

EXPOSICIÓN A PELIGROS ANTROPOGÉNICOS: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN (LAT) EN BARRIOS DE BAHÍA BLANCA*

Dr. Esp. Jorge O. Gentili

Asistente de Docencia – Depto. de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur

Dra. Agrim. Beatriz Aldalur

Profesora Asociada – Depto. de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur

Dra. Alicia M. Campo

Profesora Titular – Depto. de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur

Investigadora Independiente - CONICET

Resumen

A ambos lados de las Líneas de Alta Tensión (LAT) se definen zonas denominadas de máxima, de media y de mínima seguridad, cuyos anchos son variables en función de la tensión, distancia entre los conductores externos y distancia entre torres. Los inmuebles atravesados por una línea de alta tensión son afectados por una servidumbre administrativa de electroducto cuyo uso o beneficio se encuentra destinado a la comunidad. La zona denominada de máxima seguridad es una zona medida a partir de la LAT bajo la cual no se permiten construcciones de ningún tipo (viviendas, galpones, molinos, etc.) ni plantaciones que superen los 4 metros de altura.

El valor de una propiedad cruzada por un electroducto se reduce. Esto sucede no sólo por las restricciones que existen sobre el área correspondiente a la servidumbre sino también por los efectos negativos que esta línea pueda generar. Entre ellos se puede mencionar: efecto de las radiaciones sobre la salud de las personas y animales que habitan en proximidad de la línea, interferencia en los artefactos y dispositivos eléctricos, existencia de corrientes inducidas, riesgo de accidentes por caída de conductores, torres, contaminación ambiental, entre otros. Por lo que se deduce que es indeseable vivir en cercanías de un conducto de alta tensión.

En la ciudad de Bahía Blanca, numerosas líneas de alta tensión atraviesan áreas pobladas y sectores del periurbano destinados a usos residenciales y recreativos. El objetivo del presente trabajo es delimitar sectores expuestos a los peligros originados por la presencia de líneas de alta tensión en los barrios Patagonia y Aldea Romana. Mediante herramientas SIG de geoprocésamiento se establecen las diferentes zonas de seguridad, cada una de ellas se relaciona con la cantidad de población expuesta y se elaboran mapas de exposición.

Palabras clave: Líneas de alta tensión; Peligros antropogénicos, Sistemas de Información Geográfica, Bahía Blanca

Key Words: Powerline; Anthropogenic hazards; Geographic Information System; Bahía Blanca.

Introducción

Las líneas de alta y extra alta tensión son aquellas que reciben la energía generada en las centrales y la transportan a los grandes centros de consumo y transformación, vinculando a esos centros y a las centrales mismas. Líneas de 132 kV, 220 kV y 330 kV son consideradas de

* El presente trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación "Geografía Física aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales", subsidiado por SGCyT, UNS. amcampo@uns.edu.ar

alta tensión y líneas de 550 kV se incluyen dentro de las extra alta tensión (Sobrevila, 2004). Por su parte la Asociación Electrónica Argentina (2003) en su reglamento establece que líneas de alta tensión son las comprendidas entre valores iguales a 66 kV y 220 kV. Líneas de extra alta tensión se encuentran comprendidas entre valores superiores a 220 kV y hasta 800 kV.

Guerrero (1994) reconoce tres zonas denominadas de máxima, de media y de mínima seguridad, cuyos anchos son variables en función de la tensión, distancia entre los conductores externos y distancia entre torres. En toda su trayectoria, estas líneas de alta tensión generan las denominadas servidumbres administrativas sobre los predios que atraviesan. Una servidumbre administrativa consiste en la sujeción parcial de una cosa a alguna utilización o uso en beneficio de la comunidad (Bueno Ruiz, 1982). Gómez Delgado *et al.* (2005) caracteriza a las líneas de alta tensión como una fuente latente de riesgo.

La ley 8398 de la provincia de Buenos Aires, que regula la servidumbre administrativa de electroducto, define al electroducto como todo sistema de instalaciones, aparatos o mecanismos destinados a transportar, transformar y distribuir energía eléctrica. También denomina zona de seguridad o de electroducto a la franja de terreno a ambos lados de la línea de energía eléctrica donde los propietarios y ocupantes del predio afectado están obligados a soportar las máximas cargas derivadas de la servidumbre. Las líneas de tensión ocupan en mayor o menor grado, el espacio físico del terreno, el cual normalmente es una propiedad privada. Las afectaciones que producen no son pocas, entre ellas: daños y peligros durante la construcción de la obra, restricciones sobre el uso y goce, acceso permanente para operación, mantenimiento y control.

A nivel internacional, Shmerling (2012) recopiló diferentes investigaciones sobre la relación entre las líneas de alta tensión y el habitar cerca de ellas referidas a los peligros para la salud. En una de ellas reveló una alta incidencia de trastornos de leucemia en niños que vivían a menos de 200 metros de las líneas eléctricas. Los resultados del estudio fueron considerados inconclusos, ya que no hubo mediciones reales de las emisiones electromagnéticas dentro de los hogares. Además, las fluctuaciones de la línea de energía durante todo el día hacen que sea difícil identificar un rango de distancia para determinar los niveles de exposición y el riesgo potencial. Otro de los estudios por él citado expresa que la distancia de riesgo para los niños alcanzaría los 600 metros. Adicionalmente, debido a las características del viento en la ciudad de Bahía Blanca (Campo de Ferreras *et al.*, 1999; Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Campo *et al.*, 2011), deben ser considerados también los peligros derivados de la interacción entre éste y las Líneas de Alta Tensión.

No hay bibliografía que exprese en concreto cuál es la distancia máxima que ocasiona peligro en la salud de la población que habita en cercanías de una línea de alta tensión. No obstante existe legislación que determina distancias para proteger la línea de otros hechos como caída de árboles, incendios, vientos y mejorar la confiabilidad de su funcionamiento así como también garantizar la seguridad de las personas, los animales y los bienes.

Como se mencionó previamente, bajo los electroductos existen 3 zonas denominadas de máxima, de media y de mínima seguridad, cuyos anchos son variables en función de la tensión, distancia entre los conductores externos o extremos y distancia entre 2 torres (flecha máxima) (Guerrero, 1994). Bajo la zona de máxima seguridad no se permiten construcciones de ningún tipo (ej.: viviendas, galpones, molinos) ni plantaciones que superen los 4 m de altura. La zona de media seguridad es aquella franja ubicada a ambos lados de la determinada como servidumbre de máxima o de un grado y su ancho se determina sobre la base de una tabla que para una tensión de 132 kV terna simple da un ancho de 5 m, para una tensión de 132 kV terna

doble da un ancho de 6 m y para una tensión de 500 kV terna simple da un ancho de 8 m. Bajo esta zona se permite la construcción de viviendas o edificios de una planta, sin terrazas accesibles ni balcones sobresalientes hacia el electroducto, ni plantaciones que por su altura máxima quede a menos de 3 m de los conductores (considerando a los conductores con el máximo apartamiento lateral por acción de los vientos y no en períodos de reposo) (Guerrero,1994).

La zona de mínima seguridad es la ubicada a ambos lados de las anteriores y conforma un área o franja de hasta 100 m de ancho a cada lado del electroducto. Sobre ella solo existe la restricción de mejoras en altura, que en su caída puedan afectar al conductor. Esta zona se la tiene en cuenta en los casos donde la tierra se encuentra subdividida en macizos de poca superficie o en predios sin subdividir que tengan una posibilidad mediata de ese destino. Carece de significación esta zona en el medio rural ya que el electroducto no provoca restricciones sobre ellas y las explotaciones pueden seguir desarrollándose normalmente en esas áreas (Guerrero, 1994).

En el marco de la Teoría del Riesgo, el Peligro o Amenaza es definido por Cardona (1993: 49) como un factor del riesgo externo de un sujeto o sistema representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o antropogénico. Los potenciales peligros enunciados por la presencia de las Líneas de Alta Tensión, se clasifican como antropogénicos. En este contexto, el objetivo del presente trabajo es delimitar sectores expuestos a los peligros originados por la presencia de líneas de alta tensión en los barrios Patagonia y Aldea Romana.

Área de estudio

El área de estudio corresponde a los barrios Patagonia y Aldea Romana situados en el sector norte y noreste de la ciudad de Bahía Blanca (Fig. 1). Ambos, son barrios residenciales (el primero de ellos de tipo barrio parque) en crecimiento y expansión.

La ocupación del sector noreste comenzó en los años sesenta a través de residencias de fin de semana y vacaciones (segundas residencias) debido a la distancia a la ciudad y la carencia de infraestructura de servicios y equipamiento. En los años ochenta se convierte en área atractiva de residencia permanente por disponer de amplios lotes y menor precio del suelo (Formiga y Garriz, 2000). Hacia fines de la década de los noventa se verificaban importantes transformaciones en el uso y ocupación de la franja periurbana del norte y noreste de la ciudad con el surgimiento de nuevos proyectos inmobiliarios para el estrato de ingresos medio y medio-alto y un fuerte crecimiento residencial (Urriza *et al.*, 2011). Todo el sector se desarrolló bajo la existencia de instrumentos de gestión urbana, aunque no siempre tenidos en cuenta por las especulaciones inmobiliarias que accionaron sin considerar las regulaciones establecidas (Zapperi *et al.*, 2012).

Materiales y métodos

Sobre la base del archivo vectorial de la ciudad de Bahía Blanca provisto por el Departamento de Catastro de la Municipalidad de esta ciudad se elaboró una de las capas del SIG. Dado que este archivo vectorial se encontraba sin georreferenciar se realizó una medición en el terreno de 4 puntos de control elegidos entre aquellos que eran fácilmente identificables, para realizar esta tarea.

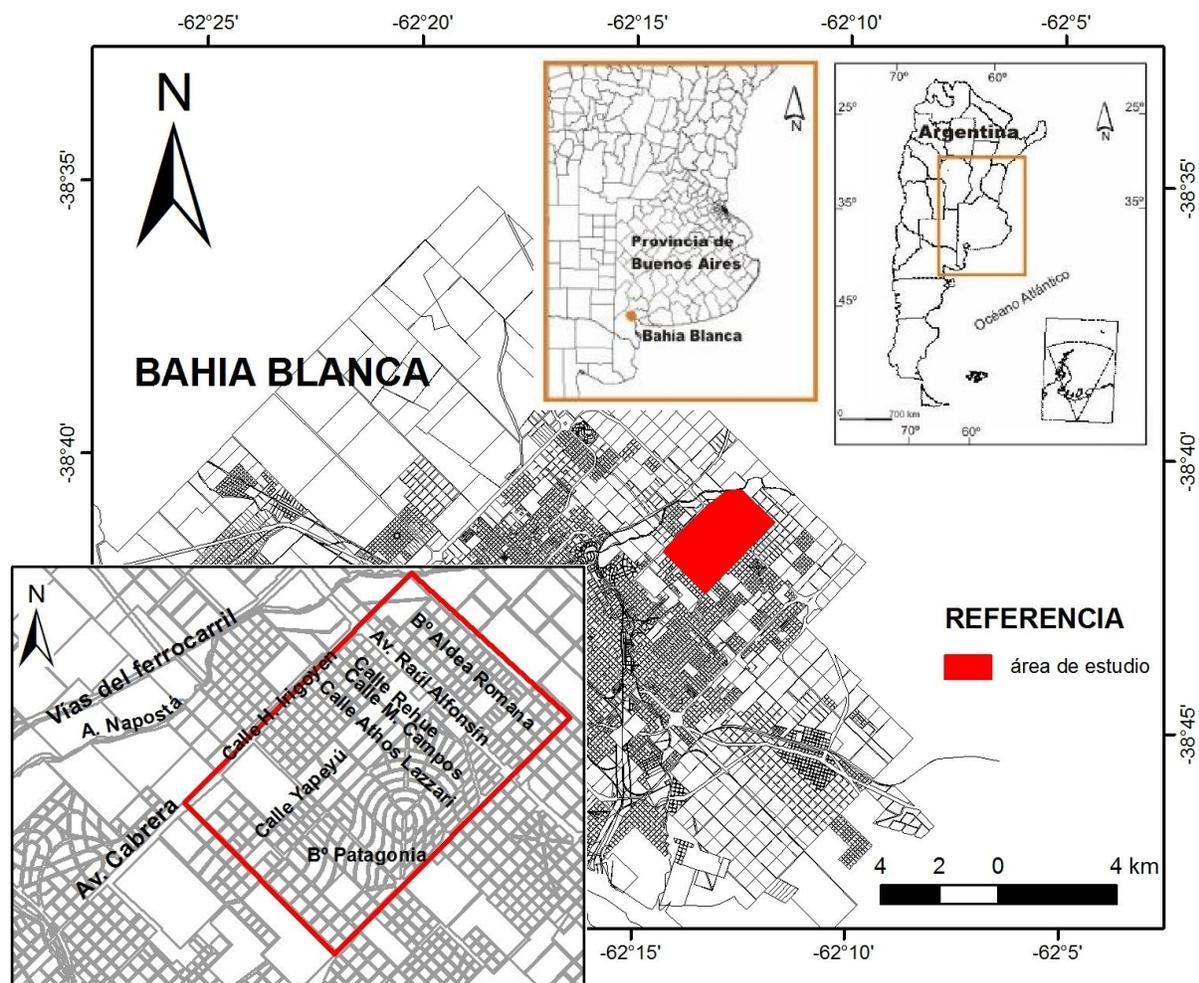


Figura 1. Sector de la ciudad de Bahía Blanca en estudio.

Para el relevamiento de los puntos de control se utilizaron equipos GPS geodésicos Trimble 4800 de doble frecuencia. Se trabajó con el método del posicionamiento diferencial estático que es el método más adecuado para la medición de bases largas dado que las sesiones de observaciones largas permiten un cuidadoso tratamiento de los errores sistemáticos (Perdomo *et al.*, 1998). Esto significa que se trabajó simultáneamente con dos equipos posicionados sobre dos puntos que observan sincrónicamente los mismos satélites. Uno de los puntos fue la Estación Permanente Bahía Blanca (EPBB) denominada punto base, que se encuentra emplazada sobre un punto cuyas coordenadas se conocen en forma precisa. El resto de los puntos cuyas coordenadas no se conocen y donde se va ubicando el equipo GPS se denominan puntos "rover" o remotos, que fueron elegidos previamente en el archivo vectorial. El punto base elegido fue un punto fijo ubicado en la Universidad Nacional del Sur que se denomina VBCA (Vínculo Bahía Blanca) y está ligado a la Red POSGAR. Aquí es donde surge lo que se denomina línea base, que es la línea recta que une el punto usado como referencia y el punto donde se ubicó el equipo GPS. Esta técnica de trabajo denominada posicionamiento diferencial o relativo permite, a través de un procesamiento posterior en gabinete y utilizando los archivos que provee la EPBB, cancelar los errores comunes a ambas observaciones (Ferrario de Urriza, 2000). Es decir, el punto relevado en campaña es un punto

con coordenadas incógnitas y corregirá su coordenada con las coordenadas del punto base (dato) que funciona como punto de coordenadas precisas.

La herramienta Google Earth y el relevamiento en campo permitió digitalizar las líneas de alta tensión de la zona de estudio. La tensión de las distintas líneas y el ancho de la zona de máxima seguridad se extrajo de los diferentes planos de mensura de afectación por servidumbre de electroducto aprobados por la Dirección de Geodesia de la provincia de Buenos Aires, que afectan a cada parcela atravesada por una línea de alta tensión. El cálculo de la zona de máxima seguridad se realiza mediante la fórmula:

$$A = a + 2(l_c - f_{mv}) \operatorname{sen}\phi + 2d \quad (1)$$

Donde:

A = ancho total de la franja

a = distancia horizontal entre conductores extremos

l_c = longitud de la cadena de aisladores

f_{mv} = flecha máxima obtenida en la hipótesis de cálculo que considera la máxima presión del viento

ϕ = ángulo máximo de desviación respecto de la vertical que puede alcanzar el eje de la cadena de aisladores, según cálculo.

d = distancia mínima de seguridad

Finalmente, mediante herramientas SIG de geoprociamiento se establecieron las diferentes zonas de seguridad para cada Línea de Alta Tensión y se elaboraron mapas de exposición a los peligros potenciales. El software utilizado para la espacialización de esta información fue ArcGIS® 10.

Resultados y discusión

Se identificaron las Líneas de Alta Tensión (LAT) que atraviesan el sector de estudio (Fig. 2) y se espacializaron en relación con el plano urbano de los barrios Patagonia y Aldea Romana (Fig. 3). Una de ellas se extiende a lo largo de calle Irigoyen y luego de atravesar la avenida Raúl Alfonsín continua con dirección norte atravesando el arroyo Napostá Grande. Una segunda LAT, paralela a la anterior, se encuentra sobre la calle Yapeyú en el sector oeste del barrio Patagonia y atraviesa el barrio Aldea Romana. Por último, transversal a las dos primeras, una tercera línea en sentido aproximado sureste-noroeste se extiende a lo largo de la calle Molina Campos.

Con los valores obtenidos tras la aplicación de la fórmula (1) y extraídos de los planos de mensura se establecieron las zonas de seguridad máxima y se definieron la media y mínima mediante la realización de *buffer*. Con las distancias propuestas por Guerrero (1994) se representaron espacialmente (Fig. 4). Las 3 zonas de seguridad establecidas para la LAT que está ubicada sobre la calle Hipólito Irigoyen son de 7 m, 5 m y 100 m, considerando que la línea de alta tensión es de 66 kV. Para la línea que se emplaza sobre calle Yapeyú, las 3 zonas de seguridad son: de 6.50 m, 5 m y 100 m. Esta línea posee una tensión de 132 kV. La tercera línea está ubicada en la calle Molina Campos y posee las siguientes zonas de seguridad: 8.50 m, 6 m y 100 m con una tensión de 2x132 kV.

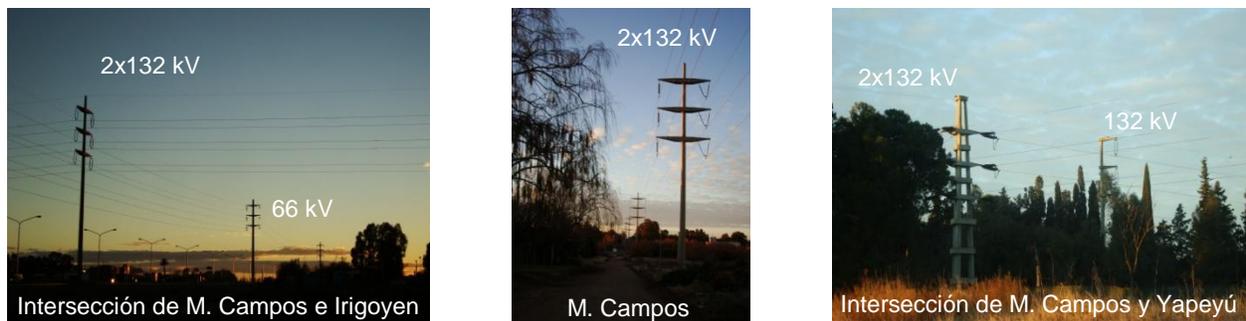


Figura 2. Torres de las tres LAT del área de estudio.

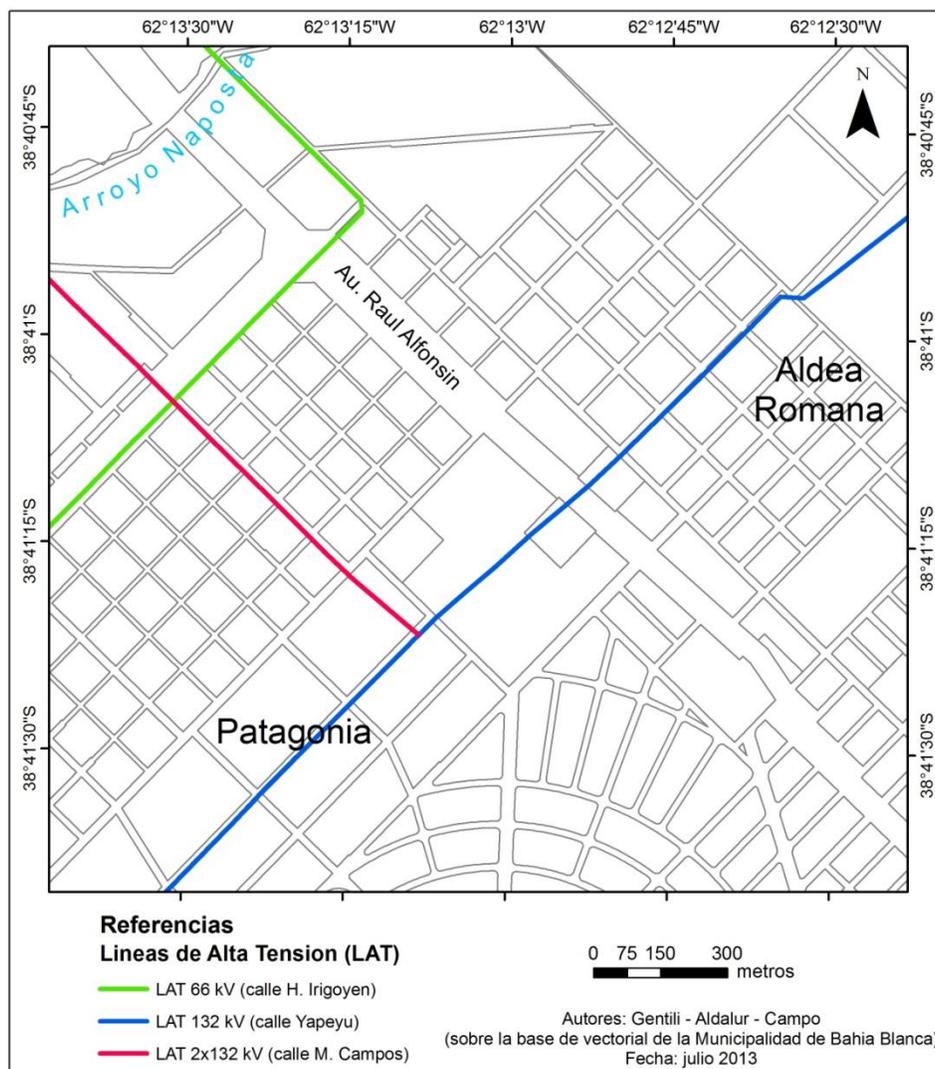


Figura 3. Líneas de Alta Tensión (LAT) que atraviesan sectores de los barrios Patagonia y Aldea Romana.

Para establecer la exposición a las diferentes zonas de seguridad en principio se analizó la ocupación a dos niveles: manzanas y parcelas. En el primer caso se evaluaron tres posibilidades de ponderación, a saber: porcentaje de superficie construida por manzana, porcentaje de número de lotes ocupados por manzana, relación entre superficie de lotes

ocupados y superficie de manzana. El primero de ellos resultó de difícil medición y el segundo poco representativo, razón por la cual se escogió la tercera opción. Ésta es la que más fielmente puede hacer referencia a los sectores comprendidos en las diferentes zonas de seguridad.

A modo de ejemplo, se presentan los resultados de la aplicación de la relación para aquellas manzanas alcanzadas por las distintas zonas de seguridad de la LAT de la calle Molina Campos (Fig. 5). Allí se observa que la gran parte de las manzanas con mayor superficie ocupada (relación cercana a 1) se encuentran inmediatamente al noreste de la LAT mencionada a excepción de una de ellas que es la ubicada en el extremo suroeste del conjunto de manzanas. Las cuatro primeras son de uso exclusivamente residencial, mientras que esta última se encuentra ocupada en su totalidad y está destinada a un uso comercial.

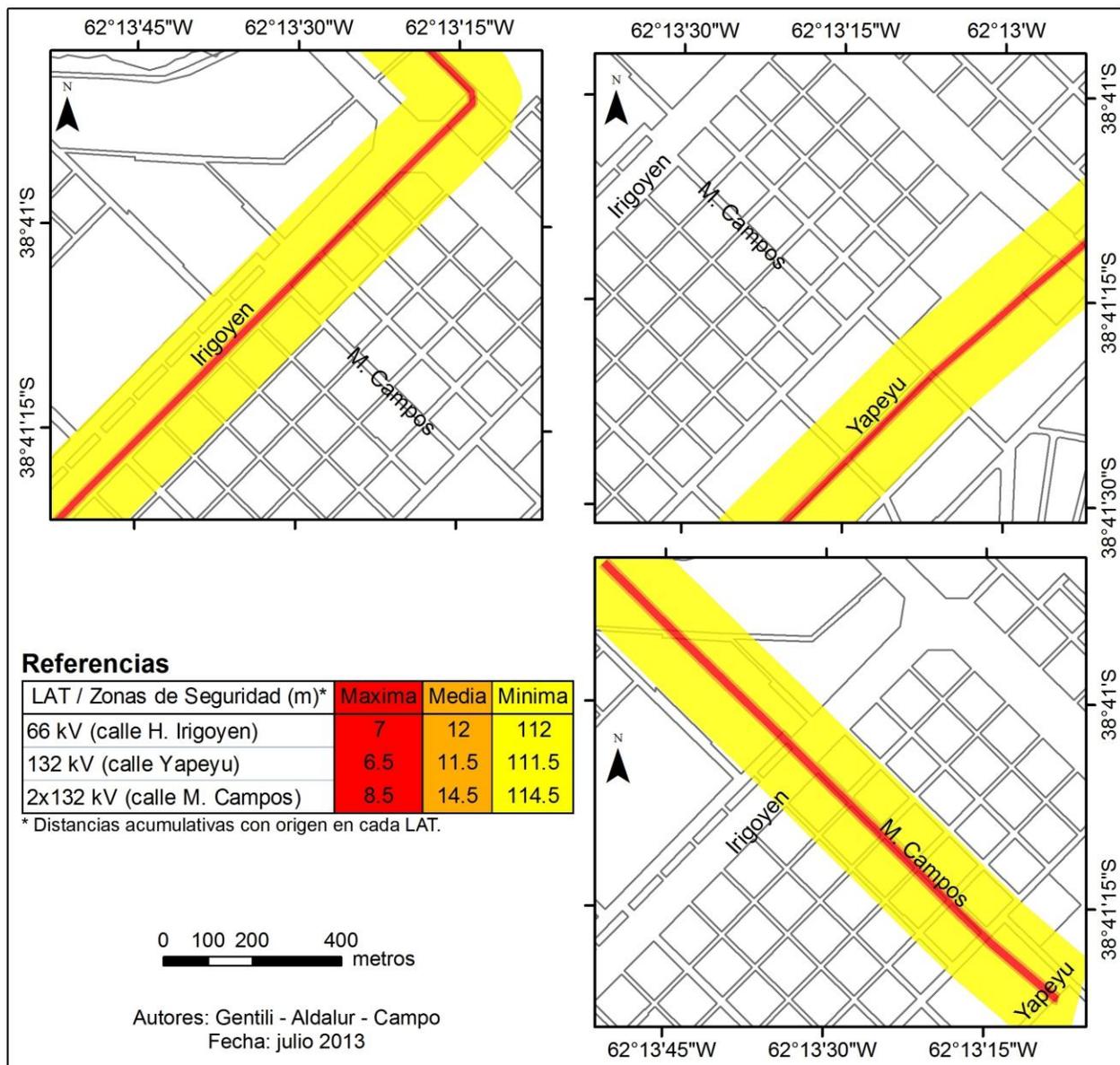


Figura 4. Zonas de seguridad máxima, media y mínima (Guerrero, 1994) para las LAT ubicadas en los barrios Patagonia y Aldea Romana.

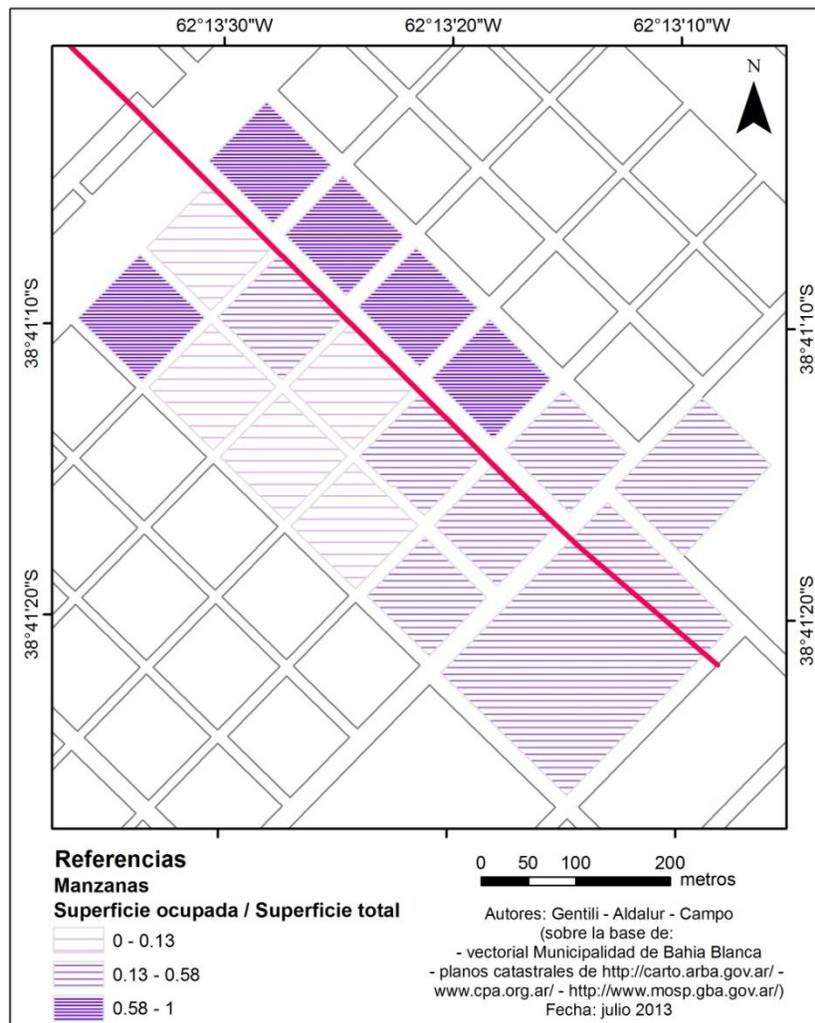


Figura 5. Superficie de parcelas ocupadas normalizadas según superficie total de la manzana.

A nivel de parcela, se puede analizar con más detalle la distribución de los lotes ocupados y desocupados dentro de cada manzana (Fig. 6). Allí se observa la localización precisa de cada uno de ellos.

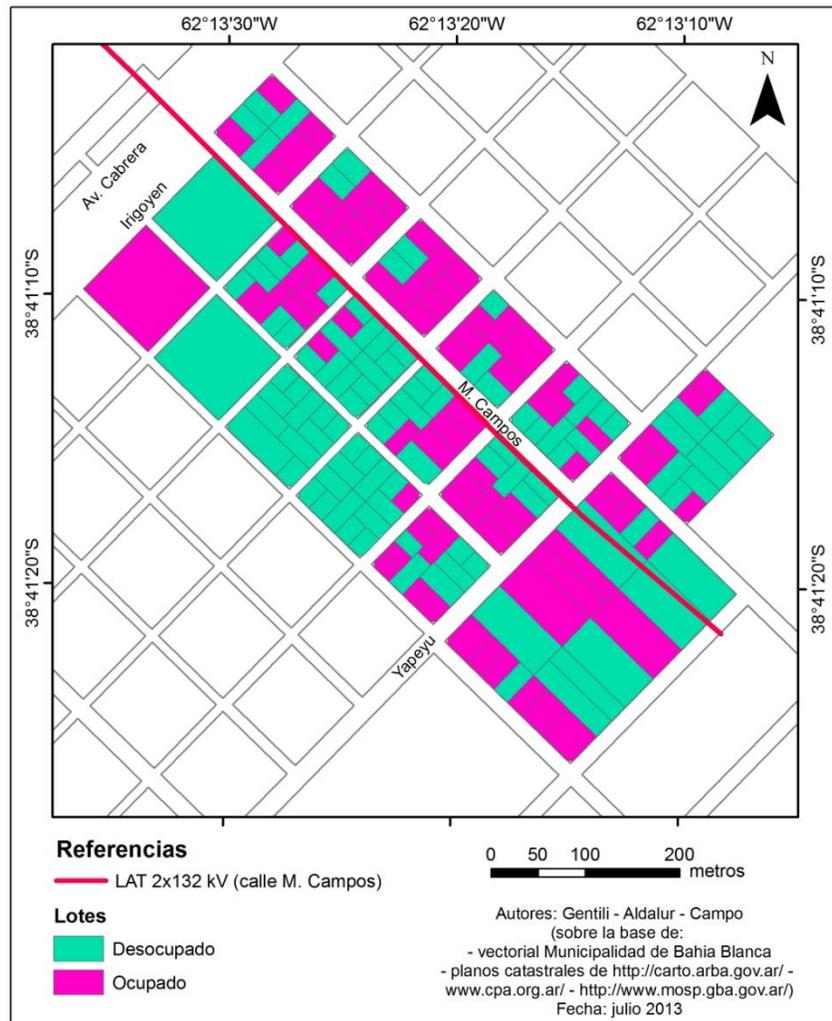


Figura 6. Lotes ocupados y desocupados entorno a la LAT de calle Molina Campos (Fuente: Planos catastrales obtenidos de <http://carto.arba.gov.ar/> - www.cpa.org.ar/ - <http://www.mosp.gba.gov.ar/>).

Finalmente, en la figura 7 se presenta un mapa de exposición actual del sector lindero a la LAT de Molina Campos comprendido por las calles Irigoyen, Rehue, Yapeyú y Athos Lazzari.

En la figura se muestran superpuestos a las zonas de seguridad, los lotes ocupados. Con color verde se identifican aquellos que solo tienen una pequeña porción de su superficie afectada por la zona de seguridad mínima. Los lotes de color amarillo, son aquellos que se encuentran totalmente incluidos en la franja de seguridad mínima y finalmente, los lotes coloreados con rojo se encuentran en parte incluidos en las zonas de seguridad media y máxima.

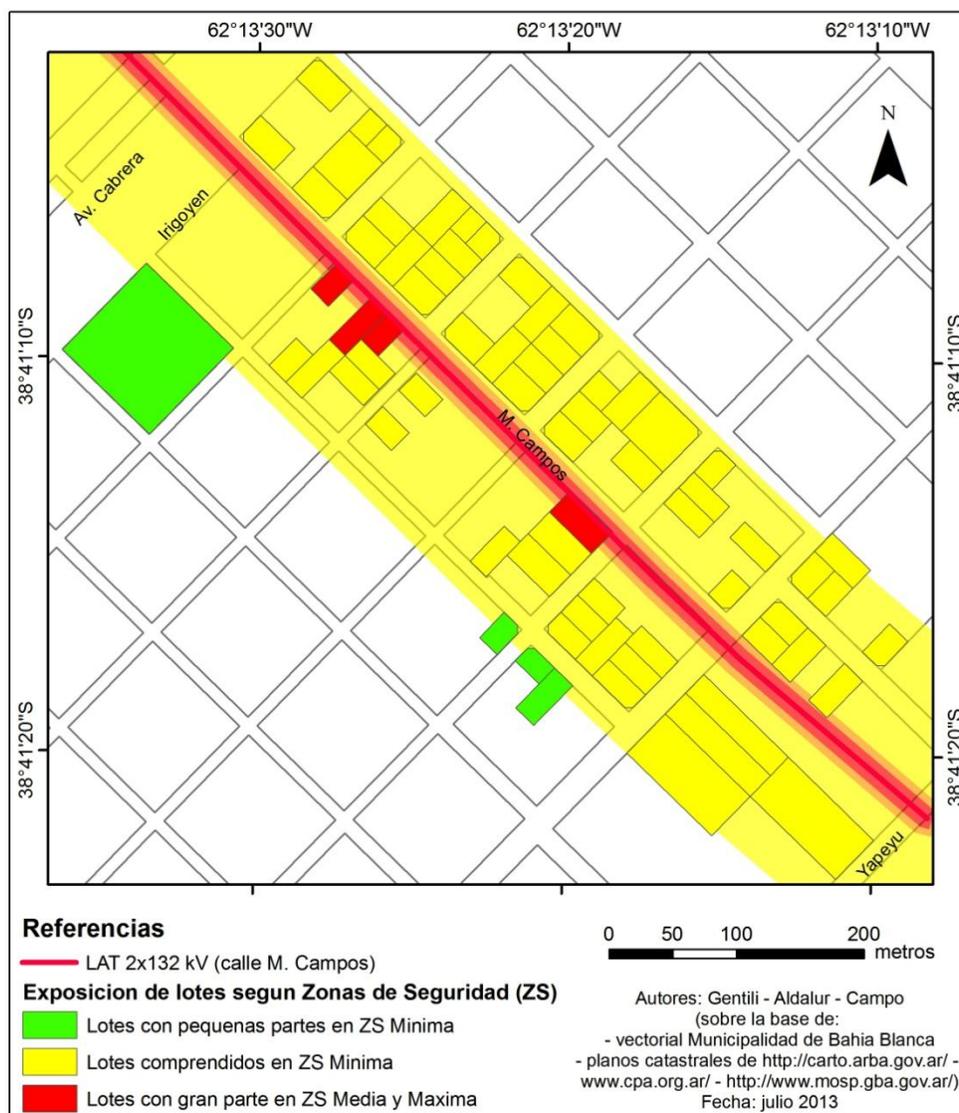


Figura 7. Lotes ocupados que se encuentran dentro de las zonas de seguridad propuestas por Guerrero (1994) (Fuente: Planos catastrales obtenidos de <http://carto.arba.gov.ar/> - www.cpa.org.ar/ - <http://www.mosp.gba.gov.ar/>).

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian claramente la relación entre las áreas definidas por la normativa que incluye a las parcelas atravesadas por una LAT y las manzanas del barrio.

La identificación y localización de las LAT permitió observar que si bien la mayoría de las trazas están emplazadas en el dominio público algunos tramos de la misma no cumple esta condición dejando franjas con un amplio rango de afectación que incluye tierras de dominio privado. Actualmente, los proyectos de subdivisión de la tierra condicionan los loteos a la presencia de una LAT ubicándolas si es factible, dentro del dominio público.

El mapa de exposición actual, a nivel de manzana, muestra a un gran número de ellas incluidas dentro de las tres franjas de seguridad. A escala de parcela se observa un escaso

número de lotes ocupados ubicados dentro de las franjas media y máxima. El uso y ocupación de estas parcelas es de viviendas unifamiliares.

Si bien no existen distancias fehacientemente comprobadas sobre el riesgo de habitar en zonas aledañas a las LAT, los estudios antes mencionados alertan sobre el riesgo de vivir en sus proximidades. Más allá de posibles efectos hacia la salud, las franjas delimitadas en la cartografía como zonas de máxima seguridad son las más propensas a ser afectadas por el peligro de caídas de líneas. Sobre esa distancia tomada a partir de la LAT, sí existe el peligro físico de accidente provocado por las torres.

Bibliografía

Asociación Electrónica Argentina, 2003. Reglamentación para la ejecución de líneas aéreas exteriores. Media y alta tensión, 75 pp.

Bueno Ruiz, A., 1982. Agrimensura legal aplicada, Facultad de Ingeniería de la UNLP, 374 pp.

Campo de Ferreras, A., Capelli de Steffens, A. y Diez, P., 2004. El clima del Suroeste Bonaerense. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 99 pp.

Campo de Ferreras, A., Piccolo, M.C. y Capelli de Steffens, A., 1999. 1995: el Año de los Desastres.

Campo, A. M., Gil, V., Gentili, J. O., Volonté, A. y Duval, V., 2011. Inventario de eventos climáticos – meteorológicos extremos. Suroeste bonaerense (1995 - 2010). Revista Párrafos Geográficos V1 (1): pp. 102-116

Cardona, O. D. 1993. La vulnerabilidad global. Los desastres no son naturales. Maskrey, A. Ed. Editorial La Red, Bogotá, pp. 9-50.

Ferrario de Urriza, S., 2000. El ABC del GPS. Edición del Consejo Profesional de Agrimensura de la Provincia de Buenos Aires, 172 pp.

Formiga, N. y Garriz, E., 2000. Caracterización y estructuración de los asentamientos marginales.

Gómez Delgado, M., Díaz Castillo, C., Escobar Martínez, F., Rodríguez Espinosa, V. y Salado García, M., 2005. Caracterización de los riesgos ambientales para la salud – Puesta a punto de un SIG en dos distritos del Sureste de Madrid. Serie Geográfica Nº 12, p 11-37.

Guerrero, D., 1994. Manual de tasaciones, Editorial Alsina, 304 pp.

<http://carto.arba.gov.ar/>

<http://www.cpa.org.ar/>

<http://www.mosp.gba.gov.ar/>

Perdomo, R., Del Cogliano, D., Di Croche, N., Napal, E., Aldalur, B., De Aduriz, A., Napal, P., Plana, N., Pintos, I., Martínez, M., Rosso, S. y San Cristóbal, J., 1998. Red Geodésica con

técnicas GPS. V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses. Volumen II. Mar del Plata, pp. 191-195.

Shmerling, R. H., 2012. Power Lines and Your Health, Beth Israel Deaconess Medical Center.

Sobrevila, M. A., 2004. Sistema eléctrico de potencia argentina, Informe Técnico N°4, UNPL, 9 pp.

Urriza G., Marengo, S. y García Muñoz, C., 2011. El crecimiento de Bahía Blanca desde la perspectiva de los planes urbanos. *Actas del III Congreso de Geografía de Universidades Públicas*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

Zapperi, P.A., Gabella, J.I. y Campo, A.M., 2012. Medio ambiente y ordenamiento urbano. Problemáticas hidroambientales en la ciudad de Bahía Blanca. IX Jornadas Nacionales de Geografía Física Bahía Blanca, pp 130-146.