



IDERA

Infraestructura de
Datos Espaciales de la
República Argentina

LUNES 20 DE OCTUBRE

ENCUENTRO DE GRUPOS TÉCNICOS DE TRABAJO



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ENCUENTRO DE GRUPOS TÉCNICOS DE TRABAJO

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Ciudad Autónoma de Buenos Aires



IDERA
Infraestructura de
Datos Espaciales de la
República Argentina



GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales



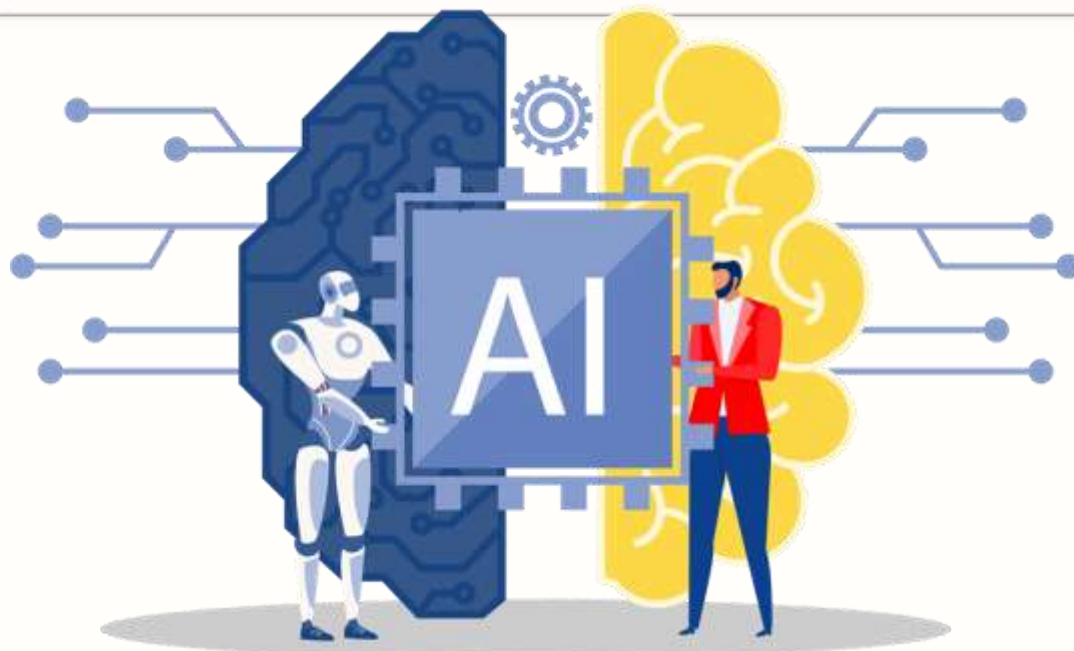
LISTA DE PARTICIPANTES

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HtCLL-8SFRpjHq1qORZ_cNGdiBWHseAY5c0mpq3oVCw/edit?usp=sharing





GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales



https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/IDERA/EscuelaPrimaveraGulich_Reynoso.html



ENCUENTRO DE GRUPOS TÉCNICOS DE TRABAJO



GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales

1

Teledetección
y Aprendizaje
Automático

2

Random Forest
en GEE

3

Random Forest
en GEE y Colab

4

Máquina de
Soporte Vectorial
y Árbol de Decisión

5

Random Forest
para detectar
Agua

6

Workflow ML
A.Supervizado
en GEE

7

Series Temporales

8

Cubos de
Imágenes
Satelitales

9

Uso de datasets
generados con AI



https://cdg-idera.github.io/PAT_INT_GEE/intro.html



ENCUENTRO DE GRUPOS TÉCNICOS DE TRABAJO



La inteligencia artificial ha hecho posible representar la Tierra más allá de los datos de un solo sensor, fusionando diversas fuentes, y escalas en una misma comprensión semántica del territorio.

La inteligencia artificial ha permitido construir representaciones del mundo que trascienden la información física captada por cada sensor, integrando múltiples modalidades de observación - óptica, radar, térmica, hiperespectral y contextual- en un mismo espacio semántico





La **transición del píxel al concepto** exige representaciones que capten no solo reflectancias puntuales sino también **patrones espaciales, temporales y contextuales**.

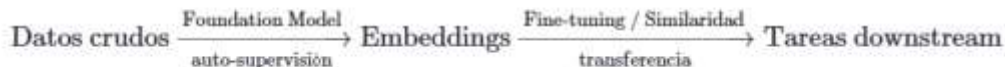
Los *embeddings* satelitales cumplen ese rol: proyectan cada píxel/región a un ***espacio latente de dimensión fija*** donde **proximidad geométrica $\approx$ similitud semántica**.



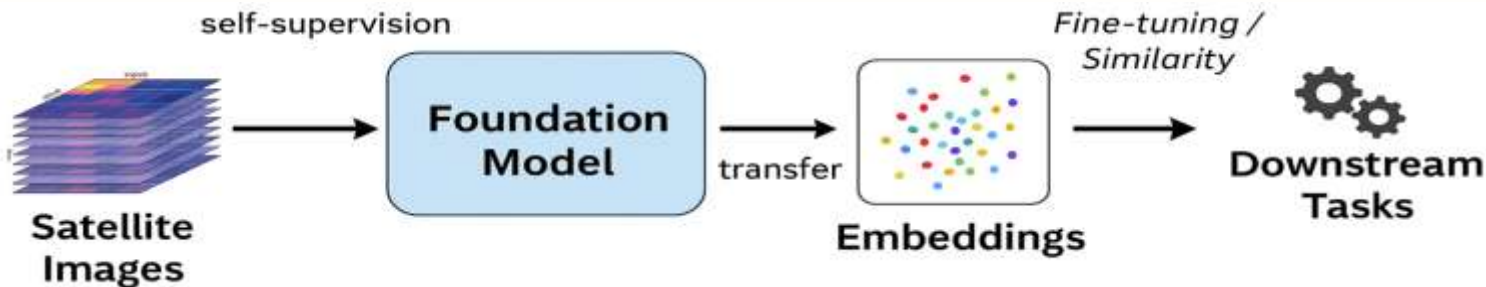


FM4EO: Model Fundacional para Observaciones de la Tierra (EO): ¿Que es un Modelo fundacional?

Un modelo fundacional es aquel que:



- Se **entrena a gran escala** (en millones de imágenes o señales).
- **Aprende representaciones generales** (no una tarea específica): **espectrales, espaciales y temporales**.
- Luego puede **ajustarse o especializarse** (fine-tuning) para tareas concretas: clasificación, segmentación, etc.



<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>



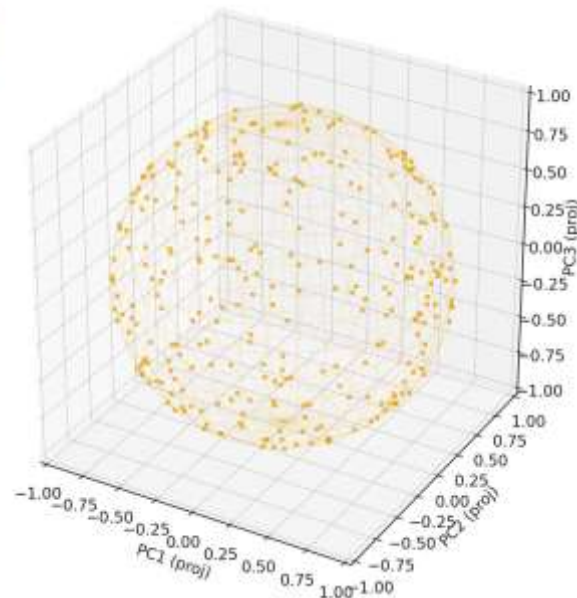
¿Qué es un embedding?

En términos formales, un **embedding** es una función:

$$f : X \rightarrow \mathbb{R}^n$$

donde X representa un **conjunto de observaciones complejas** —imágenes multiespectrales, series temporales o escenas completas—, y $\mathbb{R}^n$ es un **espacio vectorial latente**.

La función f se aprende a partir de grandes volúmenes de datos mediante redes neuronales profundas.



<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>



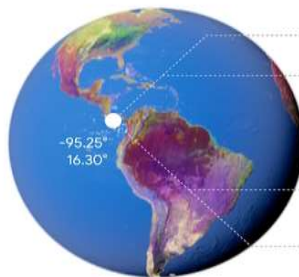


≈ transformación digital en IG, IDE y EO

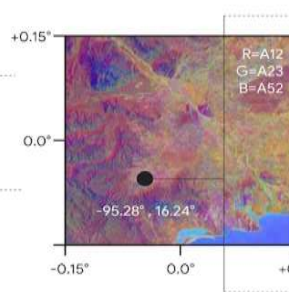
En **teledetección**, la **transición del píxel al concepto** exige representaciones que capten no solo reflectancias puntuales sino también **patrones espaciales, espectrales, temporales y contextuales**.

Los *embeddings* satelitales cumplen ese rol: proyectan cada píxel/región a un **espacio latente de dimensión fija** donde **proximidad geométrica ≈ similitud semántica**.

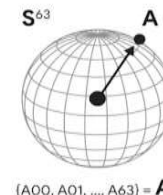
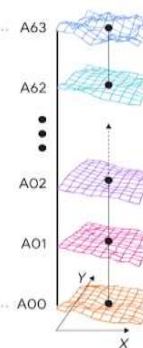
Global Embedding Field



Embedding Axes



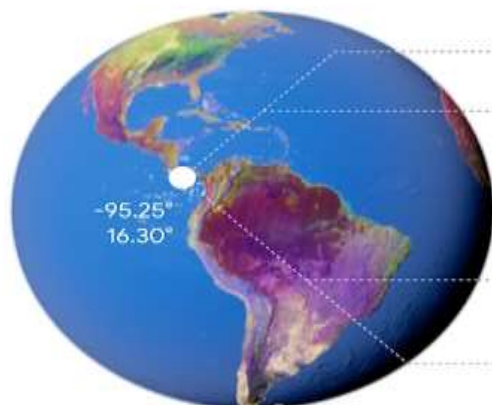
Embedding Vector



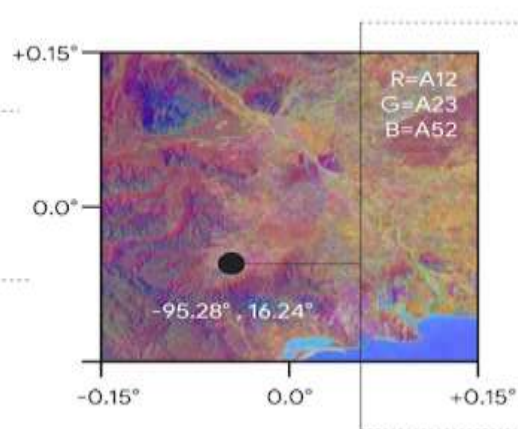


GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales

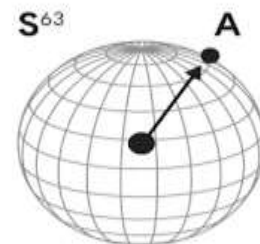
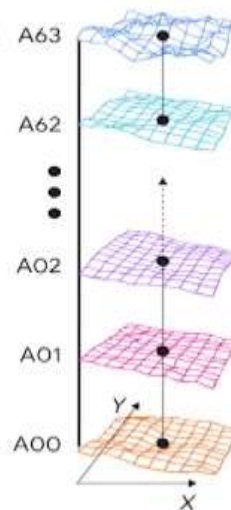
Global Embedding Field



Embedding Axes



Embedding Vector



$$\{A00, A01, \dots, A63\} = \mathbf{A}$$



≈ transformación digital en IG, IDE y EO

En **teledetección**, la **transición del píxel al concepto** exige representaciones que capten no solo reflectancias puntuales sino también **patrones espaciales, temporales y contextuales**.

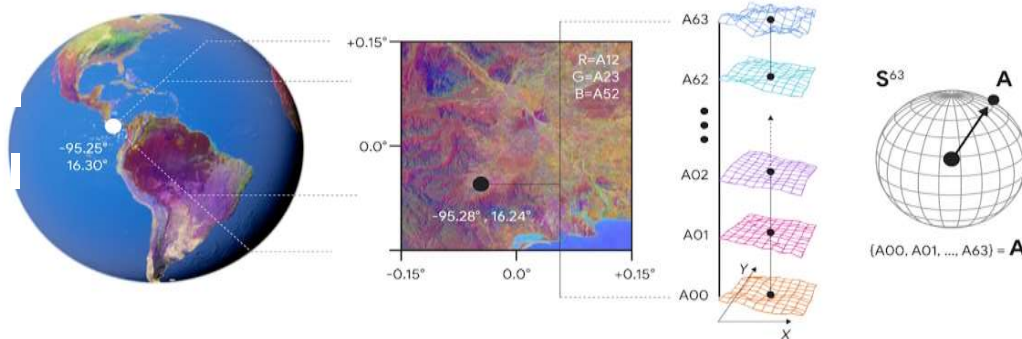
“La teledetección tradicional se basa en **firmas espectrales** obtenidas a partir de reflectancias por píxel, mientras que la **geosemántica estadística** se apoya en **firmas semánticas latentes**, aprendidas por modelos que capturan patrones y significados distribuidos en el espacio.”

Se denominan **representaciones latentes** porque codifican la información interna o no observable directamente de los datos —es decir, sus patrones subyacentes o características abstractas— en un espacio matemático comprimido (*espacio latente*).

Global Embedding Field

Embedding Axes

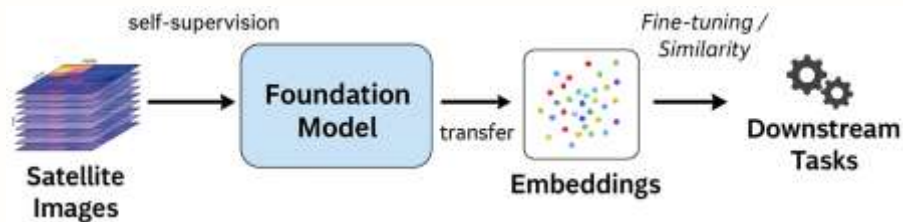
Embedding Vector





GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales

FM4EO



EMBEDDINGS

Los **embeddings** permiten buscar por **concepto** ("lugares similares a este humedal") en lugar de por valor ("NDWI > 0.4").

El **embedding** captura **contexto** más que forma fina

¿Qué son las tareas downstream?

Tareas downstream son las **tareas específicas o aplicaciones finales** que se desarrollan **después** del modelo fundacional o del proceso de *embedding*.

En otras palabras, son las tareas que utilizan las representaciones aprendidas (embeddings) para resolver problemas concretos del dominio geoespacial.

Tipo de tarea downstream	Ejemplo en Observación de la Tierra (EO)
Clasificación supervisada	Identificar coberturas de suelo (urbano, agua, vegetación, nieve).
Segmentación semántica	Delimitar polígonos de uso/cobertura o cultivos.
Detección de cambios	Comparar embeddings de distintos años para localizar áreas transformadas.
Regresión geoespacial	Estimar variables continuas (biomasa, NDVI, humedad del suelo).
Búsqueda por similitud	Encontrar regiones con patrones espectrales o contextuales similares.

En síntesis, las **tareas downstream** representan la **aplicación práctica** del conocimiento aprendido por el modelo fundacional, transformando los *embeddings* en resultados analíticos o mapas temáticos.

<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>

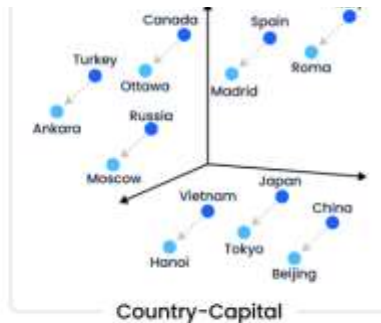
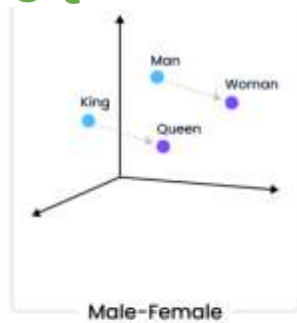


ENCUENTRO DE GRUPOS TÉCNICOS DE TRABAJO



GTT - Ciencia de Datos Geoespaciales

≈ ¿Qué información incrustan los embedding?



En el dominio de la **Observación de la Tierra (EO)** esto significa que cada píxel se asocia a un vector de n-componentes (ej GEE n=64).

Las **relaciones espaciales, espectrales y temporales** se preservan de modo que píxeles *similares en contexto* quedan *cercanos en el espacio latente*.

<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>



≈ ¿Cómo analizamos la similaridad entre dos o más embedding?

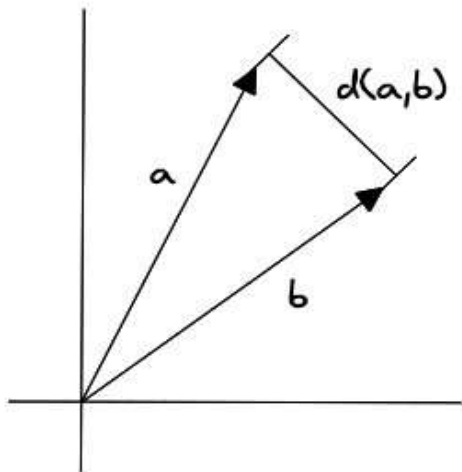
<https://earthengine-ai.projects.earthengine.app/view/embedding-similarity-search>



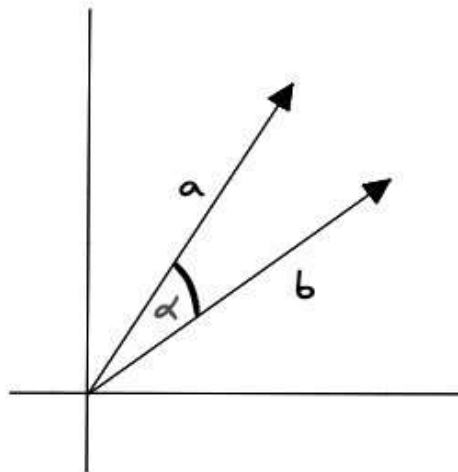


Similarity Metrics

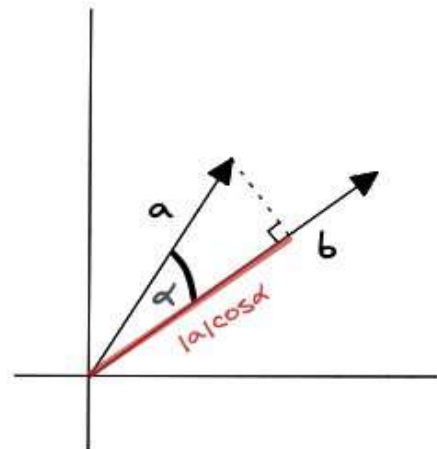
≈ ¿Cuales son las operaciones más importantes entre embedding?



Euclidean Distance



Cosine Similarity



Dot Product



AlphaEarth Foundations de Google es un **modelo fundacional** *entrenado con diversos conjuntos de datos de observación de la Tierra (EO): Landsat (8, 9), Sentinel (1, 2), etc, modelos de elevación, modelos climáticos, textos georreferenciados, etc.*

El modelo se ha ejecutado con series temporales anuales de imágenes y los embeddings resultantes están disponibles como un *conjunto de datos* listo para su análisis en **Earth Engine**.

<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>





AlphaEarth Foundations de Google es un **modelo fundacional**

Este conjunto de datos permite a los usuarios crear cualquier cantidad de aplicaciones de ajuste (**fine-tuning applications**) u otras tareas *sin ejecutar modelos de aprendizaje profundo de alto coste computacional*.

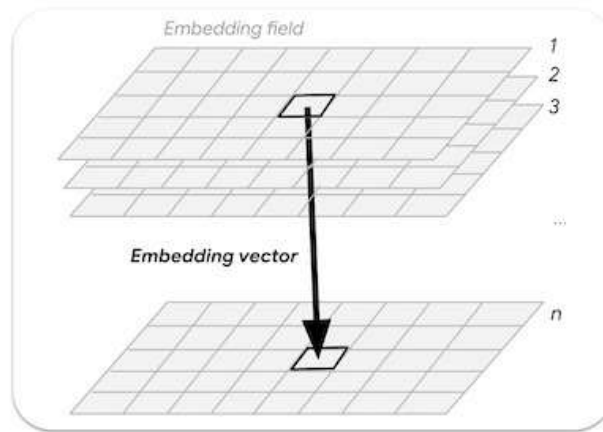
El resultado es un conjunto de datos de propósito general que puede utilizarse para diversas tareas posteriores, como: * Clasificación, * Regresión, * Detección de cambios, * Búsqueda por similitud

<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>



Un **embedding** es una **representación vectorial aprendida** —por ejemplo, un vector de 64 dimensiones— que resume **características espectrales, espaciales y temporales** de un lugar determinado.

Cada píxel o celda (por ejemplo de **10 m**) se asocia a un vector que **no proviene directamente de una banda satelital**, sino del resultado de un **modelo entrenado** que “aprende” los patrones del territorio. En ese vector se codifica información semántica: vegetación, textura urbana, humedad, densidad edilicia, etc.

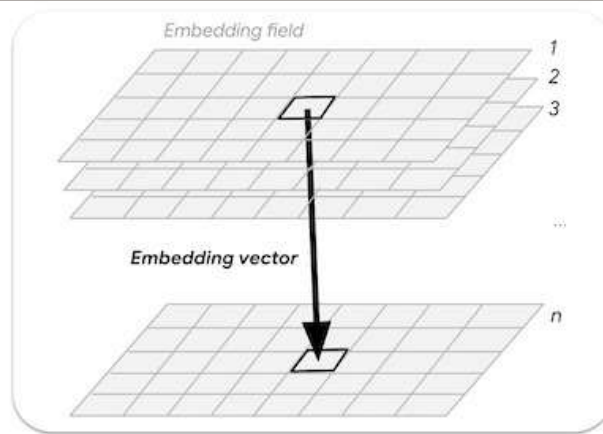


<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>



Campo de embedding

Un campo de embedding es la matriz continua o "campo" de embeddings aprendidas. Las imágenes de las colecciones de campos de embedding representan trayectorias espacio-temporales que abarcan un año completo y tienen 64 bandas (una para cada dimensión de incrustación).



<https://cdg-idera.github.io/geosemantica/intro.html>