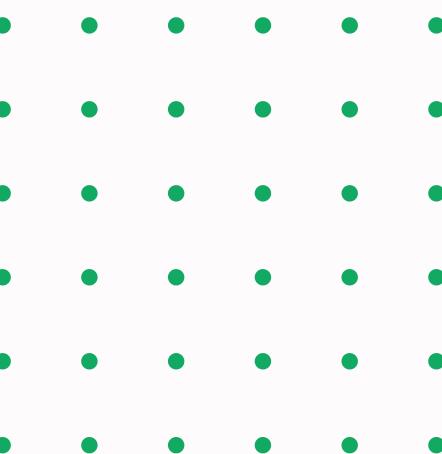
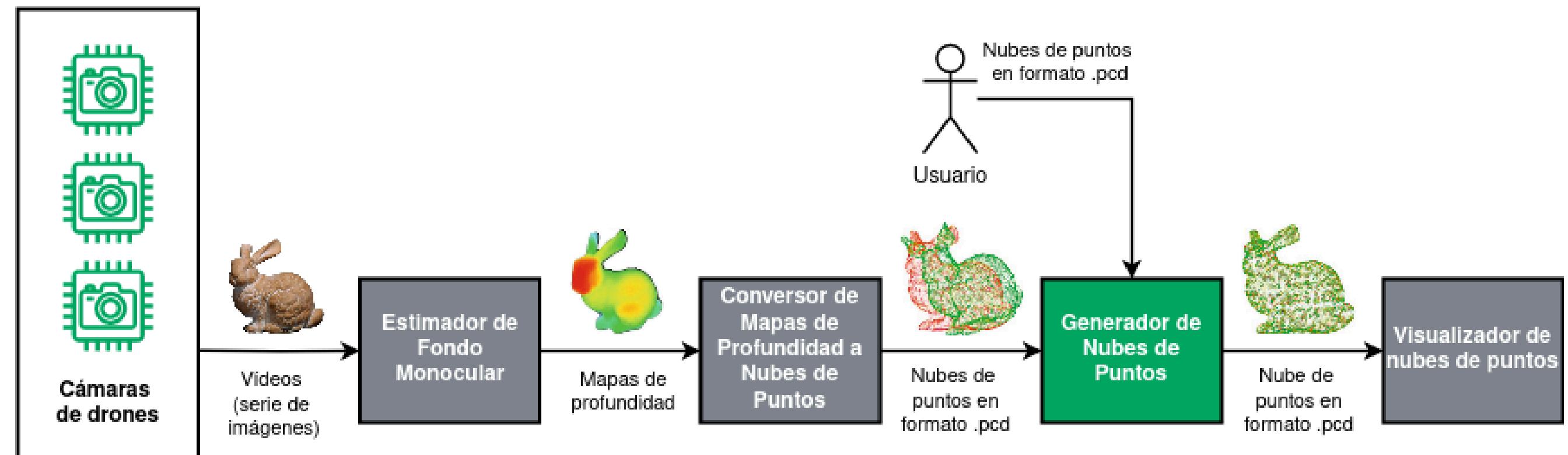
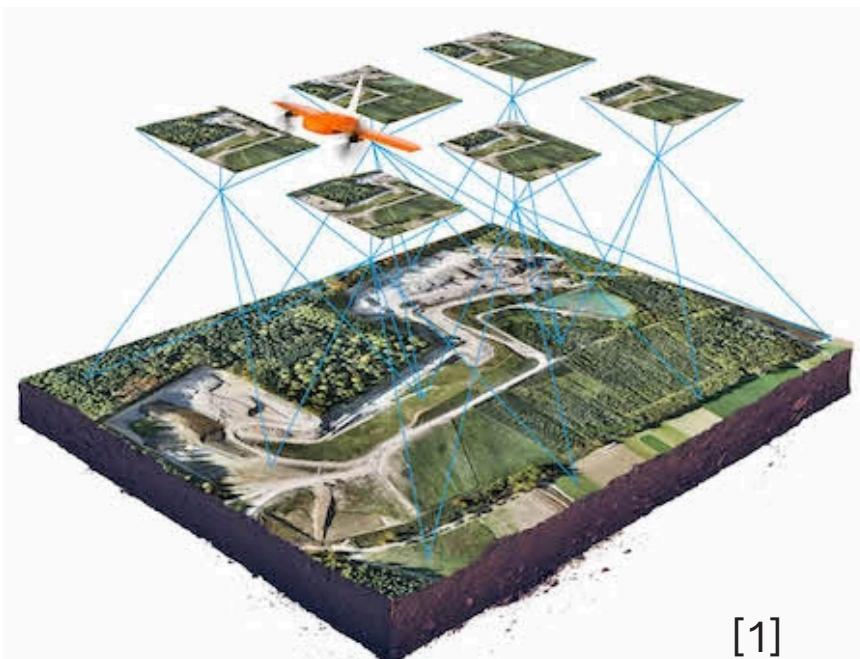


# Generación de nubes de puntos a partir de *stacking* sin información de pose de la cámara

**Autor:** José Julián Camacho Hernández  
**Tutor:** Luis Alberto Chavarría Zamora  
**Institución:** Tecnológico de Costa Rica



# Contexto



**Sistema de vehículos autónomos para mapeos de áreas en 3D**

# Planteamiento del problema

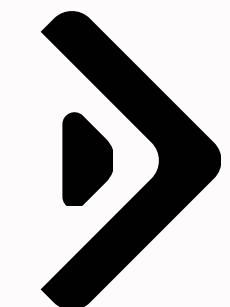
- Generación de mapas tridimensionales a partir de nubes de puntos individuales.
- No se cuenta con información sobre la pose de la cámara en cada instancia de captura.
- El sistema de drones no cuenta con esta etapa de procesamiento.

# Objetivo General

Desarrollar un **algoritmo de stacking** de nubes de puntos **sin información** de pose de cámara, por medio del uso de **técnicas** de visión por computadora y fotogrametría en un lenguaje de programación de alto nivel, para la creación de **mapas** tridimensionales a partir de nubes de puntos individuales que carezcan de datos relacionados con la cámara utilizada para su generación.

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

01



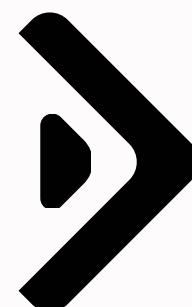
**Diseñar** un algoritmo de *stacking* sin la utilización de información de la pose de la cámara, mediante el **estudio** y la aplicación de la **teoría** relacionada con nubes de puntos, para la definición de una **base conceptual** sólida para su implementación práctica en lenguajes de programación de alto nivel.

**Implementar** la propuesta diseñada de algoritmo de *stacking*, por medio del uso de **técnicas** avanzadas de procesamiento de nubes de puntos en el lenguaje de programación **Python**, para la fusión **coherente** y precisa de conjuntos de datos tridimensionales.

02



03



**Evaluar** el funcionamiento del producto de *software* mediante el uso de heurísticas y del **criterio experto**, para la validación del **desempeño** correcto del producto en la combinación de nubes de puntos.

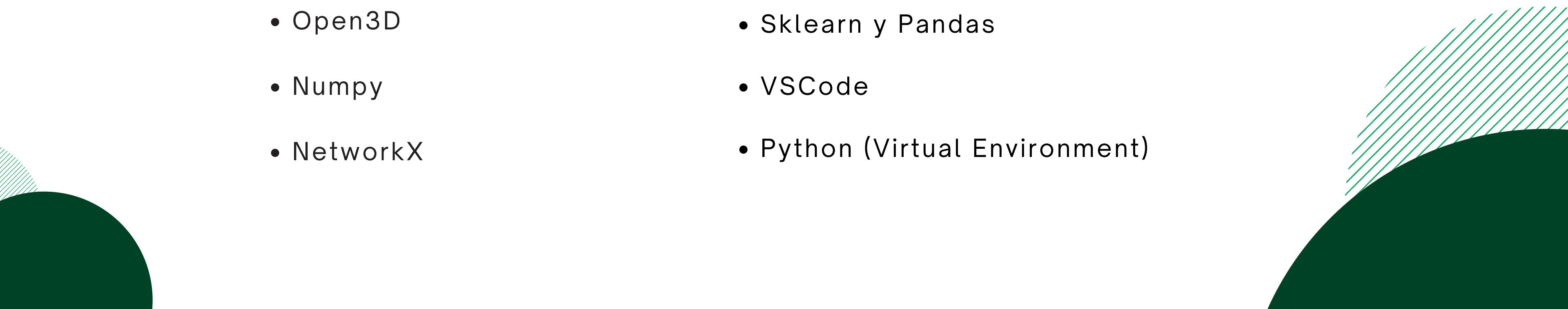


# Descripción de la solución

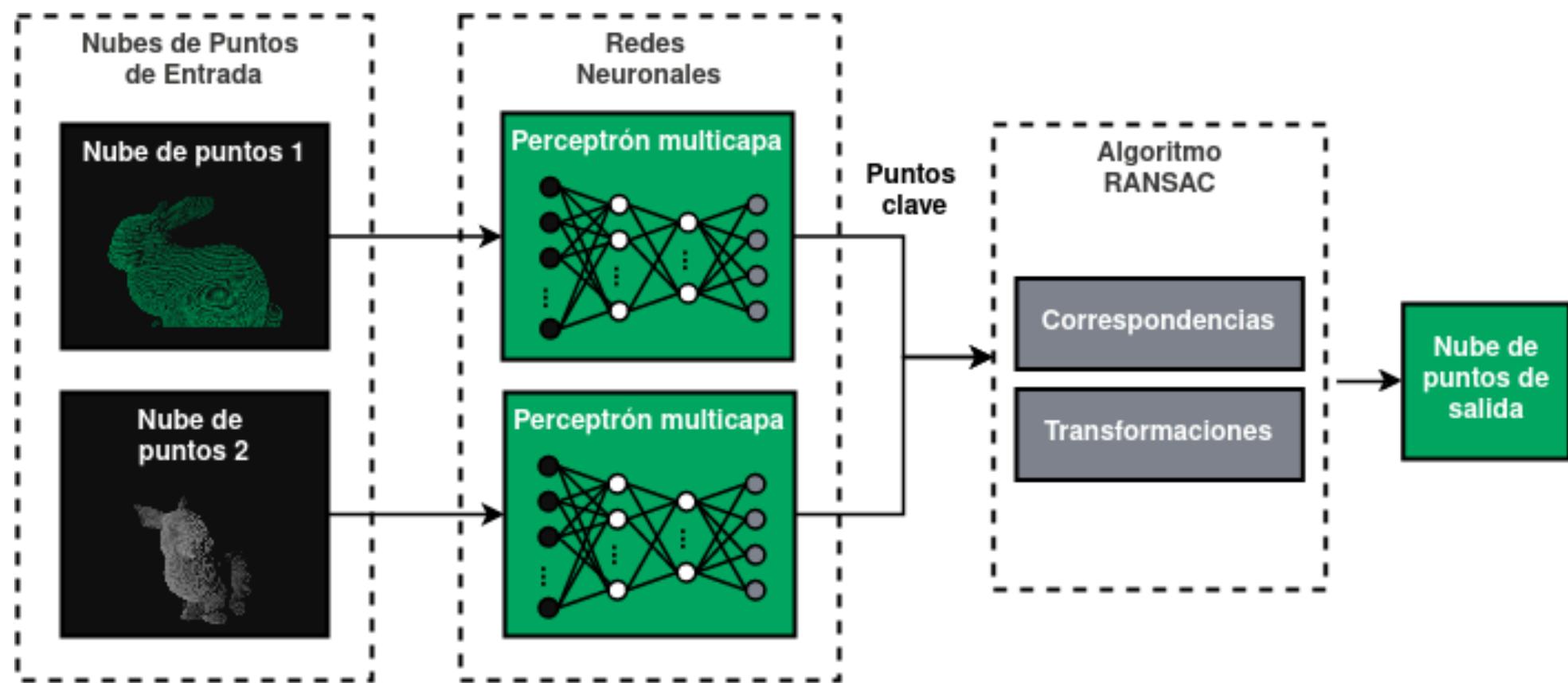
## Proceso de análisis del problema

- ✓ Consultas con el profesor asesor.
- ✓ Investigación amplia de métodos de combinación de nubes de puntos.
- ✓ Investigación de maneras de inferir la pose de la cámara.

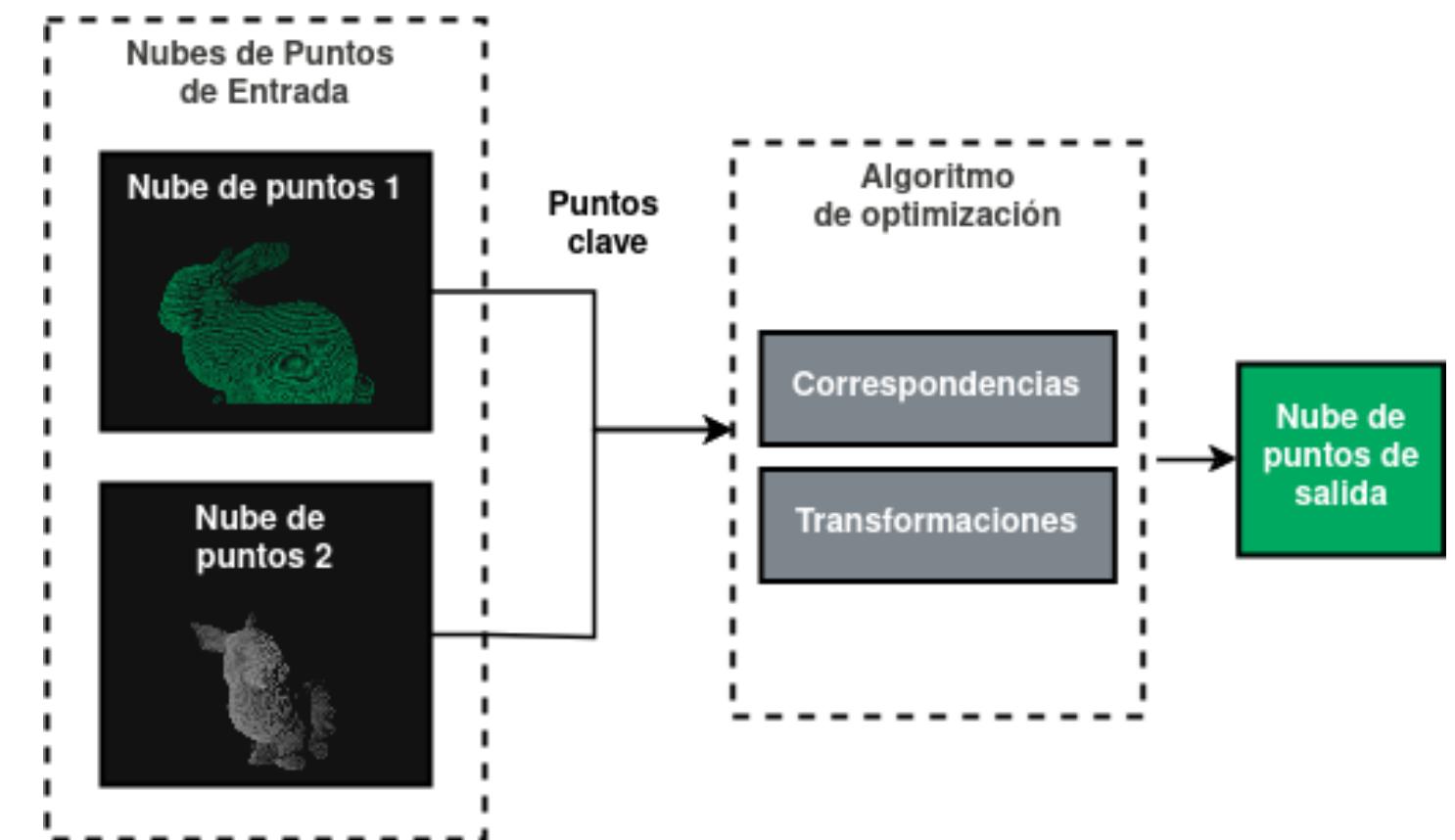
## Herramientas

- Open3D
  - Numpy
  - NetworkX
  - Sklearn y Pandas
  - VSCode
  - Python (Virtual Environment)
- 

# Alternativas de solución



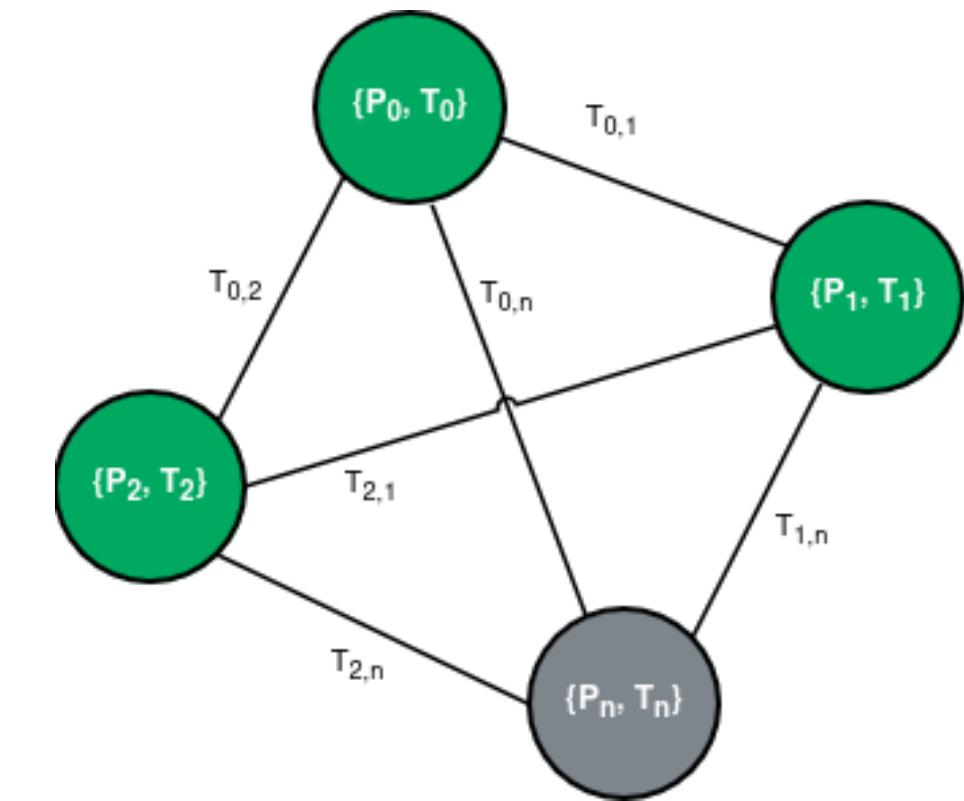
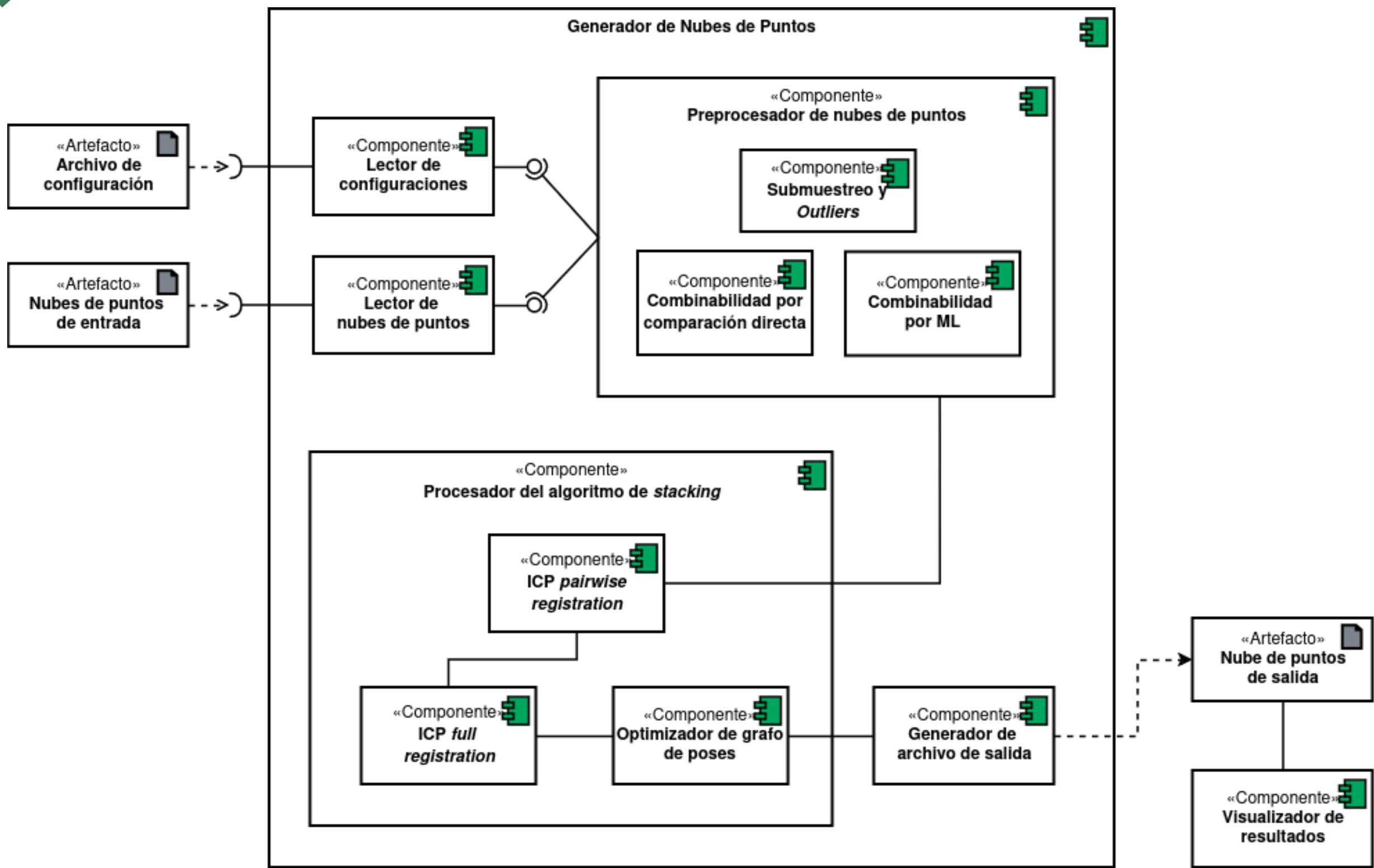
Redes Neuronales



*Iterative Closest Point*

# Aspectos de diseño

## Grafo de poses

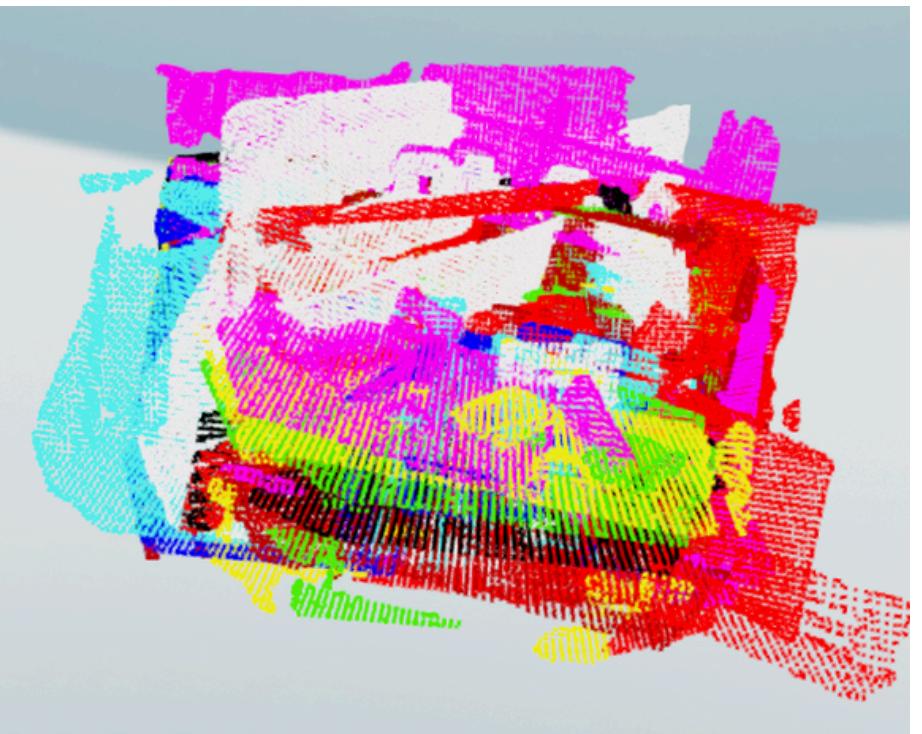
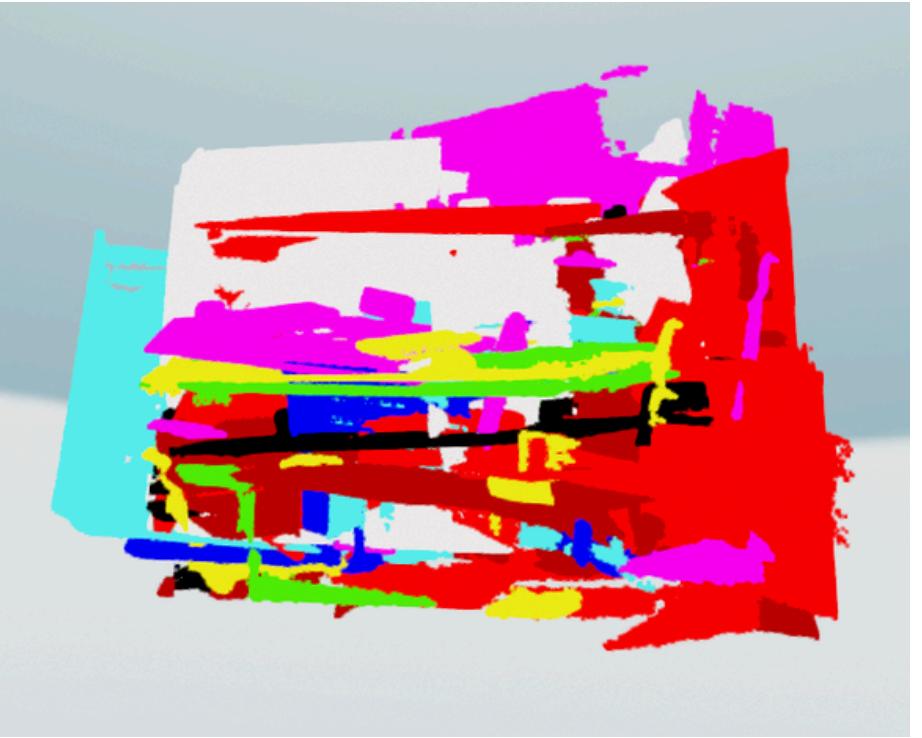
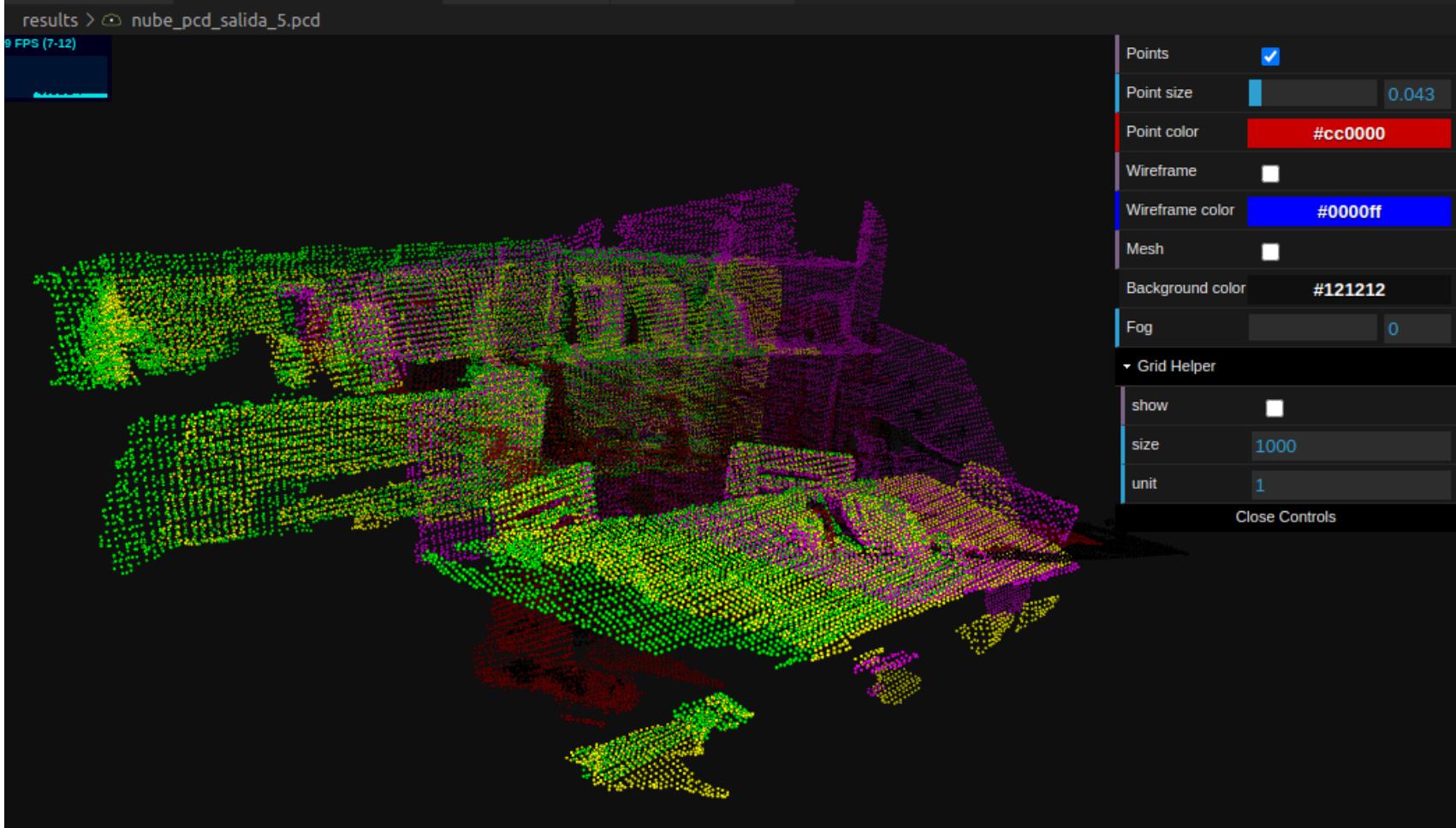


## Función objetivo de ICP

$$E(T) = \sum_{(p,q) \in \mathcal{K}} ((p - Tq) \cdot n_p)^2,$$

# Resultados

```
data > {} config.json > ...
1  {
2    "input_path": "../data/7-scenes-redkitchen/test",
3    "config_params": {
4      "voxel_size": 0.05,
5      "remove_outliers_params": {
6        "nb_neighbors": 20,
7        "std_ratio": 2.0
8      },
9      "combinability_threshold": 0.17
10 },
11 "output_file": "../results/nube_pcd_salida_5.pcd"
12 }
```



# Conclusiones



El producto funciona como una herramienta para el proyecto de Vehículos Autónomos

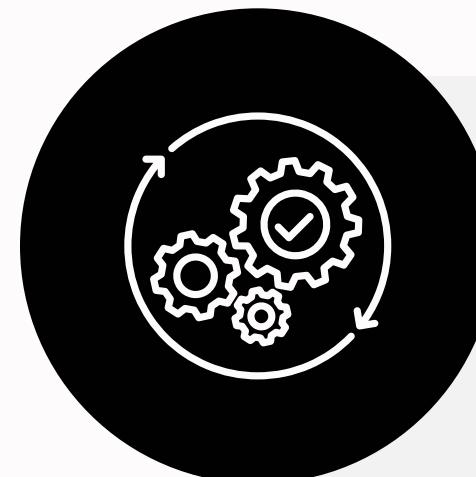


Se logró abordar el problema de generación de nubes a partir de otras individuales

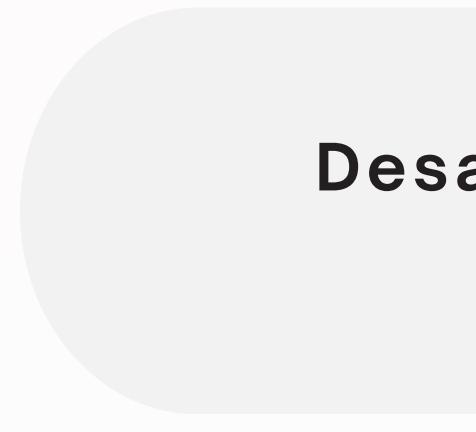


El trabajo realizado fue efectivo para los objetivos

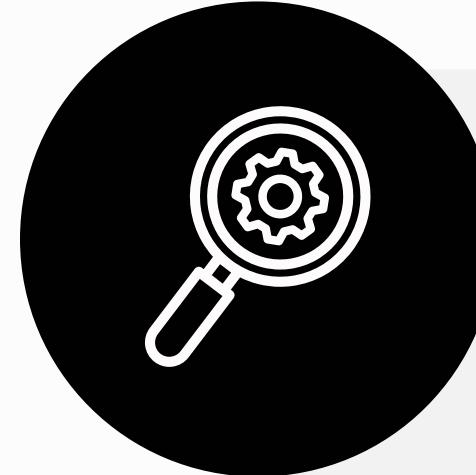
# Recomendaciones



Continuar con la optimización  
del algoritmo



Desarrollar un modelo de ML adicional  
para el ajuste de parámetros



Desarrollar sistemas para el análisis de  
las nubes de puntos generadas

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] Lynn, "Lidar vs photogrammetry: Which is better for point cloud creation? -," Mosaic51.com, <https://www.mosaic51.com/technology/lidar-vs-photogrammetry-which-is-better-for-point-cloud-creation/>
- [2] MathWorks. "What Is Drone Mapping?" [En línea]. Disponible en: <https://mathworks.com/discovery/drone-mapping.html>. 2024.
- [3] V. Sarode. "What Are Point Clouds?" [En línea]. Disponible en: <https://medium.com/analytics-vidhya/what-are-point-clouds-3655d565e142>. 2020.
- [4] L. Brynte. "Learning and optimizing camera pose". [En línea]. Disponible en: <https://research.chalmers.se/en/publication/539208>  
Accedido el 21 de febrero de 2024.2024.
- [5] M Abuolaim A y Brown. "Defocus Deblurring Using Dual-Pixel Data". [En línea]. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/2005.00305.pdf>  
Accedido el 21 de febrero de 2024. 2020.
- [6] Looking Glass. "Depth Maps: How Software Encodes 3D Space". [En línea]. Disponible en: <https://lookingglassfactory.com/blog/depth-map>  
Accedido el 21 de febrero de 2024. 2023.
- [7] V. Simon. "PCD: Efficient 3D point cloud data storage and processing". [En línea]. Disponible en: <https://www.cadinterop.com/en/formats/cloud-point/pcd.html>  
Accedido el 21 de febrero de 2024. 2023.
- [8] Maja Boström. Point Cloud Registration using both Machine Learning and Non-learning Methods: with Data from a Photon-counting LIDAR Sensor. 2023. url: <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1761482/FULLTEXT01.pdf>.
- [9] P. J. Besl y N. D. McKay. «A Method for Registration of 3-D Shapes». En: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 14.2 (1992), págs. 239-256. url: <https://ieeexplore.ieee.org/document/121791>.
- [10] Xiaoshui Huang et al. «A comprehensive survey on point cloud registration». En: arXivpreprint arXiv:2103.02690 (2021). url: <https://arxiv.org/pdf/2103.02690.pdf>.

# Generación de nubes de puntos a partir de *stacking* sin información de pose de la cámara

**Autor:** José Julián Camacho Hernández  
**Tutor:** Luis Alberto Chavarría Zamora  
**Institución:** Tecnológico de Costa Rica

