

# Producto Gravimetría e integración de restricciones

Leonardo Andrés Jofré Flor

6 de marzo de 2014

## Descripción del software

Este software permite obtener la estimación de la superficie de quiebre dadas las diferencia gravedad medidas en dos fechas específicas. Además permite la visualización de la superficie de quiebre, la triangulación de Delaunay empleada para discretizar el dominio, la posición y las restricciones propias de la mina que pueden ser sondajes, cotas superiores y/o inferiores.

La interfaz de usuario tiene por objetivo el uso directo, sin necesidad de intervención del código fuente. También provee de visualización de la superficie para el usuario final y una consola de mensajes (advertencias, errores y cálculos importantes).

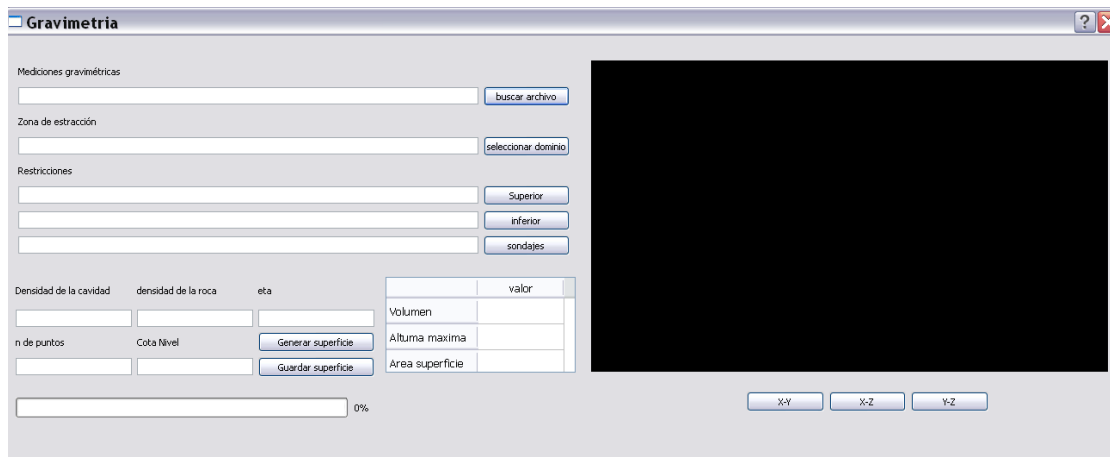
Este software ha sido probado en Windows XP, Windows 7, ubuntu 13.10 y Mac OSX.

## Instalación

Se provee de un instalador el cual dará las instrucciones necesarias para instalar el software de gravimetría de forma intuitiva.

## Interfaz de usuario

Al ejecutar la aplicación “gravimetría” se levanta una GUI para ingresar los datos, visualización de la superficie estimada y guardar los resultados en forma de archivo texto. Además un terminal para visualizar mensajes.



## tipo de datos e ingreso de datos

El ingreso la información hace de dos maneras distintas: mediante archivos y parámetros. Los archivos contienen mediciones específicas, en cambio los parámetros son valores que denotan cantidades físicas o cualidades de la estimación (precisión, suavidad de la superficie). Los archivos pueden tener cualquier nombre, pero a modo de recomendará un formato específico. Además hay archivos que son obligatorios para hacer una estimación y otros que son opcionales. Todos los parámetros son obligatorios.

1. Mediciones gravimétricas (archivo de texto obligatorio): Contiene las mediciones de gravedad de las calles, se pueden ver ejemplos en la carpeta “gravedad”. El formato estándar es med-{id}-aaaa-mm-dd., por ejemplo, el archivo de las mediciones gravimétricas de Pilar Norte el día 15 de Diciembre de 1985 debe estar en un archivo con el nombre med-pn-1985-12-15.{txt|csv}. El formato de este archivo es un csv separado por comas con las posición y las mediciones de gravedad.
2. Zona de extracción (archivo de texto obligatorio): puntos con los vértices que destruyen el borde de la mina, se pueden ver ejemplos en la carpeta “dominios”. Como la zona de extracción va variando en el tiempo, es recomendable del formato zon-{id}-aaaa-mm-dd.{txt|csv}. Por ejemplo, la zona de extracción de pilar norte para el día 15 de diciembre de 1985 debe tener el nombre zon-pn-1985-12-15.{txt|csv}. El formato de este archivo es un csv separado por comas con la componente  $x$  y la componente  $y$  de cada vértice de la zona de extracción.
3. Restricción superior (archivo de texto opcional): Superficie que tiene como objetivo ser una cota superior de la estimación, se pueden encontrar ejemplos en la carpeta “restricciones” que viene en la instalación del software.
4. Restricción inferior (archivo de de texto opcional): Superficie que tiene como objetivo ser una cota inferior de la estimación, se pueden encontrar ejemplos en la carpeta “restricciones” que viene en la instalación del software.

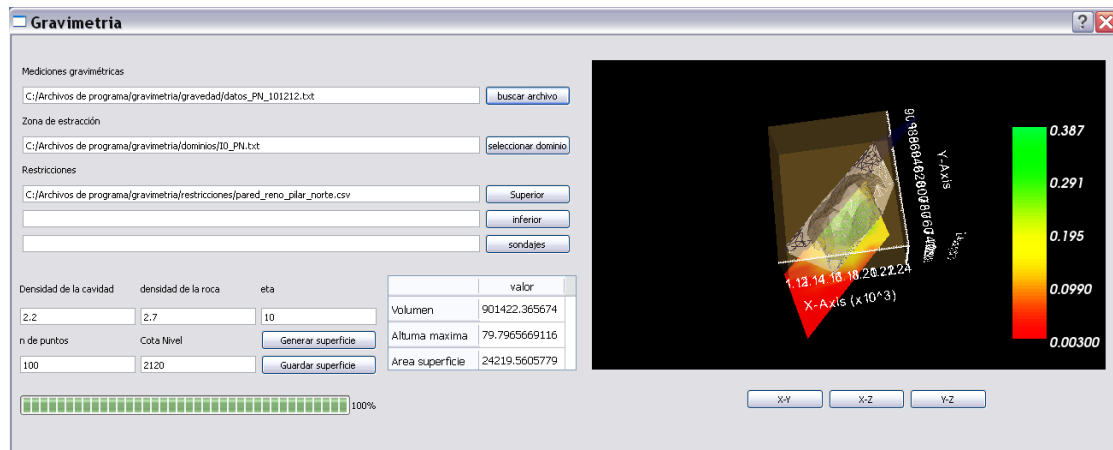


Figura 1: resultados

5. Sondajes (archivo de texto opcional): sondajes de la mina, segmentos de rectas que conectan o no la superficie que se quiere estimar. Es formato de este archivo es un csv de 7 columnas, las primeras 3 representan la coordenada del punto inicial del sondaje, las siguientes 3 las de la coordenada final del sondaje y la última columna un flag que indica si ese sondaje pasa por la superficie.
6. Densidad de la cavidad (real positivo): Atributo que representa la densidad media de la cavidad.
7. Densidad de la roca (flotante positivo): Atributo que representa la densidad media del macizo.
8. eta (flotante positivo): factor de regularización de la superficie, tiene por objetivo la suavización.
9. n de puntos (entero positivo): cantidad de puntos con el que se va a triangular el dominio
10. altura (flotante positivo): altura base de la mina.

## resultados obtenido

### Visualización

Después de los cálculos se obtiene una visualización interactiva en la que se encuentra de la superficie estimada, la triangulación del dominio y las restricciones de la cavidad (cotas superiores, inferiores, sondajes).

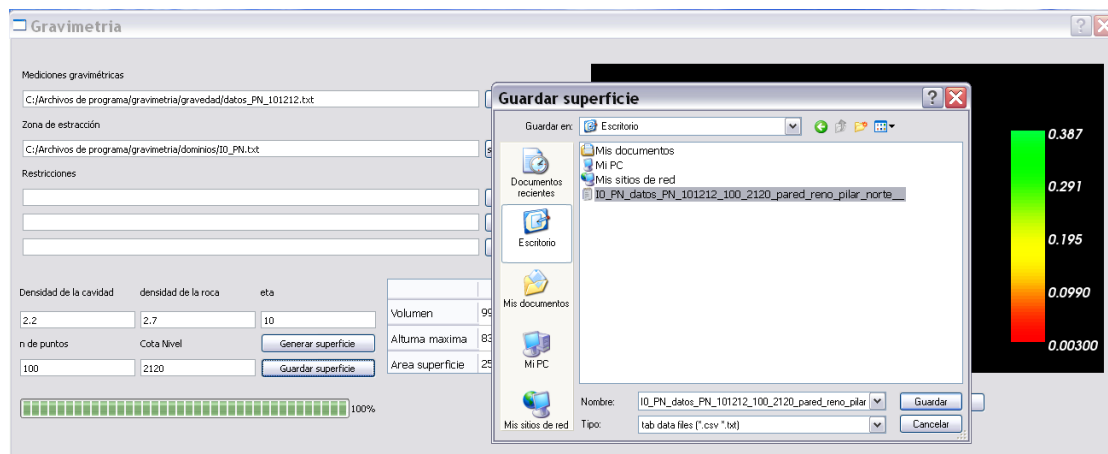


Figura 2: guardar superficie estimada por gravimetría

## Guardar resultados

Hacer click en el botón “Guardar superficie” nos permite salvar el resultado en un archivo de texto plano.

## Ejemplo

Estos ejemplos fueron creados en un computador con windows XP de 32 bits. Todos los archivos a los que se hacen referencia se encuentran disponibles en la carpeta “linea\_gravimetria” dentro del proyecto entregado en el CD del software.

## Pilar Norte

En este ejemplo utilizaremos los datos que provee codelco para la mina Pilar norte. Las diferencias de gravedad son las dadas para la fecha 10 de Diciembre del 2012 y se empleará un dominio dado por el archivo I0\_PN.txt que contiene el poligono de socavación. Como restricción superior se usará la cota dada por la Pared Reno. Como densidad del quebrado se usará una densidad recomendada de 2.2 y la densidad de la roca será la densidad promedio 2.7. El suavizamiento tendrá un valor de 10, que es una medida adimensional. El número de puntos que representa la precisión de la superficie estimada será para nuestro ejemplo, de 100 puntos por estimar. La cota de undimiento que es la altura de la linea base de la mina tiene el valor de 2120 metros. Para visualizar los sondeos que también servirán como restricciones para la estimación se agregará un archivo de los obtenidos el 2013, el formato de este archivo ya ha sido explicado anteriormente.

El resultado de la rutina es la visualización así como el presente manual explica y los siguientes valores numéricos:

1. El volumen estimado de la cavidad es de  $868571.80 \text{ m}^3$

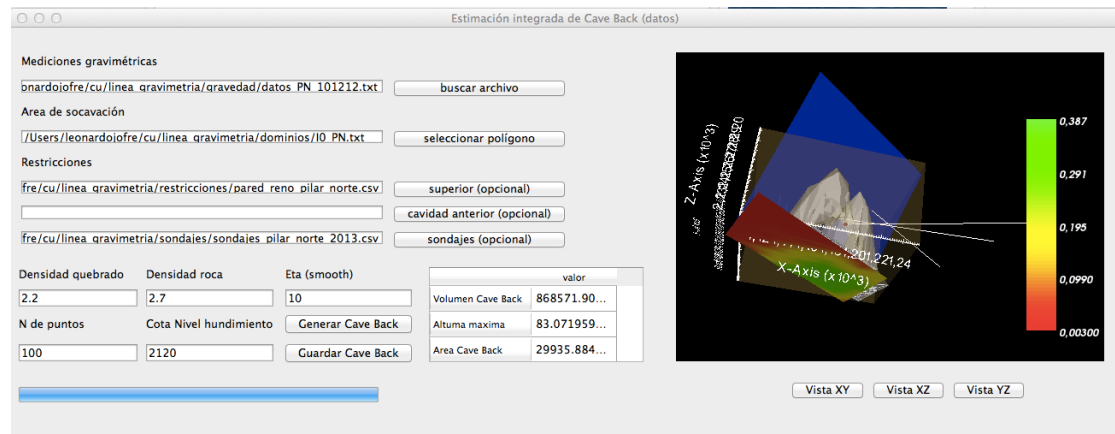


Figura 3: Ejemplo de funcionamiento con datos de pilar norte

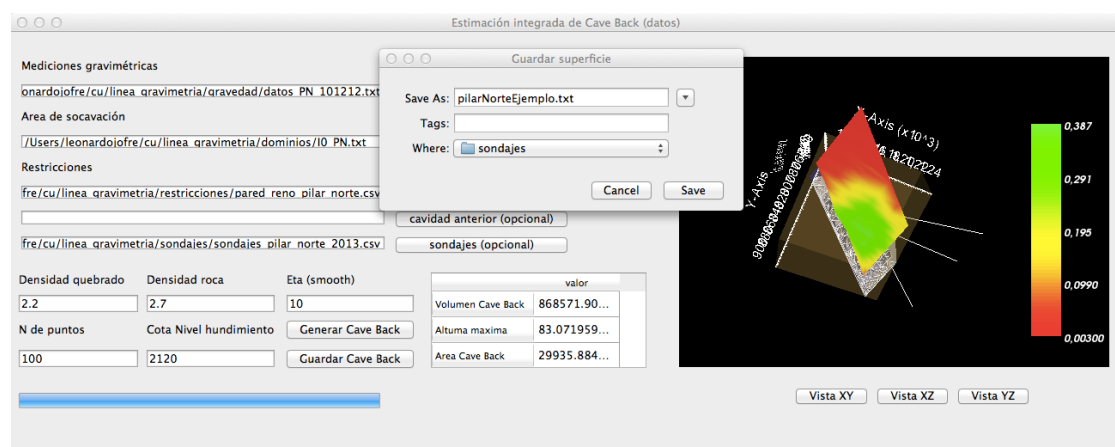


Figura 4: Guardando una superficie en un archivo de texto

2. La altura máxima de la cavidad es de 83  $m$
3. El area del manto de la superficie estimada es de  $29935,884m^2$

Finalmente se guarda el archivo con la estimación para ser estudiada o utilizada como input para otro software:

## Futuras mejoras

En el desarrollo se identificaron algunas oportunidades de mejorar y extender el código, por una parte desde el punto de vista de la implementación y por otra parte desde un punto de vista teórico.

1. considerar geometrías más generales que una función de altura para representar el back caving.

2. Considerar como restricción el volumen extraído.
3. eliminar la librería VTK para la triangulación del dominio y remplazarla por python-triangle que genera mallados considerando la calidad de los triángulos.
4. Agregar la opción de agregar superficies de comparación al software.
5. Integrar la superficie obtenida por el CME3D como restricción superior a la estimación por gravimetría