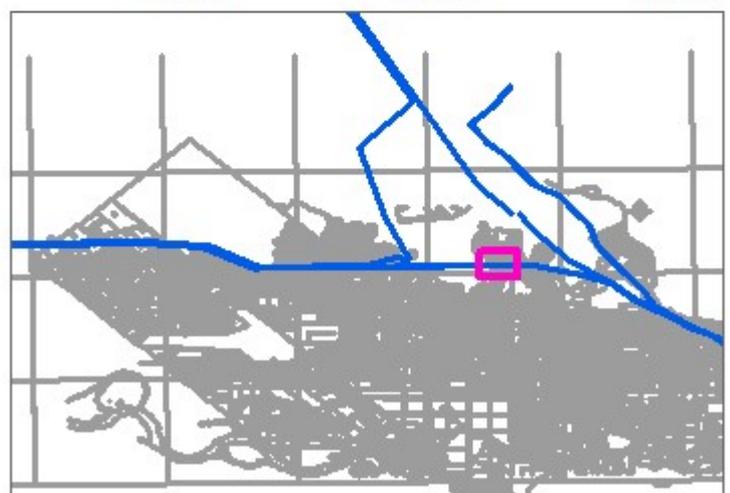
E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

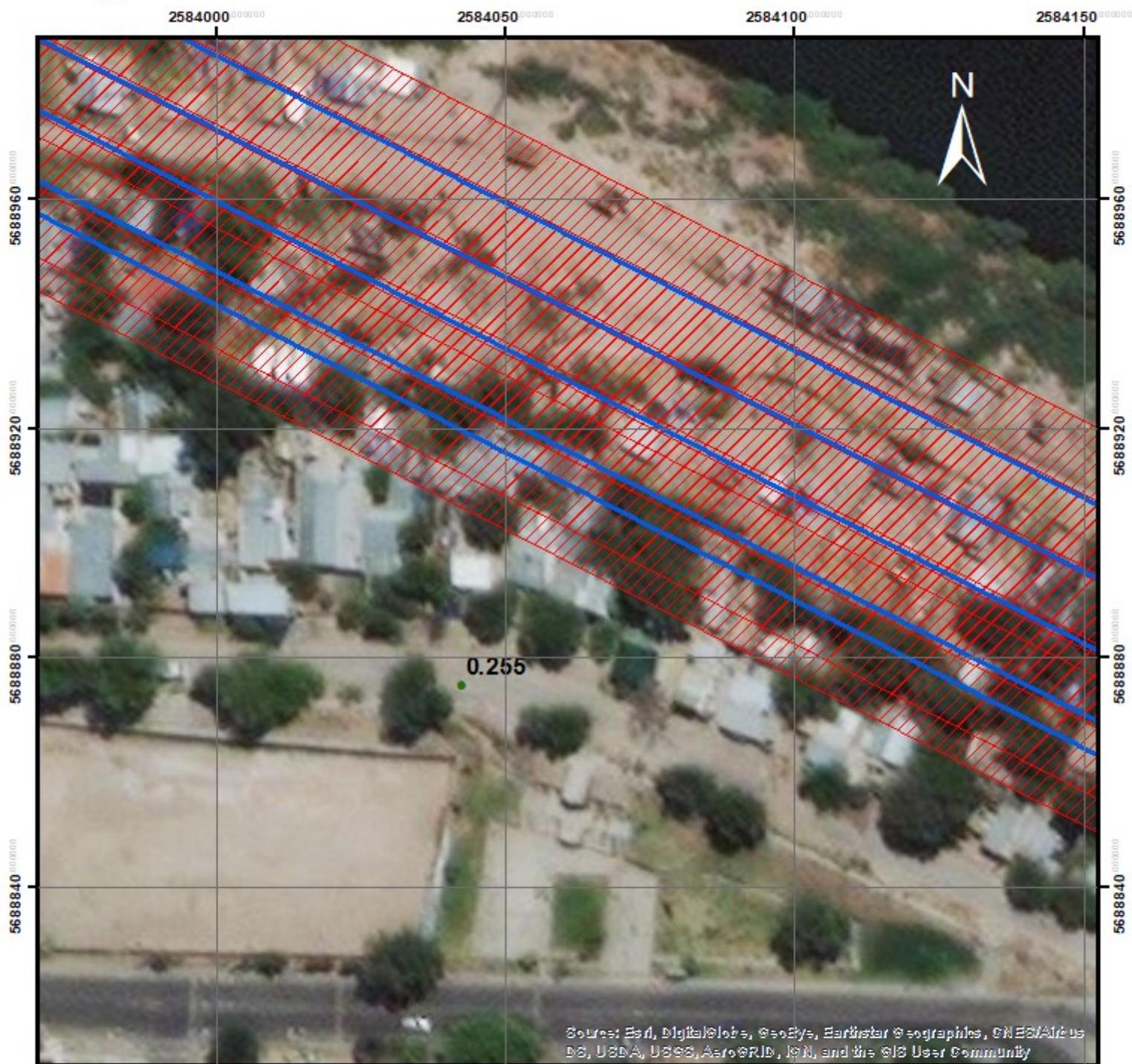
— MAPA_NQN

— LAT

▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





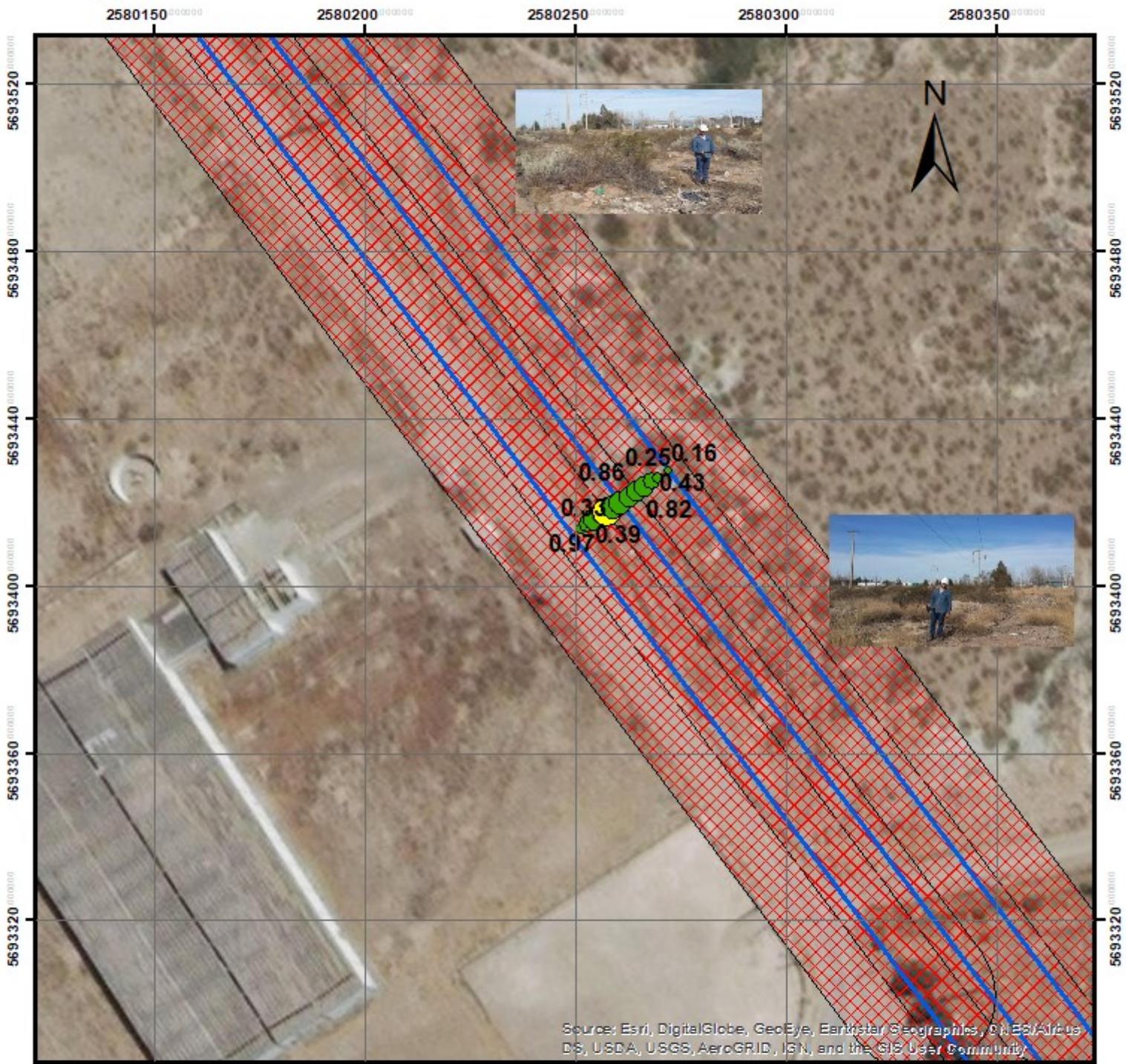
E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

MAPA_NQN

LAT

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

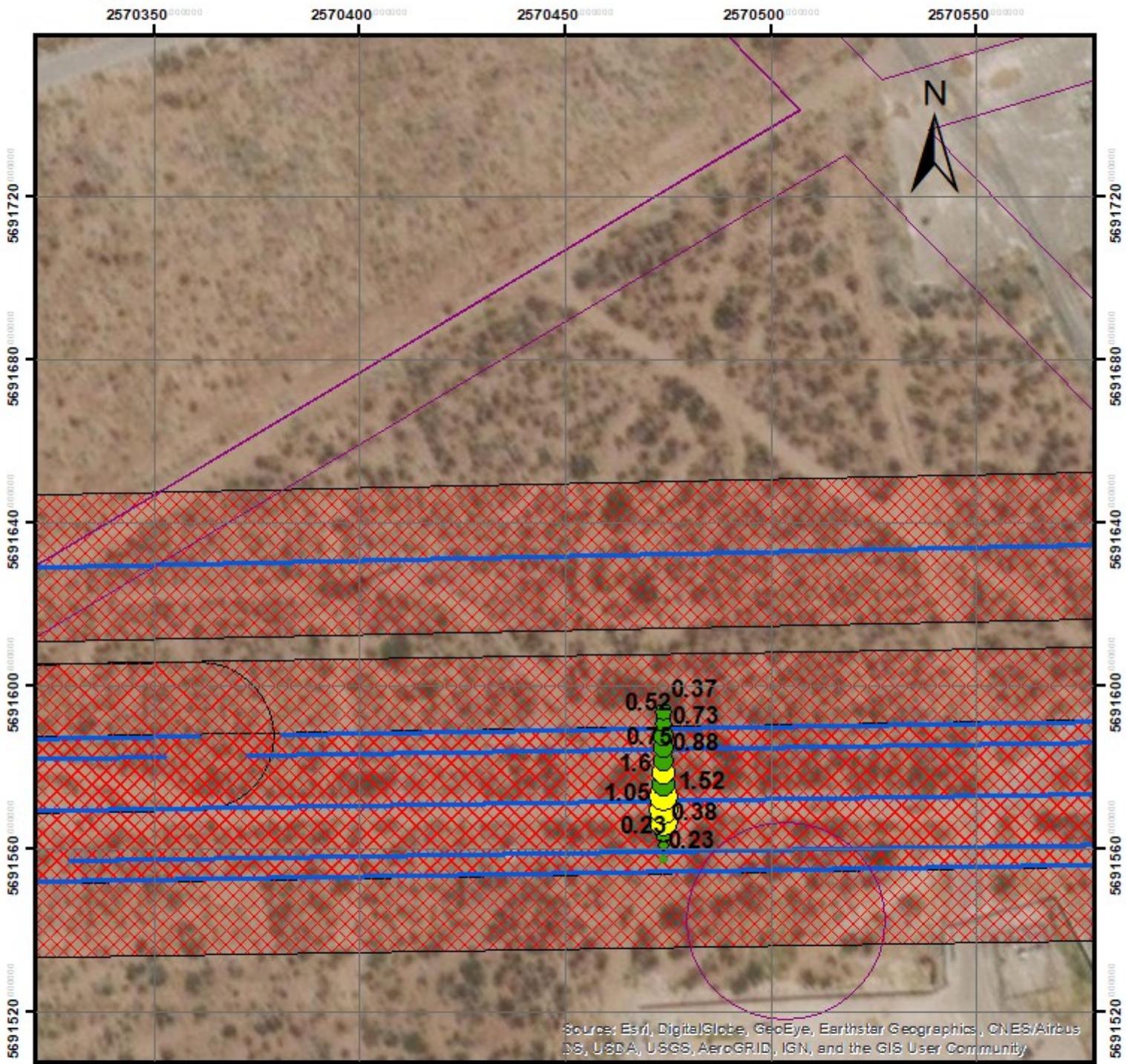


E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

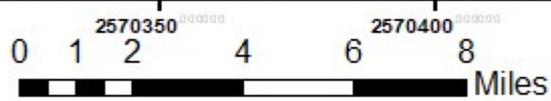
- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

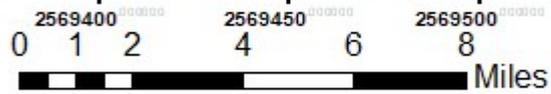
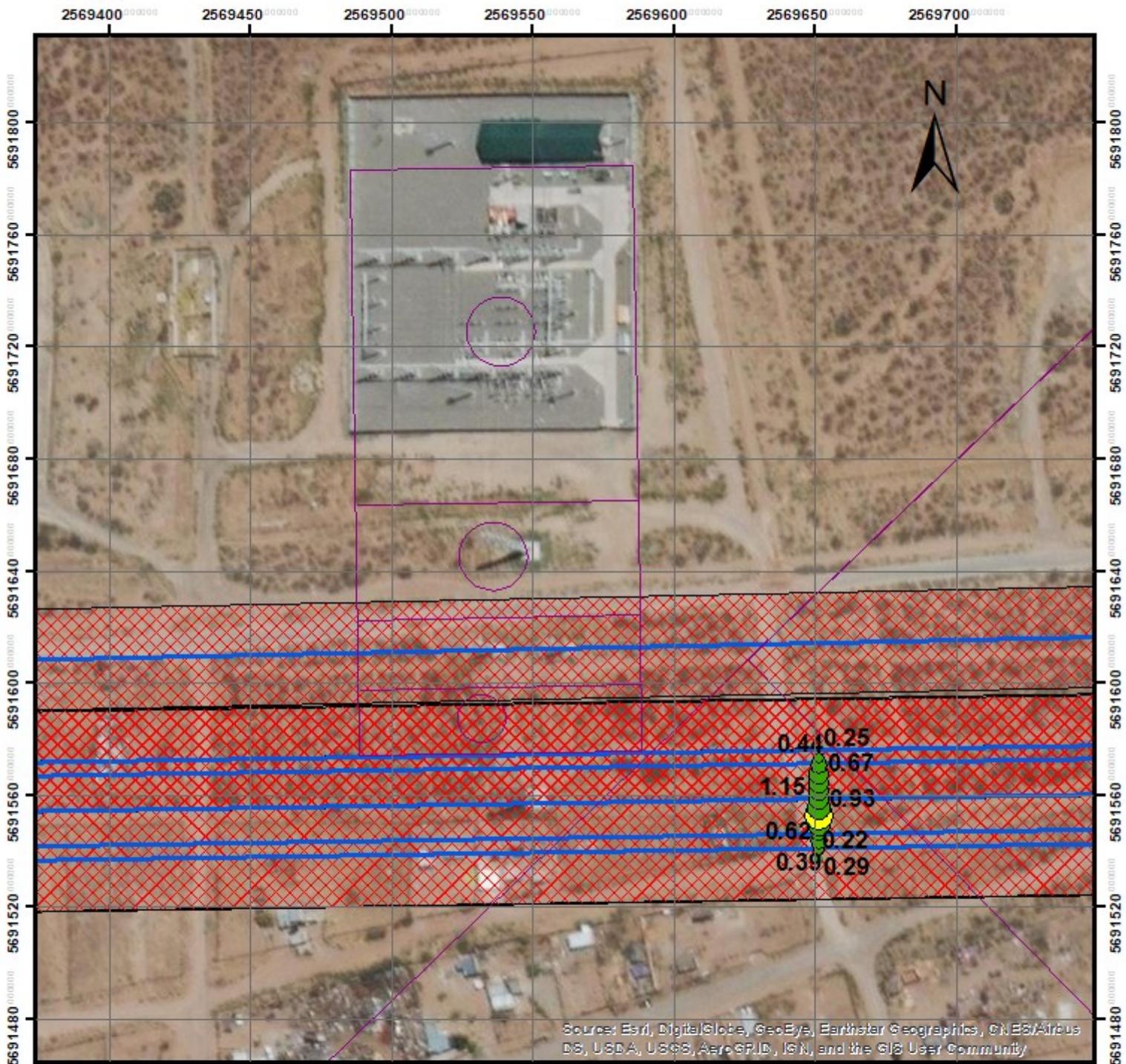


E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



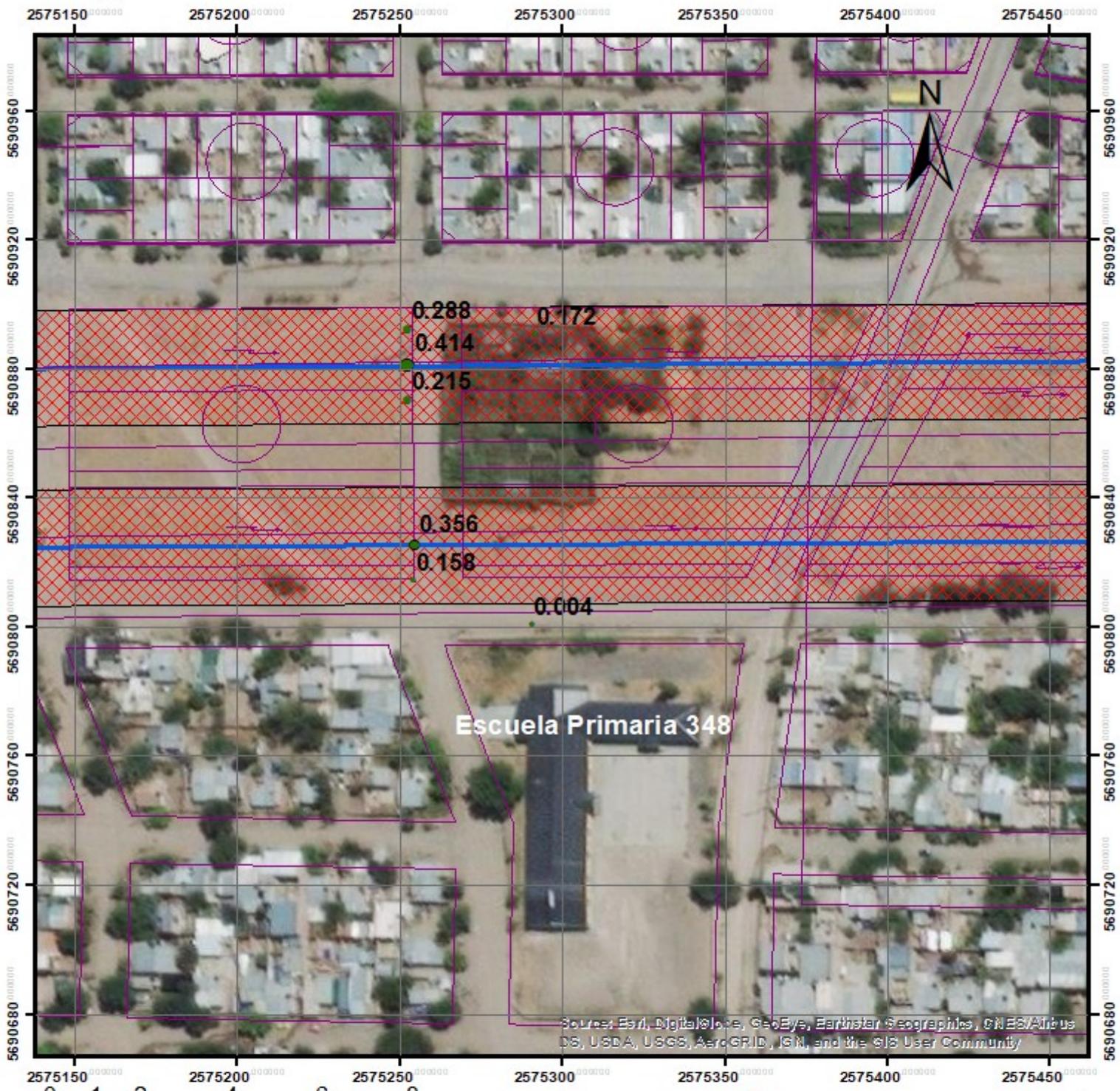


E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

0 1 2 4 6 8 Miles

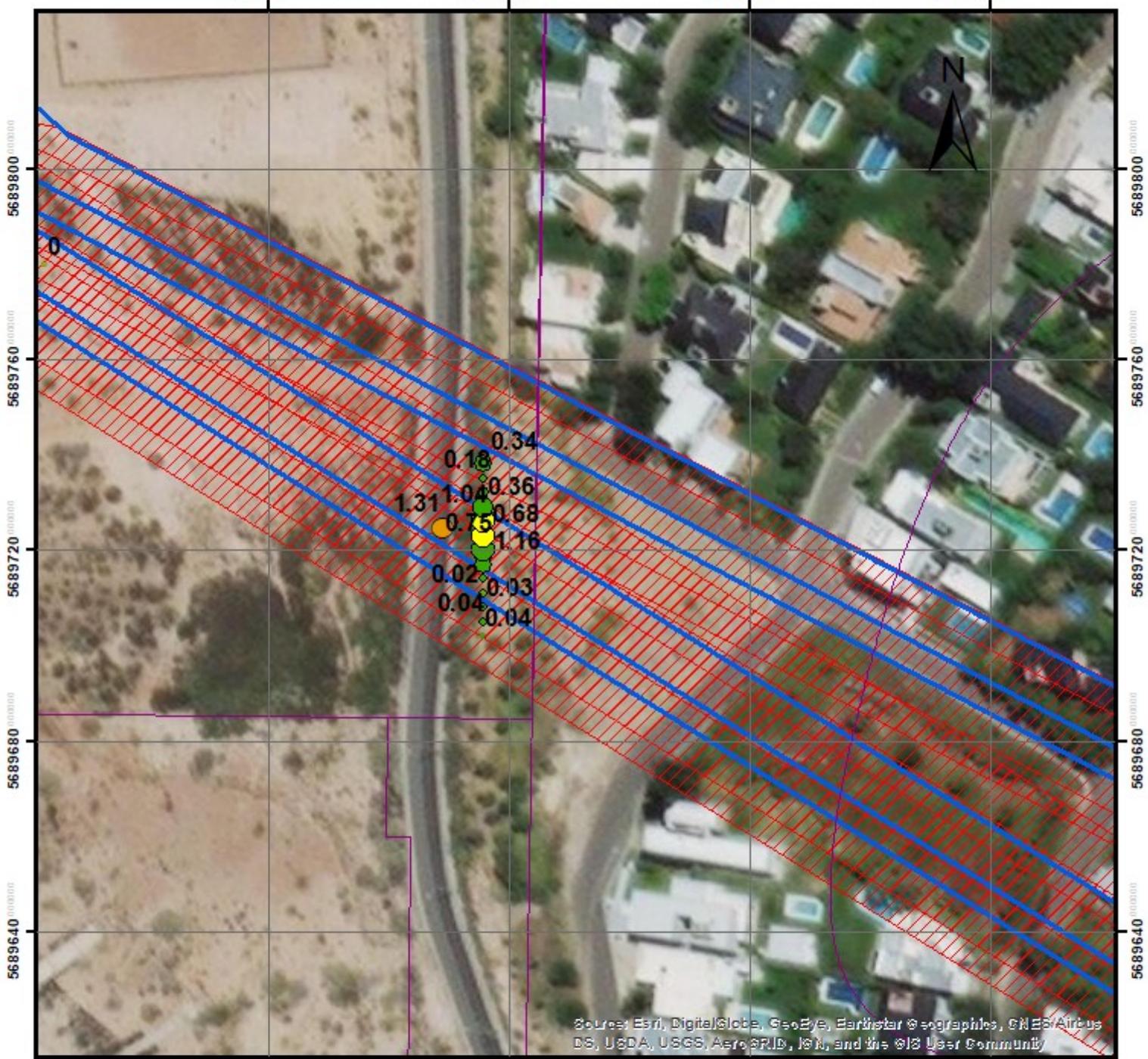
E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

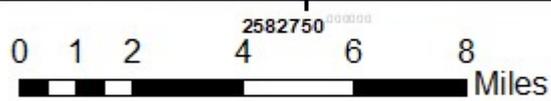
SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



2582750 2582800 2582850 2582900



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

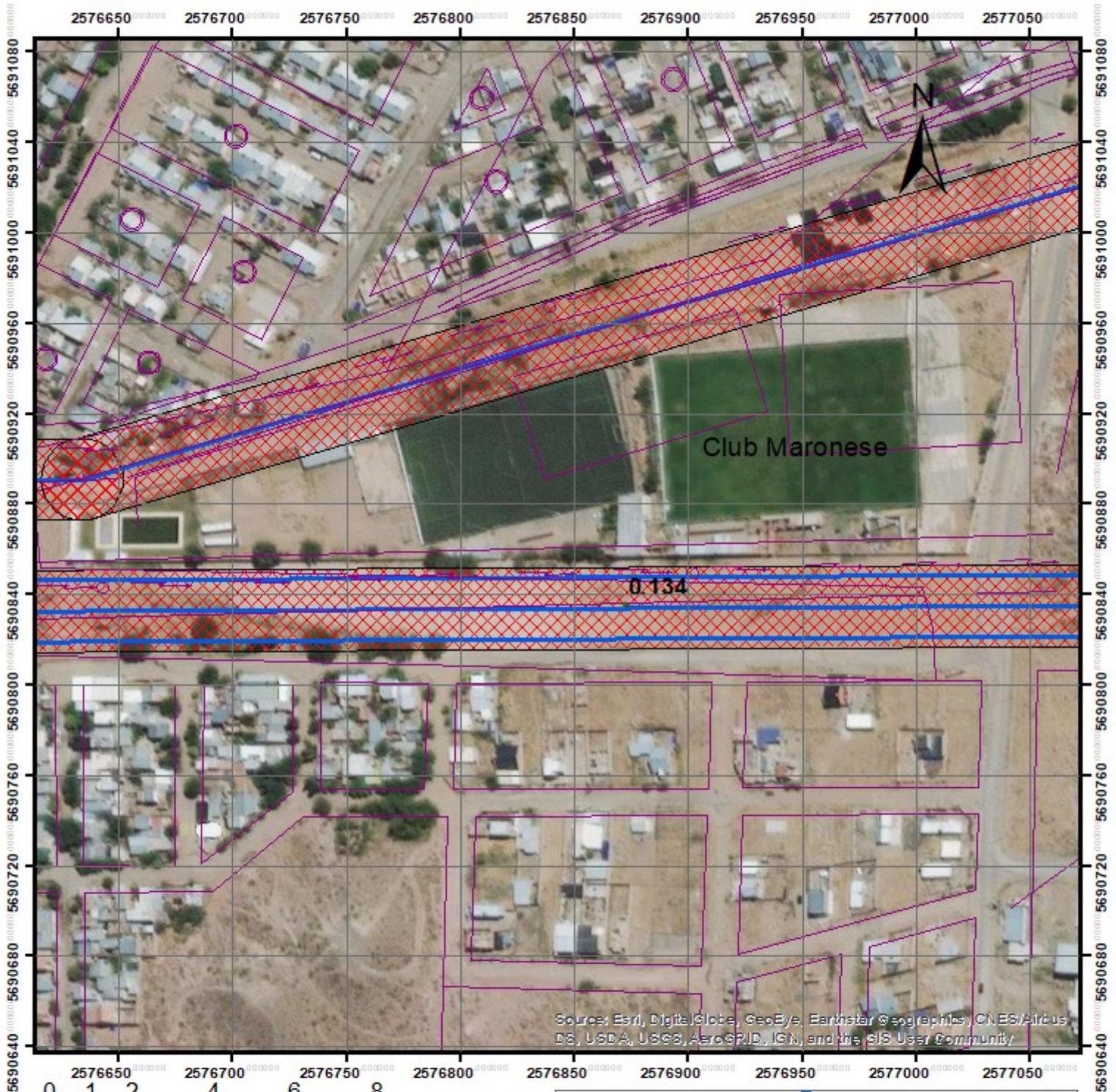


E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2006} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



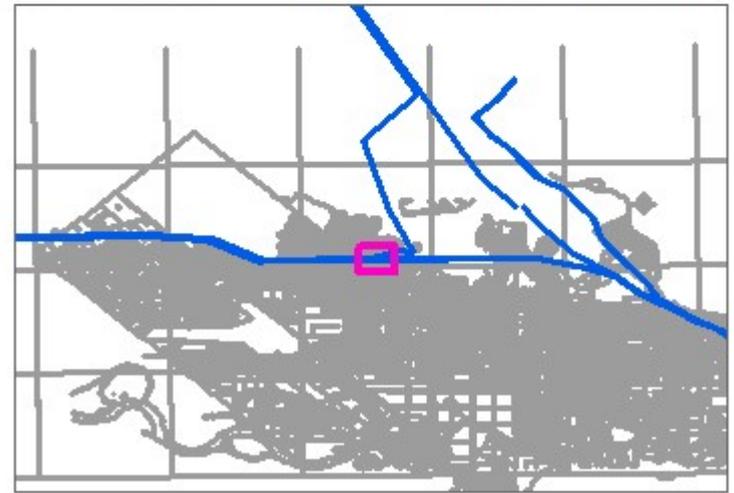


0 1 2 4 6 8 Miles

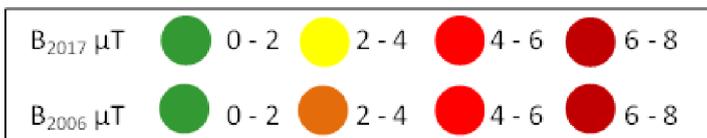
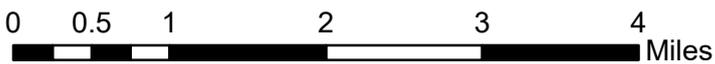
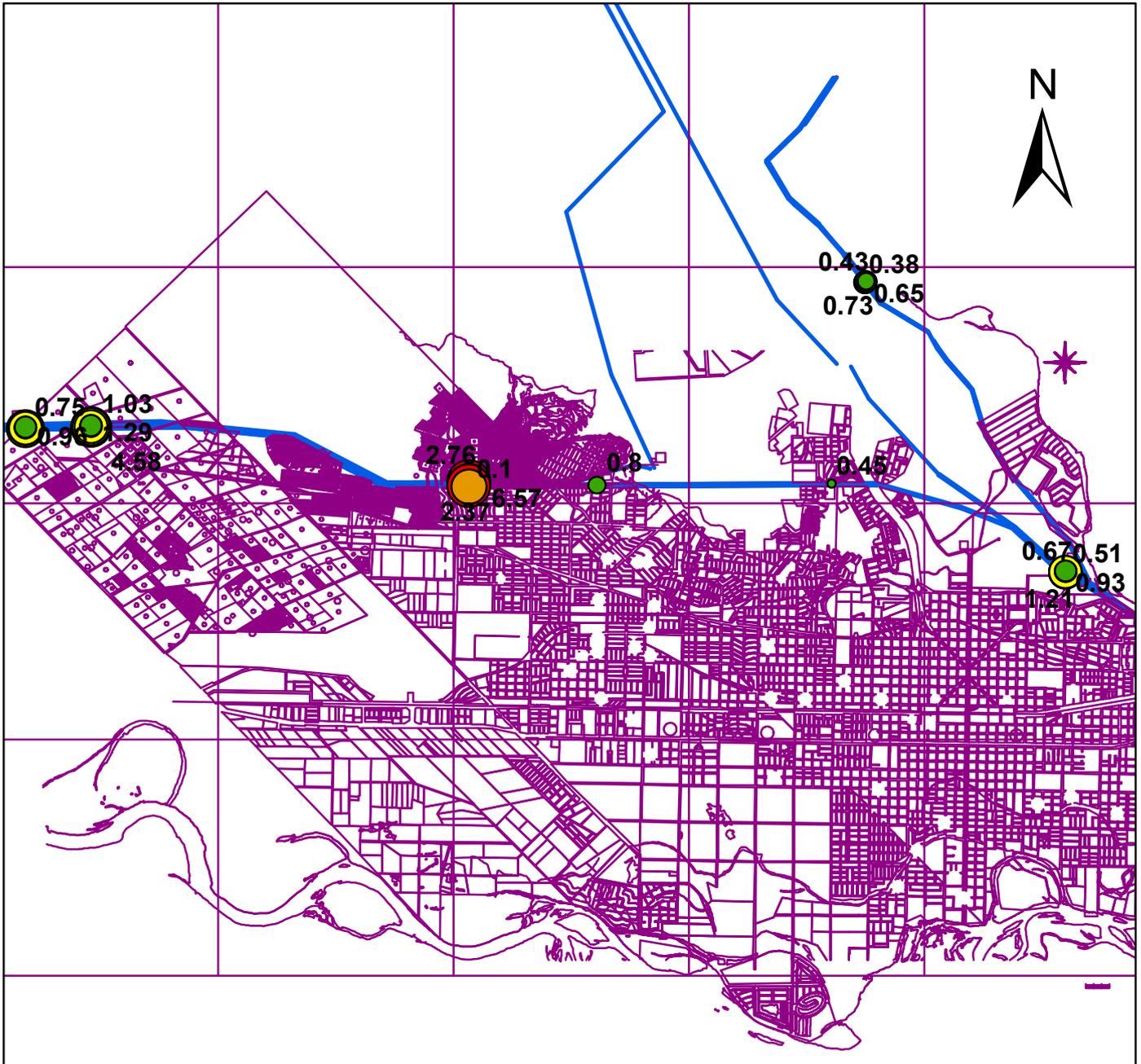
E_{2017} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3
E_{2005} Kv/m	● 0 - 1	● 1 - 2	● 2 - 3

- MAPA_NQN
- LAT
- ▨ fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



Medición de Campo Magnético en LAT 132 kV, Ciudad de Neuquén Años: 2006 y 2017



MAPA_NQN

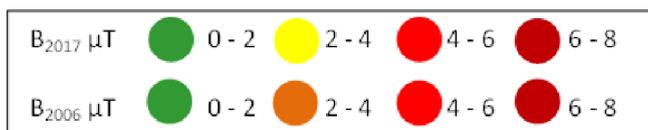
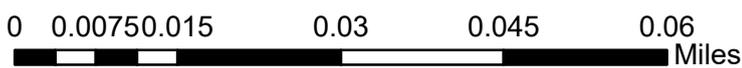
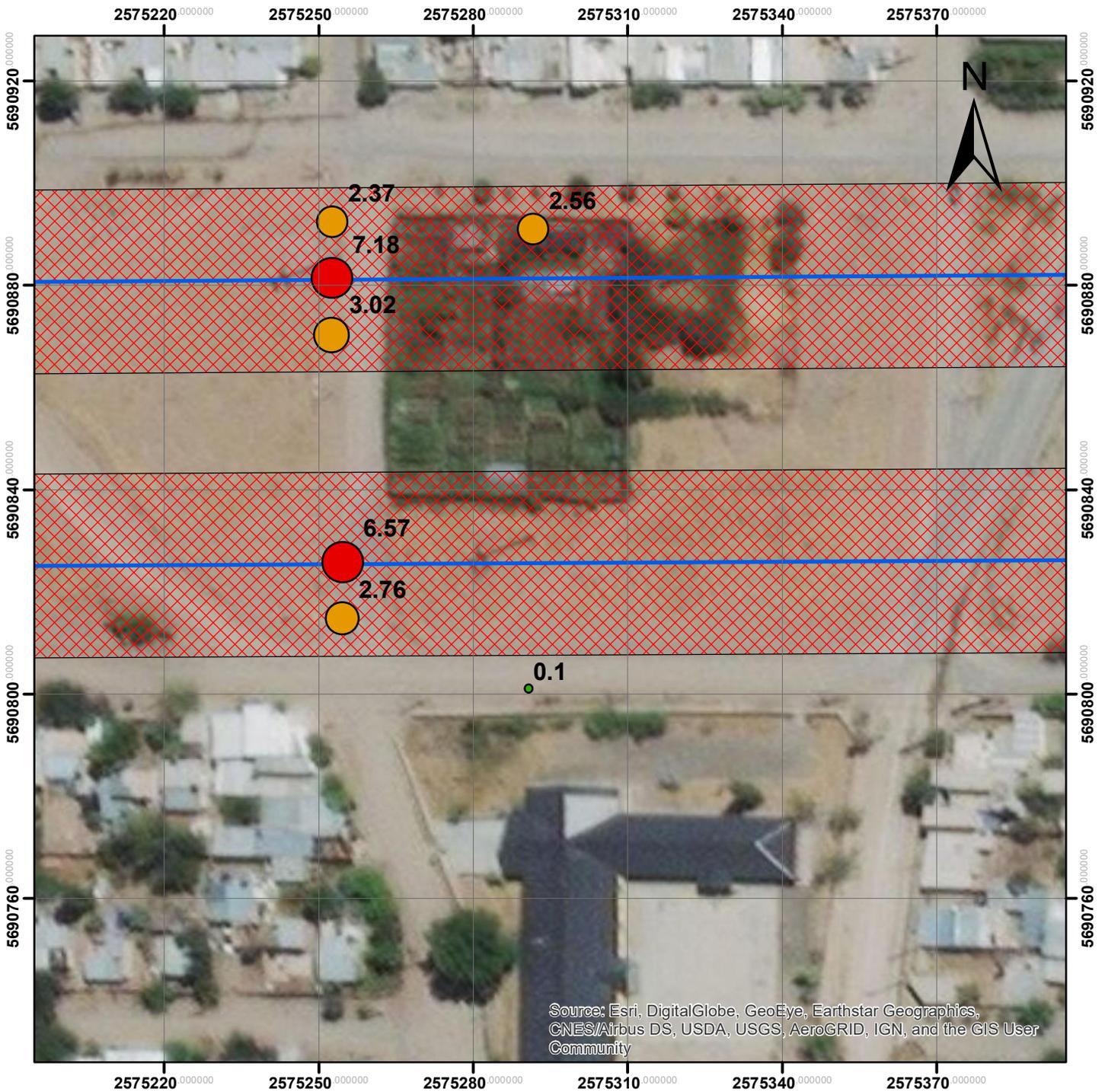
LAT

FS_urbana

fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



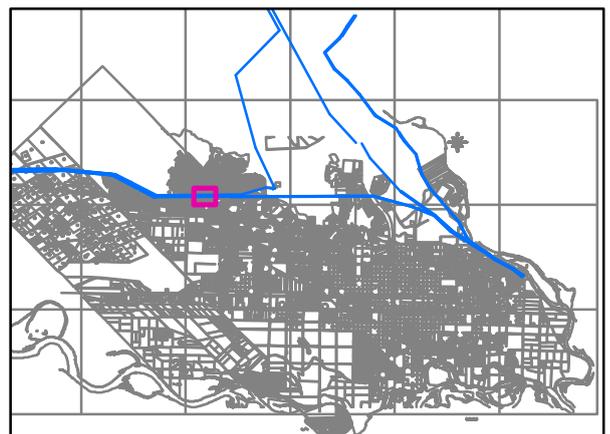


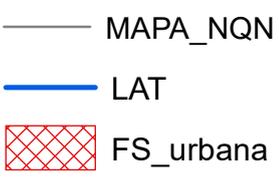
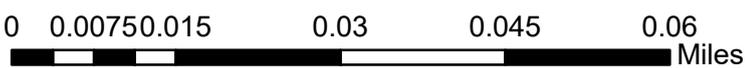
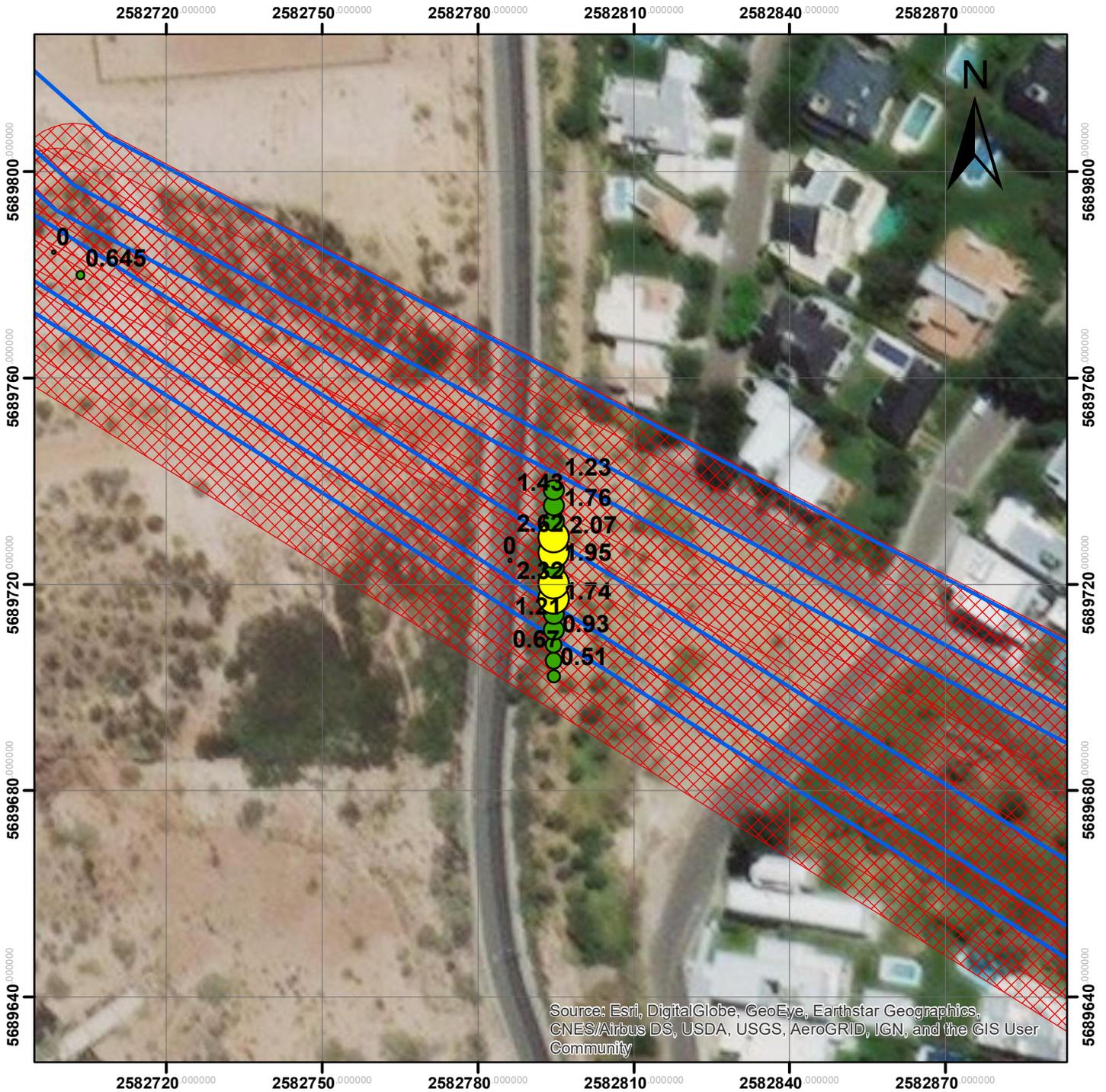
MAPA_NQN

LAT

fsrural

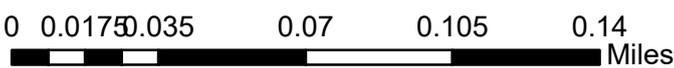
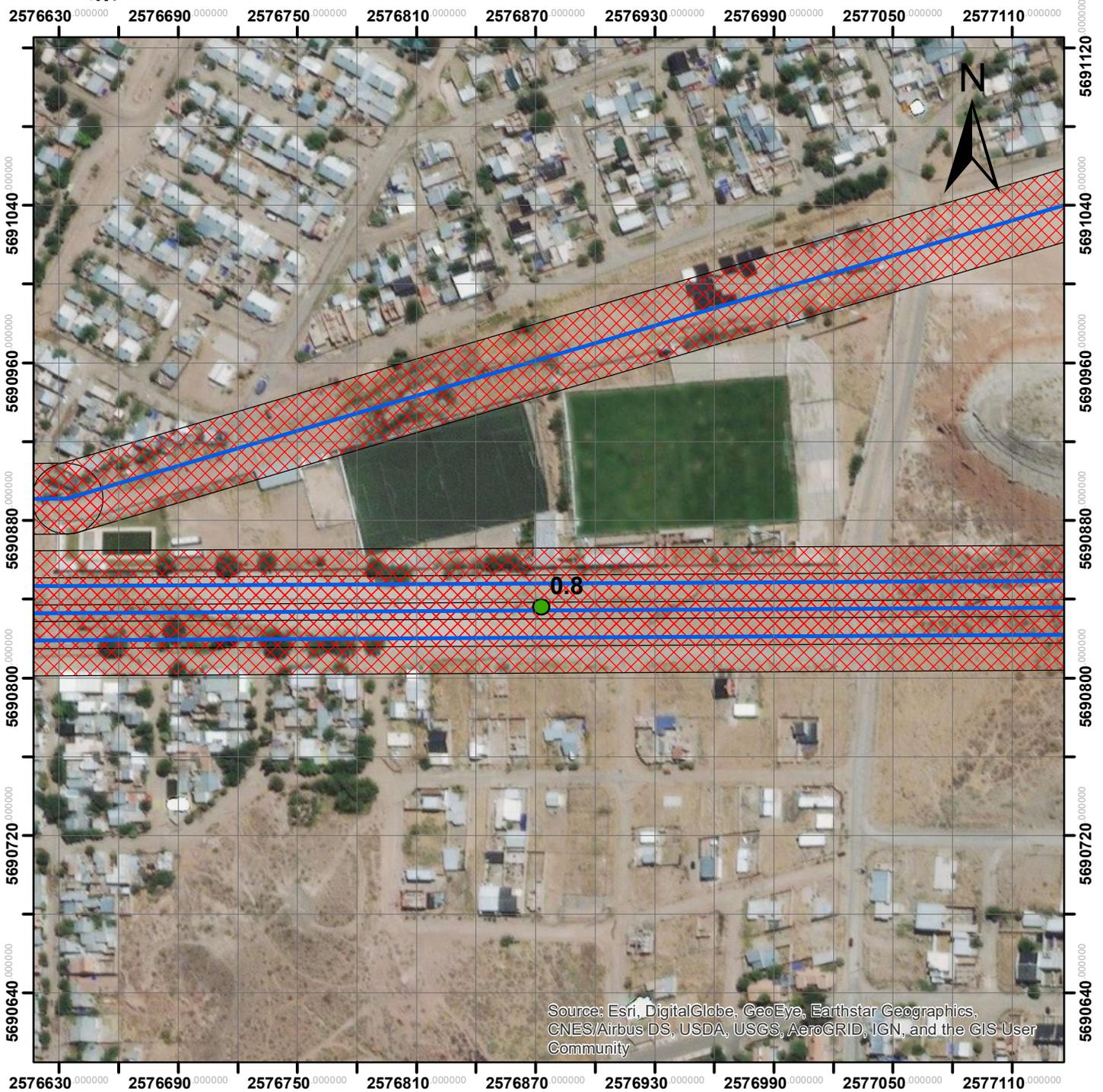
SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





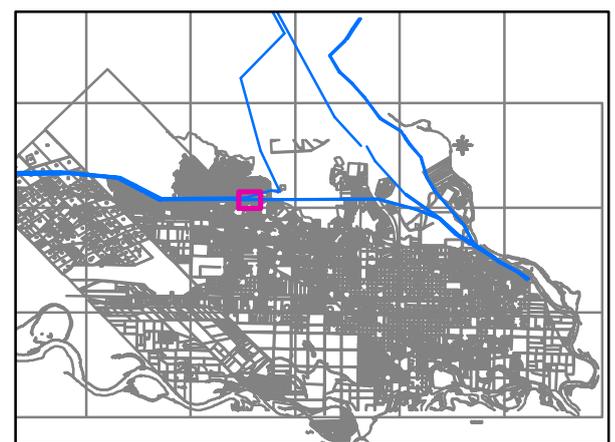
$B_{2017} \mu T$	● 0 - 2	● 2 - 4	● 4 - 6	● 6 - 8
$B_{2006} \mu T$	● 0 - 2	● 2 - 4	● 4 - 6	● 6 - 8

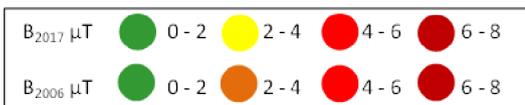
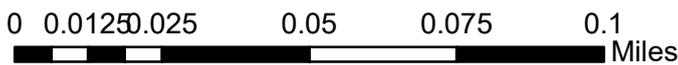
MAPA_NQN

LAT

fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





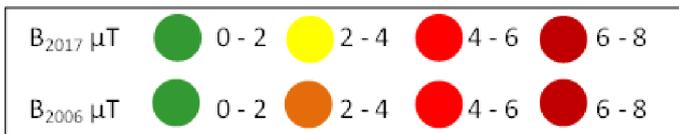
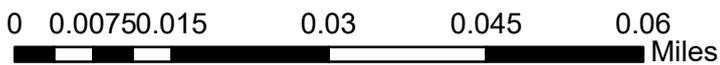
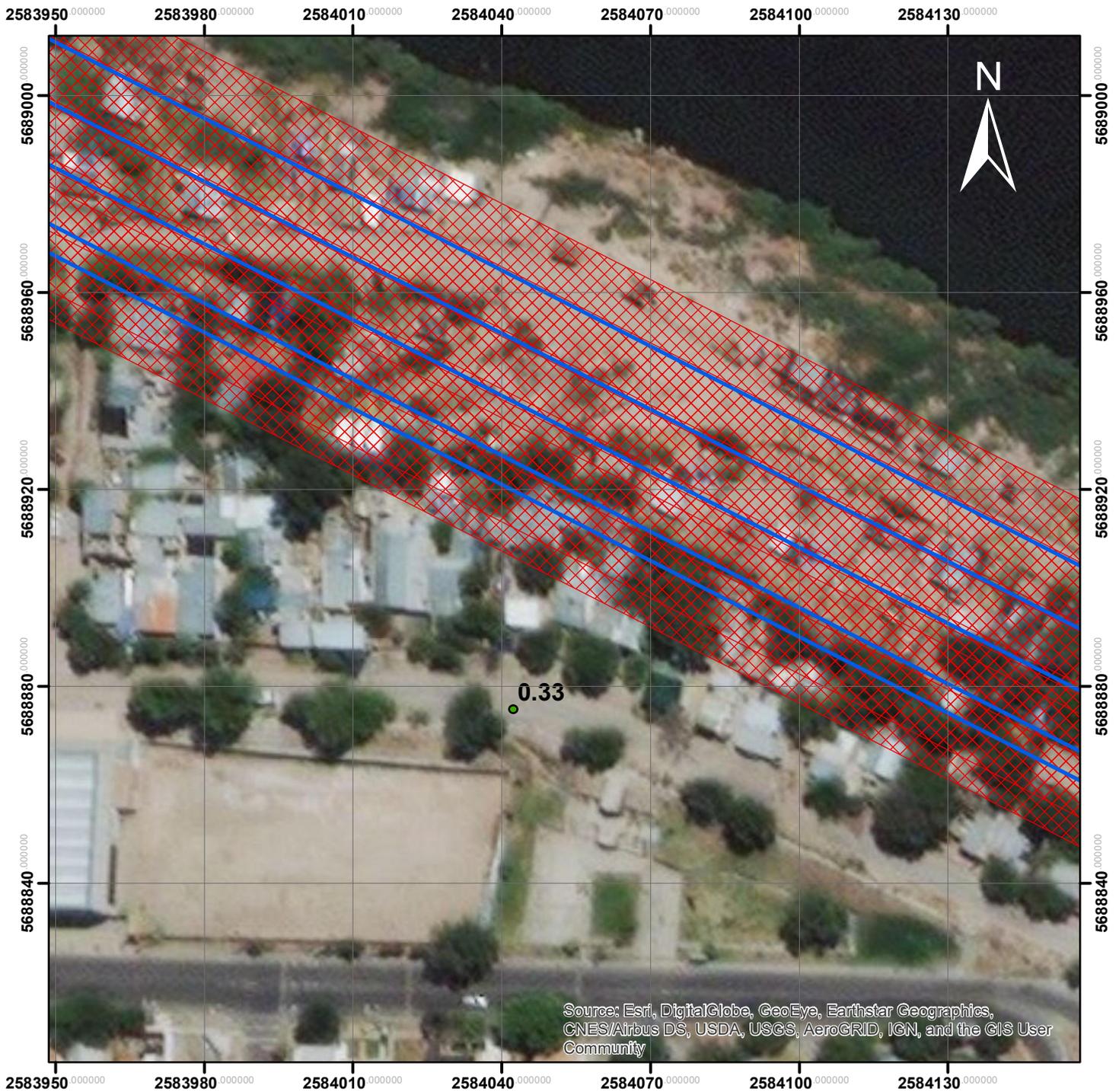
MAPA_NQN

LAT

fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



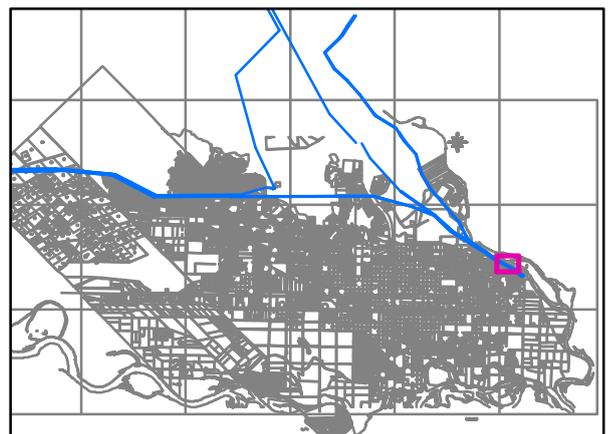


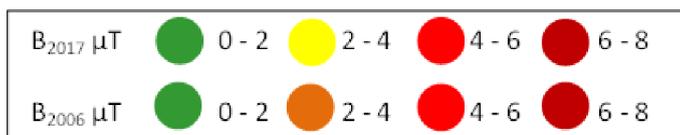
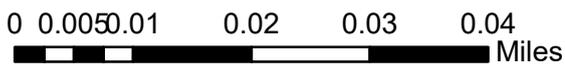
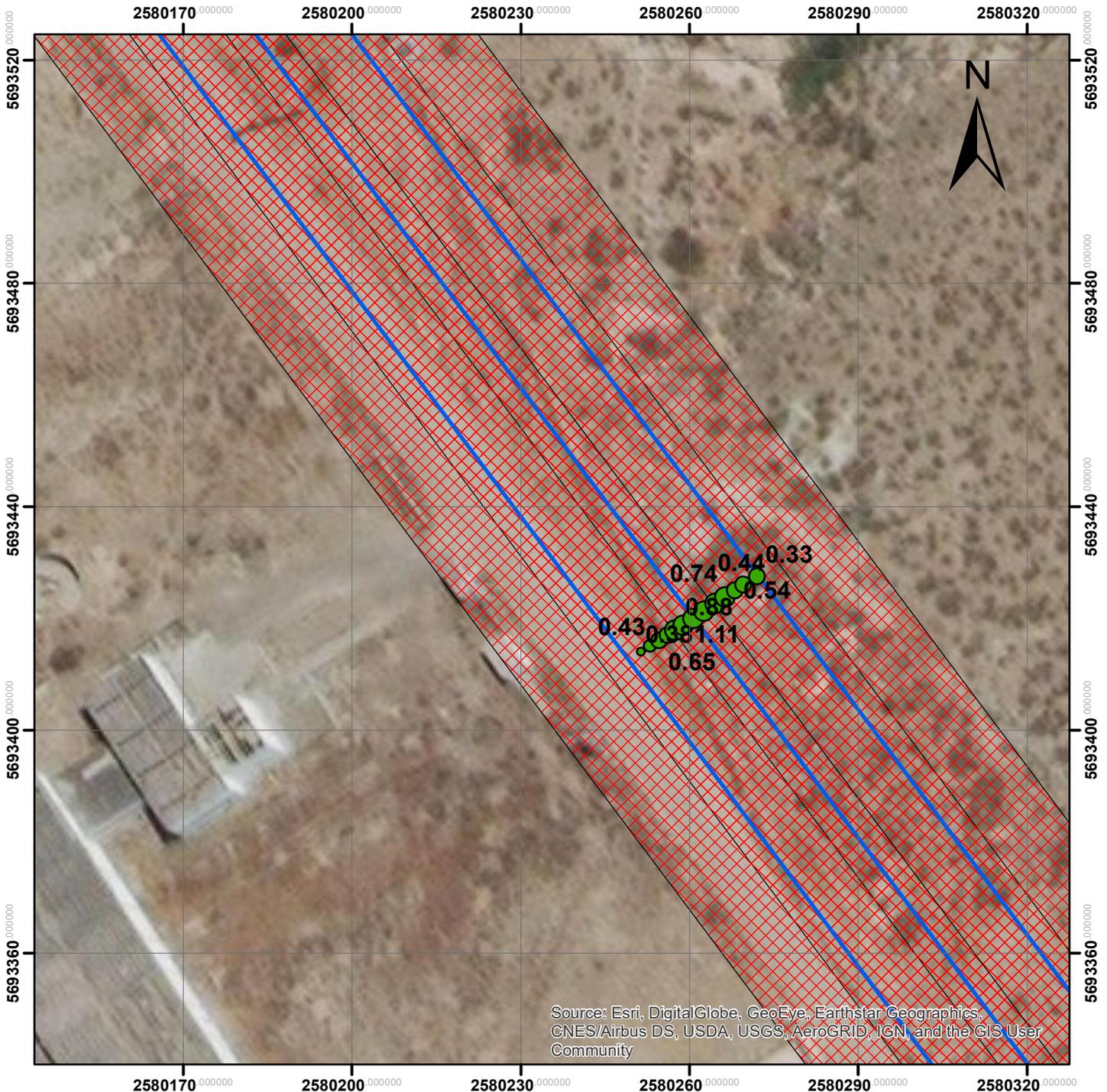
MAPA_NQN

LAT

fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



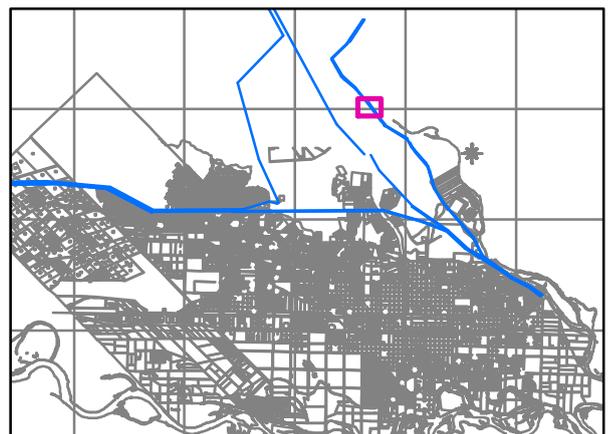


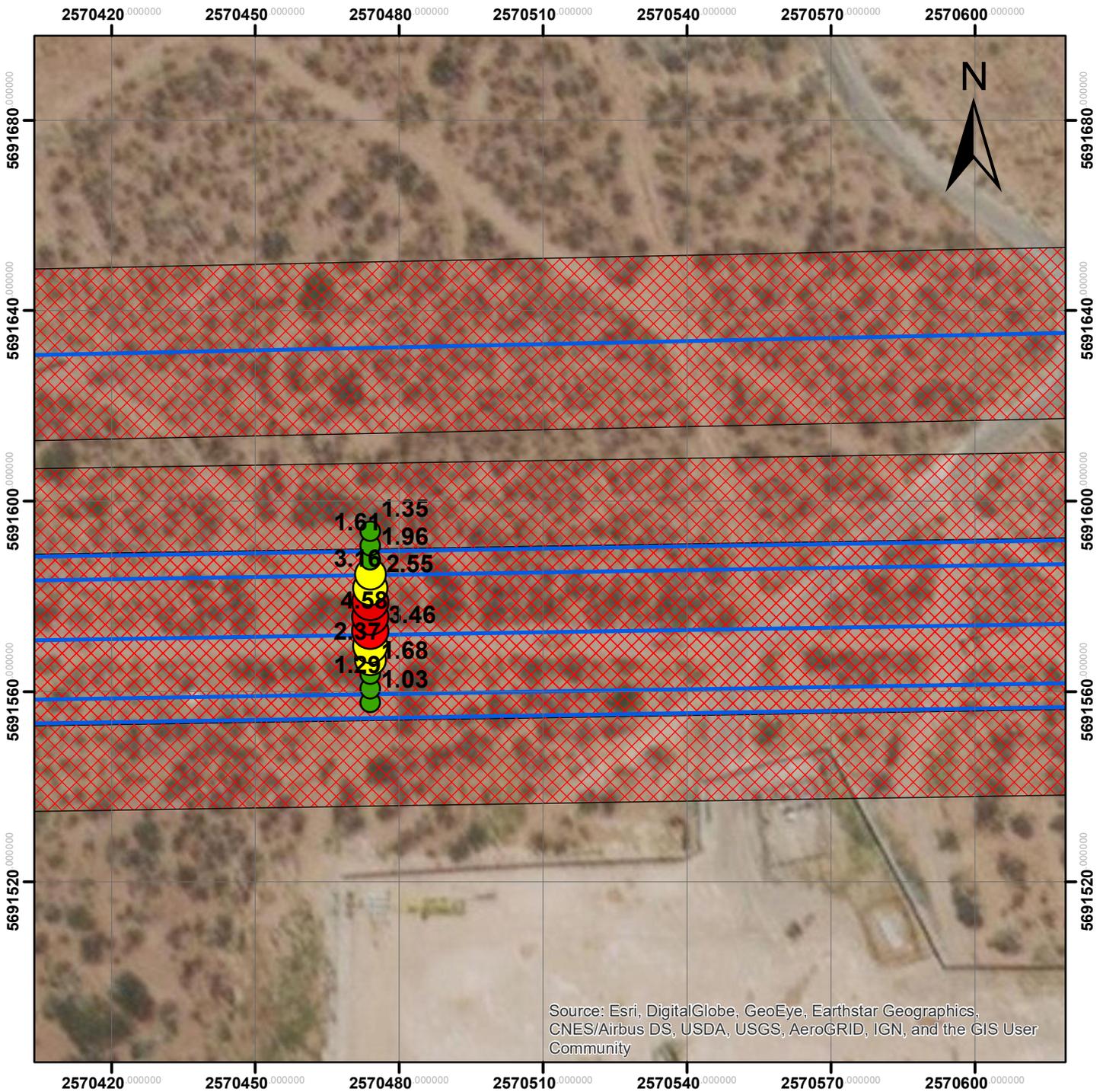
MAPA_NQN

LAT

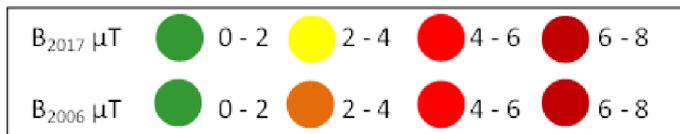
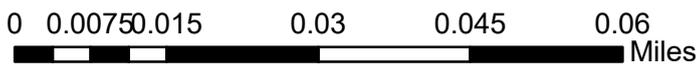
fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

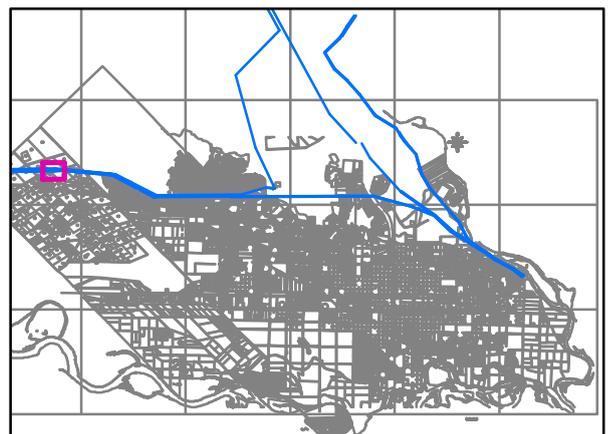


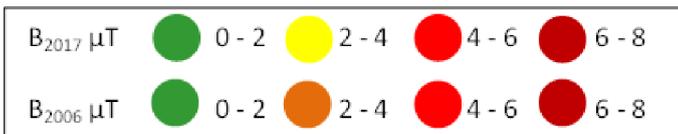
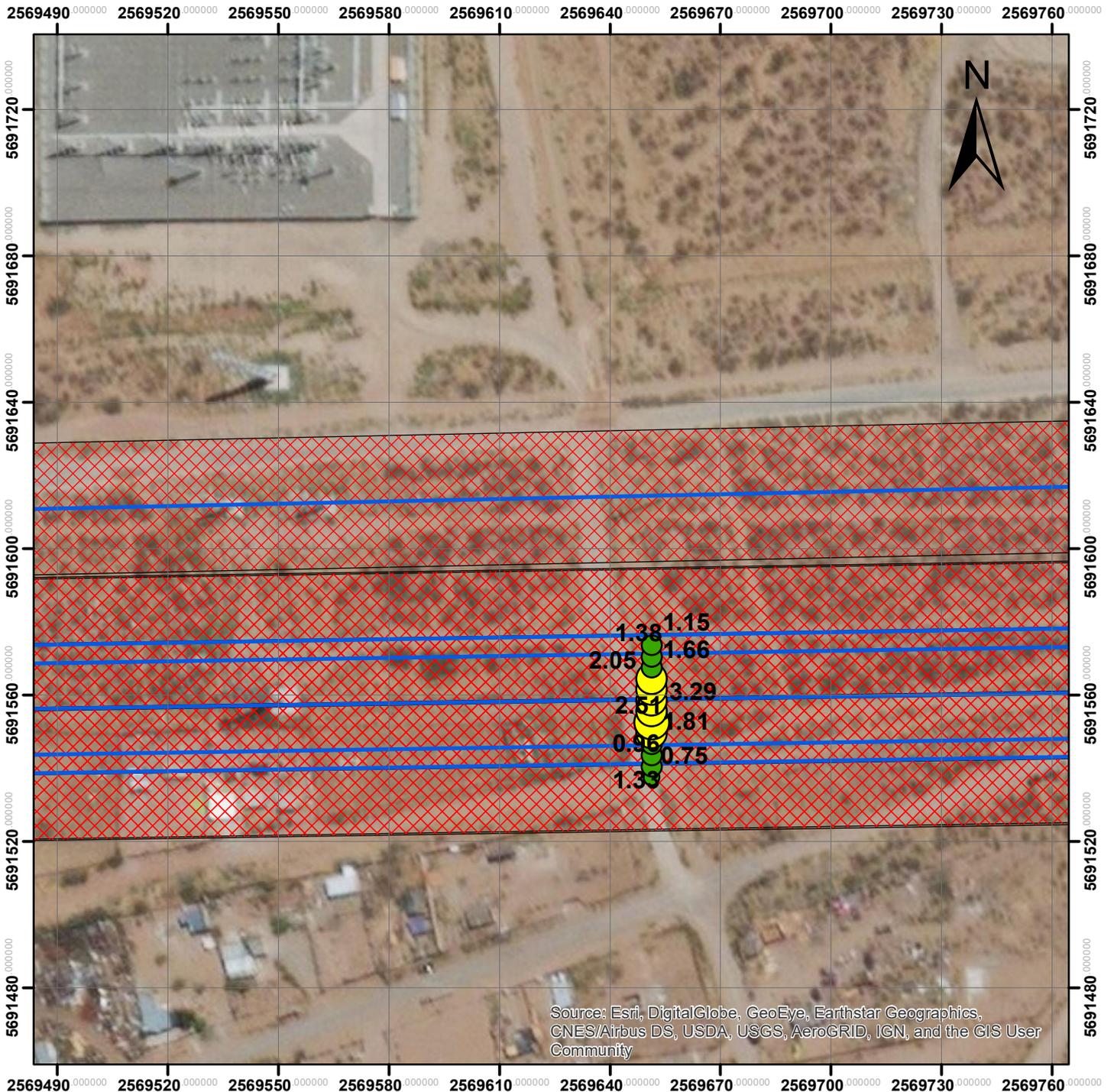
MAPA_NQN

LAT

fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue



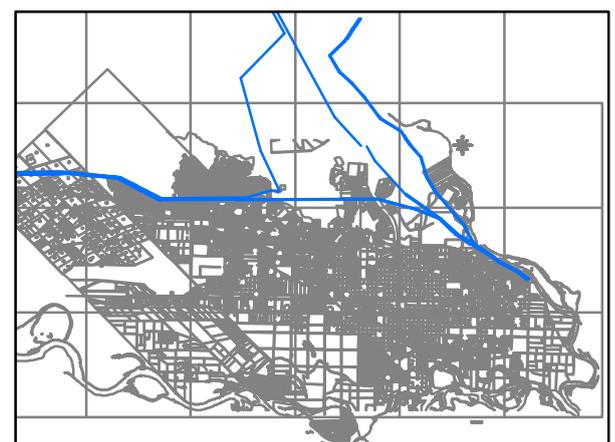


MAPA_NQN

LAT

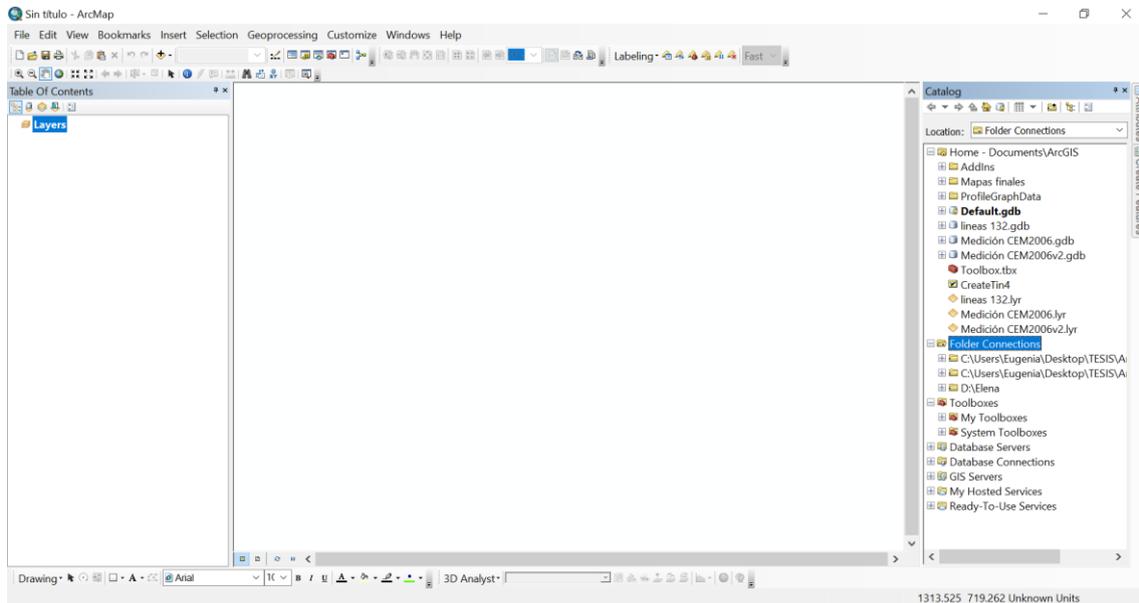
fsrural

SOTO Eugenia
Tesis CEM 2006 y 2017
Lic Seguridad e Higiene Laboral
FACIAS - UNComahue

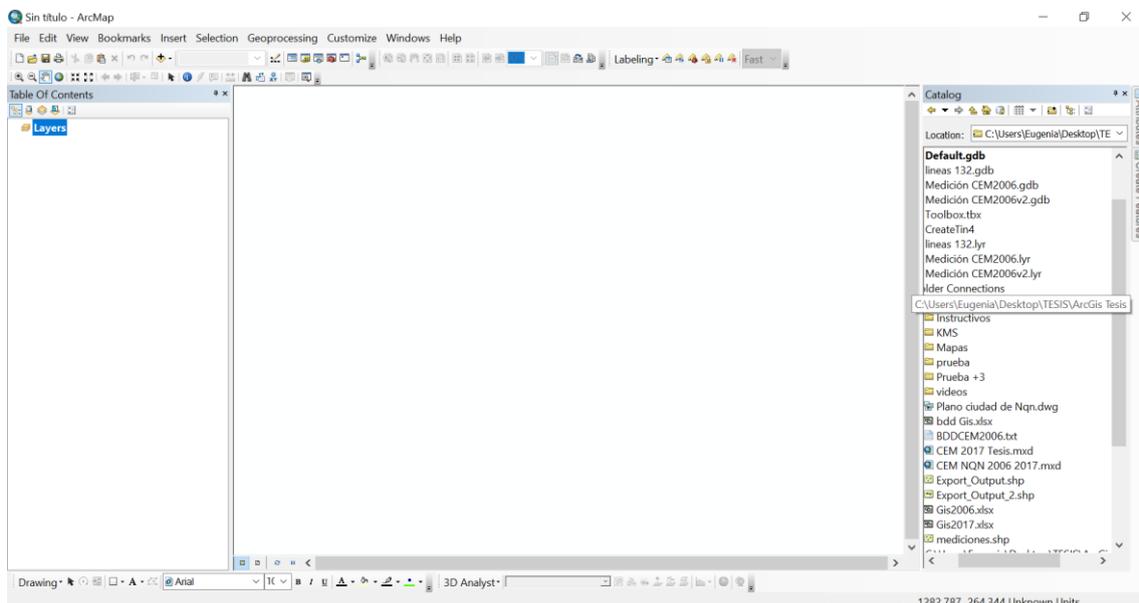


ANEXO II Instructivo de Georreferenciación de mediciones de CEM en Arc Gis 10.5

Se utilizó el aplicativo Arcmap versión 10.5. previamente se conectó la carpeta de trabajo en la pestaña Catalog- Folder Connection (Figura 1)

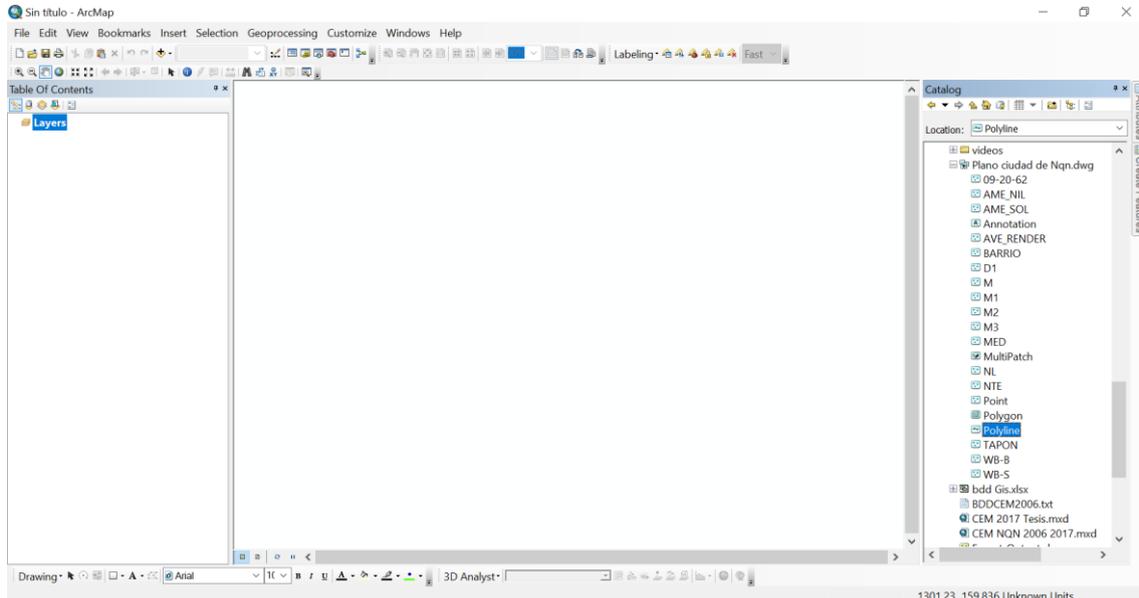


Se procede a abrir un nuevo documento y se selecciona una ubicación para el archivo (Figura 2)

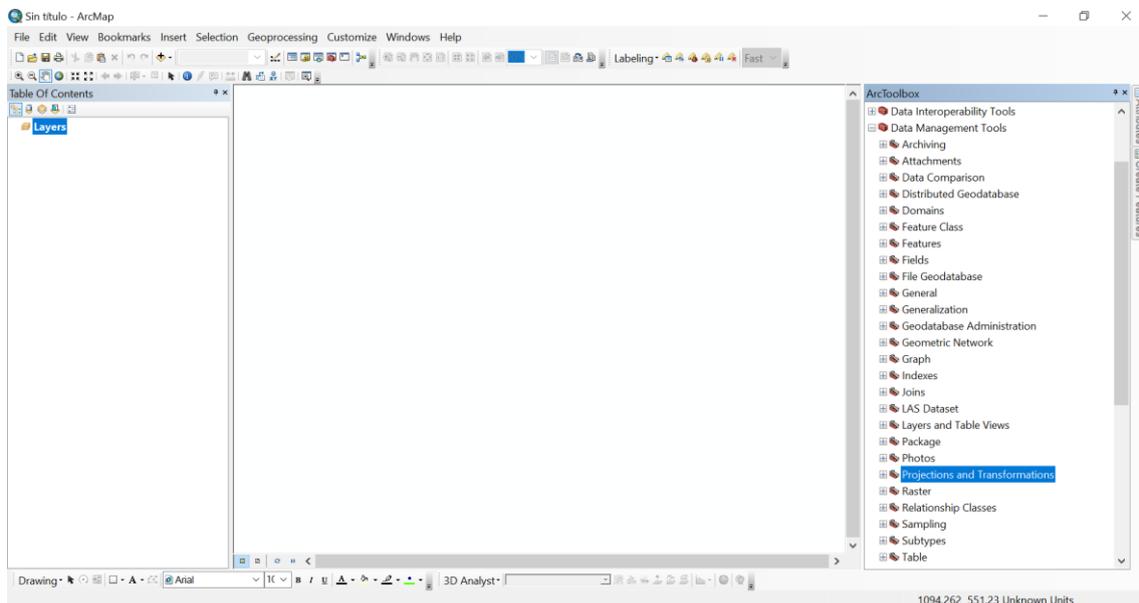


Importamos el mapa de la ciudad de Neuquen Capital en formato .dwg (Autocad) en POSGARD Zona 2, con Arcgis se trabajara con el sistema de coordenadas geográficas para poder solapar los puntos en el mapa.

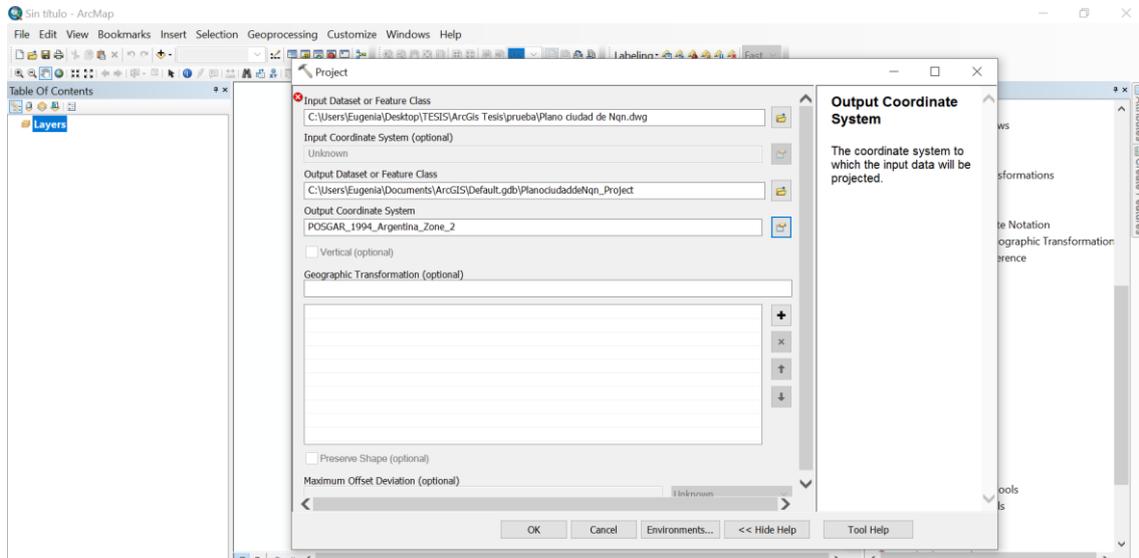
Una vez cargado el mapa de Neuquen, seleccionamos la capa polyline para importarla. (Figura 3)



Luego abrimos la pestaña de ArcToolbox, dentro de la misma seleccionamos Projections and Transformations y luego Project (Figura 4)



Se completa los campos según se indica en figura 5 y se procede a aceptar los datos.



Seleccionamos la capa Polyline y sus coordenadas Posgar 1994 zona 2, luego procedemos a elegir la carpeta para guardar el proyecto y el sistema de coordenadas geográficas WGS1984.