

# 2

## Cambios de coberturas del suelo en la cuenca baja del río Luján (Provincia de Buenos Aires) entre 1990 y 2020. Aplicación con Sistemas de Información Geográfica

Clara Cantarelo<sup>1</sup>

Universidad Nacional de Luján

@ [ ccantarelo@mail.unlu.edu.ar ]

RECIBIDO 30-06-2023  
ACEPTADO 03-08-2023

Cita sugerida: Cantarelo, C. (2023). Cambios de coberturas del suelo en la cuenca baja del río Luján (Provincia de Buenos Aires) entre 1990 y 2020. Aplicación con Sistemas de Información Geográfica. Revista *Huellas*, Volumen 27, N° 2, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2023-2714>

### Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de cuantificar y describir los diferentes usos del suelo que están presentes en la cuenca baja del río Luján, Provincia de Buenos Aires y analizar su evolución espacial entre los años 1990 y 2020. Para ello, se han identificado las diferentes coberturas de usos del suelo mediante la utilización de técnicas de interpretación visual de imágenes satelitales y se elaboró cartografía temática digital para los dos años bajo estudio. La metodología utilizada fue la propuesta por Pontius (2007) en donde se calculó la matriz de tabulación cruzada y los indicadores de cambios de usos del suelo tales como ganancias, pérdidas, persistencias e intercambios. Los resultados obtenidos proporcionan información detallada sobre la dinámica espacial del área de estudio o entre los diferentes usos del suelo.

**Palabras clave:** Cambios de usos del suelo; Coberturas de usos del suelo; Sistemas de Información Geográfica; Cuenca baja del río Luján

*Changes in soil coverage in the Lujan River lower basin (Buenos Aires Province) between 1990 and 2020. Information System Application*

### Abstract

The purpose of this study is to quantify and describe the different land uses present in the lower basin of the Lujan River, Buenos Aires Province, as well as to analyze the spatial evolution between 1990 and 2020. To do so, different land use coverages were identified by using visual interpretation techniques and



satellite images. From this, digital thematic mapping was created for the two years under study. The methodology used was proposed by Pontius (2007), in which the cross-tabulation matrix was calculated and indicators of land use changes such as gain, loss, persistence, and swaps were computed. The results provide detailed information about the dynamics of change of the area under study or in different land use coverages.

**Keywords:** Land use changes; Soil uses coverage; Geographic Information Systems; Lujan River Lower basin

### ***Mudanças na cobertura do solo na bacia baixa do rio Luján (Província de Buenos Aires) entre 1990 e 2020. Aplicação com Sistemas de Informação***

#### **Resumo**

O presente trabalho tem como objetivo quantificar e descrever os diferentes usos da terra que estão presentes na bacia inferior do rio Luján, Província de Buenos Aires e analisar sua evolução espacial entre os anos 1990 e 2020. Para isso, identificaram-se as diferentes coberturas de uso do solo através da utilização de técnicas de interpretação visual de imagens de satélite e cartografia temática digital para os dois anos em estudo. A metodologia utilizada foi a proposta por Pontius (2007) onde foram calculadas a matriz de tabulação cruzada e os indicadores de mudanças no uso da terra como ganhos, perdas, persistência e trocas. Os resultados obtidos fornecem informações detalhadas sobre a dinâmica espacial da área de estudo ou entre os diferentes usos do solo.

**Palavras-chave:** Mudanças no uso do solo; Cobertura do uso do solo; Sistemas de Informação Geográfica; Bacia do Baixo Luján

---

## **Introducción**

Las coberturas del suelo es una cuestión crítica en el desarrollo sostenible de nuestro planeta, ya que tiene un impacto directo sobre los ecosistemas y en la calidad de vida de las personas. En este sentido, hace referencia a la cobertura física y biológica, tal como la vegetación y las características antrópicas creadas por el ser humano. En cambio para la FAO, se refiere a la función que cumple el suelo en una población local, y se define como las actividades humanas relacionadas directamente con la tierra, ya sea para utilizar sus recursos o para impactar en ella. Por último, para Anderson *et al.* (1976), es el resultado de las actividades socioeconómicas desarrolladas en un territorio, donde se pueden diferenciar las coberturas naturales como las artificiales.

En este contexto, los cambios que se evidencian entre ellas, son particularmente relevantes, y su estudio es fundamental para comprender cómo las actividades humanas pueden impactar en el medio ambiente y en la sociedad. Para Lambin *et al.* (2001), los cambios que se evidencian en las superficies son producidas por la intensificación de un uso del suelo específico y la degradación de la tierra. En cambio, Meyer (1996), destaca que es la forma y el propósito para el cual los seres vivos emplean el suelo y sus recursos. Mientras que otros autores como Turner *et al.* (1994) hacen referencia a la cobertura del suelo como empleo humano de la tierra, medio por el cual la actividad humana se apropia de la producción primaria neta, situación determinada por un complejo de factores socioeconómicos.

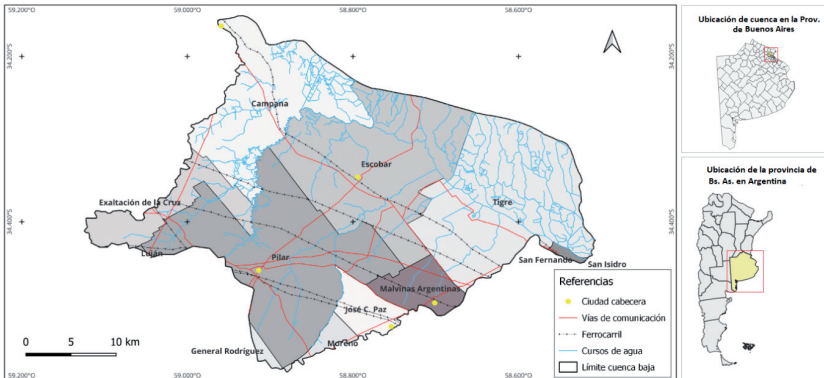
La metodología de detección de cambios de usos del suelo propuesta por Pontius *et al.* (2004) se ha convertido en un recurso para analizar la evolución espacial de las coberturas a lo largo de un tiempo determinado. A través de la utilización de esta metodología, se pueden diferenciar claramente las cubiertas naturales de las artificiales, así como analizar las causas de la intensificación de un uso del suelo específico y la degradación de la tierra. Asimismo, se pueden detectar las superficies que permanecen estables en el tiempo y aquellas que sufren cambios significativos, lo que permite a los tomadores de decisiones diseñar políticas públicas y estrategias de gestión del territorio de manera más efectiva.

La presente investigación se enfoca en el análisis de la cuenca baja del río Luján, que se extiende por una superficie de 1.847.940 km<sup>2</sup> e incluye los partidos de Pilar, Exaltación de la Cruz, Moreno, Malvinas Argentinas, Escobar, General Rodríguez, Luján, Tigre, San Fernando, José C. Paz y Campana (Buzai, G. y Lanzelotti, S. 2019).

A lo largo de la cuenca, se puede observar un gradiente que va desde las localidades pertenecientes al segundo anillo de la Región Metropolitana de Buenos Aires, con una gran densidad poblacional y edilicia, hasta los partidos del interior en donde predominan otros tipos de usos del suelo relacionados con las actividades agropecuarias. En este sentido, la cuenca baja del río Luján presenta una gran diversidad de usos del suelo, organizado en función de este gradiente.

Cabe destacar que esta zona ha experimentado importantes cambios en sus coberturas del suelo en las últimas décadas, con un marcado proceso de urbanización y crecimiento de las áreas residenciales cerradas. Estos cambios han generado una serie de impactos ambientales, económicos y sociales que se han vuelto cada vez más evidentes en la región. Por lo tanto, el análisis de las coberturas y su evolución en la cuenca baja del río Luján es crucial para comprender las transformaciones territoriales y los desafíos que plantea el desarrollo sostenible en la cuenca (Figura N° 1).

Figura N°1. Localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a capas IGN.

## Materiales y métodos: Cartografía temática

La cartografía temática digital fue creada a partir de la utilización de imágenes satelitales Landsat 5 TM (para el año 1990) y Landsat 8 OLI (para el año 2020). Estas mismas se descargaron de la página web del servicio geológico de Estados Unidos del path-rows 225-084. Ambas imágenes fueron tomadas en primavera, para garantizar condiciones meteorológicas similares. Luego, se realizó la composición espectral de las bandas en falso color compuesto estándar, en donde se considera las bandas del espectro Visible (Bandas 2 y 3), e Infrarrojo cercano (Banda 4), asignando los colores azul, verde y rojo respectivamente.

A partir de eso, se identificaron las diferentes coberturas de usos del suelo, teniendo en cuenta los criterios de interpretación visual propuestos por Chuvieco (2007). Los que se utilizaron fueron: tono, color, tamaño, textura, forma, diseño, asociación, sombra y fenología. Para este trabajo han identificado nueve categorías de usos del suelo. A continuación, se detallan características de cada uno.

**Uso urbano compacto:** Corresponden a áreas urbanas tradicionales. Presentan una configuración homogénea en forma de damero o cuadrícula. Las densidades más altas se encuentran en las ciudades cabeceras del partido.

**Uso urbano disperso:** Se caracteriza por presentar baja densidad edilicia y grandes espacios verdes destinados a las actividades deportivas y recreativas, el diseño urbano es irregular y en muchos casos, hay presencia de lagos y lagunas artificiales.

**Industrial:** Espacios geométricos de gran amplitud que se encuentran cercanos a principales vías de comunicación. Suelen estar alejados de la ciudad cabecera, y cuentan en su cercanía con barrios de baja densidad. Además, pueden estar organizados en parques y sectores industriales, reúnen una gran variedad de industrias de diferentes tipos, entre las cuales se destacan las actividades manufactureras y de servicios.

**Transporte:** Principales vías terrestres de comunicación. Por ejemplo, autopistas, rutas y ferrocarriles.

**Recreativo - deportivo:** Presentan una forma regular. En este uso, se evidencian espacios destinados a las actividades deportivas como las canchas de polo y golf. A su vez, cuentan con espacios verdes descubiertos y escasa edificación. Se localizan cercanas a las principales vías de transporte.

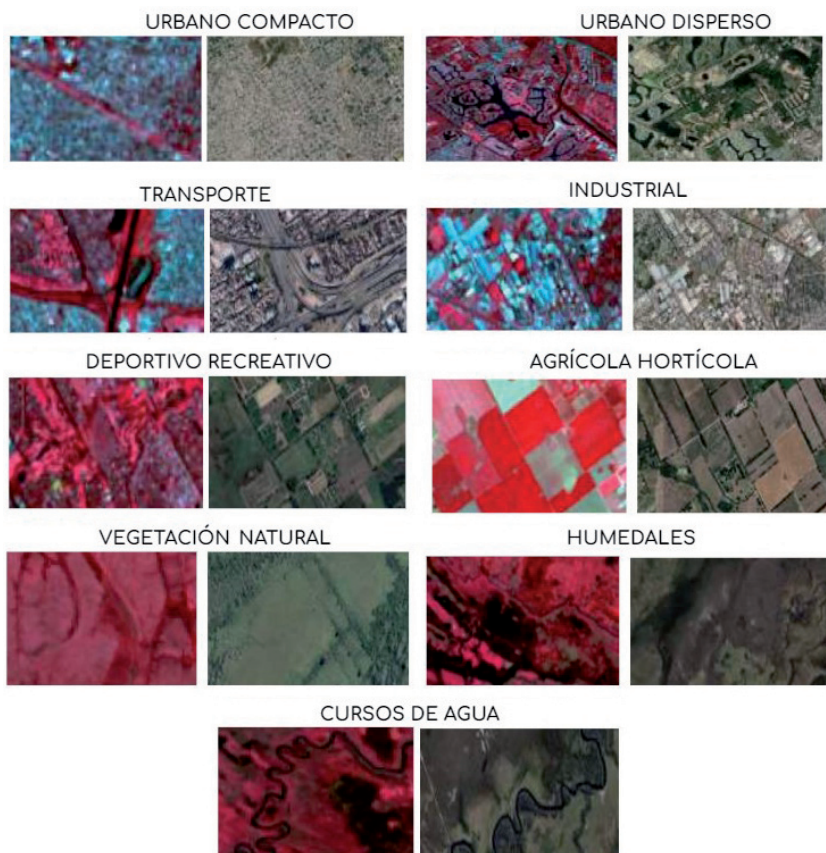
**Agrícola - Hortícola:** El uso agrícola es el que mayor presencia tiene entre las actividades agropecuarias y hortícolas, caracterizado por tener formas rectangulares de diferentes tamaños y con bordes bien definidos, orientados a la producción de cereales y oleaginosas. Por otro lado, las zonas ganaderas son áreas destinadas al engorde y al criado de ovinos y bovinos desarrollándose en establecimientos con coberturas vegetales naturales o implantadas. En cambio, la actividad hortícola intensiva se encuentra organizado en pequeñas parcelas de forma cuadrada con bordes bien definidos en establecimientos ubicados en zonas periurbanas y con cierta accesibilidad a las vías de transporte.

**Forestales y vegetación natural:** Se identifica a partir de la vegetación herbácea. También abarca a las áreas ocupadas con vegetación arbórea natural e implantada. Se incluyen las forestaciones con fines comerciales. Dentro de esta categoría, se encuentran los bosques ribereños asociados a los principales cursos de agua.

**Humedales:** Superficies terrestres que se encuentran parcial o totalmente anegadas. Son ecosistemas que se caracterizan por tener presencia de agua, y su formación está determinada por factores climáticos, geomorfológicos y de suelos. Estos ecosistemas tienen períodos de aguas altas y períodos de aguas bajas, y la fuente de agua puede variar entre el mar, los ríos, las lluvias o las napas subterráneas.

**Cursos de agua:** Hace referencia a la hidrografía superficial permanente como ríos, arroyos y canales, siendo el curso de agua principal el río Luján (Figura N° 2).

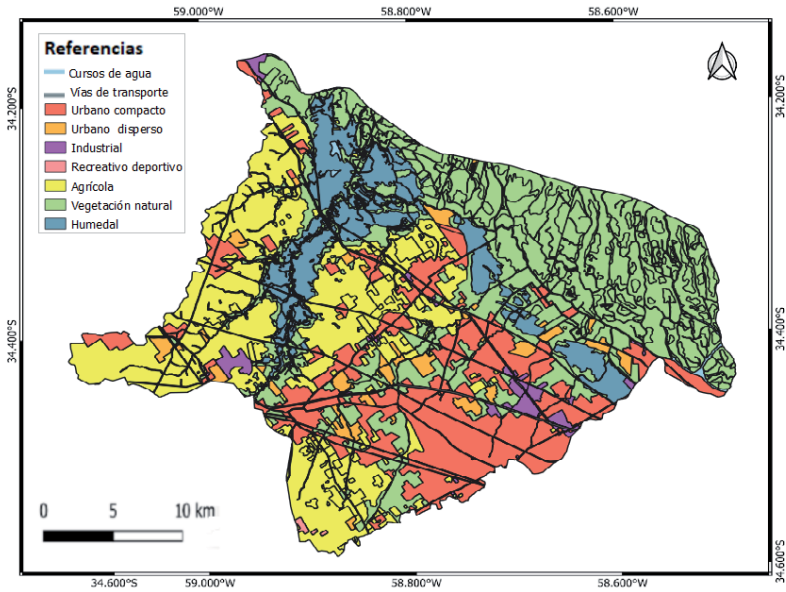
**Figura N° 2.** Usos del suelo



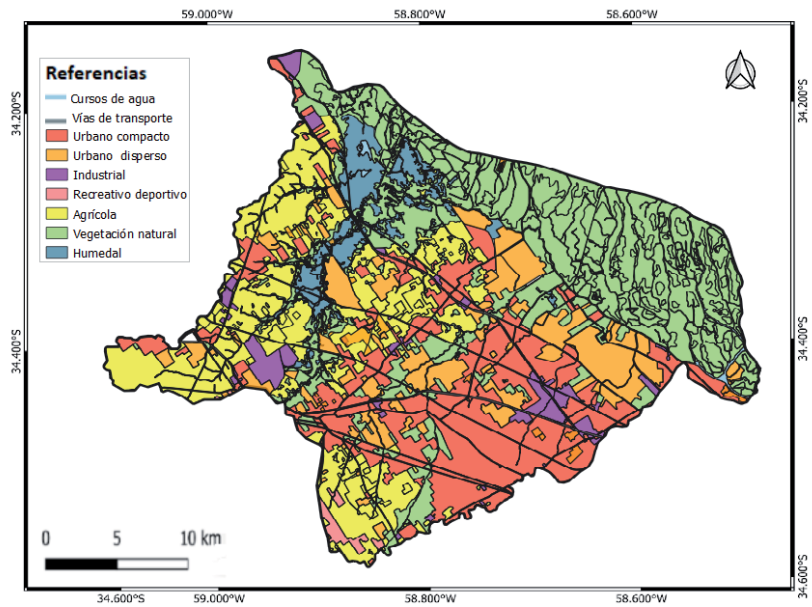
Fuente: Elaboración propia en base a imagen satelital Landsat 8.

Las capas temáticas de las coberturas del suelo fueron creadas, como se mencionó anteriormente con ayuda de una imagen satelital y mediante la digitalización en pantalla. El límite de la cuenca del río Luján corresponde a Lanzelotti y Buzai (2015). Asimismo, las capas de límites políticos administrativos (partidos, departamentos y provincias) y cursos de aguas corresponden al Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN). El código de referencia EPSG de esta proyección se asoció con el marco Gauss-Krüger Faja 5, POSGAR 94: 22185. En la Figura N° 3 se muestran las cartografías temáticas de usos del suelo.

Figura N°3. Cartografía temática de usos del suelo  
(a) Año 1990.



(b) Año 2020.



Fuente: Elaboración propia en base a digitalización en pantalla.



## Metodología de detección de cambios de usos del suelo

Los procedimientos de la metodología de detección de cambios de usos del suelo, se basan en la tabulación cruzada de dos mapas, generando así, una matriz donde queda evidenciada la evolución espacial de las coberturas del suelo. En las filas se expresa la información de las categorías del tiempo<sub>1</sub> y en las columnas, se detallan los datos del tiempo<sub>2</sub>. Es así, que las superficies que permanecieron estables en ambos tiempos, se encuentran representadas en su diagonal. Las columnas Total T1 y Total T2 se obtienen a partir de la suma de cada categoría para cada año respectivamente. En la tabla N° 1, se muestra un ejemplo de la matriz propuesta por Pontius *et al.* (2004). En donde  $P_{jj}$  es la diagonal que indica la proporción de persistencia de la categoría  $j$ , mientras que el resto de celdas indican una transición de la categoría  $i$  a una categoría diferente  $j$ . Las pérdidas están expresadas como la diferencia de la categoría  $i$  entre el tiempo<sub>1</sub> y el tiempo<sub>2</sub>, y las ganancias están expresadas como la diferencia de la categoría  $j$  entre tiempo<sub>1</sub> y el tiempo<sub>2</sub>.

**Tabla N° 1.** Matriz de tabulación cruzada en dos cortes temporales.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría n	Total T1	Pérdidas
Categoría 1	P11	P12	P13	P1n	P1+	P1+-P <sub>1j</sub>
Categoría 2	P21	P22	P23	P2n	P2+	P2+-P <sub>2j</sub>
Categoría 3	P31	P32	P33	P3n	P3+	P3+-P <sub>3j</sub>
Categoría n	Pn1	Pn2	Pn3	Pnn	Pn+	Pn+-P <sub>nj</sub>
Total T2	P+1	P+2	P+3	P+n	1	
Ganancias	P+1 - P <sub>1j</sub>	P+2 - P <sub>2j</sub>	P+3 - P <sub>3j</sub>	P+n - P <sub>nj</sub>		

Fuente: Elaboración propia en base a Pontius *et al.* (2004).

A partir de la matriz de tabulación cruzada, se calculan indicadores que permiten medir las ganancias, las pérdidas, el cambio neto y total, y los intercambios entre las distintas categorías del suelo definidas para el período de estudio. A continuación, se presentan las definiciones y fórmulas de los parámetros utilizados.

**Ganancias** (del inglés *gross*): Se obtiene a partir de la diferencia de la suma total del tiempo<sub>2</sub> ( $P_{+j}$ ) y el valor de la diagonal correspondiente a cada categoría ( $P_{jj}$ ).

$$G_{ij} = P_{+j} - P_{jj}$$

**Pérdidas** (del inglés *loss*): Se obtiene a partir de la diferencia de la suma total del tiempo<sub>1</sub> ( $P_{j+}$ ) correspondiente a cada categoría ( $P_{jj}$ ).

$$L_{ij} = P_{j+} - P_{jj}$$



**Cambio neto** (del inglés *distortion net*): Se obtiene a partir de la diferencia de las pérdidas ( $L_{ij}$ ) y las ganancias de cada categoría ( $G_{ij}$ ).

$$D_j = |L_{ij} - G_{ij}|$$

**Intercambio** (del inglés *Swap*): Se define como el doble del valor del mínimo de las ganancias o de las pérdidas ( $P_{j+} - P_{jj}$ ).

$$S_j = 2x\text{MIN}(P_{j+} - P_{jj}, P_{+j} - P_{jj})$$

**Cambio total:** Se obtiene mediante la suma de las ganancias ( $G_{ij}$ ) y de las pérdidas ( $L_{ij}$ ).

$$DT_j = G_{ij} + L_{ij}$$

### Cálculo de matriz de superficies

En primer lugar, se calculó la matriz de superficies y porcentajes de las diferentes coberturas para ambos años estudiados.

**Tabla N° 2.** Matriz de superficies y porcentajes de usos del suelo.

N	Usos	Superficie (ha)		Porcentajes	
		1990	2020	1990	2020
1	Compacto	23420	27498	17,81	21,04
2	Disperso	3371	16799	2,56	12,86
3	Industrial	2052	4004	1,56	3,06
4	Transporte	2230	2464	1,70	1,89
5	Recreativo	180	881	0,14	0,67
6	Agrícola	34293	26811	26,72	20,52
7	Forestal	45422	41995	34,5	32,14
8	Humedales	14924	5758	11,3	4,41
9	Agua	4772	4454	3,6	3,41

Fuente: Elaboración propia.

El crecimiento del uso urbano compacto, pasó de un 17.8% de ocupación del total de la cuenca a un 21%. La cobertura de urbano disperso se incrementó significativamente ya que, pasó de ocupar un 2.5% a un 13% entre los años 1990 y 2020. Por su parte, el área industrial creció de un 1.5% a 3% mientras que las vías de transporte se mantuvieron iguales. El uso deportivo recreativo, indica un aumento de un 0.14% a un 0.67% de ocupación en el área de estudio.

Las zonas agrícolas heterogéneas están comprendidas por la agricultura, ganadería y horticultura, y registran una baja de un 26.7% a un 20,5% entre los años bajo estudio. En cuanto a las cubiertas vegetales, se registra un descenso, de 34.5% a un 32,1%. Por último, la cubierta de humedales disminuyó de un 11.4% a 4.4% y la de cuerpos de agua de un 3.6% a 3.4%. Es necesario destacar que estos porcentajes hacen referencia a la ocupación total del uso del suelo en relación a los otros usos dentro del área de estudio.

## Reclasificación de las cubiertas

Una vez calculada las superficies de cada año de estudio, se procedió a la reclasificación de las coberturas. Para poder realizar el cruce tabular se creó una nueva columna en la tabla de atributos donde a las cubiertas del tiempo<sub>1</sub> (1990) se le asignaron números del 10 al 90 y al tiempo<sub>2</sub> (2020) valores del 1 al 9. Además, se procederá a la suma del Tiempo 1 con el Tiempo 2 en la tabla de atributos mediante la utilización de la calculadora. Esto dará como resultado la superficie ocupada por cada cambio del uso del suelo. En la tabla N° 3 se observan los resultados obtenidos de la reclasificación. En el sentido de las filas se leen los resultados del tiempo<sub>1</sub> y en las columnas los del tiempo<sub>2</sub>. Por ejemplo, si el resultado de la suma T1 + T2 da 61 está indicando que para el año 1990 era Agrícola, y que para el año 2020, cambió a urbano compacto.

**Tabla N° 3:** Reclasificación de las coberturas.

	T 2 (2020)	Compacto	Disperso	Industrial	Transporte	Recreativo	Agrícola H.	Veg natural	Humedales	Agua
T 1 (1990)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Compacto	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Disperso	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Industrial	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Transporte	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Recreativo	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Agrícola H.	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Veg natural	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Humedales	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Agua	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Fuente: Elaboración propia.

## Cálculo de matriz de cambios de usos del suelo

Con los resultados de la reclasificación de las coberturas se obtuvo las superficies en hectáreas, luego, se reemplazaron los valores de la matriz, donde se puede observar los cambios producidos en las diferentes coberturas durante el transcurso de 30 años. Además, se calcularon las pérdidas, ganancias, persistencia y suma total de los usos del suelo.

En la tabla N° 4 se observan los resultados de la matriz de cambios de usos de usos del suelo entre los años 1990 y 2020.

**Tabla N° 4:** Matriz de cambio de usos del suelo

	T 2 (2020)	Compacto	Disperso	Industrial	Transporte	Recreativo	Agrícola H.	Veg natural.	Humedales	Agua	Suma T1	Pérdidos
T 1 (1990)		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Compacto	10	23420	0	0	0	0	0	0	0	0	23420	0
Disperso	20	0	3371	0	0	0	0	0	0	0	3371	0
Industrial	30	0	1	2052	0	0	0	1	0	0	2054	2
Transporte	40	0	3	3	2230	0	0	0	0	0	2236	6
Recreativo	50	0	52	0	0	180	0	1	0	0	233	53
Agrícola H.	60	2190	2455	1120	123	593	25866	1946	0	0	34293	8427
Veg natural	70	1867	5166	740	93	75	758	36475	198	50	45422	8947
Humedales	80	21	5473	87	18	85	91	3513	5484	152	14924	9440
Agua	90	0	278	4	6	1	-96	59	76	4252	4580	328
Suma T2		27498	16799	4006	2464	934	26619	41995	5758	4454		
Ganancias		4078	13428	1954	234	754	753	5520	274	202		

Fuente: Elaboración propia, año 2022.

Las coberturas urbanas de compacto y disperso sólo presentan ganancias. En los usos industrial y transporte se evidencian pérdidas mínimas, mientras que las ganancias corresponden a 234 has para las vías de transporte y 1.954 has para las industrias. En cambio, el recreativo, indica 53 has de pérdidas, y esto se relaciona fuertemente con que, en algunos casos, ya existía este uso en el año 1990, pero que en el año 2020 pasaron a formar parte de una urbanización cerrada, este error se manifiesta a partir del criterio de identificación de las cubiertas, por ejemplo, si el campo de polo o de golf está dentro de un barrio cerrado, se clasifica como tal.

Las coberturas que representan mayor cantidad de pérdidas fueron agrícola heterogéneo, vegetación natural y humedales, siendo esta última la que mayor cantidad de pérdidas registró de todas las superficies bajo estudio, con un total de 9.440 has. También se observa un cambio de 3.513 has que pasaron de ser humedales a vegetación natural. El principal cambio de esta cubierta se manifiesta en el uso disperso con un total de 5.473 has.

Las áreas agrícolas representan 8.427 has de pérdidas, mientras que las ganancias son de 945 has. La mayor transformación se dio en las superficies artificiales, primero en el uso disperso (2.455 has), luego en el compacto (2.190 has), industrial (1.120 has) y recreativo (593 has), mientras que también se observan cambios con la cubierta vegetación natural. Esto puede ser el resultado de considerar algunas parcelas agrícolas descubiertas (sin cultivo, o con cultivo pequeños).

La segunda pérdida de superficie, se encuentra en el uso de vegetación natural, con 8.947 has, de las cuales 5.166 has se registraron para el uso disperso, 1.867 has corresponden al compacto, 740 has son de la cobertura industrial y 75 has de recreativo. Esto evidencia que los principales cambios se dieron en las superficies artificiales.

El agua representa 328 has de pérdidas mientras que 202 has de ganancias. El mayor cambio se analiza en el uso urbano disperso, y esto se debe a la privatización de estos espacios naturales, los cursos de agua no se perdieron, si no que en la categorización pasaron a ser urbano disperso.

Por último, en la diagonal observamos la cantidad de hectáreas que se conservaron de forma igual en todos los años, siendo la vegetación natural aquella que mayor cantidad de hectáreas sostuvo igual, eso se debe en principal medida a las zonas boscosas del delta del Paraná. Luego en segundo lugar, con 23.420 has, se mantuvo el uso urbano compacto. Además, el recreativo representó unas 180 has convirtiéndose en la cobertura que tiene menor ocupación en la cuenca baja del río Luján. En este sentido, un total de 99.469 hectáreas no presentaron cambios.

## Cálculo de indicadores

Los indicadores de cambios se calculan a partir de la matriz de tabulación cruzada, que permite cuantificar las ganancias, pérdidas, cambio neto, cambio total e intercambio de las diferentes coberturas para el tiempo  $t_1$  y el tiempo  $t_2$  (Plata Rocha, *et al.*, 2009).

El cálculo de ganancias y pérdidas permite reconocer a las superficies de expansión de una categoría y de aquellas que son reemplazadas por otros usos. El cambio neto permite profundizar en el análisis de las transiciones e intercambios entre categorías, al considerar la relación entre las superficies de expansión y las que indican una disminución (relación ganancias / pérdidas). Es así como, podemos destacar que las áreas urbanas no presentan intercambios, mientras que la categoría de vegetación natural representa el mayor valor de intercambio. En la tabla N° 5, se observan los resultados de los indicadores.

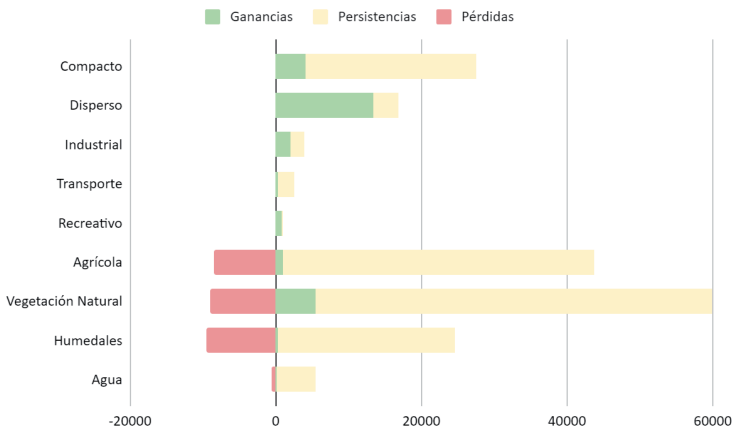
**Tabla N° 5:** Indicadores de cambios

Categorías	Sup T1	Sup T2	Ganancias	Persistencias	Pérdidas	Cambio Neto	Cambio total	Intercambio
Compacto	23420	27498	4078	23420	0	4078	4078	0
Disperso	3371	16799	13428	3371	0	13428	13428	0
Industrial	2052	4004	1954	2052	0	1952	1954	0
Transporte	2230	2464	240	2224	6	234	246	36
Recreativo	180	881	754	127	53	701	807	106
Agrícola	34293	26811	945	25866	8427	7482	9372	1890
Vegetación Natural	45422	41995	5520	36475	8947	3427	14467	11040
Humedales	14924	5758	274	5484	9440	9166	9714	548
Agua	4772	202	202	4252	520	318	722	404

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede analizar, las principales coberturas que presentan mayores pérdidas son vegetación natural, humedales y agrícola. De este modo, el uso que representa el mayor grado de crecimiento fue urbano disperso, mientras que las otras categorías de urbano muestran ganancias y ninguna pérdida. En la Figura N° 4 se observa de manera gráfica el aumento o disminución de las categorías.

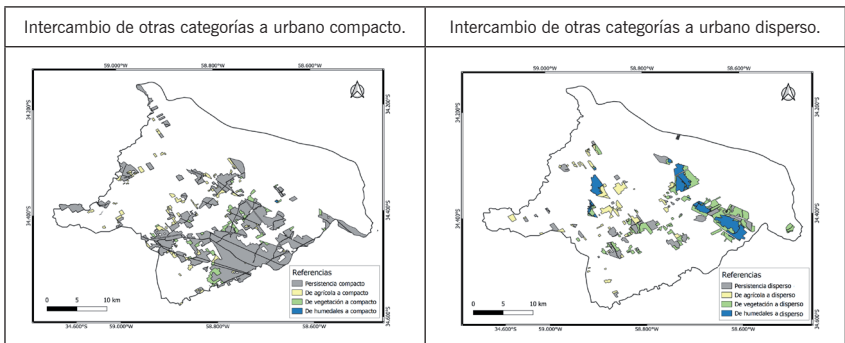
**Figura N° 4.** Ganancias, pérdidas y persistencias



Fuente: Elaboración propia en base a matriz de cambios de usos del suelo.

Por último, los principales intercambios se visualizan en los usos del suelo de vegetación natural con 11.040 has, agrícola con 1.890 has, humedales con 548 has y cursos de agua con 404 has. Los cruces de estas categorías se dan a favor de los usos urbanos compacto y disperso, siendo estos dos últimos usos del suelo los que aumentaron en los últimos 30 años. En la Figura N° 5 se analizan los intercambios producidos entre otros usos del suelo urbano compacto y disperso. De las cuales, 2.190 has de agrícola, 1.867 has de vegetación natural y 21 has de humedales corresponden a urbano compacto. De esta manera, el intercambio a la categoría urbano disperso fue de agrícola 2.455 has, de vegetación 5.166 has y de humedales 5.472 has.

**Figura N° 5.** Intercambios entre otras categorías a urbano



Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

A partir de estudiar la cuenca baja del río Luján en el período de tiempo entre 1990 y 2020, quedaron en evidencia cuáles fueron los principales cambios entre los usos del suelo, así como también la pérdida de ecosistemas naturales y el retroceso de las actividades agrarias tradicionales. En cuanto al análisis de las categorías, se realizó cartografía en años específicos en donde se presenta la distribución espacial. Estos mapas, se crearon a partir de la implantación de técnicas de interpretación visual y digitalización en pantalla. La metodología empleada fue la de detección de cambios de usos del suelo a partir de la matriz de tabulación cruzada en dos cortes temporales. Se calcularon diferentes indicadores que permitieron medir las ganancias, las pérdidas, las persistencias y el cambio neto y total entre los intercambios de las diferentes categorías.

El uso urbano compacto presentó un incremento de 4.078 has del total de la ocupación de la cuenca, el uso urbano compacto pasó de ocupar el 18% al 21%. Es por eso, que el aumento total fue de 17.4%. La expansión de la urbanización compacta se realizó hacia la periferia, siguiendo como eje de crecimiento las principales vías de comunicación produciendo el desplazamiento de las zonas agrícolas (2.190 has). El uso urbano disperso, fue la categoría que registró mayores valores de crecimiento (13.428 has). El avance de las urbanizaciones cerradas principalmente se produjo en los humedales ubicados en los partidos de Escobar y Tigre. Además, provocó el desplazamiento de actividades agrícolas (2.455 has) sobre todo en el partido de Pilar.

Por su parte, el uso recreativo-deportivo también registró un aumento, pasó de tener 180 has a 881 has, avanzando sobre todo en el uso agrícola. Las zonas agropecuarias registraron 8.427 has de pérdidas y un total de 945 has ganadas. Entre las principales pérdidas del uso agrícola, se destacan las ganancias de urbano disperso y urbano compacto, así como también en vegetación natural e industrial. La vegetación natural indicó más pérdidas que ganancias. Por último, los humedales es la categoría bajo análisis que registró la mayor cantidad de pérdidas, con un total de 9.440 ha a causa del avance de la expansión urbana dispersa.

El principal aporte de esta investigación corresponde a la generación de conocimientos de los cambios de usos del suelo en la cuenca baja del río Luján. Los resultados, pueden apreciarse a partir de la generación de cartografía temática y estadísticas que demuestran estos procesos.

## Referencias bibliográficas

- Anderson, R., Hardy, E., Roach, J., y Witmer, E. (1976). *A land use land cover classification system for use with remote sensor data*. US Geological Survey Professional Paper 964, 1-28. <https://doi.org/10.3133/pp964>.
- Buzai, G. y Lanzelotti, S. (Dir). (2019). *Atlas de Geografía Humana de la Cuenca baja del río Luján (Colección espacialidades 3)*. Instituto de Investigaciones Geográficas UNLu. Buenos Aires: Impresiones Buenos Aires.
- Chuvieco, E. (2007). *Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio*. Madrid: Ariel.
- Food and Agriculture Organization, F. (1995). *Planning for Sustainable Use of Land Resources*. FAO Land and Water Bulletin, 2.
- Instituto Geográfico Nacional de Argentina [IGN]. *En capas vectoriales*. Recuperado de: <https://www.ign.gob.ar/>.
- Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E., Mortimore, M., Ramakrishnan, P., Richards, J., y Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3).
- Lanzelotti, S., y Buzai, G. (2015). Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina [Informe Técnico 1 Proyecto PICT 2014-1388]. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- Meyer, W., y Turner, B. (1992). Human population growth and global land-use/cover change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 39-61. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000351>.
- Plata Rocha, W., Gómez Delgado, M., y Bosque Sendra, J. (2009). Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la Comunidad de Madrid (1990-2000). *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 13(293), 1-20.
- Pontius, R., Shusas, E., y McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>.
- Servicio Geológico de los Estados Unidos. *Earth Explorer*. Recuperado de: <http://www.earthexplorer.usgs.gov>.
- Meyer, W. y Turner, B. (1992). Crecimiento de la población humana y cambio global en el uso/cobertura de la tierra. *Revisión Anual de Ecología y Sistemática*, 23 (1), 39-61. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.00035>.

## Notas

- 1 Profesora en Geografía (UNLu), Licenciada en Geografía (UNLu) y maestranda en la Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (UNICEN). Becaria de investigación del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján.