



Recuperación de datos históricos de geología estructural con GeonetDigitizer[®], PostgreSQL y PostGIS

Ludger O. Suárez-Burgoa (PhD.)

10 de octubre de 2014



Resumen

Se presenta la experiencia ganada en el proceso de recuperación de información histórica —de las tesis de pregrado y postgrado de la Universidad Nacional de Colombia— con el uso de un código en Matlab[®] (llamado GeonetDigitizer[®]) escrito especialmente para digitalizar datos presentados en la proyección esférica, y con el apoyo de dos programas (bajo la misma licencia) como el manejador de bases de datos PostgreSQL y el sistema de información geográfica PostGIS. Los datos recuperados servirán para aportar con información a las investigaciones actuales; ambos bajo un proceso de integración de datos geomatemáticos.

Palabras clave: proyección esférica, digitalización, manejador de base de datos, sistema de información geográfica, licencia abierta.



Datos históricos

Datos pasados que usualmente sirven como base para verificar, corroborar o predecir la tendencia de datos presentes y futuros.

En este caso se trata de datos de *geología estructural*.



Representación de datos estructurales

En geología estructural, las orientaciones de planos y líneas espaciales se representó con la ayuda de:

1. proyección de Monge;
2. proyección esférica:
 - estereográfica;
 - equi-areal.
3. proyección isométrica.

Antes del uso extensivo de los computadores, los datos estructurales quedaron plasmados en *representaciones gráficas*.



Representación gráficas

Una gráfica puede representarse en el espacio bidimensional (\mathbb{R}^2)

- copia física (diferentes tipos de papel);
- copia digital:
 - formato *raster*;
 - formato vectorial (reglas de la topología).



Representación gráficas

Una gráfica puede representarse en el espacio tridimensional (\mathbb{R}^3)

- modelo físico;
- modelo virtual:
 - formato *raster*;
 - formato vectorial (reglas de la topología).



Proyección esférica

Inventada y usada por los griegos. Retomada en la geología a finales del siglo XIX, difundida a inicios del siglo XX [1] y aplicada intensamente a partir de mediados del mismo siglo.

Coordenadas Cartesianas en $\mathbb{R}^3 \leftrightarrow$ Coordenadas esféricas en \mathbb{R}^2

Con la proyección esférica

- los planos en \mathbb{R}^3 se convierten en un arco circular en \mathbb{R}^2 ;
- las líneas en \mathbb{R}^3 se convierten en un punto en \mathbb{R}^2 .



Es la representación más usada en geología estructural, *v.gr.* la mayoría de los datos de *estructuras geológicas* se han presentado en la *proyección esférica*,

- en Alemania, desde la década de los 20's del siglo pasado;
- en EE.UU., desde la década de los 50's;
- en el resto del mundo, más generalizado desde la década de los 70's;
- en América Latina desde la década de los 80's.



Antecedentes

1. A nivel local (Colombia) se tiene un rango de al menos 20 años donde se ha presentado datos en formato impreso en la proyección esférica.
2. Un 90 % de la representación gráfica en estas proyecciones no tienen respaldo de los datos numéricos.
3. La información dada en la proyección esférica no se puede *digitalizar* de forma corriente.
4. No existe un programa bajo licencia libre (ni comercial, aparentemente) que permita la digitalización de datos en la proyección esférica.

Se decidió crear un programa de *digitalización* de datos en proyección esférica.



GeonetDigitizer[®] versión 0.1 (β)

1. Programa en Matlab[®].
2. Creado por el grupo de investigación de *Geología Matemática*.
3. Posibilita el digitalizado datos en proyección esférica:
 - a) Equi-angular.
 - b) Equi-areal.
4. Código abierto, libre y gratis.





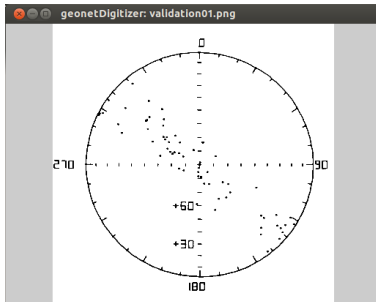
Fundamento teórico

Se basa en dos *transformaciones* en diferentes espacios.

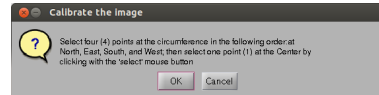
1. Transformación afín no-reflectiva de $\mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$.
2. Transformación inversa del plano a la esfera unitaria de $\mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$.



Interfase gráfica y manejo sencillos



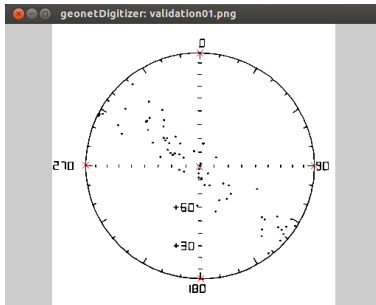
(a) Estado al iniciar el código



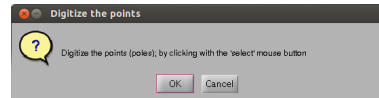
(b) Indica qué puntos se usan para calibrar



Interfase gráfica y manejo sencillos



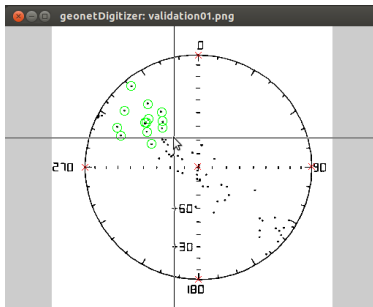
(c) Estado después de especificar los puntos de calibración



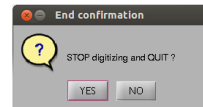
(d) Indica el inicio de la digitalización



Interfase gráfica y manejo sencillos



(e) Estado durante la digitalización



(f) Pregunta si finaliza la digitalización



Ejemplo

Este ejemplo es un caso de digitalización de datos históricos. Los datos del presente ejemplo fueron tomados de la Figura 5a del artículo de Reiche [2]. Los datos tienen más de $\frac{3}{4}$ de siglo publicados, por tanto son datos históricos.

La gráfica está en una proyección stereográfica Wulff en el hemisferio sur, donde los puntos son los polos de los planos de estratificación tomados en un afloramiento en el cañon De Chelly, de la formación del mismo nombre, cerca de la localidad de Chin Lee en el estado de Arizona (EE.UU.).

El código que hace correr el programa para esta digitalización en particular es:

```
digitTrendPlungeArray =digitizestereoplots( 'Reiche1938Figure05a.png', ...  
    'equalarea' );
```



Los valores fueron transformados de (acimut, cabeceo) a (dirección de buzamiento, buzamiento) y luego redondeados al entero más cercano con la siguientes expresiones:

```
digitRoundedTrendPlungeArray =round( digitTrendPlungeArray );  
digitRoundedDipdirDipArray =dipdirdip2polearray ...  
( digitRoundedTrendPlungeArray );
```

La gráfica puede obtenerse con la función `plotplaneorientationdatanum`, función creada para graficar los resultados:

```
plotplaneorientationdatanum( digitRoundedTrendPlungeArray, ...  
[], 'equalarea', 'kx', 'b', true);
```

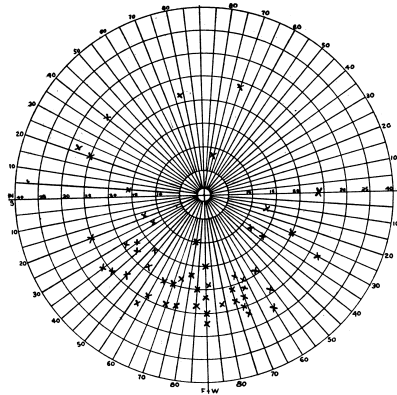



Figura 1: Imagen original de los datos históricos [2].



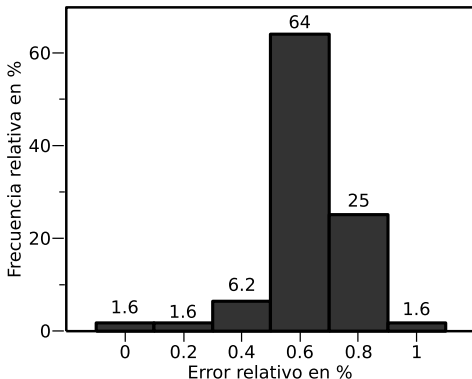
Cuadro 1: Resultado del proceso de digitalización.

ζ_{dir}	ζ	ζ_{dir}	ζ	ζ_{dir}	ζ	ζ_{dir}	ζ	ζ_{dir}	ζ
199	51	300	58	055	56	000	31	345	49
168	46	306	25	051	53	327	40	352	50
193	18	306	31	046	49	327	52	000	58
130	55	073	27	033	57	330	59	360	53
112	60	063	25	030	52	341	39	005	50
110	53	011	21	039	40	337	42	000	46
095	33	070	54	026	42	339	45	359	40
270	51	056	36	020	42	345	44	005	42
283	28	059	40	016	38	340	49	015	51
295	42	051	38	010	35	340	57	021	52
		043	33			342	53		



Validaciones

Se encontró un error menor al 1 % (*v.gr.* $e_{\text{tot}} < 0,01$), siendo el error más frecuente está en el intervalo de [0,5 %; 0,7 %].





Los datos se relacionan a un *espacio geográfico*



(a) manejador de BD



(b) BD geográfica



La estructura de la base de datos

```
CREATE SEQUENCE datasequence05 START 1;
CREATE TABLE firstAttempt.measurements (
  measurementId      INTEGER      NOT NULL PRIMARY KEY DEFAULT nextval('datasequence05') ,
  elevation           FLOAT
  ,
  stationId           INTEGER      REFERENCES firstAttempt.pointStations(stationId)
  ,
  planeformatId       INTEGER      REFERENCES mainSchema.planeOrientFormats(planeformatId),
  planeOrientation    VARCHAR(6) [3]
  ,
  planeTypeId         INTEGER      REFERENCES mainSchema.planeTypes(planeTypeId)
  ,
  rockmatUnitId       INTEGER      REFERENCES attributesSchema.rockmatUnits(rockmatUnitId),
  discontDescription  VARCHAR(2048)
);

INSERT INTO firstAttempt.measurements ( elevation, stationId, planeformatId, planeOrientation,
planeTypeId, rockmatUnitId ) VALUES ( '1790', '2', '3', '{N05E, W, nan}', '1', '1' );
INSERT INTO firstAttempt.measurements ( elevation, stationId, planeformatId, planeOrientation,
planeTypeId, rockmatUnitId ) VALUES ( '1810', '2', '3', '{N46E, 54SE, nan}', '1', '1' );
```



En la actualidad

1. Se está trabajando en la integración de estos códigos para conformar una base de datos robusta.
2. Se está recuperando datos históricos de tesis de la Facultad de Minas desde 1983 hasta 1992 (en primera instancia).



Documentos recuperados

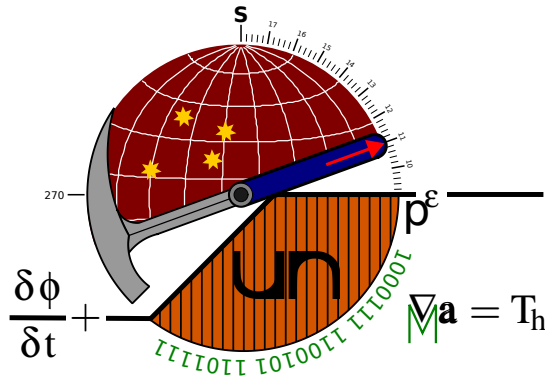
- [1] I.D. Arango Cruz and L.F. Monotoya Osorio. Fracturamiento del Batolito Antioqueño y sus relaciones tectónicas e hidroestructurales. Bsc. thesis, Departamento de Recursos Minerales y Energéticos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 1982. T551.8 A71.
- [2] V.R. Escobar Medina and M.T. Alzate Castaño. Estabilidad de taludes y su aplicación práctica en las carreteras Amagá, La Albania, Titiribí y Amagá, La Albania, Bolombolo. Bsc. thesis, Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, Feb 1986. T624.151363/E72.



- [3] J. Restrepo and L.E. Mesa. La falla romeral y sus implicaciones estructurales y geotécnicas entre Caldas y La Estrella. Bsc. thesis, Departamento de Recursos Minerales y Energéticos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, Dec 1983. Tesis 30.17.
- [4] L.M. Tamayo. Análisis y mediciones de mini-estructuras en la anfibolita del grupo Ayurá-montebello. Bsc. thesis, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, Nov 1984. T551.8 T15.
- [5] S. Uribe Velazquez. Estudio geológico y estructural de la mina La Margarita, Titiribí–Antioquia. Bsc. thesis, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 1992. T553.20986126/U74.



Grupo de Geología Matemática





Referencias

- [1] W.H. Bucher. The mechanical interpretation of joints. Part I. *Journal of Geology*, 28:707–730, 1920.
- [2] P. Reiche. An analysis of cross-lamination: The Coconino sandstone. *Journal of Geology*, 46(7):905–932, 1938.