

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

## **APROXIMACIÓN A LOS DESPLAZAMIENTOS POR TRABAJO EN EL COMPLEJO ARROCERO DE LA LAGUNA MERÍN (URUGUAY) MEDIANTE TÉCNICAS DE LOCALIZACIÓN-ASIGNACIÓN UTILIZANDO FLOWMAP**

**Nicolas Esteban Frank Gabin** 

Centro Universitario Regional Este. Universidad de la República  
Ruta 9 y Ruta 15 / 27000 / Rocha, Uruguay

Faculdade de Serviço Social, Universidade Federal de Alagoas - Bloco 16. Campus A. C. Simões,  
Av. Lourival Melo Mota, s.n. / 57072 / Maceió - AL, Brasil  
[nicolas.frank@cure.edu.uy](mailto:nicolas.frank@cure.edu.uy)

### **RESUMEN**

La organización espacial del complejo arrocero de la Laguna Merín (Uruguay) presenta una diversidad de situaciones que condicionan la acción colectiva de sus trabajadores asalariados. En el contexto de una investigación sobre ese grupo social fue necesario recurrir a técnicas de localización-asignación para modelar la relación espacial existente entre los lugares de cultivo y los de residencia de trabajadores. Se buscó determinar a partir de la localización de los cultivos y residencias potenciales -las que debieron ser modeladas- en qué zonas se presentaban diferentes situaciones como: desplazamientos por trabajo a más de una hora de distancia-tiempo, zonas de cultivo que no cuentan en su interior con suficiente cantidad de trabajadores, rol de los distintos centros poblados de la región, entre otros. Se elaboraron modelos de áreas de captación regulares mediante el software de acceso libre *Flowmap* en el que puntos de residencia potencial fueron asignados a los lugares de cultivo, con cupos de oferta y demanda establecidos a partir de datos censales y un modelo de distancia relativo (tiempo de viaje). Para esto último debieron superarse algunas limitaciones de *Flowmap* y de los datos mediante el uso de *GRASS GIS* y *QGis*. En el artículo se presentan en detalle los métodos, fuentes, preparación de datos y resultados de los modelos, precedidos de una caracterización de la organización espacial del complejo arrocero. Para concluir se discute la relevancia de los datos obtenidos para el contexto de investigación original, y posibles caminos de profundización (estadísticos y áreas de captación óptimas).

Palabras clave: áreas de captación; tiempo de viaje; trabajadores asalariados rurales; *Flowmap*; *QGis*; *GRASS GIS*

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

## APPROACH TO COMMUTING FOR WORK IN THE LAGUNA MERÍN RICE COMPLEX (URUGUAY) USING LOCATION-ALLOCATION TECHNIQUES WITH FLOWMAP

### ABSTRACT

The spatial organisation of the Laguna Merín rice complex (Uruguay) presents a diversity of situations that condition the collective action of its wage-labour workers. In the context of a research on this social group, it was necessary to resort to location-assignment techniques to model the spatial relationship between the places of cultivation and the places of residence of the workers. The aim was to determine from the location of crops and potential residences - which had to be modelled - in which areas different situations arose, such as: commuting for work at a distance of more than one hour, cultivation areas with insufficient numbers of workers, the role of the different cities in the region, among others. Regular catchment area models were developed using the freely available software *Flowmap* in which potential residence points were assigned to the cultivation sites, with supply and demand quotas established on the basis of census data and a relative distance model (travel time). For the latter, some limitations of *Flowmap* and the data had to be overcome by using *GRASS GIS* and *QGIS*. The paper presents in detail the methods, sources, data preparation and model results, preceded by a characterisation of the spatial organisation of the rice complex. In conclusion, the relevance of the data obtained for the original research context and possible avenues for further research (statistics and optimal catchment areas) are discussed.

Keywords: catchment areas; travel time; rural wage-labourers; *Flowmap*; *QGIS*; *GRASS GIS*

### 1. Introducción

El presente artículo expone las técnicas y resultados de análisis espacial realizado en el marco de la investigación tesis de Maestría<sup>i</sup> para identificar diferentes situaciones de la relación entre el lugar de vivienda y el de trabajo en un complejo agroindustrial situado en el Este de Uruguay. Los cálculos y productos que se exponen a continuación forman parte de una investigación más amplia, en el cual cumplieron la función de auxiliar el posterior análisis cualitativo de las condiciones que la organización espacial del complejo arrocero de la Laguna Merín (Uruguay<sup>ii</sup>) suponen para la acción colectiva de sus trabajadores asalariados agrícolas. A partir de los antecedentes -tanto sobre el complejo arrocero uruguayo, como sobre ese sector de trabajadores- se identificaba que situaciones como las distancias y tiempos de viaje elevados entre el lugar de vivienda y el de trabajo, la existencia de centros poblados que proveen de trabajadores a distintas zonas de cultivo, la existencia -por el contrario- de zonas de cultivo que no cuentan con suficientes trabajadores en determinadas épocas del año y deben ser trasladados desde centros poblados más apartados, eran elementos que, junto a otros, resultaban necesarios de ser identificados para entender la variabilidad espacial de las condiciones para la organización social en la región estudiada.

De este modo, se dedicó una etapa de la investigación al modelado de la relación espacial entre el lugar de vivienda y el de trabajo de ese conjunto de trabajadores. Ante la insuficiencia de los datos censales disponibles en Uruguay para aproximar en forma directa a los desplazamientos por trabajo hacia zonas rurales de los habitantes del área de estudio, se recurrió para su aproximación a técnicas asociadas al campo de la localización óptima de instalaciones y equipamientos (Bosque Sendra y Moreno, 2011). Por la peculiar combinación de técnicas realizada para la preparación de los datos, modelado de los puntos de oferta y demanda, y de los cálculos de asignación -para lo cual se debió recurrir a una combinación de software de

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

libre acceso para superar algunos obstáculos encontrados-, se entendió que podía resultar de interés su difusión por separado en un medio especializado, trascendiendo el contexto específico de investigación que le dio origen y que permanece inédito.

Para comprender el problema de localización y las principales condicionantes de la relación espacial analizada, se presentan a continuación una serie de elementos sobre la organización espacial del complejo arrocero uruguayo y la relación de esta con los trabajadores asalariados, lo que permite arribar al problema de localización: La relación entre la espacialidad de la producción y la residencia de los trabajadores agrícolas. Completada esta introducción se expone en la sección siguiente las fuentes y métodos utilizados para la preparación de los datos, esto es, la preparación de los modelos de los lugares de cultivo y de residencia de trabajadores. Posteriormente se presenta la implementación del análisis mediante áreas de captación, en donde se expone la forma mediante la cual se pudo superar un problema del programa *Flowmap* en su versión 7.4 para el cálculo de la matriz de distancias en red, mediante el uso de *GRASS GIS* a través de *QGIS*. Finalmente se discute brevemente los resultados, retornando a su aporte al problema de investigación más amplio del cual formó parte.

### 1.1. El complejo arrocero uruguayo y los principales trazos de su organización espacial

La producción de arroz es en Uruguay uno de los principales rubros agrícolas, con un papel destacado en la economía nacional. Forma parte del complejo mundial de producción de arroz de grano fino y largo de alta calidad mediante riego controlado liderado por Estados Unidos, (Alonso y Scarlato, 1988, p. 94), alcanzando en éste un papel destacado en cuanto a rendimientos por hectárea (Pérez Arrarte y Scarlato, 2000, p. 254; García *et al.*, 2011, p. 93). La realización del riego controlado permite un importante uso de maquinaria agrícola y una producción más extensiva en comparación con otros sistemas de producción de arroz en el mundo (Snyder y Slaton, 2001), como por ejemplo la realizada históricamente en China, Japón, India y el Sudeste de Asia, que -en contrapartida- se caracterizaron por el cultivo en pequeñas parcelas, en base a trabajo familiar intensivo en mano de obra y con un relativamente bajo uso de maquinaria (Bray, 1986). La forma de producción surgida en Estados Unidos presenta un patrón espacial que se reproduce en otras zonas del mundo con similares características físicas y poblacionales que adoptaron ese “modelo tecnológico”, como es el caso del complejo arrocero uruguayo y de otras zonas arroceras de la región como las de Argentina y del Sur de Brasil (Singh *et al.*, 2017). A escala nacional el complejo arrocero de la Laguna Merín es la zona originaria de producción de arroz, y es hasta la actualidad la principal zona en superficie, producción, y cantidad de trabajadores (DIEA, 2017). En la presente sección se presentan algunos de los procesos que resultaron decisivos en la conformación de la organización espacial del complejo arrocero de la Laguna Merín, en cuyas características se fundamenta el problema espacial abordado en el artículo.

Existiendo en todo Uruguay condiciones de temperaturas y radiación solar adecuadas para el modelo de producción de arroz irrigado de grano largo de alta calidad antes mencionado, el elemento fundamental que explica la localización de la fase agrícola al interior del país fue desde un comienzo la posibilidad de acceso al agua en los volúmenes y caudales necesarios, y la posibilidad de un manejo eficiente de ésta a partir de la utilización de suelos de poca pendiente. Inicialmente se accedió al agua mediante sistemas de bombeo desde cursos de agua, y aunque Uruguay cuenta con una densa red de éstos, solamente los principales ríos y lagunas cuentan con el caudal suficiente, lo que ha obligado a localizar el cultivo en proximidad de estas fuentes (Alonso y Scarlato, 1988, p. 84). En este sentido, el sistema de planicies de la Laguna Merín constituyó desde el comienzo un sitio privilegiado al combinar superficies extensas de suelos

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

planos y grandes cuerpos de agua, instalándose allí en 1928 y la década subsiguiente las primeras agroindustrias que realizaron el cultivo de arroz comercial a gran escala.

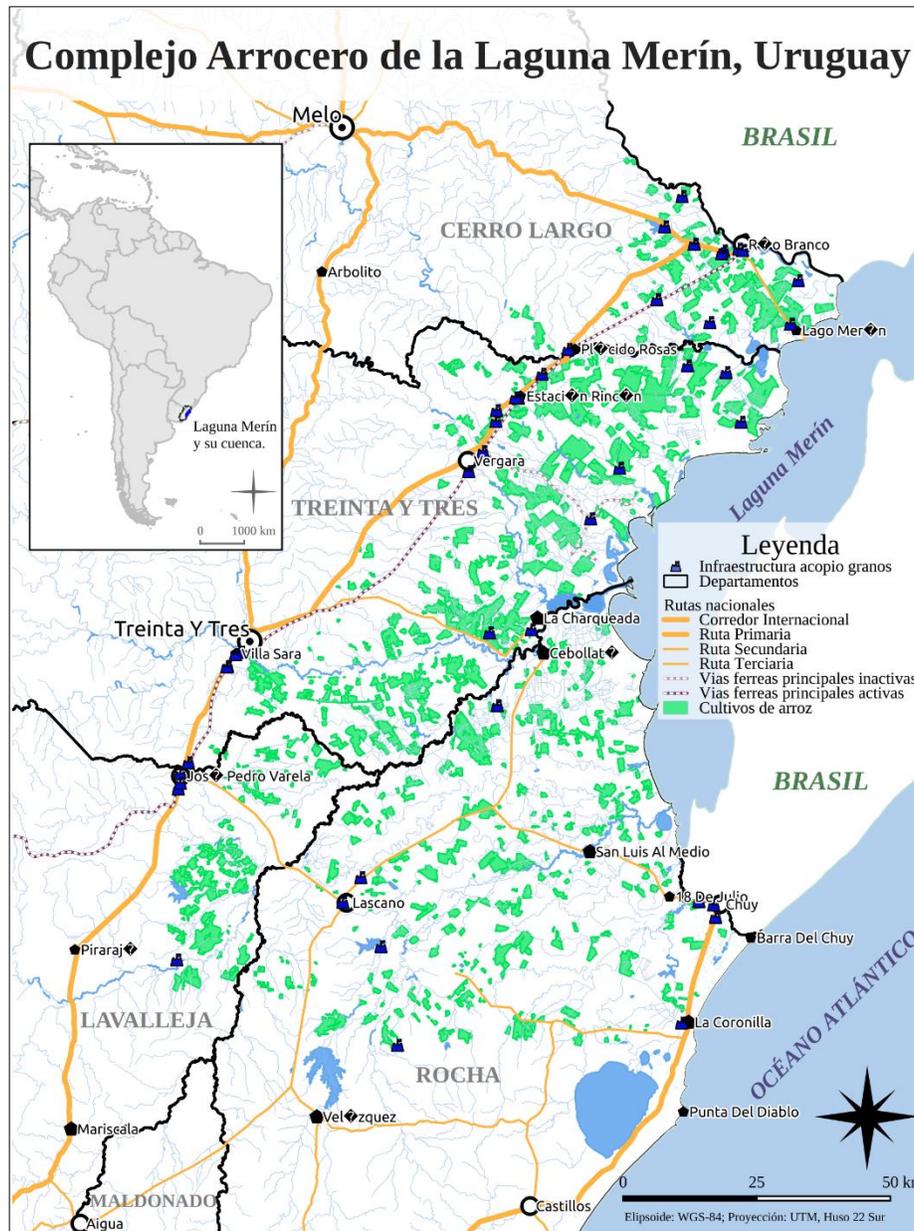
Esta localización es determinante del resto de los elementos necesarios para el desarrollo del complejo. Así, “desde sus orígenes, la producción de arroz se ha concentrado geográficamente en las zonas que presentaban mejores condiciones naturales y en las cuales el desarrollo de infraestructura y servicios que el propio cultivo promovió permitió un posterior crecimiento.” (Ídem. p. 73) Esta infraestructura se compone principalmente de: industrias para el procesamiento del grano, plantas de secado del grano o “secadores”, centros poblados que provean la mano de obra necesaria -insuficiente al inicio y en algunas zonas-, redes de transporte para materias primas y productos y de energía para el bombeo, y sistemas de *control de agua* en sus distintas funciones: provisión de agua para riego, drenaje en los momentos adecuados, y control de inundaciones (Bray, 1986). Elementos que una vez instalados contribuyen a la especialización de esa área agrícola y colocan un incentivo para la intensificación de su explotación. Se desarrollan algunos de estos elementos con sus articulaciones a continuación.

La fase industrial presenta una espacialidad en relación con la agrícola en dos niveles, asociados a que el procesado del grano consta de dos fases fundamentales: el secado -necesario para su conservación- y el procesado propiamente dicho (Alonso y Scarlato, 1988; Gamarra, 1996; Alegre et al., 2015). El arroz puede simplemente secarse y exportarse de esa manera, o almacenarse para luego realizar distintas actividades según el destino definido para el producto. Ejemplos en la región de la Laguna Merín son el pelado, pulido, parabolizado, elaboración de galletas, procesado como semilla, entre otros (Alegre et al., 2015). La diferencia desde el punto de vista de la organización espacial entre el secado y el resto de las tareas, es que “El arroz se cosecha con un porcentaje de humedad demasiado alto para su conservación, por lo que debe ser secado artificialmente de inmediato” (Alonso y Scarlato, 1988, p. 107). Esto implicó en un comienzo que la tarea se realizara de forma descentralizada en los lugares de cultivo, acompañado del embolsado del arroz y su transporte y almacenamiento en ese formato. A partir de la década del setenta del siglo XX se produce un proceso de centralización de la función del secado acompañado de la manipulación “a granel” del arroz en la cosecha y en su transporte a las plantas de secado y acopio. De esta manera el secado pasa a ser centralizado en plantas de mayor tamaño, propiedad muchas veces de las industrias que realizan el procesamiento y que ofrecen el servicio de secado a los productores individuales (Ídem.). A pesar de esta centralización espacial y de capitales, permanece hasta la actualidad una mayor distribución espacial de los secadores -más cercano a los lugares de cultivo-, respecto de la distribución espacial de la industria (Alegre et al., 2015; Fonsalía, 2014). La fase industrial correspondiente al procesamiento, en sus distintas actividades, parece menos dependiente de la distancia a los lugares de cultivo, presentando un mayor equilibrio entre los elementos que según los autores clásicos del análisis espacial condicionan la localización industrial, esto es, el costo de transporte respecto a la localización de la materia prima, de los insumos, y de los mercados (Alegre et al., 2015). Así, con menor costo del transporte del arroz ya secado respecto del verde (por menor peso y menor urgencia evitando picos de demanda que aumentan los costos), la localización de las industrias de procesamiento de arroz en la región de la Laguna Merín parece más asociada a las economías de urbanización de los centros poblados (Ídem.), y al acceso al principal medio de transporte que los conecta con el nivel extrarregional. Esto último corresponde a la vía férrea que conduce al puerto de Montevideo, y a partir de allí al mercado internacional. Su importancia se debe al peso que tienen las exportaciones, al punto que según Alonso y Scarlato (1988) el mercado internacional es el núcleo del

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

complejo arrocero uruguayo. En el mapa de la Figura 1 se pueden apreciar las localizaciones de estos elementos en el complejo arrocero de la Laguna Merín – Uruguay.

**Figura 1. Mapa del Complejo Arrocero de la Laguna Merín, Uruguay, incluyendo localización de las instalaciones de acopio de granos y las zonas de cultivo.**



Elaboración propia.

El peso que tiene la localización poco flexible de los cultivos respecto de los recursos naturales estratégicos, y su estrecha relación con la localización de la fase industrial del complejo arrocero, puede

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

considerarse entonces como un elemento característico de este complejo a nivel nacional. Esto puede verse reflejado en los datos obtenidos por la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA) quien realizara la georreferenciación de las plantas de acopio de granos de todo el país. Allí los autores del informe realizan un análisis de la relación entre la localización de estas plantas y las vías de transporte, y observan que el comportamiento de las plantas de acopio de arroz -asociadas tanto a molinos como a secadores- es diferente de los cultivos de secano. Los autores comentan que “La elección del lugar de instalación de las plantas para arroz aparece más vinculada a los sitios de cultivo, mientras que en el resto de los granos el criterio predominante es la proximidad a las rutas, centros poblados y puertos.” (Petraglia *et al.*, 2017, p. 662)

Este patrón de localización apoyado en la ubicación de los recursos naturales involucra también a los otros elementos que componen el complejo arrocero, como ser “la infraestructura de canales y caminos, la disponibilidad de diversos servicios regionales, [que por su parte] promueven un ulterior crecimiento de la producción arrocera” (Alonso y Scarlato, 1988, p. 86). De esta manera, el complejo arrocero no ha sido un mero tripulante del territorio de la Laguna Merín. Allí, “Desde sus inicios, esta actividad ha sido un factor importante en la transformación del medio ambiente, que alteró no sólo el entorno físico y biológico sino también el social.” (Pérez Arrarte y Scarlato, 2000, p. 218) Esto incluye el desarrollo de centros poblados -algunos de ellos dentro de las propias empresas (Martínez, 2017; Cánepa, 2018)-, demandando, compartiendo y hasta sustituyendo funciones del Estado, en un proceso de transformaciones que ha marcado la región hasta la actualidad.

## 1.2. La organización espacial del complejo y los trabajadores asalariados.

Existe una relación entre la localización de los cultivos, y una serie de elementos presentes en el espacio construidos por el ser humano, que incluyen infraestructuras y servicios que sirven al proceso productivo en sí, así como al conjunto de trabajadores que lo llevan adelante. En cuanto a los servicios e infraestructuras que sirven a los trabajadores, éstos se encuentran a lo largo de la región en diferentes relaciones espaciales respecto de los lugares de cultivo -donde los trabajadores se desempeñan-, conformando distintos patrones espaciales (Fonsalía, 2014). En ocasiones la producción se da cercana a un centro poblado de cierta importancia, y en otras se da en zonas muy apartadas del resto de las infraestructuras asociadas a la reproducción social. Dentro de ese abanico de situaciones que da la relación entre localización del cultivo y servicios que permiten la reproducción social, los trabajadores tienen su residencia en algún lugar más o menos distante de cada uno de ellos, pudiendo habitar -por mencionar dos ejemplos extremos- en una capital departamental dotada de toda clase de servicios como la ciudad de Treinta y Tres, o en Arrocera La Querencia en el Rincón de Ramírez, a 45 km de la “localidad más cercana” (Cánepa, 2018, p. 44).

Desde su lugar de residencia, el trabajador establece entonces dos relaciones espaciales que tienen su dinámica propia: 1.- *la relación con los centros de servicios que permiten su modo de vida*, y 2.- *la relación con el lugar de trabajo*, que -en caso de los trabajadores de la fase agrícola- está dado por la localización de los cultivos. Visto desde otro punto de vista, cada uno de estos elementos (centros de servicios, lugares de trabajo) generan con su localización distintas consecuencias para quien reside en su entorno. De modo que cada elemento genera un área de influencia en su entorno que hace diferente la relación que el trabajador

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

pueda establecer con él según donde se sitúe su vivienda. Resultó útil entonces para la investigación realizada poder conocer *para cada lugar de la región (incógnita) cual es la relación que podría establecer un trabajador que allí reside con los distintos elementos que componen la organización espacial del complejo*. Cada una de esas relaciones (con servicios o con lugares de trabajo) es pasible de ser analizada utilizando diferentes métodos y fuentes de información. En Frank (2019), se presentaron las técnicas utilizadas para modelar la *relación con los centros de servicios* que permiten su modo de vida. En el presente artículo se exponen y discuten, en cambio, las técnicas utilizadas para modelar la relación con el *lugar de trabajo*, ante la ausencia de datos censales que permitan establecerla en forma directa.

### 1.3. El problema de localización: La relación entre la espacialidad de la producción y la residencia de los trabajadores agrícolas.

La importancia de este conjunto de relaciones nace a partir de la consideración de antecedentes sobre la organización espacial del complejo y las hipótesis construidas a partir de ello. Si el cultivo de arroz en la región de la Laguna Merín se diera de forma homogénea, distribuida aleatoriamente en un territorio que a su vez contase en abundancia con una fuerza de trabajo disponible para trabajar en él, y distribuida también de forma homogénea, este análisis no sería necesario y quizás tampoco sería viable. Esto es, porque en las distintas zonas de la región serían igualmente posible para las empresas hacerse de la mano de obra mediante distintos arreglos espaciales. Y además, porque en consecuencia no podrían inferirse *diferentes* situaciones solamente a partir de la localización de cultivos y viviendas.

Sin embargo, la situación dista de ser homogénea. Como se expuso en la introducción, la localización de los cultivos está fuertemente marcada por los recursos naturales (agua disponible, suelos planos, y posibilidad de drenaje), y por aquellos elementos que se han construido en lugares específicos para hacer el cultivo posible (vías de transporte, canales, reservorios de agua, instalaciones de acopio y procesamiento de grano, servicios) también determinados en última instancia por los primeros. De este modo el cultivo se expandió tanto en zonas despobladas como también en la cercanía de centros urbanos de cierta importancia, conformando distintos patrones espaciales. Esto motivó diferentes estrategias que implicaron tanto la creación de centros poblados dentro de las empresas (Martínez, 2017; Cánepa, 2018), como el desplazamiento de trabajadores a largas distancias en forma temporal -diaria o estacional- (Alegre *et al.*, 2015), ambos elementos que -junto a otros- surgen en los antecedentes vinculados al problema de la investigación del cual este análisis de localización forma parte.

En consecuencia, partiendo de la hipótesis de que la distribución espacial del cultivo y su demanda de fuerza de trabajo asociada genera diferentes situaciones, y que en algunas de ellas *no es suficiente* la fuerza de trabajo disponible en el entorno de la zona en la que se realiza el cultivo para satisfacer esa demanda, se realizó en esta investigación un análisis de localización-asignación mediante una serie de *simulaciones* de asignación de la fuerza de trabajo disponible a los cultivos con el objetivo de detectar -a grandes rasgos- en qué zonas de la región se presentan estas situaciones excepcionales, con el objetivo de auxiliar un posterior análisis cualitativo.

Para ello se recurrió a técnicas asociadas al campo de la “localización óptima de instalaciones y equipamientos” (Bosque Sendra y Moreno, 2011). Se trata de una serie de abordajes en torno a problemas

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

vinculados a la organización espacial, que han ocupado históricamente a geógrafos, economistas y planificadores, interesados en problemas de la localización de actividades, así como a matemáticos, informáticos y especialistas en la investigación operativa abocados al modelado de estos problemas e implementación de soluciones. Dentro de ese campo existen abordajes centrados en la descripción y explicación de las localizaciones de actividades existentes, y otros centrados en “formalizar teórica y metodológicamente una aproximación normativa o prescriptiva, en la que se priorizaba la búsqueda de la localización que se consideraba más adecuada (óptima) para una actividad o instalación.” (Ídem. p. 26). Esta última línea “prescriptiva” dio lugar en las últimas décadas al desarrollo una serie de herramientas prácticas, apoyadas en Sistemas de Información Geográfica, que permiten resolver problemas concretos de planificación y gestión de “equipamientos colectivos”, como escuelas, hospitales, comercios y otros que involucran un *área de captación* de clientes o usuarios, asignados en base a distintos criterios (Ídem.). Ejemplos de éste tipo de aplicaciones son soluciones que permiten encontrar la localización óptima de una cierta instalación para que maximice/minimice cierta *relación* con los usuarios (función objetivo), como ser: maximizar la cantidad de usuarios cubiertos, minimizar el tiempo total de viaje, o el tiempo del que viaja más, etc.<sup>iii</sup> Tal como puede consignarse en el trabajo citado, lo que predominan en este campo de aplicaciones son estudios para proyectar y/o proponer modificaciones en la instalación de servicios y equipamientos, así como emprendimientos comerciales que requieren de un mercado. Aquí sin embargo se busca modelar el flujo de trabajadores entre lugares de vivienda y trabajo cuya ubicación se toma por dada y no está en discusión, lo que se realiza ante la ausencia de datos para establecer esos flujos en forma más directa. Lo que se presenta en este artículo es el trabajo realizado en esta etapa de la investigación, en la que se tomó una herramienta que suele utilizarse de manera “prescriptiva” (las *áreas de captación*)<sup>iv</sup> y se utilizó para aproximar la dinámica de lo existente (desplazamiento por trabajo), en una combinación de técnicas sobre las que no se han identificado antecedentes.

Se partió entonces de la ubicación existente de los cultivos, y de la localización potencial de la residencia de los trabajadores, y se utilizó la herramienta de *áreas de captación* para obtener una simulación de cuál sería el área de captación de cada cultivo, es decir, *desde cuales de esas residencias potenciales sería esperable que estén proviniendo los trabajadores que efectivamente se desempeñan en cada uno de los lugares de cultivo*. Si se tratara de una distribución homogénea de cultivos y residencias potenciales (en mayor número y densidad) el resultado de una simulación de este tipo sería de poca utilidad, dado que no es relevante el dato -ni realista el resultado- de cuál es la residencia efectiva de entre decenas de residencias posibles que se encuentren adyacentes a cada cultivo. Sin embargo, dadas las mencionadas características de la organización espacial del complejo, es posible por esta vía detectar las situaciones en que, por ejemplo, ciertas concentraciones de cultivos en zonas de poca población hacen que no alcancen los trabajadores del entorno inmediato para suplir la demanda existente, y que deban considerarse trabajadores de zonas distantes. Esta demanda insatisfecha de fuerza de trabajo próxima es un dato cuantitativo detectable para esas situaciones. La salida del modelo permite estimar por su parte, de forma aproximada, de qué lugar podrían estar proviniendo esos trabajadores adicionales requeridos para los cultivos existentes en esas zonas. Estos modelos asignan los usuarios (trabajadores) al servicio (cultivo) basados en supuestos de racionalidad y mínimo coste (en tiempo, distancia, o la métrica seleccionada), lo que parecería razonable tratándose de una actividad económica.

Para considerar la demanda de fuerza de trabajo que supone cada lugar de cultivo -que es variable según sus dimensiones-, se consideraron los cultivos como “instalaciones con capacidad limitada” (Bosque

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

Sendra y Moreno, 2011, p. 36), es decir, que cada uno tiene un cupo máximo, que está dado por la cantidad de trabajadores que allí se desempeñan -estimada de la forma que se explica más adelante-, y el modelo le asigna trabajadores del universo de trabajadores potenciales hasta completar el cupo de cada cultivo, siguiendo los supuestos de racionalidad.

Con esto se obtuvieron una serie de resultados (según variantes de la forma de modelar y de los datos de entrada), que permiten visualizar distintas dinámicas al interior de la región. Se muestran así variaciones en la procedencia de los trabajadores según la zona en que se desarrollan los cultivos (trabajadores que vienen del entorno o de largas distancias), al tiempo que se presentan distintos roles por parte de los principales centros poblados (enviando o no trabajadores al sector, haciéndolo predominantemente a cortas o largas distancias, a una o varias zonas de cultivos, etc.).

Para explicar los materiales y métodos de esta etapa del análisis resulta necesario detenerse en tres elementos: la modelación de la localización de los lugares de cultivo y de su “capacidad” (cantidad de trabajadores); la modelación de la residencia potencial de los trabajadores. En base a esos dos conjuntos de datos, cuya obtención se presenta en la sección 2, se puede finalmente simular las áreas de captación, lo que se presenta en la sección 3.

## 2. Materiales y métodos

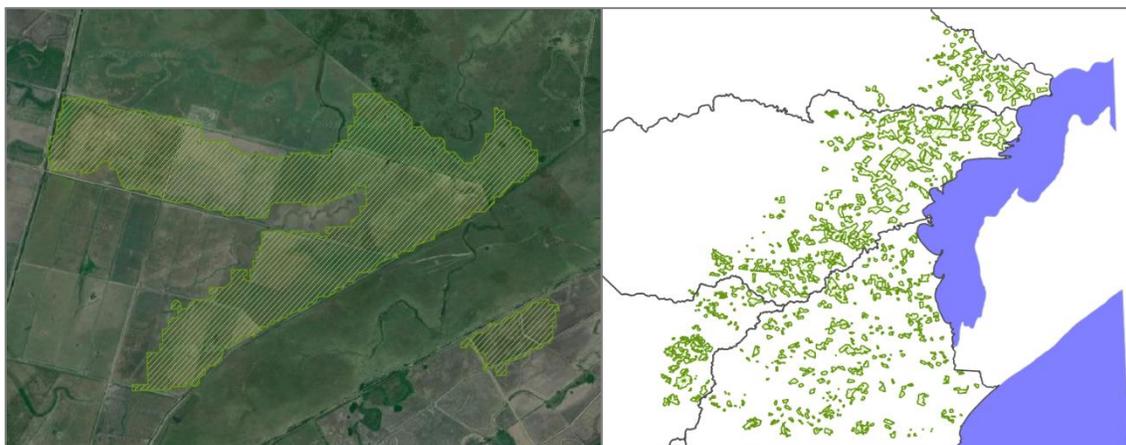
### 2.1. Modelación de los lugares de cultivo y cantidad de trabajadores empleados.

Para dar cuenta de los desplazamientos entre lugares de vivienda y trabajo se buscó obtener un dato de localización de los cultivos que presentase la mayor desagregación espacial posible. Para ello se recurrió a productos elaborados en base a imágenes satelitales. La teledetección de los cultivos de arroz es una tarea que presenta una serie de desafíos, tanto por ser un cultivo realizado en el agua -lo que dificulta distinguirlo respecto a otros ambientes acuáticos-, como por su intensa variabilidad temporal -lo que implica coberturas de suelo contrastantes que varían según las fases del cultivo y la técnica utilizada-, razón por la cual se han desarrollado un amplio conjunto de técnicas que han ido perfeccionándose e incrementando su complejidad, no habiéndose arribado a una estrategia universal de mapeo del cultivo a nivel mundial (Dong y Xiao, 2016). Se evaluó en consecuencia que la tarea de realizar una clasificación de imágenes *original* para esta investigación no compensaba el esfuerzo, por lo que se decidió recurrir a información secundaria disponible en Uruguay. Se tomó para ello el *Mapa de Cobertura del Suelo de Uruguay*, elaborado por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) para el año 2008, en base imágenes satelitales de la misión *LandSat*, procesadas mediante el Sistema de Clasificación de Usos de Suelo (LCCS) [*Land Cover Classification System*] desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (Cal *et al.*, 2011).

Entre las clases de coberturas de suelo presentes en este mapa -según su actualización en 2011- se encuentra la de “Cultivos Regados > 4-5 ha” (código *CRg*) (Álvarez *et al.*, 2015). Esta clase contiene a la categoría de “Plantaciones de arroz” (Ídem., p. 12) y corresponde razonablemente con la clasificación utilizada para “Campos de Arroz” en el método “Corine Land Cover” (CLC) utilizado por la Unión Europea (López, 2017, p. 195). La clase *CRg* de esa fuente fue utilizada también por Fonsalía (2014) y Alegre *et al.*

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

(2015) para aproximar a los cultivos de arroz en el análisis del complejo arrocero de la Laguna Merín. En la Figura 2 pueden apreciarse dos visualizaciones de este dato. A la izquierda se representa en amarillo con trama de rayas el perímetro de una de las unidades de cobertura del suelo clasificadas como *CRg* sobre una imagen satelital de Google (vía complemento *Quick Map Services* de *QGis*) lo que permite apreciar el nivel de detalle de la fuente. A la derecha, se observa el conjunto de las áreas de esa categoría distribuidas en la región de la Laguna Merín. Se puede apreciar cómo existen zonas de mayor y menor concentración de lugares de cultivo, así como diferencias en los tamaños promedio de esas unidades.



**Figura 2: Cultivos Regados > 4-5 ha según MVOTMA**

Representados sobre imagen satelital de Google (vía complemento *Quick Map Services* de *QGis*) (izq.) y departamentos de la Laguna Merín (Der.).

Fte. Elaboración propia.

Para determinar la cantidad de trabajadores que se desempeñan en cada unidad espacial de cultivo se recurrió a datos secundarios, del Censo General Agropecuario (CGA) del año 2011 y datos procesados por Fonsalía (2014). Con eso se obtuvo la cantidad de trabajadores que se desempeñan en determinada unidad censal (Área de Enumeración del CGA y/o Departamento), que luego se distribuyó entre las unidades de área de cultivo existentes en cada unidad censal, de manera que la cantidad de trabajadores asignados a cada unidad de cultivo resulte proporcional su tamaño (superficie).

El dato elaborado por Fonsalía (2014, p. 83) en base a datos del Instituto de Teoría y Urbanismo de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, tiene la característica de que se encuentra desagregado por Áreas de enumeración (CGA), que es el nivel de mayor detalle disponible en Uruguay para este tipo de información, pero que no es de libre acceso para el público en general. A su vez, indica para cada área de enumeración el número máximo y mínimo de trabajadores empleados en el sector arrocero, correspondiendo con la época de alta y baja demanda de fuerza de trabajo según el ciclo del cultivo. Esto permite considerar las variaciones temporales en la demanda de trabajo identificadas en los antecedentes (ver Alegre *et al.*, 2015) y de interés para esta investigación. En cuanto al CGA, se utilizó el conjunto de datos disponible por la institución, que se encuentran agregados por departamento. Se analizó que estos datos son similares a los que obtuvo Fonsalía (2014) para el caso de la época de baja demanda de trabajo en

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

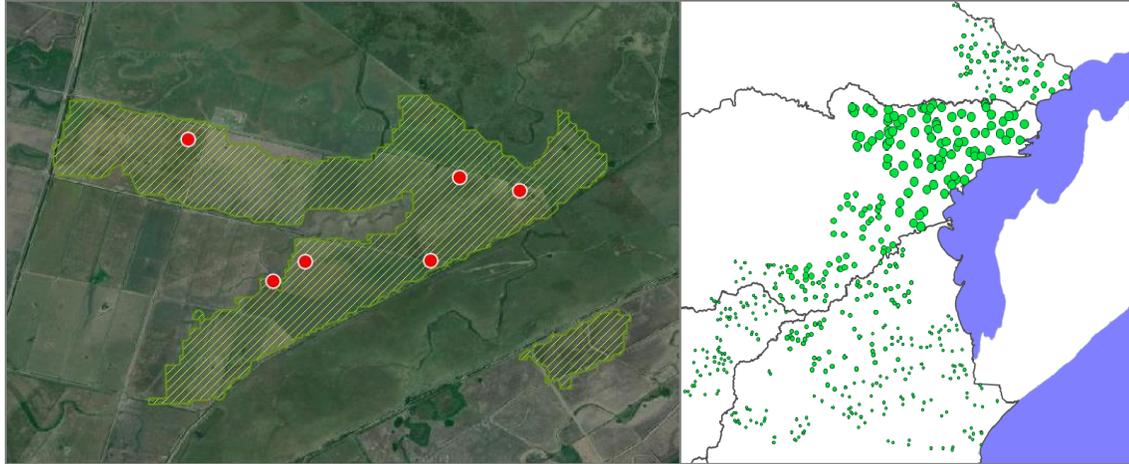
---

el sector. Esto es, un total de 1273 trabajadores en la base de CGA para la región de la Laguna Merín, y 1310 trabajadores en Fonsalía (2014) para las áreas en las que existen cultivos. En época de alta demanda la cifra de Fonsalía (2014) asciende a 2558 trabajadores para las áreas en las que existen cultivos según el mapa de cobertura del suelo. En el Apéndice 1 se presentan los valores de cantidad de trabajadores por área de enumeración y/o departamento obtenidos de las diferentes fuentes, así como una aclaración sobre el dato del CGA correspondiente al departamento de Cerro Largo.

Operar con los datos de cantidad de trabajadores desagregados por Área de enumeración tiene una ventaja analítica, pues permite que la distribución de trabajadores entre las áreas de cultivo tenga en consideración las posibles diferencias de intensidad de trabajo por unidad de superficie derivadas de las distintas técnicas productivas que predominen en cada zona. Así, el modelo respetará la cantidad de trabajadores que existen en cada área de enumeración, y los distribuirá proporcionalmente entre las unidades de cultivo que existan en esa área. Cabe aclarar, no obstante, que la localización de los cultivos y la superficie de cada polígono tienen el solo propósito de auxiliar en la distribución de la demanda de trabajo que existe en esa Área de enumeración, y no pretende ser un estimador de la variable “trabajadores por superficie sembrada en hectáreas” que comúnmente se utiliza en estudios sobre el sector (ej., DIEA, 2017, p. 93).

Se trabajó la información del mapa de cobertura del suelo mediante el software *QGIS* en un modelo vectorial de polígonos, donde se dividió la información en “partes sencillas” (una unidad para cada polígono, correspondiente a una entrada en la base de datos asociada) y se la intersectó con las áreas de enumeración, para que cada cultivo correspondiera solamente a un área de enumeración. Posteriormente se calculó la cantidad de trabajadores por área de cultivo en base a la proporción del área de cada unidad respecto del total del área de cultivo en el área de enumeración. Finalmente se modificaron manualmente los datos para obtener resultados en números enteros, de modo de que se respeten los totales de trabajadores por cada área de enumeración, pero sin que exista en ningún cultivo una “fracción” de trabajador. En la Figura 3 a la derecha se pueden observar los puntos correspondientes a los centroides de cada polígono de área de cultivo, con un tamaño proporcional a la cantidad de trabajadores que requiere cada cultivo. Adicionalmente, se elaboró también otra capa de puntos, en la que se sortea con una posición aleatoria al interior de cada área de cultivo un punto por cada trabajador empleado en esa área. (Figura 3, izquierda). Esto sirvió para una variante del modelo en que los trabajadores individuales de cada lugar de cultivo son asignados a los centroides de las unidades censales, como se explicará más adelante.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>



**Figura 3: Asignación proporcional de trabajadores a los cultivos según superficie.**

Representado mediante puntos aleatorios en área de cultivo sobre imagen satelital de Google (vía *Quick Map Services* de *QGis*) (Izq.), ó centroides de área de cultivo ponderados por tamaño (Der.).

Fte. Elaboración propia.

## 2.2. Modelación de los lugares potenciales de residencia de los trabajadores.

Para modelar los lugares de residencia *potenciales* se partió de la base de datos del Censo Nacional de Personas realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2011. De allí se obtuvo el dato de la cantidad de personas que trabajan *en cualquier ocupación* por cada Segmento Censal de los cinco departamentos analizados, partiendo del supuesto de que entre ellos se encuentran los que trabajan en los cultivos de arroz de la región. Posteriormente se realizó una aproximación a la posible localización de las viviendas de esos trabajadores en cada segmento censal, a modo de obtener una distribución de éstos en la región y permitir aplicar las herramientas de áreas de captación.

Se accedió al conjunto de datos abiertos del censo del INE, compuesta de una planilla en formato *DBase*, que contiene en sus filas los registros de cada habitante censado a nivel nacional (3 285 877 personas), y en sus columnas la respuesta a cada pregunta del censo. Este archivo (*Personas.dbf*) de 1,5 Gb fue procesado en *QGis* mediante la elaboración de una base de datos espacial *SQLite*. Allí se filtraron las 179 580 entidades que cumplían al mismo tiempo encontrarse en los departamentos de interés y haber respondido afirmativamente a la pregunta sobre si trabajan. Se realizó un conteo de cuantos de esos trabajadores pertenecen a cada Segmento Censal y se le añadió el resultado de ese conteo a la base de datos asociada a la geometría vectorial de los Segmentos Censales elaborada por el INE. Se utilizaron los Segmentos pues es el dato más desagregado de los disponibles públicamente, siendo reservado por secreto censal el código de Zona Censal de cada respuesta en la base de personas. Con esto se obtuvo para cada polígono correspondiente a un Segmento Censal la información de cuantas personas que residen allí declaran trabajar.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

Como la herramienta utilizada para calcular la población que integrará las áreas de captación de cada cultivo trabaja con un modelo espacial basado en entidades discretas y no en superficie continua, es necesario cambiar el formato en que se encuentra la información de población, pasando de polígonos a puntos. Esto puede hacerse asignando un único punto por entidad (ej. el centroide del Segmento, asociándolo a la información de la cantidad de personas del Segmento) u otras variantes que permitan considerar la diversidad de situaciones al interior de cada Segmento. Mientras que en el área urbana los Segmentos censales que utiliza el INE son relativamente pequeños para la escala utilizada en esta investigación (segmentos de una o dos decenas de manzanas, en una región de centenas de kilómetros), en las zonas rurales y suburbanas en cambio los Segmentos son áreas relativamente grandes (mayores que las Áreas de enumeración del CGA, por ejemplo) por lo que resulta conveniente generar aproximaciones a la distribución que esta población presenta al interior de cada unidad. Botto y Detomasi (2015) y López (2017) ensayan y discuten para Uruguay -de acuerdo a la situación poblacional y datos secundarios disponibles y/o existentes- distintas técnicas para el *re-escalado* de la información agregada en unidades censales apoyados en información auxiliar, con el propósito de generar conjuntos de puntos que aproximen su distribución real. Introducir información complementaria para dicha aproximación resulta necesario dado que en diferentes situaciones la distribución de la población dentro de una unidad censal no es homogénea, sucediendo que “un segmento censal puede contener una gran proporción de su población en un extremo invalidando el uso de centroides como representación puntual de la población contenida en el polígono (que trasladaría el punto [...] a una posición en la que prácticamente no hay población [...])” (Botto y Detomasi, 2015, p. 8).

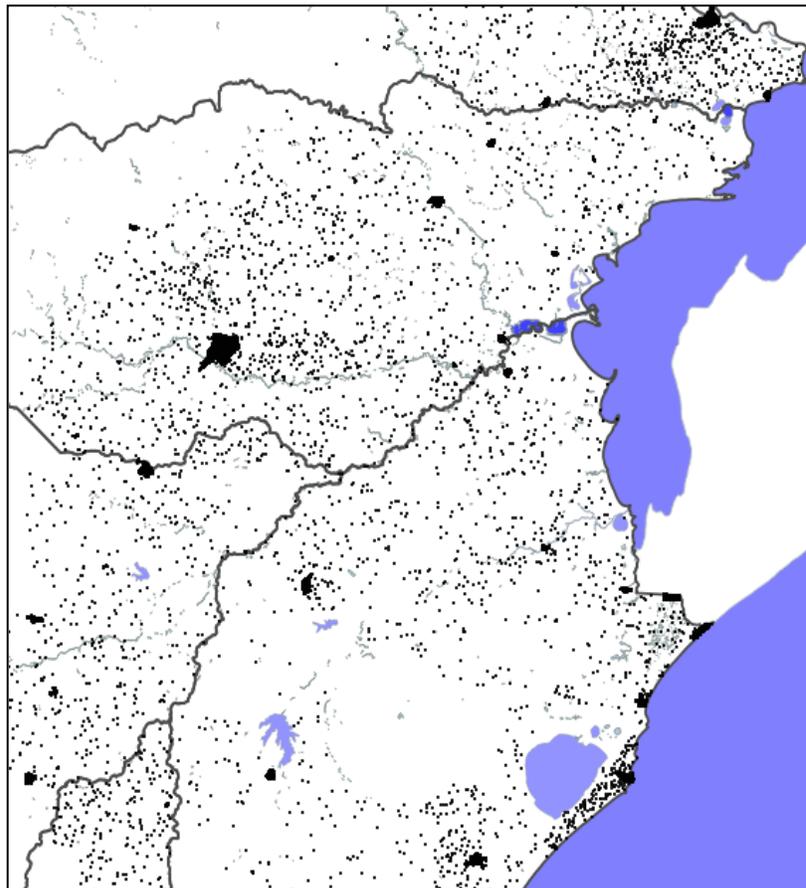
En el trabajo de Botto y Detomasi (2015), utilizan como información auxiliar un conjunto de datos -no todos de acceso público- que son combinados para aproximar la ubicación real de las viviendas, en las cuales luego sortean a la población que estudian -niños de 1 y 2 años- en distintas combinaciones de hogares. Por su parte, López (2017) realiza una aproximación basada en el ya citado mapa de cobertura del suelo del Uruguay, donde calcula y evalúa distintos coeficientes de densidad de población para *cada clase* del mapa de coberturas. En una de las fases de su estudio, utiliza las categorías correspondientes a coberturas en la que no se espera que exista población, para identificar por contraste cuales áreas de cada unidad censal son las presumiblemente pobladas, en las que luego realiza una distribución aleatoria de la población. El autor menciona que realiza este cálculo ficticio como aproximador a la distribución real, dado que el secreto censal impide acceder a la distribución real de la población. (Ver discusión sobre el secreto estadístico y las posibilidades de investigación de la distribución poblacional en Uruguay en la página 154 de su estudio). Se entendió que este método, por su simplicidad, accesibilidad y compatibilidad de los datos auxiliares necesarios (mapa cobertura del suelo) resultaba viable y apropiado para el trabajo en esta etapa de la investigación.

Para la investigación sobre el complejo arrocero se realizó entonces una distribución aleatoria de la población en los Segmentos Censales excluyendo coberturas del suelo sin población según López (2017, pp. 75-76): Aguas naturales (*An*), Aguas artificiales (*Aa*), Áreas desnudas (*Ad*), Áreas naturales inundadas (*ANi*), Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto (*Ca*). De este modo, se creó una nueva capa de información en formato de puntos, donde cada punto corresponde a una persona que en el Censo del INE 2011 respondió que trabajaba, y que se encuentra en una posición aleatoria dentro del Segmento en que fue censado y fuera de las áreas presumiblemente despobladas. Luego de generado el dato se realizó una selección dentro del conjunto de los 179.580 puntos que componen los cinco departamentos, para facilitar los cálculos numéricos de las áreas de captación. Se tomaron para ello solamente 41.533 puntos. Se consideró para ello los que están al interior de la zona arrocera y adicionando un entorno más amplio -

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

aproximado- para asegurar que el modelo tenga siempre para elegir suficiente cantidad de puntos para satisfacer la demanda de cada lugar de cultivo. Esto se ve facilitado por características propias de la organización espacial del complejo arrocero de la Laguna Merín, que cuenta en su perímetro a los principales centros poblados de la región y con una red de rutas nacionales que los conecta. Luego de generadas las simulaciones se observó que en ningún caso el modelo tomó puntos cercanos al borde del área seleccionada, por lo que se puede afirmar que el resultado es tan bueno como si se hubiese trabajado con todos los puntos, siendo que en cambio se disminuyó considerablemente el tiempo de cálculo.

En la Figura 4 puede apreciarse una visualización de esta información, en la que se muestran solamente los puntos seleccionados para la región arrocera de la Laguna Merín y su entorno. Se observa que la distribución no es homogénea, y que evita situar puntos en los grandes espejos de agua de la región.



**Figura 4. Distribución aleatoria de la población que trabaja según Censo INE 2011 en Segmentos excluyendo zonas despobladas.**

Fte. Elaboración propia.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

En la Figura 5 se puede apreciar con mayor detalle la distribución de los puntos en una zona de transición urbano-rural en la ciudad de Treinta y Tres, con una imagen satelital de fondo que permite interpretar el significado de las distintas densidades. Los puntos amarillos corresponden a las personas que trabajan, observándose el comportamiento del modelo en zonas urbanas, peri-urbanas y rurales. También se puede apreciar cómo el modelo no ubicó puntos en la zona del Río Olimar (sector inferior izquierdo de la imagen) por pertenecer a un Segmento Censal con escasa o nula población y/o corresponder su cobertura del suelo a la clase Aguas naturales (*An*), lo cual tiene una gran utilidad en este contexto de investigación, dada la importante cantidad de áreas de este tipo que existen en las zonas arroceras (al igual que Aguas artificiales y Áreas naturales inundadas). También se aprecia en el sector inferior al centro de la imagen una zona de canteras en la que tampoco se ubicó población al pertenecer a la clase de cobertura del suelo correspondiente.



**Figura 5. Detalle localización trabajadores sobre imagen satelital de Google (vía *Quick Map Services* de *QGis*), zona Sureste de la ciudad de Treinta y Tres.**

Fte. Elaboración propia.

### **3. El análisis: Asignación de trabajadores y cultivos: áreas de captación.**

Para selección de los trabajadores potenciales y su asignación a los lugares de cultivo se utilizó el software especializado *Flowmap*. Es “un veterano sistema de análisis y modelado espacial” (Bosque Sendra y Moreno, 2011, p. 143) desarrollado por la Universidad de Utrecht, Holanda. Como señalan los autores citados, “Las prestaciones de *Flowmap*, las posibilidades de transferencia de sus formatos de datos y su disponibilidad, gratuita en la versión educativa, le hacen un candidato destacado para estudiosos e interesados con escasos recursos.” (Ídem.) En el Capítulo 5 del libro de Bosque Sendra y Moreno (2011,

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

pp. 143-168) puede encontrarse una explicación detallada de su uso y potencialidades, dentro de lo que se encuentra un apartado dedicado a la “asignación de la demanda a los centros de servicios” (Ídem, pp. 163-166) mediante la herramienta de áreas de captación [*Catchment Areas*]. Esta herramienta asigna la “demanda” al “centro más próximo”, pudiendo establecer un cupo para cada centro. Cabe detenerse en dos aspectos del modelo de datos para poder interpretar los cálculos y resultados realizados.

Lo primero es en lo referido al modelo de espacio utilizado para evaluar cual es el “centro más próximo”. Este asunto, que es general a todo el análisis espacial en este campo de estudio, refiere a que estas *distancias* pueden ser medidas de diferente manera según la concepción de espacio de la que se parta. Los autores esquematizan mediante un cuadro dos “tipos de espacio”, el *Absoluto* y el *Relativo*, que tienen asociados respectivamente una métrica “euclidiana” o una variable, como puede ser la “temporal o económica”. “Ejemplos de indicadores de distancia” del primer caso son la “Distancia en línea recta o por vías de tráfico” y del segundo el “Tiempo de trayecto, coste monetario” (Bosque Sendra y Moreno, 2011, p. 39).

Se tomó aquí para el estudio de las áreas de captación un modelo de espacio *relativo*, en el que la métrica de distancia corresponde con el tiempo de viaje. Este criterio de distancia-tiempo permite considerar las distintas velocidades que se pueden desarrollar por las vías de tránsito, lo que recupera el rol de la localización de los centros poblados y su relación con las vías de tránsito, sean estas caminos o rutas nacionales de distinto tipo. A su vez, al medir la distancia por la red de caminos y no en línea recta, el modelo considera mejor la existencia de zonas que, aunque se encuentren próximas en el espacio euclidiano son muy distantes en tiempo de viaje, al no existir caminos que las conecten. Esto es común en la región dada la existencia de barreras naturales -como son los importantes ríos y humedales-, que son atravesados por las vías de tránsito en unos pocos lugares. Para calcular los tiempos de viaje se utilizó la red de caminos y la categorización oficial elaborada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) - representadas ya en la Figura 1-, a las que se le asignaron las siguientes velocidades: Ruta Corredor internacional 70 km/h, Ruta Primaria 60 km/h, Rutas Secundaria y Terciaria 50 km/h, Camino rural 20 km/h. A los desplazamientos fuera de camino [*off-road*] se asignó la velocidad de 10 km/h.

El segundo aspecto a destacar es la importancia de atender a la calidad de los datos para poder operar con *Flowmap*. Es necesaria una importante tarea de preparación de los datos de oferta y demanda (puntos de trabajadores potenciales y puntos de cultivos con cupos de trabajador) utilizando las herramientas de importación integradas al programa y cargando la información generada en los pasos anteriores. Por su parte, resulta imprescindible un trabajo de depuración de la información correspondiente a la red de caminos para que pueda servir al programa como métrica del tiempo de viaje, dado que éste es muy riguroso en lo referente a la topología. La base cartográfica empleada elaborada por el MTO, disponible en formato *Shapefile* de ESRI, presentaba una serie de errores que impedían su utilización para el análisis de red necesario en esta etapa sin un procesamiento previo.

Otro problema vinculado es que el *Flowmap* en su versión 7.4 (la más reciente al momento de realizar esta investigación) presenta un error a la hora de realizar el cálculo de distancias entre los elementos (generación de la “matriz de distancias”) al trabajar con una métrica en red. Este problema fue recientemente detectado por Guigou, quien documenta un intercambio con los desarrolladores de *Flowmap* a partir del cual atribuyen el problema a que las distancias utilizadas serían superiores que lo que el programa estaría

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

diseñado para soportar, lo cual no pudo ser solucionado en ese trabajo (2017, pp. 120-121). Esto podría ser la causa del problema detectado al realizar la matriz en el contexto de la investigación que da lugar al presente artículo, en la cual las distancias también son en algunos casos de centenares de kilómetros.

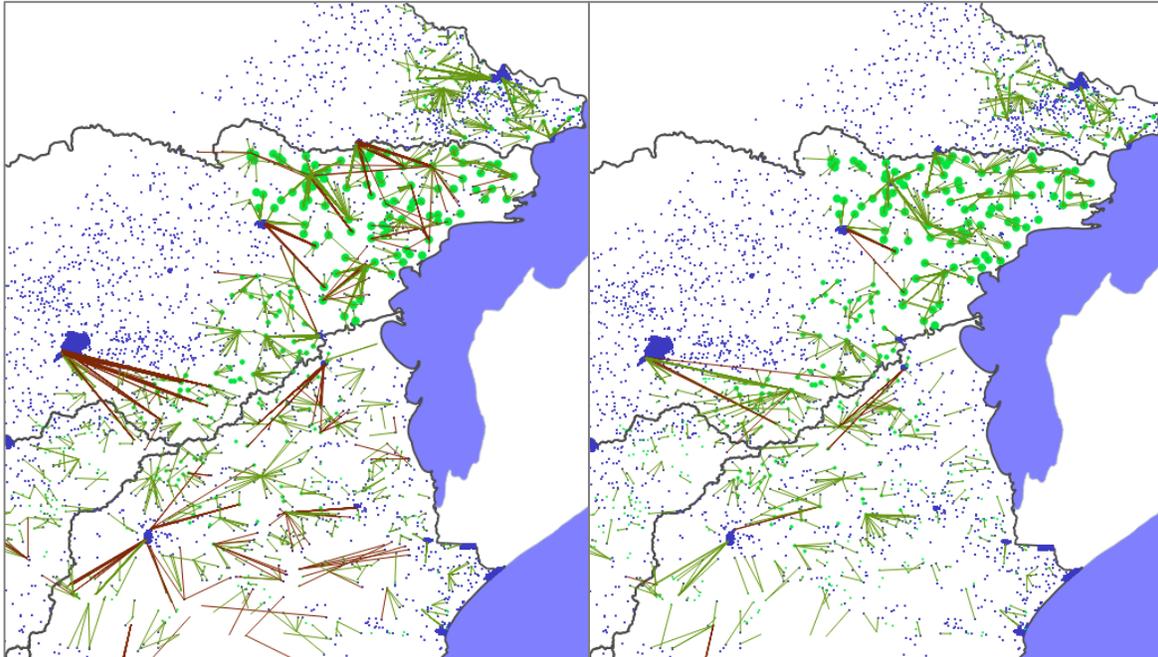
Partiendo de los antecedentes, y tras realizar distintas pruebas con los datos del complejo arrocero se pudo identificar que el error se origina en la función en la que el programa calcula el tiempo de traslado entre el punto y la red, (desde cada punto de origen hasta la red, o desde la red al punto de llegada). Se llega a esta conclusión pues al seleccionar la opción en que ese cálculo es omitido (asumiendo que el tiempo de desplazamiento entre el punto y la red es nulo) el programa conseguía realizar la matriz de distancias. De todos modos, ésto no era admisible para ser aplicado en el presente contexto pues por esta vía se pierde de contabilizar el tiempo de desplazamiento fuera de camino u *off-road*. Para evitar ese problema -y que el programa pueda utilizar la red y también contabilizar el tiempo de desplazamiento fuera de ésta- se decidió crear artificialmente en la red vectorial un segmento entre cada punto y la red original de MTOP, asignándole al segmento la velocidad esperada para los desplazamientos fuera de la red. Utilizando esta red modificada se consigue evitar solicitarle a *Flowmap* que realice esta etapa del cálculo y le permite al programa realizar la matriz de distancia sin errores, y con un resultado análogo al que se obtendría si fuese el propio programa que lograra operar sin errores sobre la red original.

Ambos problemas de la red los pude solucionar procesando previamente la base de caminos del MTOP en el software *GRASS GIS*, a través de la interfaz gráfica de *QGis*. Mediante la herramienta de *GRASS v.net*, y con la opción *operation=connect* se realizaron automáticamente los segmentos adicionales que “conectan” cada punto de oferta y demanda a la red, sin alterar el modelo conceptual del espacio. Por su parte, el buen manejo de la topología que caracteriza a *GRASS GIS* -que “soluciona muchos de los problemas comunes de los *Shapefile*” referidos a la topología en el proceso de importación (Neteler & Mitasova, 2004, p. 70)-, permitió exportar nuevamente al formato *Shapefile* de ESRI una capa (casi) sin errores, pudiendo solucionar el resto de los problemas sin inconvenientes durante la importación a *Flowmap*. Con ello se pudo calcular la matriz de distancia en red que permitió una mejora notoria en el comportamiento del modelo respecto a los ensayos previos con distancia lineal o “*airline*”.

#### 4. Resultados

Con los datos preparados se pudieron calcular las asignaciones de los trabajadores a los lugares de cultivo. En la Figura 6 se presentan dos visualizaciones de *QGis* (luego de exportar los resultados de *Flowmap*) en la que se representan en puntos azules los trabajadores potenciales, en puntos verdes los lugares de cultivo -centroides de área de cultivo con tamaño proporcional a la cantidad de trabajadores que allí se desempeñan- y mediante líneas rectas el “mapa de araña” (Bosque Sendra y Moreno, 2011, p. 165) en que se representa la asignación. Las líneas en tono oscuro representan desplazamientos de más de una hora y las de tono claro menos de una hora desde el punto de origen al de destino. A la izquierda se muestra el cálculo realizado mediante la herramienta de áreas de captación regulares [*Regular Cathment Areas*] con los datos de cantidad de trabajadores por cultivo para la época de alta demanda de trabajo obtenidos en base a Fonsalía (2014). A la derecha, el mismo cálculo pero con valores de época de baja demanda.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>



**Figura 6. Asignación de trabajadores potenciales a centroides de cultivos mediante áreas de captación regulares [Regular Catchment Areas].**

La cantidad de trabajadores por centroide de cultivo se calculó en base a Fonsalía (2014) para tiempo de alta demanda (Izq.) y de baja demanda (Der.) de fuerza de trabajo.

Fte. Elaboración propia mediante *Flowmap*, visualizado con *QGis*.

Cabe mencionar que se experimentó también realizar los cálculos mediante un modelo inverso, en el que los trabajadores de cada cultivo se representan mediante puntos individuales (uno por cada trabajador, con posición aleatoria dentro del cultivo en que trabaja a partir de los datos del CGA, tal como se mostró en la Figura 3 a la izquierda) y los trabajadores potenciales se representan como cupos de los centroides de cada Segmento censal. Entonces son los trabajadores de los cultivos los que son asignados a los centroides de Segmentos censales, y no a la inversa como en el caso representado en la Figura 6. Al trabajar de esa manera se logró un modelo con una cantidad significativamente menor de puntos, lo que simplifica enormemente los cálculos de las áreas de captación. Mientras que en el caso presentado anteriormente se le pedía que encontrara trabajadores para asignar a 641 lugares donde se realiza el cultivo, seleccionándolos de entre 41 533 localizaciones de trabajadores potenciales, en este segundo modelo el programa debe repartir 1 273 puntos de trabajadores de cultivos entre 864 centroides de Segmento censal. Esa reducción permitió aplicar otra herramienta del programa *Flowmap*, que es la creación de áreas de captación óptimas [Catchment Areas with Linear Optimization]. Esta función, luego de calcular las áreas de captación considerando el trabajador más cercano, realiza permutaciones entre las soluciones posibles hasta encontrar la *solución óptima*, en la que la suma total de todos los desplazamientos propuestos es menor. Esto mejora el cálculo de asignación en función de los supuestos de racionalidad considerados en las hipótesis, aunque para el presente caso -en contrapartida- parte de un modelo de localización de los trabajadores potenciales menos adecuado.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

## 5. Discusión y conclusiones

Como era de esperar de acuerdo al estudio previo de la organización espacial del complejo, el modelo arroja resultados marcadamente diferentes en distintas zonas de la región. Existen áreas en las que de acuerdo al modelo obtenido los desplazamientos que predominan son largos y en otros cortos. Hay zonas en las que parece suficiente la población trabajadora de su entorno para suplir la demanda de fuerza de trabajo y otras en las que resulta *necesario* recurrir a trabajadores situados a más de una hora, situación que se agrava en época de alta demanda. También se puede apreciar que los centros poblados de la región se comportan de diferente manera en cuanto a asumir -o no- un rol de proveedor de mano de obra hacia los cultivos de su entorno.

Cabe destacar que estos resultados se correspondieron en forma muy razonable con la información empírica con la que se contaba a partir de antecedentes (como Alegre *et al.*, 2015) así como la que surge de entrevistas accedidas durante la investigación, permitiendo aproximar algunos datos que resultaron de difícil obtención como establecer cuáles eran los centros poblados desde donde provenían los trabajadores que se desempeñan en la fase agrícola del complejo. Eso permite ser optimista respecto de otros fenómenos o lugares de los cuales no se contaba con información pero que los modelos arrojaron resultados, siempre permaneciendo conscientes de las limitaciones de este tipo de modelos. Debe tenerse en cuenta que los datos censales disponibles en Uruguay no permiten aproximar los desplazamientos por trabajo en áreas rurales, pues no está disponible el dato de unidad censal en la que el trabajador se desempeña cuando éstos pertenecen unidades censales rurales. Además, aunque se indicara la unidad censal rural en la que se encuentra el lugar de trabajo, la escala en la que éstos están agregados no permitiría obtener el nivel de detalle esperado para objetivos de investigación como el aquí planteado. Esto impide aplicar los métodos de análisis espacial comúnmente utilizados para los desplazamientos por trabajo [*commuting*], por lo que este estudio abre algunas alternativas para situaciones en la que no existen datos directos disponibles.

Debido al contexto de investigación en que estos análisis fueron realizados, fue posible un aprovechamiento de los resultados tal cual fueron aquí presentados. Su utilización principal fue en el análisis *cualitativo* de diferentes situaciones que se presentan en la zona de estudio, para lo cual se utilizó la *visualización* de los mapas de araña junto a otros conjuntos de información, así como algunos *cálculos muy básicos* (diferenciación entre tiempos de viaje mayores o menores a una hora, conteo de puntos de origen y destino en áreas de interés, etc.). Se considera por lo tanto que existe un interesante trabajo aún por realizar en la exploración de los numerosos estadísticos que el *Flowmap* elabora, y su comparación con situaciones específicas y datos empíricos, lo cual podría realizarse en posteriores investigaciones.

En cuanto a la posibilidad de realizar cálculos *optimizados*, cabe realizar algunas consideraciones. La única forma en que se consiguió utilizar esa función en esta investigación fue al modelar la residencia de trabajadores mediante los centroides de unidad censal. Esto tiene el inconveniente ya señalado de distorsionar enormemente la localización de las viviendas, en algunos casos generando puntos de gran cantidad de trabajadores que ofician de centros poblados ficticios en lugares de baja densidad de población. No obstante, al haberse podido aplicar un modelo optimizado la consulta de sus resultados resultó ser de cierta utilidad en el análisis cualitativo de situaciones puntuales, sobre todo en zonas en que no se genera esa distorsión de forma tan notoria debido a que son pocos los trabajadores seleccionados de segmentos censales rurales para esos cultivos. Lamentablemente el cálculo optimizado no se pudo realizar en las otras

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

combinaciones (asignar trabajadores a cultivos) debido posiblemente a que el excesivo tiempo de cálculo impidió llegar a un resultado. Los procesos de *Regular Catchment Areas* presentados en la sección de Materiales y Métodos llevaron por lo general entre 6 y 12 horas de cálculo con un equipo de escritorio (procesador AMD A10-9600p radeon r5, 10 compute cores 4c+6g × 4, con 5,5 Gb de memoria). En cambio, el *Catchment Areas with Linear Optimization* siguió trabajando durante tres días sin arribar a un resultado, por lo que se decidió interrumpir el proceso en los distintos intentos realizados. La documentación del programa a la que se pudo acceder no permitió un cálculo del tiempo requerido para cada proceso en función del volumen de datos de entrada. Resulta un elemento a explorar a futuro la posibilidad de realizar la asignación de trabajadores potenciales a centroides de lugar de cultivo de forma óptima.

Como fue utilizada una herramienta que suele utilizarse de manera “prescriptiva” (las *áreas de captación*), para aproximar la dinámica de lo existente, no corresponde ni fue el objetivo utilizar los resultados aquí presentados para determinar de cual modo debe organizarse la provisión de trabajadores a las diferentes zonas de cultivo, ni realizar recomendaciones en ese sentido. Debe recordarse que este conjunto de cálculos y sus resultados parciales se enmarcaron en un proceso de investigación más amplio con sus propios objetivos analíticos. Lo que cabe destacar entonces, es que más allá de las limitaciones de las distintas variantes de los modelos, y de aquellos aspectos que requerirían profundización, el conjunto de productos obtenidos en esta etapa del análisis resultó de gran utilidad para comprender la acción colectiva de los trabajadores asalariados del complejo agroindustrial arrocero de la Laguna Merín, Uruguay, a partir de su organización espacial. Los aportes a ese campo específico del conocimiento -en cuya difusión se trabaja aún<sup>v</sup>-, y su potencial utilidad para los objetivos que las organizaciones sociales estudiadas puedan plantearse constituyen la vía de aplicación más directa que se identifica para los resultados obtenidos de los cálculos aquí presentados.

De todas maneras, se identifica también una vía de aplicabilidad en un contexto más general a partir del intercambio en torno a las técnicas utilizadas, las cuales son en foco de este artículo. Es de destacar en ese sentido la ductilidad de los algoritmos de *Flowmap* para la comprensión de un problema espacial originado en un contexto rural y caracterizado por grandes distancias, lo cual no sería el ámbito geográfico para el cual estaría originalmente diseñado, según consigna Guigou (2017) en base al intercambio mantenido con sus desarrolladores. Fue necesario para ello un trabajo con los datos apoyado en otros programas de acceso abierto, que permitieron complementar las funcionalidades y superar esas dificultades técnicas. Desde el punto de vista conceptual resultó determinante también partir de un buen análisis de los fenómenos que condicionaban a grandes rasgos la organización espacial de la región estudiada, para permitir una interpretación realista de los resultados obtenidos. Por último, se destaca la potencialidad de las áreas de captación para aproximar situaciones de desplazamientos por trabajo en situaciones en la que no existe información censal directa, o esta no presenta la escala o nivel de detalle adecuados. Se espera que con la difusión de este artículo se puedan aplicar algunas de estas técnicas en otros contextos de investigación, y que otros investigadores puedan realizar críticas, aportes y mejoras que enriquezcan el intercambio.

## 6. Agradecimientos

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

El autor agradece a Bruno Guigou y Néstor López por sus aportes y sugerencias a lo largo de esta investigación y la atenta lectura de una versión anterior de este manuscrito; así como a Virginia Fernández por su constante aliento.

## Referencias bibliográficas

Alegre, M., Guigou, B., Fonsalía, A., Frank, N., Hahn, M., Heinzen, J., Mendy, M., Quintero, J., Rodríguez, N., Russi, É., Vadell, M. (2015): *Los trabajadores arroceros de la cuenca de la Laguna Merín: análisis de su situación de salud*. Montevideo, Universidad de la República – Espacio Interdisciplinario.

Alonso, J., Scarlato, G. (1988): *Arroz en el Uruguay. Seis décadas de dinamismo*. Montevideo, CINVE - Banda Oriental.

Álvarez, A., Blum, A., Gallego, F. (2015): *Atlas de Cobertura del Suelo del Uruguay. Cobertura del Suelo y Detección de Cambios 2000-2011. Land Cover Classification System*. Montevideo, Mosca.

Bosque Sendra, J., Moreno Jiménez, A. (Coords.) (2011): *Sistemas de Información Geográfica y Localización Óptima de Instalaciones y Equipamientos*. 2º Edición. Madrid, Ra-Ma.

Botto, G., Detomasi, R. (2015): “Bases metodológicas para la planificación espacial de servicios de educación inicial en Uruguay”, *Proceedings de las Jornadas argentinas de Geotecnologías 2015*, 2-4 Setiembre, San Luis, Argentina. [Consulta: 03-12-2018] Disponible en: <http://dinem.mides.gub.uy/innovaportal/file/61794/1/tecnologias-de-la-informacion-para-nuevas-formas-de-gestion-del-territorio.-2015.pdf>

Bray, F. (1986): *The Rice Economies. Technology & Development in Asian Societies*. Oxford & New York, Basil Blackwell.

Cánepa, G. (2018): *El Territorio del Arroz en el Uruguay. Caracterización de los pueblos de trabajadores arroceros del Rincón de Ramírez, Treinta y Tres*. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/29813>

Cal, A., Álvarez, A., Petraglia, C., Dell'Acqua, M., López, N., Fernández, V. (2011): *Mapa de Cobertura del Suelo de Uruguay – Land Cover Classification System*. Montevideo, Mosca.

DIEA (2017): *Anuario Estadístico Agropecuario 2017*. Montevideo, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca - Oficina de Estadísticas Agropecuarias.

Dong, J., Xiao, X. (2016): “Evolution of regional to global paddy rice mapping methods: A review”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 119, 214–227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.05.010>

Fonsalía, A. (2014): *El rol de los trabajadores asalariados en el Complejo agroindustrial arrocero de la cuenca de la Laguna Merín*. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo.

Frank Gabin, N. (2019): “Espacio, tiempo y necesidades cotidianas: Herramientas de análisis y una mirada a la región Este de Uruguay”, *Tekoporá* 1, 1, 126-137. <https://doi.org/10.36225/TEK.1.1.9>

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

Frank, N. (2021): “El trabajo del aguador y la organización espacial del complejo arrocero en el Uruguay” *GeoEspacio* XXXV, 52, 135-144.

Gamarra, G. (1996): *Arroz: Manual de Producción*. Montevideo, Hemisferio Sur.

García, F., Courdin, V., Hernández, A. (2011): “Complejo Arrocero” en Vasallo, M. (Ed.): *Dinámica y competencia intrasectorial en el agro Uruguay 2000-2010*. Montevideo, Facultad de Agronomía, pp. 91-104.

Guigou, B. (2017): *Análisis espacial de centros de educación media pública en el Uruguay contemporáneo*. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/17131>

López, N. (2017): *Caracterización dasimétrica para Uruguay auxiliada por el mapa de cobertura del suelo*. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/17143>

Neteler, M., Mitasova, H. (2004): *Open Source GIS: A GRASS GIS approach*. 2° edition, e-book. Boston, Springer.

Martínez, S. (2017): *Origen y Revalorización de los Pueblos del Arroz en la Cuenca baja del Cebollatí*. Tesis de Maestría, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, Montevideo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/20958>

Pérez Arrarte, C., Scarlato, G. (2000): “La cuenca de la Laguna Merín en Uruguay: De la defensa del patrimonio natural a una gestión para el desarrollo sustentable” en Buckles, D. (Ed.): *Cultivar la Paz. Conflicto y colaboración en el manejo de los recursos naturales*. Ottawa, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, pp. 251-265.

Petraglia, C., Ureta, A., Souto, G. (2017): “Infraestructura de acopio de granos: nuevas herramientas de información” en OPYPA: *Anuario 2017*. Montevideo, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca - Oficina de Programación y Política Agropecuaria, pp. 653-662.

Singh, V., Zhou, S., Ganie, Z., Valverde, B., Avila, L., Marchesan, E., Merotto, A., Zorrilla, G., Burgos, N., Norsworthy, J., Bagavathiannan, M. (2017): “Rice Production in the Americas” en Chauhan, B., Jabran, K., Mahajan, G. (Eds.): *Rice Production Worldwide*. Cham, Springer, pp. 137-168.

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

### APÉNDICE 1. CANTIDAD DE TRABAJADORES CONSIDERADA

Tabla 1. Cantidad de trabajadores considerados para los cálculos, según fuente de información utilizada y desagregado por área de enumeración y/o departamento.

Departamento	Área Enumeración	Trabajadores arroceros según fuente de información				
		Máximo (Fonsalía, 2014)	Mínimo (Fonsalía, 2014)	CGA 2011		
Cerro Largo	405006	199		114		126*
	406004	155		84		
	405004	53	439	24	238	
	405005	23		11		
	406005	9		5		
Lavalleja	902001	52		21		88
	902003	38	90	15	36	
Rocha	1401002	130		66		479
	1401005	118		66		
	1401004	67		39		
	1403001	47		23		
	1403002	47		23		
	1402004	42		21	291	
	1401003	29	608	10		
	1402001	29		10		
	1402002	29		10		
	1402003	29		10		
	1401001	24		6		
1404001	17		7			
Treinta y Tres	1904001	451		248		580
	1904002	443		242		
	1904005	200		96		
	1903005	178		89		
	1901005	178	1599	89	834	
	1903006	88		44		
	1903004	53		24		
	1902004	8		2		
<b>Total</b>		<b>2736</b>		<b>1399</b>		<b>1273</b>

Fte. Elaboración propia en base a las fuentes citadas.

\*La cantidad de trabajadores correspondiente al departamento de Cerro Largo según el Censo General Agropecuario (CGA) fue estimada y no corresponde al total para esa entidad. Esto se debe a que los datos censales a los que se accedió se encuentran desagregados solamente por departamento, y a que diferentemente a los otros de área de estudio, Cerro Largo cuenta con otras zonas arroceras fuera de la región de la Laguna Merín. Para estimar cuales de esos trabajadores correspondían a la Laguna Merín se los dividió en proporción al área de cultivo que el departamento presenta en cada región arrocera según los datos del mapa de cobertura del suelo.

<sup>i</sup> Maestría en Educación y Extensión Rural, Universidad de la República, Uruguay. Directora: María Inés Moraes Vázquez. Co-directora: Raquel Marina Alvarado Quetgles. Título: *El trabajo en la organización espacial del*

Frank Gabin, N. E. (2022). Aproximación a los desplazamientos por trabajo en el complejo arrocero de la laguna Merín (Uruguay) mediante técnicas de localización-asignación utilizando *Flowmap*, *GeoFocus*, *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 29, 35–58. <https://dx.doi.org/10.21138/GF.768>

---

*complejo agroindustrial arrocero de la Laguna Merín – Uruguay*. Una aproximación al análisis de la acción colectiva de los trabajadores asalariados. Inédita. 149p.

<sup>ii</sup> La Laguna Merín es un cuerpo de agua compartido entre Uruguay y Brasil, cuyo sistema de planicies da lugar a la producción arrocera a ambos lados del límite nacional. La investigación que se presenta en este artículo analiza solamente la parte del complejo arrocero correspondiente a Uruguay.

<sup>iii</sup> Un antecedente para el contexto geográfico de Uruguay es el trabajo de Tesis de Licenciatura en Geografía de Bruno Guigou (2017) citado en este artículo.

<sup>iv</sup> Cabe aclarar que dentro del contexto de las herramientas que Bosque Sendra y Moreno (2011) denominan “prescriptivas”, las áreas de captación se encuentran en la frontera con las herramientas descriptivas. En un apartado dedicado a estas herramientas los autores plantean la siguiente aclaración: “Procede señalar que el tratamiento que se describirá es idóneo tanto para documentar propuestas óptimas, como para evaluar escenarios actuales o imaginarios respecto a los óptimos.” (Bosque Sendra y Moreno, 2011, p. 164)

<sup>v</sup> Entre los ya publicados ver por ejemplo Frank (2021).