

**¿En qué puede trabajar un
ingeniero geomático?
Uso y desarrollo de software**

E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía

¿Cómo he acabado yo
aquí?


P R \emptyset J

(PROJ)

Javier Jiménez Shaw

Ingeniero de Caminos. UPM.

Colaborador de PROJ.

“Expert R&D Software Engineer | Technical Coordinator of SRS team”
en Pix4D (Berlin). 



<https://github.com/jjimenezshaw/>

¿En qué puede trabajar un ingeniero geomático?

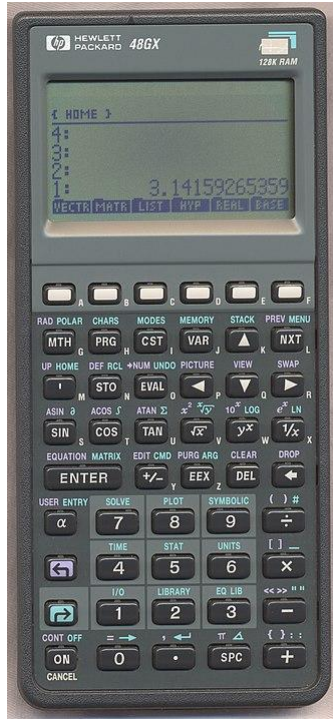
Uso y desarrollo de software



geomática

Del fr. *géomatique*, de *géo-* 'geo-' y la t. de *informatique* 'informática'.

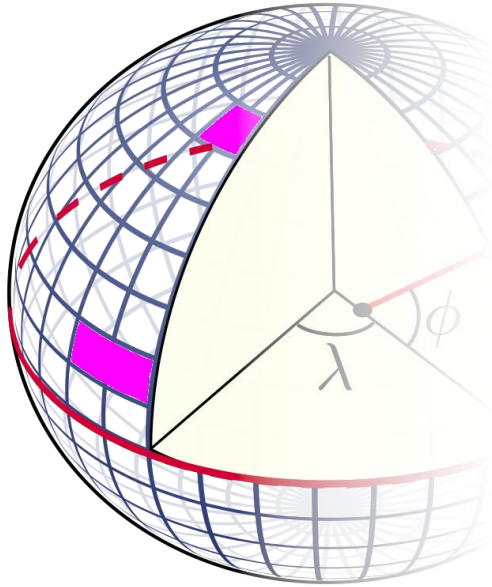
1. f. Disciplina que se ocupa de la obtención, almacenamiento, análisis y explotación de la información geográfica.



¿Por qué tengo que aprender eso si ya lo hace el ordenador?

- ¿Quieres ser un ingeniero geomático, o un aparatista?
- Porque alguien se lo tiene que explicar al ordenador

Sí, las matemáticas se usan



```
// Integrate cos(lat) between south_lat and north_lat  
const double pseudoArea = (e - w) * (std::sin(n) - std::sin(s));
```

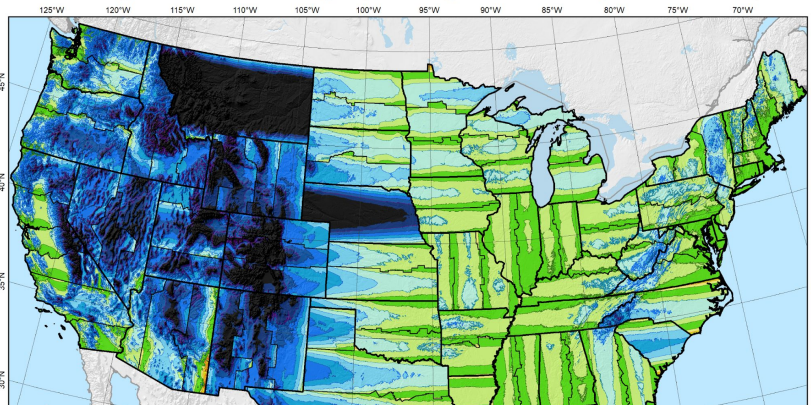
¿Y si no quiero ser un programador profesional?

Hoy en día es terriblemente útil saber algún lenguaje de programación para

- Hacer pequeñas rutinas para procesar datos y ahorrar tiempo
 - Repetir esas tareas cuantas veces quieras (gratis)
 - Minimizar errores
-
- Te va a dar una ventaja competitiva

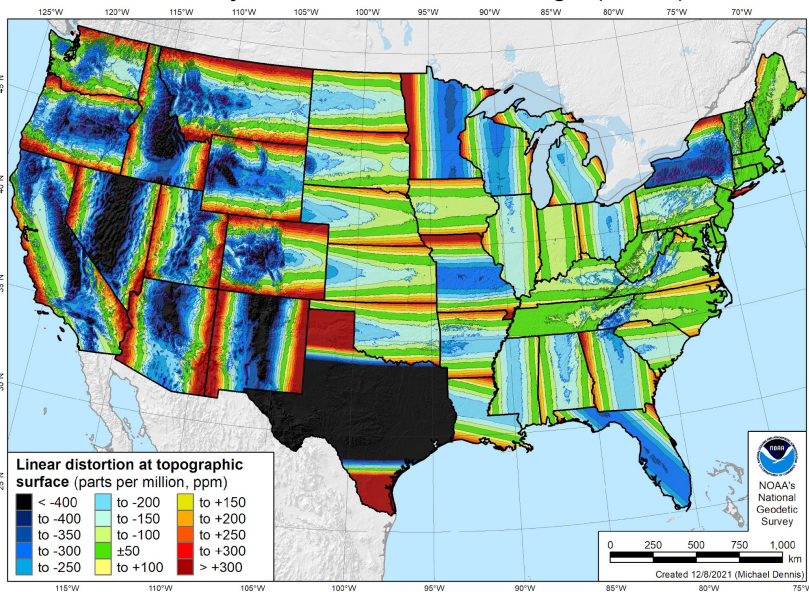
(¿Cuál me recomiendas? Para empezar, python)

Existing SPCS83 zone designs (CONUS), with 2-zone layer for Kentucky

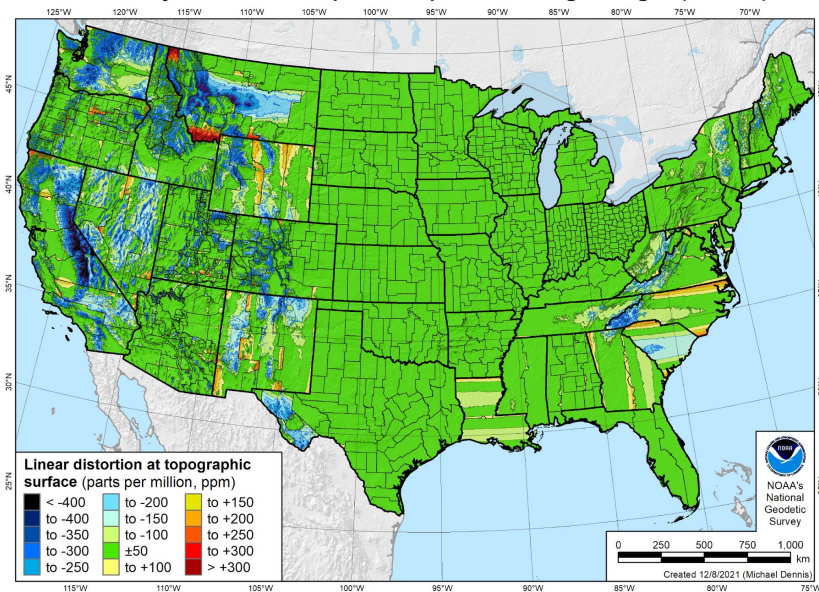


By [Michael Dennis](#)

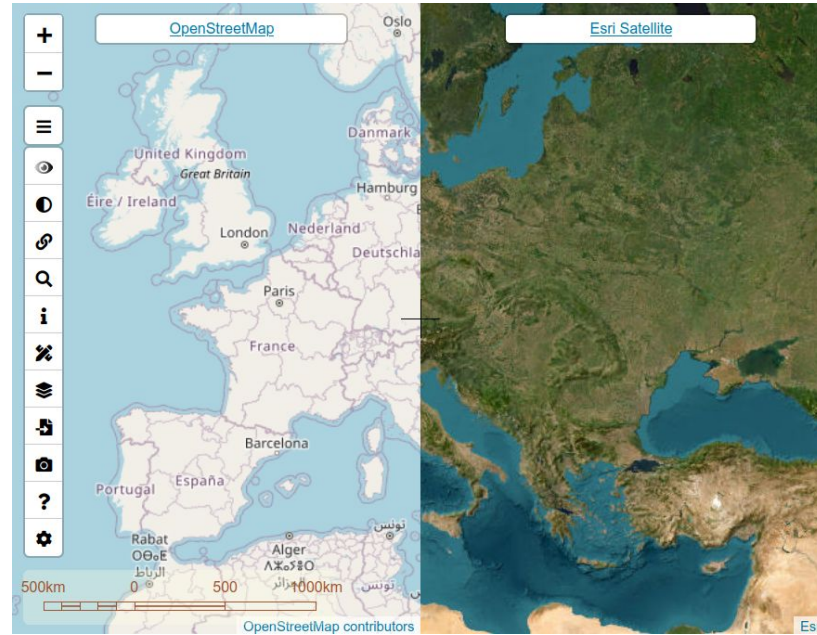
Preliminary SPCS2022 statewide zone designs (CONUS)



Preliminary SPCS2022 complete and partial coverage designs (CONUS)



Programar mapas como hobby



<https://javier.jimenezshaw.com/mapas/>

¿Cómo acabé trabajando en geomática?

➤ Fortran

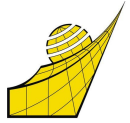
➤ C++

➤ Algoritmos

➤ Fotogrametría - generación de “ortomosaicos”

➤ Georeferenciación

➤ Sistemas de referencia de coordenadas



Pix4D

Empresa de fotogrametría ubicada en Lausanne, Suiza.

Oficinas de desarrollo en Berlín, Madrid y Bucarest. Comercial en USA y Japón.

 **PIX4Dmapper**: fotogrametría tradicional

 **PIX4Dmatic**: fotogrametría

 **PIX4Dsurvey**: vectorización de nubes de puntos

 **PIX4Dcatch**: captura con el móvil (+ RTK)

 **PIX4Dcloud**: ejecuta y visualiza en la nube

Lenguajes de programación

“Seleccione al menos uno”

- Python
- C++
- C
- Java
- JavaScript
- Rust
- C#
- ... otros.

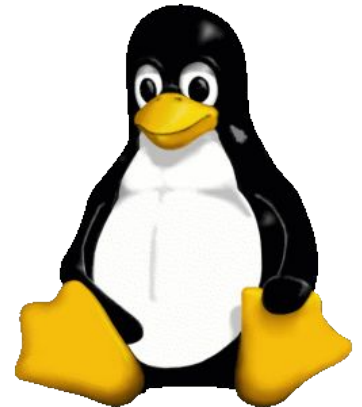


Software libre

En Pix4D usamos muchas bibliotecas de software libre.

Para geomática dos muy importantes:

- **GDAL** “a translator library for raster and vector geospatial data formats”
- **PROJ** “a generic coordinate transformation software that transforms geospatial coordinates from one coordinate reference system (CRS) to another”





FOSS4G

Free Open Source Software for Geospatial - Conferencia internacional.


- 3 días, 11 salas en paralelo de charlas sobre el tema.

Rotate, scale, translate


$$I = cRk' + t$$

I: local coordinate
k': well know projected coordinate
c: scale

R: rotation
t: translation



- Rotate, scale, translate. Can be used with PROJ [Affine transformation](#)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}^{local} = \begin{bmatrix} xoff \\ yoff \\ zoff \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s11 & s12 & s13 \\ s21 & s22 & s23 \\ s31 & s32 & s33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}^{proj}$$


Projections

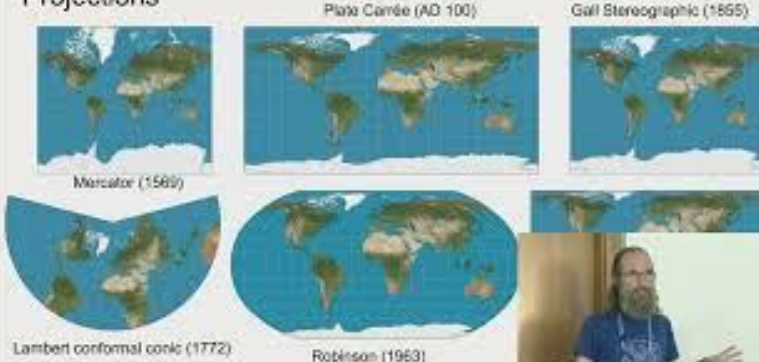



Plate Carée (AD 100)

Mercator (1569)

Gall Stereographic (1865)

Lambert conformal conic (1772)


Robinson (1963)



ArcGIS vs QGIS



Colaborar con software libre

- Empiezas mirando lo que han hecho otros
- Te suscribes a una lista de correo
- Haces correcciones en documentación
- ... o en el código fuente
 - Sólo necesitas una cuenta de [GitHub.com](https://github.com) 
- Acabas añadiendo funcionalidades más complejas

Ejemplo: <https://crs-explorer.proj.org/>
 Web para “explorar” los diversos sistemas de referencia de coordenadas del mundo.



Sticky map | Click the map to select a location. Clicked location: Lat/Lng(40.389139, -3.629883)
 Projected Geographic 2D Geographic 3D Geocentric Geodetic Vertical Compound Other |
 EPSG ESRI IAU_2015 IGNF NKG OGC

Filter by name:

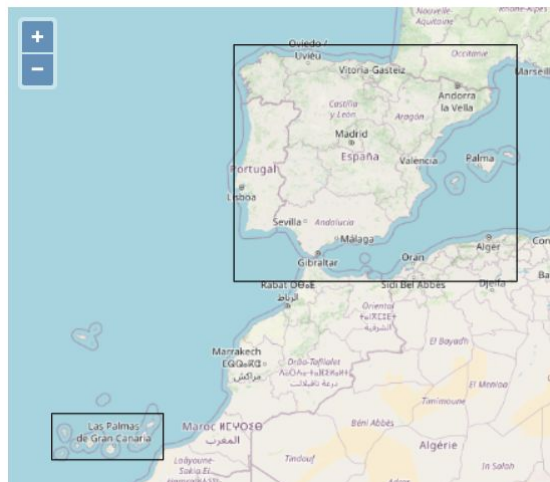
Selected & Filtered Systems (10)

Code ▲	Name	Area of Use	Type	WKT
EPSG:2062	Madrid 1870 (Madrid) / Spain LCC	<input type="checkbox"/> Spain - mainland onshore.	Projected	[1] [2]
EPSG:3034	ETRS89-extended / LCC Europe	<input type="checkbox"/> Europe - European Union (EU) countries ...	Projected	[1] [2]
EPSG:3035	ETRS89-extended / LAEA Europe	<input type="checkbox"/> Europe - European Union (EU) countries ...	Projected	[1] [2]
EPSG:3042	ETRS89 / UTM zone 30N (N-E)	<input type="checkbox"/> Europe between 6°W and 0°W: Faroe Is...	Projected	[1] [2]
EPSG:8858	WGS 84 / Equal Earth Americas	<input type="checkbox"/> World centred on the Americas.	Projected	[1] [2]
EPSG:23030	ED50 / UTM zone 30N	<input type="checkbox"/> Europe - between 6°W and 0°W - Chan...	Projected	[1] [2]
EPSG:25830	ETRS89 / UTM zone 30N	<input type="checkbox"/> Europe between 6°W and 0°W: Faroe Is...	Projected	[1] [2]
EPSG:32230	WGS 72 / UTM zone 30N	<input type="checkbox"/> Between 6°W and 0°W, northern hemis...	Projected	[1] [2]
EPSG:32430	WGS 72BE / UTM zone 30N	<input type="checkbox"/> Between 6°W and 0°W, northern hemis...	Projected	[1] [2]
EPSG:32630	WGS 84 / UTM zone 30N	<input type="checkbox"/> Between 6°W and 0°W, northern hemis...	Projected	[1] [2]

EGM08-REDNAP, modelo de geoide español

Colaboración con el IGN para incluir el modelo de geoide español en PROJ, y actualizar los datos en EPSG.

... y ya puestos, el grid de ETRS89 a ED50.



Latitude: 40.17960749. Longitude: -3.76859428.
Values displayed in their interpolation CRS, and at the closest node.

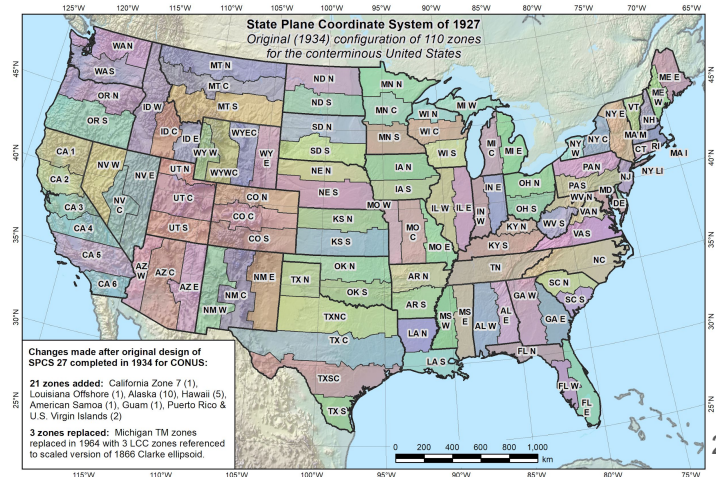
[es_ign_egm08-rednap.tif](#): Spain - mainland and Balearic Islands, Instituto Geográfico Nacional (IGN), ETRS89 (EPSG:4937) to Alicante height (EPSG:5782)

geoid_undulation: 51.291 metre

Trabajar en un software mundial -vs- mi barrio.

Pix4D vende su software en todo el mundo. Hay usuarios con diversidad de requisitos. En los sistemas de referencia de coordenadas hay cierta variedad que no se vive en un sólo sitio, España

- Diferentes sistemas geográficos (¿os han hablado del ED50?)
- Diversidad de geoides
- Axis order
- Feet o US Survey Feet (sólo en USA)
- Actualizaciones por terremotos o fallas
- ¿Cuál es el sistema vertical?
- Diferencias con WGS84



Think International

- Hay muchos formatos de fecha
 - May 4th 2023 | 4-5-2023 | 5-4-2023 | 4.5.2023 | 2023-05-04 ...
- No todo es Sistema Internacional
 - EPSG:2283 “NAD83 / Virginia North (ftUS)”
- Formato de número: símbolo decimal y de millares
 - 2 537,098 | 2.537,098 | 2537.098 | 2,537.098 | 123.456
- Husos horarios (time zone)
 - Guarda las fechas y horas siempre con su “time zone”



PROJ

“PROJ is a **generic coordinate transformation** software that transforms geospatial coordinates from one coordinate reference system (**CRS**) to another. This includes **cartographic projections** as well as **geodetic transformations**.”



Oye, ¿no dijiste que empezara con Python? 

PYPROJ

Ejemplos de mis últimos desarrollos

- Buscar y añadir más modelos de geoide (los usuarios cada vez lo piden más)
- Cálculo del factor de distorsión lineal, incluyendo el efecto de altura, con derivadas numéricas para cualquier sistema de referencia.
- Site Localization (o site calibration - [paper en inglés](#)) : Georeferenciación de sistema de coordenadas arbitrarios (no georeferenciados), usando software y formatos libres.

Errores típicos

- Coordenadas sin sistema de referencia. ¡No lo des por hecho!
- Alturas sin sistema de referencia (¿elipsoidal u ortométrico?)
- ¡GCPs (ground control points) siempre con sistema de referencia, por favor!
- Orden de las coordenadas, no lo des por obvio. (lat-lon, x-y)
- RTK está en WGS84 (EPSG:4326). No, no lo está.
- WGS84: “I don’t know, I don’t care”.



En resumen

- Saber programar es muy útil, también si no trabajas de programador.
- Desarrollador de software es una salida profesional (no sólo en geomática).
- El software libre en GIS es muy potente.
- Colaborar con el software libre es interesante y útil. Y haces amigos.



¡Gracias!

