

MATCHING SEMÁNTICO PARA LA REVITALIZACIÓN RURAL: UNA PROPUESTA TECNOLÓGICA ANTE LA DESPOBLACIÓN Y LA EXCLUSIÓN JUVENIL

SEMANTIC MATCHING FOR RURAL REVITALIZATION: A TECHNOLOGICAL PROPOSAL TO ADDRESS DEPOPULATION AND YOUTH EXCLUSION

Natalia L.-GALLEGO¹, Isabella PÉREZ-CAVIEDES² y Danna C. SALAMANCA-VALENZUELA³

¹ *Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia*

✉ natalia.lopez_gal@uao.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0009-0001-9542-6631>

² *Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia*

✉ isabella.perez_cav@uao.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0009-0009-4213-3534>

³ *Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia*

✉ danna.salamanca@uao.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0009-0006-6053-2932>

RESUMEN: El despoblamiento rural y el desequilibrio generacional constituyen retos estructurales persistentes, mientras una proporción significativa de jóvenes permanece excluida de los sistemas de educación, empleo o formación (NEET). Este trabajo presenta Ruralink, una propuesta tecnológica para la reconexión entre juventud y territorio mediante un sistema de *matching* semántico explicable, concebido desde los principios de la inteligencia artificial fiable, la gobernanza de datos y el control humano. La contribución no reside en un nuevo algoritmo, sino en demostrar cómo técnicas consolidadas de procesamiento del lenguaje natural pueden integrarse de forma responsable en contextos de política pública, combinando representaciones semánticas, reglas territoriales, explicabilidad y trazabilidad institucional. La plataforma integra modelos *Sentence-Transformers*, un esquema híbrido de puntuación y un asistente conversacional orientado a reducir barreras informativas y burocráticas, manteniendo protección de datos y supervisión humana. Se describen la arquitectura, el *pipeline* operacional y un marco de evaluación orientado a impacto territorial, aportando un modelo replicable de intermediación sociotécnica alineado con DemIA para abordar simultáneamente la exclusión juvenil y el reto demográfico.

Palabras clave: *matching* semántico; revitalización rural; *embeddings* semánticos; despoblación rural; exclusión juvenil neet; inteligencia artificial; PNL.

ABSTRACT: Rural depopulation and generational imbalance are persistent structural challenges, while a significant proportion of young people remain excluded from education, employment, or training (NEET). This paper presents Ruralink, a technological proposal for reconnecting young people and their territory through an explainable semantic matching system, designed based on the principles of reliable artificial intelligence, data governance, and human control. The contribution lies not in a new algorithm, but in demonstrating how established natural language processing techniques can be responsibly integrated into public policy contexts, combining semantic representations, territorial rules, explainability, and institutional traceability. The platform integrates Sentence-Transformers models, a hybrid scoring scheme, and a conversational assistant aimed at reducing informational and bureaucratic barriers, while maintaining data protection and human oversight. The architecture, operational pipeline, and an evaluation framework focused on territorial impact are described, providing a replicable model of socio-technical intermediation aligned with DemIA to simultaneously address youth exclusion and the demographic challenge.

Keywords: semantic matching; rural revitalization; semantic embeddings; rural depopulation; NEET youth exclusion; artificial intelligence; NLP.

1. INTRODUCCIÓN

La despoblación rural y la concentración demográfica en áreas urbanas constituyen uno de los principales desafíos socioeconómicos contemporáneos, mientras una proporción relevante de jóvenes permanece excluida de los sistemas formales de educación y empleo (NEET). Esta coexistencia de territorios con déficit demográfico y juventud excluida evidencia una desconexión estructural entre oportunidades territoriales, aspiraciones individuales y mecanismos de intermediación.

En este contexto, la intermediación inteligente puede desempeñar un papel clave al traducir perfiles y restricciones en oportunidades viables; sin embargo, cuando incorpora inteligencia artificial en ámbitos sensibles como el empleo o la movilidad territorial, resulta imprescindible garantizar principios de explicabilidad, transparencia, gobernanza de datos y control humano, en línea con la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) y los objetivos de DemIA. Este trabajo propone *Ruralink* como un marco de integración de técnicas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) explicables para la intermediación territorial, orientado a la revitalización territorial y la inclusión juvenil.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

España y América Latina enfrentan una tendencia sostenida de despoblación rural, con casi la mitad de las provincias españolas en riesgo de perder población en los próximos 20

años [2, 6]. Esta crisis se entrelaza con la exclusión de los jóvenes NEET, quienes representan el 16,5 % de la población de entre 15 y 29 años debido a la precarización urbana y la falta de recursos para el relevo generacional. Aunque iniciativas como Proyecto Arraigo y la Red Nacional de Pueblos Acogedores han validado metodologías exitosas de relocalización y activación de servicios mediante acompañamiento humano, ambas presentan retos críticos de escalabilidad y automatización en sus procesos de seguimiento [4, 5].

La incorporación de inteligencia artificial permite optimizar este emparejamiento mediante el uso de *embeddings* contextuales y transformadores que facilitan el análisis de similitud coseno y *clustering* para vincular perfiles con oportunidades [7, 8]. Estos motores de recomendación superan el filtrado tradicional al permitir una personalización que anticipa necesidades territoriales [9, 10]. Asimismo, la integración de *chatbots* LLM transforma la interacción en la plataforma al automatizar consultas de gestión territorial, siempre bajo un marco de gobernanza ética y protección de datos personales. La evidencia internacional confirma que combinar la personalización algorítmica con la participación comunitaria mejora sustancialmente el acceso a servicios públicos y amplía el alcance de las políticas de revitalización rural [11, 12].

3. PROPUESTA METODOLÓGICA: RURALINK

El objetivo de Ruralink es facilitar emparejamientos útiles, comprensibles y verificables entre jóvenes y oportunidades territoriales, priorizando la explicabilidad del proceso de recomendación, la protección de datos personales y la evaluación del impacto social. El sistema está diseñado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, no como un mecanismo automatizado de asignación.

3.1. ARQUITECTURA

La arquitectura sigue un enfoque modular y desacoplado, orientado a escalabilidad y reproducibilidad. El sistema se compone de:

- 1) un *frontend web* con formularios guiados y visualización de resultados;
- 2) un *frontend web* con formularios guiados y visualización de resultados;
- 3) una API de *matching* implementada en Python con Fast API;
- 4) una capa de datos gobernados sobre Supabase, que integra autenticación, almacenamiento relacional y políticas de Row-Level Security; y un asistente conversacional que interactúa con los usuarios y accede de forma controlada a los servicios inteligentes.

Este diseño permite una adopción progresiva por parte de administraciones locales y organizaciones sociales, sin requerir infraestructuras complejas.

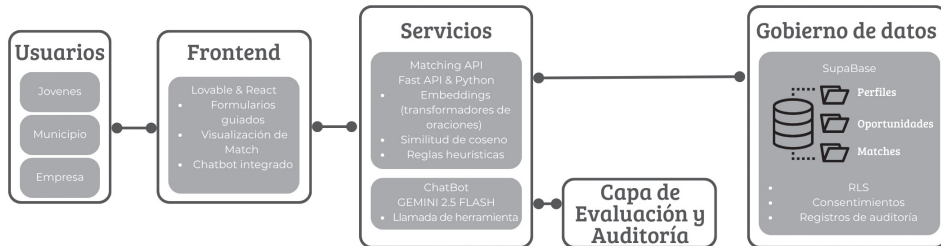


Figura 1. Arquitectura lógica del sistema de *matching* semántico para la revitalización territorial

3.2. PIPELINE DE MATCHING SEMÁNTICO EXPLICABLE

El proceso de emparejamiento se estructura en las siguientes etapas:

- 1) Normalización del perfil ciudadano y oportunidades, combinando campos estructurados y descripciones textuales.
- 2) Generación de *embeddings* semánticos mediante modelos Sentence-Transformers.
- 3) Cálculo de similitud entre perfiles y oportunidades usando similitud coseno.
- 4) *Scoring* híbrido, que ajusta el ranking semántico incorporando requisitos críticos, compatibilidad territorial y criterios económicos.
- 5) Generación de explicaciones, produciendo razones legibles que justifican cada recomendación.
- 6) Persistencia y retroalimentación, almacenando resultados y *feedback* para análisis longitudinal y mejora iterativa.

3.3. GOBERNANZA DE DATOS E IA FIABLE

Ruralink implementa privacidad por diseño mediante consentimientos granulares, auditoría de operaciones y mecanismos de revocación. La trazabilidad del proceso de *matching* y la generación explícita de explicaciones facilitan la supervisión humana y la evaluación de sesgos, alineando la solución con los principios de inteligencia artificial fiable promovidos por DemIA.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado el carácter piloto de la propuesta, este trabajo adopta una evaluación prospectiva, orientada a definir criterios de validación técnica e impacto social en futuras

implementaciones. Se proponen métricas técnicas como latencia del proceso, estabilidad del ranking y tasa de aceptación de recomendaciones, junto con indicadores de impacto territorial a medio plazo, incluyendo inserción laboral, permanencia en el territorio y satisfacción de los usuarios. Desde una perspectiva crítica, la calidad de los emparejamientos depende tanto de la completitud de los perfiles como de la sostenibilidad real de las oportunidades ofertadas.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La plataforma *Ruralink* propone un marco tecnológico y organizativo para enfrentar la exclusión juvenil y el reto demográfico mediante *matching* semántico explicable. Su aporte central es mostrar cómo técnicas de NLP pueden aplicarse de forma responsable en política pública, priorizando explicabilidad, gobernanza de datos y control humano sobre la optimización algorítmica.

El trabajo demuestra que la IA, concebida como apoyo y no como mecanismo opaco de decisión, fortalece la legitimidad y la efectividad de las políticas territoriales. Como proyección, se plantea el pilotaje en territorios concretos, la recolección sistemática de retroalimentación institucional y la evaluación longitudinal del impacto social y demográfico, con miras a consolidar un modelo replicable de intermediación sociotécnica alineado con DemIA.

6. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación forma parte del Proyecto de Cátedra Internacional sobre Inteligencia Artificial Fiable y Reto Demográfico dentro de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA), en el marco del Plan Europeo de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Referencia: TSI-100933-2023-0001. Este proyecto está financiado por la Secretaría de Estado para la Digitalización y la Inteligencia Artificial y por la Unión Europea (Next Generation).

7. REFERENCIAS

1. Collantes, F., & Pinilla, V. (2019). La despoblación rural en España: causas, impactos y respuestas. *Revista Española de Estudios Rurales*, 22, 33-50.
2. Red Española de Desarrollo Rural. (s.f.). *Informe sobre despoblación y desarrollo rural en España*. <https://www.redrural.es>
3. Proyecto Neets In Action. (2020). Informe técnico sobre fragmentación de programas juveniles.
4. Proyecto Arraigo. (s.f.). *Repoblación: Impacto y metodología*. <https://www.proyectoarraigo.es/repoblacion/>

5. Pueblos Acogedores. (s.f.). Red Nacional de Pueblos Acogedores. <https://pueblosacogedores.com>
6. Schlögel, K. (2022). Repensando el territorio rural europeo: innovación y declive demográfico. *Otero Rural*, 21(2), 39-66.
7. Sanabria-Medina, G. (2024). Aplicaciones de Sentence Transformers en embeddings semánticos [Manuscrito no publicado].
8. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). *Attention is all you need*. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 5998-6008.
9. Sanabria-Medina, G., & Regil-Vargas, J. (2023). Inteligencia artificial para la recomendación de recursos en educación a distancia. *Revista de Educación Artificial*, 10(2), 933-948.
10. Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (Eds.). (2011). *Recommender systems handbook*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3>
11. Chen, M., Wang, L., & Zhang, H. (2024). Impulsando la revitalización rural: liberando el potencial de la economía digital. *Journal of Rural Revitalization*, 9(2), 35-61.
12. Sánchez-Céspedes, J. M. (2022). Aplicación de la inteligencia artificial en la formulación de políticas públicas rurales. *Revista SciELO Colombia*, 40, 111-139.