



Topografía Aplicada a la Ingeniería

Práctica 3. Procesado automático de observables de campo





Julio Manuel de Luis Ruiz Raúl Pereda Gracía

Departamento de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica

> Este tema se publica bajo Licencia: <u>Creative Commons BY-NC-SA 4.0</u>





TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA

Práctica Número 3.-

PROCESADO AUTOMÁTICO DE OBSERVABLES DE CAMPO.

Alumnos que forman el Grupo:	
1	
2	
3	
4	
Grupo:	Fecha:
Grupo: Observaciones:	Fecha:
Grupo: Observaciones:	Fecha:
Grupo: Observaciones:	Fecha:

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 1 TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).





1.- JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.

En la Práctica Número 1.- "*Repaso de las herramientas clásicas de cálculo*" se revisaron los procedimientos teóricos impartidos en la asignatura "*Topografía y Geodesia*" que permiten calcular las coordenadas de una nube de puntos con las que posteriormente generar un Modelo Digital del Terreno. En esta práctica se pretende analizar pormenorizadamente las herramientas informáticas que el usuario tiene a su disposición para resolver el cálculo masivo de nubes de puntos por procedimientos cuasi-automáticos, de forma que optimizando el proceso consiga mejorar el rendimiento, comodidad, evitando además los errores groseros que habitualmente se comenten cuando se lleva a cabo el procesado manual de los datos de campo.

La eficacia y rendimiento que hoy día se exige en el mundo profesional vienen respaldados por el instrumental y el manejo integral que el operador debe tener de este tipo de equipos y procesado de sus observables son cuestiones que en el sector tienen plena vigencia, además de estar perfectamente consolidadas. Todos estos factores hacen que la presente práctica este plenamente justificada y además se pueda considerar la adquisición de estos conocimientos como fundamentales para la buena formación topográfica.

2.- OBJETIVOS.

Como principal objetivo se pretende la familiarización de los alumnos con software de tipo generalista que sin permitir el procesado de los observables de forma automática, si lo hace de forma cuasi-automática, teniendo la ventaja de la gran difusión y fácil adquisición de dicho software.

- 1. Refuerzo del cálculo de poligonales encuadradas o cerradas, sus cierres y la posterior compensación si las tolerancias establecidos lo permiten. Repaso del cálculo de las diferentes intersecciones llevadas a cabo para la obtención de las coordenadas de determinados vértices topográficos, así como sus tolerancias.
- 2. Refuerzo en el manejo de los ficheros de observables que generan las Estaciones Topográficas, adquiriendo destreza y agilidad en el manejo, interpretación y edición de los observables contenidos en dichos ficheros, mediante editores de texto.
- 3. Importación de los ficheros de campo, una vez editados, al software con el que se pretende desarrollar el cálculo de coordenadas, las potentes hojas de cálculo.
- 4. Programación de las expresiones que permiten la obtención de las coordenadas de la nube de puntos, bajo las premisas de cálculo establecidas en la práctica número de esta asignatura y en la asignatura de *"Topografía y Geodesia"*.
- 5. Calculo masivo de coordenadas y adecuación de los resultados a los diferentes formatos que son capaces de asumir las aplicaciones informáticas que permiten la generación y edición de Modelos Digitales del Terreno.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 2 TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).





3.- DESARROLLO DE LA PRÁCTICA Y CONTENIDO.

Para el desarrollo de la práctica, será necesario que los alumnos hayan calculado previamente las coordenadas de la red de vértices existente en el Campus Universitario por procedimientos clásicos, ya desarrollados en la primera práctica de esta asignatura y que a modo de comprobación se entregan a continuación.



Figura Número 1.- Ubicación aproximada de la red de vértices topográficos.

ESTACIÓN	Coord_X	Coord_Y	Coord_Z
B01	414.891,848	4.799.013,004	41,105
B02	414.902,988	4.798.944,263	38,441
B03	414.913,626	4.798.856,887	39,169
B04	414.976,606	4.798.865,452	43,218
B05	415.025,461	4.798.870,599	46,961
B06	415.013,914	4.798.962,382	46,428
B07	415.004,683	4.799.024,099	47,134
B08	414.952,322	4.799.024,552	48,117
B09	414.958,699	4.799.011,061	44,432
B10	414.961,549	4.798.981,174	42,583
B11	414.964,674	4.798.956,820	42,502
B12	414.970,417	4.798.915,862	42,500
B13	414.993,944	4.798.959,672	46,203
B14	414.939,674	4.798.948,379	41,966

Tabla Número 1.- Coordenadas de la red de vértices.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 3 TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).





Una vez realizada la comprobación del cálculo de coordenadas de la red de vértices, se iniciará el procedimiento de edición de los ficheros de campo. En dicho procedimiento se subsanaran los posibles errores cometidos en la captura de los datos de campo y se unirán en un único fichero todas la observaciones.

A continuación se exportarán dicho fichero a la hoja de cálculo con la que se plantea realizar el procesado de datos, para a posteriormente programar las expresiones de cálculo de coordenadas. Una vez obtenidas las coordenadas de la nube de puntos se platearan las diferentes alternativas y formatos de los resultados obtenidos.

4.- MATERIAL E INSTALACIONES.

Se emplearán los equipos informáticos existentes en el aula de informática asignada para la impartición de docencia.

5.- MODO OPERATIVO.

5.1.- Introducción a las herramientas informáticas.

En la actualidad existen un sinfín de herramientas informáticas especializadas en ámbitos topográficos, que permiten el cálculo y posterior representación de los puntos de forma prácticamente automática, el inconveniente es que esas herramientas no suelen ser de libre difusión. En esta asignatura y con el objetivo de que el alumno pueda trabajar se pretende utilizar otras herramientas que no siendo específicamente topográficas, si que permiten el cálculo y la posterior representación, aunque no sea de forma tan automática como las anteriores, teniendo éstas la ventaja de ser de "libre" difusión.

En esta línea, las herramientas que se utilizarán son un Editor de Textos, concretamente Word y una hoja de cálculo, concretamente Excel, todos ellos en el entorno de Microsoft Office, por ser una de las plataformas informáticas más extendidas en la actualidad y a la cual pueden acceder todos los alumnos, tanto en los ordenadores del Aula como la Sala de Informática.

5.2.- Editor de textos.

Las posibilidades que reportan los editores de texto, son que permiten la identificación de los datos de campo, y la posible subsanación de errores cometidos en la captación de observables, nombre de estación, alturas de instrumento, nombre de puntos observados, alturas de prisma, etc. Sin embargo los editores de texto tienen una limitación que les convierte en una herramienta de paso, siendo esta fundamental la imposibilidad de desarrollar ningún tipo de cálculo, por otro lado objeto fundamental de esta práctica.

Los ficheros que generan las estaciones topográficas se caracterizan por tener formato ASCII, lo que permite importar dichos ficheros de forma sencilla a cualquier editor de textos que previamente se encuentre instalado en el equipo. Para ello tan sólo hay que pulsar el botón derecho del ratón sobre el fichero cuestión, seleccionar la opción "*abrir con*" y elegir el editor de textos, tal y como se muestra en la siguiente figura.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA



Organizar 👻 🗐 Abrir	▼ Grabar Nueva carpeta					Abrir con
Cryaniza • Abir \$7 Favoritos \$10 Decrearsis \$2 Solo secontes \$2 Depose \$2 Depose \$	Grabar Navex carpeta Nombie STACONES STACONES USVATIAMENTO (DO USVATIAMENTO, DO USVATIAMENTO, DO USVATIAMENTO, DO USVATIAMENTO, DO USVATIAMENTO, DO USVATIAMENTO, DO SUBJORCEADA DE Datos, Minas MICESADA TOPOCALar TOPOCALar wwa771s	Pecha de modifica 20/03/2008 8:35 20/03/2008 7:39 20/03/2009 7:29 20/03/2009 116:20 20/03/2009 116:20 20/03/2008 10:10 20/03/2008 10:10 20/03/2008 10:50	Tipo Documento de tec Archivo GSE Archivo DXF Documento de tec Hoja de calculo d Presentación de un Hoja de calculo d Archivo RAR Aplicación	Tamaño 1 K8 24 1 256 12 45 161 4 563 1,233	Abrir Editar 7.Zap Abrir com Scan with Malwaretbytes Anti-Malware Restaurar versiones anteriores Enviar a Costar Copar Costar Copar Crear access directo Eliminar Cambian rombre	Abox col Big fronzyma par dosa usz para zkr d iszynetia achino: Achine: La Gardina Kanana K
📬 Red					riopieusues	Aceptar Cancelar

Figura Número 2.- Procedimiento de importación del editor de textos.

Una vez seleccionado el editor de textos la estructura de un fichero de observaciones topográfica tiene el siguiente aspecto:

Lev_TOPOGRAFICO:	Bloc de notas				×
Archivo Edición Fo	rmato Ver Ayuda				
410001+NOLEVAN					
410002+000B0E01					
410003+0101.623					
110005+00000099	21 322+29436220	22 322+10688690 31	00+00117220 87	10+00001300	
110006+00000100	21.322+09436570	22.322+29311580 31.	.00+00117219 87	10+00001300	
410009+000000MU					=
110010+00000005	21.322+30722150	22.322+10579010 31.	.00+00142223 87	10+00001300	
110011+00000006	21.322+30725920	22.322+10569920 31.	.00+00144623 87	10+00001300	
110012+00000007	21.322+30029/30	22.322+10612840 31.	.00+00142908 87	10+00001300	
410015+0000008	21.322+29342840	22.322+10630100 31.	.00+00144640 87	10+00001300	
110016+00000009	21.322+29133950	22.322+10657360 31.	.00+00136981 87	10+00001300	
110017+00000010	21.322+28711050	22.322+10691500 31.	.00+00129086 87	10+00001300	
110018+00000011	21.322+28174030	22.322+10698990 31.	.00+00119679 87	10+00001710	
110019+00000012	21.322+28067150	22.322+10774570 31.	.00+00109035 87	10+00001300	
110020+00000013	21.322+27978780	22.322+10800940 31.	.00+00099372 87	10+00001300	
110021+00000014	21.322+2/808130	22.322+1082/980 31.	.00+00093201 8/	10+00001300	
110022+00000015 110023+00000016	21.322+2/483390	22.322+10830300 31.	.00+00090004 87	10+00001300	
110024+00000017	21.322+26351000	22.322+10809160 31	00+00080853 87	10+00001300	
110025+00000018	21.322+25232510	22.322+10688060 31.	.00+00067026 87	10+00002150	
110026+00000019	21.322+24656320	22.322+10630250 31.	.00+00062671 87	10+00001300	
410027+00000MU2					
110028+00000020	21.322+23575500	22.322+10411980 31.	.00+00047146 87	10+00002150	
110029+00000021	21.322+22541340	22.322+10445670 31.	.00+00044809 87	10+00001300	
110030+00000022	21.322+20398910	22.322+0988/020 31.	.00+00046765 87	10+00002670	
110032+00000023	21.322+19000300	22.322+093928130 31.	00+00038180 87	10+00003740	
110033+00000025	21.322+15033500	22.322+09459710 31.	.00+00024902 87	10+00001620	
410034+00000MU3				20100002020	
110035+00000026	21.322+08091370	22.322+09251700 31.	.00+00035301 87	10+00001620	
410036+000000CR					
110037+00000027	21.322+36973990	22.322+09879730 31.	.00+00056487 87	10+00001620	
110038+00000028	21.322+38563040	22.322+09/69640 31.	.00+00046993 8/	10+00001620	
110039+00000029	21.322+01136020	22.322+09381330 31.	00+00041189 87	10+00001620	
110041+00000031	21.322+05994990	22.322+09384570 31	.00+00048965 87.	10+00001620	
410042+000000VA	22102210000010000			10100001010	
110043+00000032	21.322+06874910	22.322+09140800 31.	.00+00046402 87	10+00002670	
110044+00000033	21.322+06467340	22.322+09357040 31.	.00+00043499 87	10+00001620	
110045+00000034	21.322+03993350	22.322+09392160 31.	.00+00034367 87	10+00001620	
110046+00000035	21.322+004266/0	22.322+09521990 31.	.00+00033202 8/	10+00001620	
110048+0000036	21.322+3/7/9800	22.322+09/40880 31.	.00+00038922 87	10+00001620	
110049+00000037	21.322+30508130	22.322+099934200 31.	00+00057991 87	10+00001620	
110050+00000039	21.322+36869510	22.322+09872670 31.	.00+00059238 87	10+00001620	
410051+000000MU					
110052+00000040	21.322+36019810	22.322+09922270 31.	.00+00058553 87	10+00001620	
110053+00000041	21.322+35543050	22.322+10023540 31.	.00+00048087 87	10+00001620	
110054+00000042	21.322+34800910	22.322+10162730 31.	.00+00040758 87	10+00001620	
110056+00000043	21.322+33/03380	22.522+105/3030 31.	.00+0003/39/8/	10+00001620	
110057+00000045	21. 322+32354810	22.322+10631600 31	00+00056826 87	10+00001620	
110058+00000046	21.322+32217460	22.322+10640010 31.	.00+00067667 87	10+00001620	
110059+00000047	21.322+32096870	22.322+10574850 31.	.00+00080670 87	10+00001620	
110060+00000048	21.322+31796670	22.322+10473520 31.	.00+00098803 87	10+00001620	
110061+00000049	21.322+31516530	22.322+10446300 31.	.00+00107578 87	10+00001820	
110062+00000050	21.322+31296760	22.322+10459410 31.	.00+0011/395 87	10+00001620	*
4					b

Figura Número 3.- Aspecto de un fichero con observables de campo en el editor de textos.

A continuación es necesario identificar los observables captados en campo, debido a que dependiendo del equipo topográfico y su configuración, los observables pueden variar ostensiblemente. Para ello se hace necesaria una identificación de los observables que suele llevarse a cabo con la orientación realizada a la primera referencia, debido a que como las lecturas se hacen en Círculo Directo e Inverso y los ficheros son secuenciales, viendo consecutivamente los ángulos horizontales se

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 5 **TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).**





debieran diferenciar aproximadamente en 200^{g} , los verticales sumarán 400^{g} y las distancias debieran ser parecidas.

Una vez identificados los datos se procede a modificar las observaciones tomadas con algún error, que generalmente el topógrafo registra en su libreta de campo, para que no se le olviden. Una vez realizadas las modificaciones que se estimen oportunas conviene salvar el fichero con otro nombre o extensión con el objetivo de preservar siempre los datos originales.

5.3.- Hoja de Cálculo.

Las hojas de cálculo permiten una vez importados los datos de campo, programar expresiones matemáticas con las que posteriormente se podrá obtener el cálculo de las coordenadas de la nube de puntos. Por tanto, el primer paso requiere importar los datos de campo del editor de textos a la hoja de cálculo, para ello en Excel se requiere el siguiente procedimiento:

En primera instancia se abre Excel con una hoja de cálculo vacía y a continuación se elige la opción abrir fichero dentro del menú principal, desplegándose la siguiente pantalla, donde hay que elegir la opción abrir todos los archivos y buscar en la carpeta en la que se encuentre el fichero, el fichero objeto y abrirle.

rganizar 👻 Nueva o	arpeta			III • 🗖 (
Escritorio	Nombre	Fecha de modifica	Tipo	
	ESTACIONES	20/03/2008 8:35	Documento de tex	
Bibliotecas	Lev_TOPOGRAFICO	20/03/2008 7:31	Archivo GSE	
Documentos	LEVANTAMIENTO_TOP	22/03/2008 7:29	Archivo DXF	
imagenes	NUBE_PUNTOS	20/03/2008 11:26	Documento de tex	
Musica	NUBE_PUNTOS	04/06/2009 16:30	Hoja de cálculo d	
Videos	Procesado de Datos_Minas	20/08/2008 8:35	Presentación de	
	PROCESADO	20/03/2008 10:02	Hoja de cálculo d	
Equipo	TOPOCAL.rar	20/03/2008 11:11	Archivo RAR	
SDISK (C:)	🛅 wrar371es	21/03/2008 10:50	Aplicación	No hay ninguna vista previa disponible
AMD				
Archivos de pro				
Archivos de pro				
BentleyDownio				
Civil 3D Project				
Civil SD Project				
latel				
		**		
	<			

Figura Número 4.- Paleta con las opciones de "abrir fichero" en Excel.

Dado que el fichero que se pretende abrir no tiene la extensión propia de Excel, la aplicación despliega otras tres pantallas en la que pide información relativa a la importación del fichero.

En la primera solicita el tipo de campo y su ancho específico, si se elige la opción "*ancho fijo*" deja cada fila en una única celda, cuestión esta que no es interesante para el tipo de cálculo que se pretende hacer, dado que en cada fila existe más de un observable que se deberá tratar independientemente, con lo que se elige la opción "delimitados" en cuyo caso, salta a la siguiente pantalla, en la que se procederá a determinar las diferentes delimitaciones de campo, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 6 **TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).**



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA



	tar texto - paso 1	. de 3				- ?	×
El asistente estima que	e sus datos son An	icho fijo.					
Si esto es correcto, elij	ja Siguiente, o bie	n elija el tipo de datos o	que mejor los d	escriba.			
Tipo de los datos orig	inales						
Elija el tipo de archivi Delimitados De ancho fijo	o que describa los - Caracteres co - Los campos es	datos con mayor preci mo comas o tabulacione stán alineados en colum	sión: 25 separan can inas con espac	ipos. os entre uno y of	ro.		
Comenzar a importar e	n la fila: 1	Qrigen del ar	chivo: MS	DOS (PC-8)			•
Vista previa del archi	IVO C: MANOLO (DI	OCENCIA\2012-13\Plar	n Nuevo\03_TC	POGRAFÍA APLIC	ADA\Pr\Lev_TOP	OGRAFICO.g	se
	AN F01						ĥ
1 410001+N0LEV 2 410002+000B0 3 410003+0I01.	623						
1 410001+N0LEV. 2 410002+00080 3 410003+0I01. 4 410004+00080 5 110005+00000	623 E02 099 21.322+2:	9436220 22.322+1	0688690 31	00+0011722	0 8710+00003	1300	-

Figura Número 5.- Asistente para importar textos en Excel 1/3.

En la siguiente paleta se fijan los criterios con los que se realizarán la separación entre los campos de una misma fila, determinándose por tanto las columnas. Para ello se establecerán los tipos de separadores que definirán las columnas. Esta operación depende en gran medida del formato de los datos de campo y como se encuentren estructurados, en caso de Leica con poner separadores en el epígrafe de "*espacios*" y en "*otros*" el símbolo +, es suficiente. Tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Asistente para impo	ortar texto - paso 2 de 3
Esta pantalla le permi	ite establecer los separadores contenidos en los datos. Se puede ver cómo cambia el texto en la vista previa.
Separadores Tabulación Bunto y coma Coma Sepacio Sep	Considerar separadores consecutivos como uno solo Calificador de tegto: * T
410001 NOLEVAN 410002 000B0E 410003 0I01.6 410004 000R0E 110005 000000	N 01 01 23 99 p1.322 p4436220 p2.322 p0688690 p100 p0117220 p710 p0001300 *
	Cancelar < Atrás Sguiente > Enalzar

Figura Número 6.- Asistente para importar textos en Excel 2/3.

En la siguiente y última paleta se definen el tipo y formato de los datos en cada campo, si se desea que sea numérico, texto, etc. con definir la opción "*general*" es suficiente, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Asistente para importar texto - pas	so 3 de 3	? ×
Esta pantalla permite seleccionar cad Formato de los datos en columnas @ General Tegto @ Fgcha: DMA MA Maiore (saltar)	a columa y establecer el formato de los datos. 'General' convierte los valores numéricos en números, los valores de fechas en fechas y los denás valores en texto. <u>Avanzadas</u>	r todos
Vista previa de los datos <u>Eeneral Ceneral Ceneral</u> 10001 NOLEVAN 610002 DOGBOZO1	eneral PeneralPeneral PeneralPeneral FeneralFeneral	<u>^</u>
410003 0101.623 410004 000R0E02 110005 00000099 21.322 2	9436220 22.322 10688690 8100 00117220 8710 00001300	•
	Cancelar < Atrás Siguiente >	alizar

Figura Número 7.- Asistente para importar textos en Excel 3/3.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 7 TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).



INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Una vez elegida la opción "finalizar" aparecen los datos estructurados por filas y columnas de forma que en primera instancia aparecen columnas con los identificadores de cada observable que una vez cumplida su misión se pueden eliminar fácilmente en Excel, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

0	19 -	(°" •) =									L	0	1 - 1- 1	₩ •) v				
	Inicio	Insertar I	Diseño de página	a Fórmulas	Datos	Revisar	Vista Autoo	desk Vault	Acrobat				Inicio	Insertar I	Diseño de página	Fórmulas	Datos	Revisar
Pegar	Cortar Copiar Copiar Copiar	formato	bri • 1 K § • [55]	1 · A ∧ · <u></u> → <u>A</u> · <u></u>	= = =	کری۔ ان ان ا	Ajustar texto Combinar y cer	Gene	ral % 000 *&	Formato condiciona	Dart I* come	Peg	A Cortar	formato	bri • 11 K § • Evente	• A a <u>3</u> • • <u>A</u> •	= = =	≫. ≇ ≇
	W46	- (6	fx										H46	- (9	fx	0.000	к	
	A	В	С	D	E	F	G	н	I.	j	К		A	В	С	D	E	F
1	410001	NOLEVAN										1	NOLEVAN					
2	410002	000B0E01										2	000B0E01					
3	410003	0101.623										3	0101.623					
4	410004	000R0E02										4	DOOROEO2					
5	110005	99	21.322	29436220	22.322	10688690	3100	117220	8710	1300		5	99	29436220	10688690	117220	1300	
6	110006	100	21.322	9436570	22.322	29311580	3100	117219	8710	1300		6	100	9436570	29311580	117219	1300	
7	410009	000000MU										7	UM000000					
8	110010	5	21.322	30722150	22.322	10579010	3100	142223	8710	1300		8	5	30722150	10579010	142223	1300	
9	110011	6	21.322	30725920	22.322	10569920	3100	144623	8710	1300		9	6	30725920	10569920	144623	1300	
10	110012	7	21.322	30029730	22.322	10612840	3100	142908	8710	1300		10	7	30029730	10612840	142908	1300	
11	110013	8	21.322	29342840	22.322	10630100	3100	144640	8710	1300		11	8	29342840	10630100	144640	1300	
12	410015	00000MU1										12	00000MU1					
13	110016	9	21.322	29133950	22.322	10657360	3100	136981	8710	1300		13	9	29133950	10657360	136981	1300	
14	110017	10	21.322	28711050	22.322	10691500	3100	129086	8710	1300		14	10	28711050	10691500	129086	1300	
15	110018	11	21.322	28174030	22.322	10698990	3100	119679	8710	1710		15	11	28174030	10698990	119679	1710	
16	110019	12	21.322	28067150	22.322	10774570	3100	109035	8710	1300		16	12	28067150	10774570	109035	1300	
17	110020	13	21.322	27978780	22.322	10800940	3100	99372	8710	1300		17	13	27978780	10800940	99372	1300	
18	110021	14	21.322	27808130	22.322	10827980	3100	93201	8710	1300		18	14	27808130	10827980	93201	1300	
19	110022	15	21.322	27483390	22.322	10830360	3100	90004	8710	1300		19	15	27483390	10830360	90004	1300	
20	110023	16	21.322	26815960	22.322	10803210	3100	87319	8710	1300		20	16	26815960	10803210	87319	1300	
21	110024	17	21.322	26351000	22.322	10809160	3100	80853	8710	1300		21	17	26351000	10809160	80853	1300	
22	110025	18	21.322	25232510	22.322	10688060	3100	67026	8710	2150		22	18	25232510	10688060	67026	2150	
23	110026	19	21.322	24656320	22.322	10630250	3100	62671	8710	1300		23	19	24656320	10630250	62671	1300	
24	410027	00000MU2										24	00000MU2					
25	110028	20	21.322	23575500	22.322	10411980	3100	47146	8710	2150		25	20	23575500	10411980	47146	2150	

Figura Número 8.- Datos importados a Excel, con y sin las columnas de los identificadores.

Una vez eliminadas las columnas con los identificadores se procede a dar las unidades adecuadas a los datos de campo, dado que el instrumental suele almacenar los datos angulares en décimas de segundo centesimal y las distancias en milímetros. Para ello se generan nuevas columnas a partir de las existentes, en las que ya se dividen entre 100.000 los ángulos y 1.000 las distancias, de forma que se tienen los ángulos a grados centesimales y las distancias en metros.

6		1 · · · ·											Lev_TO
C	Inicio	Insertar	Dis	eño de página	Fórmulas	Datos	Revisa	ır Vista	Autodesk Vau	lt Acrobat			
	Cortar		Calibri	* 11	• A *	= = =	<u>م</u>	📑 Ajustar t	exto	General	*	1	
Pe	gar 🍼 Copiar f	ormato	NÅ	< s - 🖽 -	🔕 - <u>A</u> -	= = =	1 1	E Combina	r y centrar *	🕎 - % 000		Formato	Dar forma
	Portapapeles	G.		Fuente	Gi.		Ali	neación	6	Número	Ga .		
	K47	~ (9	f _x									
	A	В		С	D	E	F	G	н	1	J		К
1	NOLEVAN							NOLEVAN					
2	000B0E01							000B0E01					
3	0101.623							0101.623					
4	000R0E02							000R0E02					
5	99	29436	220	10688690	117220	1300		99	294,3622	106,8869	117	,22	1,3
6	100	9436	570	29311580	117219	1300		100	94,3657	293,1158	117,2	19	1,3
7	000000MU							000000MU					
8	5	30722	150	10579010	142223	1300		5	307,2215	105,7901	142,2	23	1,3
9	6	30725	920	10569920	144623	1300		6	307,2592	105,6992	144,6	523	1,3
10	7	30029	730	10612840	142908	1300		7	300,2973	106,1284	142,9	808	1,3
11	8	29342	840	10630100	144640	1300		8	293,4284	106,301	144	,64	1,3
12	00000MU1							00000MU1					
13	9	29133	950	10657360	136981	1300		9	291,3395	106,5736	136,9	981	1,3
14	10	28711	050	10691500	129086	1300		10	287,1105	106,915	129,0	086	1,3
15	11	28174	030	10698990	119679	1710		11	281,7403	106,9899	119,6	579	1,71
16	12	28067	150	10774570	109035	1300		12	280,6715	107,7457	109,0	35	1,3
17	13	27978	780	10800940	99372	1300		13	279,7878	108,0094	99,3	372	1,3
18	14	27808	130	10827980	93201	1300		14	278,0813	108,2798	93,2	201	1,3
19	15	27483	390	10830360	90004	1300		15	274,8339	108,3036	90,0	004	1,3
20	16	26815	960	10803210	87319	1300		16	268,1596	108,0321	87,3	819	1,3
21	17	26351	000	10809160	80853	1300		17	263,51	108,0916	80,8	353	1,3
22	18	25232	510	10688060	67026	2150		18	252,3251	106,8806	67,0	026	2,15
23	19	24656	320	10630250	62671	1300		19	246,5632	106,3025	62,6	571	1,3
24	00000MU2							00000MU2					
25	20	22575	500	10411020	47146	2150		20	225 755	104 1100	47.1	46	2.15

Figura Número 9.- Datos en Excel con las unidades adecuadas.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 8 TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).





5.4.- Cálculo de coordenadas.

Para llevar a cabo el cálculo de coordenadas y dado que no se pretenden emplear herramientas informáticas específicas, el alumno debe conocer los procedimientos que existen para calcular las coordenadas de forma manual, porque en base a estos conocimientos se desarrollarán las funciones implícitas en las hojas de cálculo, lo que motiva la recomendación al alumno de repasar los contenidos vistos en la práctica anterior. Como suele suceder en topografía, la determinación de cierres y tolerancias permitirán demostrar si las observaciones se han realizado adecuadamente o no, y por tanto, si hay que repetirlas o no.

Con dichas expresiones y un poco de organización el procedimiento es relativamente sencillo. En primera instancia se hace necesario calcular la desorientación de cada estación, posteriormente los acimutes a cada punto y su distancia reducida, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

8 1	A Microsoft Excel - PROCESADO															
:0)	<u>Archivo Edici</u>	ón <u>V</u> er <u>I</u> nse	rtar	Eormato Herra	mientas Datos	Ve <u>n</u> tana <u>?</u>								Escri	ba una	pregu
En			89 AM	IX Da MA	- 🛷 🖃 = 0	- 1 🖓 🔍	Σ - 41 1	100% -	··· Aria	al	• 10 • N	K S E	= = 🖬 💷	% 000 * 8 . 00	4	s≡ I
	T40		v 854		V		- ZV		5	-				70 000 00 -> 0		
	140 T)x	F	G	н	1		K		м	N	0	D	0	D	
1	U	L	- r			1	J	N	<u> </u>		ANG HORIZ	ANG VERT	DIST GEOM	PRISMA	n	-
2				00080E01						00080E01	And. Horiz.	ANG. VENT.	DIST. GLOW.	TRISIMA		
3				0101.623						001.623	ACIMUT	73.26463225	DESORIENT	178.9006823		
4				000R0E02						000R0E02						
5	117220	1300		99	294,3622	106,8869	117,220	1,300		99	294,36395	106,88555	117,2195	1,3		
6	117219	1300		100	94,3657	293,1158	117,219	1,300		100						
7				000000MU		· ·				000000MU						
8	142223	1300		5	307,2215	105,7901	142,223	1,300		5	307,2215	105,7901	142,2230	1,3000		
9	144623	1300		6	307,2592	105,6992	144,623	1,300		6	307,2592	105,6992	144,6230	1,3000		
10	142908	1300		7	300,2973	106,1284	142,908	1,300		7	300,2973	106,1284	142,9080	1,3000		
11	144640	1300		8	293,4284	106,3010	144,640	1,300		8	293,4284	106,3010	144,6400	1,3000		
12				00000MU1						00000MU1						
13	136981	1300		9	291,3395	106,5736	136,981	1,300		9	291,3395	106,5736	136,9810	1,3000		
14	129086	1300		10	287,1105	106,9150	129,086	1,300		10	287,1105	106,9150	129,0860	1,3000		
15	119679	1710		11	281,7403	106,9899	119,679	1,710		11	281,7403	106,9899	119,6790	1,7100		
16	109035	1300		12	280,6715	107,7457	109,035	1,300		12	280,6715	107,7457	109,0350	1,3000		
17	99372	1300		13	279,7878	108,0094	99,372	1,300		13	279,7878	108,0094	99,3720	1,3000		
18	93201	1300		14	278,0813	108,2798	93,201	1,300		14	278,0813	108,2798	93,2010	1,3000		
19	90004	1300		15	274,8339	108,3036	90,004	1,300		15	274,8339	108,3036	90,0040	1,3000		

Figura Número 10.- Cálculo de las desorientaciones de las Estaciones.

A Microsoft Excel - PROCESADO														
Archivo Edici	ón <u>V</u> e	r <u>I</u> nsertar <u>E</u>	ormato <u>H</u> errami	entas Da <u>t</u> os '	Ve <u>n</u> tana <u>?</u>								Escriba una pre	agunta
🗃 🖬 🖪 🤅	ale	D. 1 🥙 👸	IX Da M	🕑 🖌 🖓 🗸 🖓 -	- 🔓 🥺 Σ -	≜↓ ∰1 100%	-	Arial	- 10	- NKS		a 🧐 % 000		1 89 -
749		fx .												
K	L	M	N	0	Р	Q	R	S	Т	U	V	W	X	Y
		NOLEVAN	ANG. HORIZ.	ANG. VERT.	DIST. GEOM.	PRISMA		NOLEVAN	ACIMUT	DIST. RED.	COORD X	COORD Y	COORD Z	
		000B0E01						000B0E01			_	_	_	
		0101.623	ACIMUT	73,26463	DESORIENT	178,9007		1,623						
		000R0E02						000R0E02						
1,300		99	294,36395	106,88555	117,2195	1,3		99	473,2646	116,535	423230,686	4728401,782	362,916	
1,300		100						100						
		000000MU						000000MU						
1,300		5	307,2215	105,7901	142,2230	1,3000		5	486,1222	141,635	423262,561	4728384,899	362,653	
1,300		6	307,2592	105,6992	144,6230	1,3000		6	486,1599	144,044	423264,931	4728385,337	362,641	
1,300		7	300,2973	106,1284	142,9080	1,3000		7	479,1980	142,246	423258,998	4728399,925	361,835	
1,300		8	293,4284	106,3010	144,6400	1,3000		8	472,3291	143,932	423254,827	4728414,877	361,278	
		00000MU1						00000MU1						
1,300		9	291,3395	106,5736	136,9810	1,3000		9	470,2402	136,251	423245,911	4728415,666	361,451	
1,300		10	287,1105	106,9150	129,0860	1,3000		10	466,0112	128,325	423234,744	4728419,571	361,576	
1,710		11	281,7403	106,9899	119,6790	1,7100		11	460,6410	118,958	423221,216	4728423,217	362,046	
1,300		12	280,6715	107,7457	109,0350	1,3000		12	459,5722	108,229	423211,408	4728418,470	362,336	
1,300		13	2/9,/8/8	108,0094	99,3720	1,3000		13	458,6885	98,587	423202,826	4728413,846	363,100	
1,300		14	278,0813	108,2798	93,2010	1,3000		14	456,9820	92,414	423196,384	4728412,069	363,482	
1,300		15	274,8339	108,3036	90,0040	1,3000		15	453,7346	89,239	423190,971	4728413,562	200, 606	
	trosoft Excee archive Edicit archive	Trosoft Excel - PR0 Archivo Edicón Ve Z49 K L K L 1,300	Crosoft Excel - PROCESADO Archivo Edición Ver Inserter E Archivo L M NULEVAN 0000000000000000 0000000000 99 1,300 60 0000000000 1,300 61 000000000000000000000000000000000000	Crosoft Excel - PROCESADO Archivo Edición Ver Insertar Eorrato Herrani Image: Strategy and the st	K L M N O K L M N O	Construction Construction	Construction Vertical and the second s	Construction PROCESADO Vertion Edición Yer Issertar Formation Herramientas Datos Vergana 2 Vertion Edición Yer Issertar Formation Herramientas Datos Vergana 2 Vertion L M No P Q R P Q R K L M No O P Q R R MOLEVAN ANG. HORIZ. ANG. VERT. DIST. GEOM. PRISMA P 0000B0E01 0001623 ACIMUT 73,26463 DESORIENT 178,9007 1,300 1,300 100 5 307,2215 105,69655 117,2195 1,33 1,300	Construct PROCESADO Vertive Edición Yer Issertar Ermatio Herramientas Datos Vertiva 2 Image: Construction of the con	Construction PROCESADO Vertion Edición Yer Issertiar Exmation Herramientas Datos Vertiona 2 Arial Interview Arial Interview Interview Arial Interview Intervie	K L M N O P Q R S T U K L M N0.EVAN AGM O P Q R S T U N K S K L M N0.EVAN AGG HORIZ ANG. VERT. DIST. GEOM. PRISMA N0.EVAN AGM UT DIST. RED. 000000E01 00016.23 ACMUT 73,2643 DESORIENT 178,9007 1,523 000000000 1,523 000000000 1,523 000000000 1,523 000000000 1,523 000000000 116,555 1100.0 1141,655 1144,643 1,3000 5 486,1292 1141,635 144,044 1,3000 5 486,1292 1414,635 1,3000 6 486,1292 144,043 1,3000 6 486,1292 144,043 1,3000 6 486,1292 144,043 1,3000 6 486,1292 144,043 1,3000 6 486,1292 144,043 1,3000 <td< td=""><td>Constrict Excel - PROCESADO Vertice I PROVESADO Vertivo Edición Verti Destreti Eornato Berramientas Datos Vertiana Z Vertivo Allos Vertina S Vertina S Vertina Mail 10 N X S F E Vertina Allos O P O R NoLE VAN Actimut Distration Outer Van Actimut Distration PRISMa NoLEVAN Actimut Distration Coord Distra</td><td>K L M N O P O R S T U V W MINU MINU</td><td>PROCESADO Varitivo Edición Yerr Terrente retario Berranientas Datos Vergana Z Control or all <thc< td=""></thc<></td></td<>	Constrict Excel - PROCESADO Vertice I PROVESADO Vertivo Edición Verti Destreti Eornato Berramientas Datos Vertiana Z Vertivo Allos Vertina S Vertina S Vertina Mail 10 N X S F E Vertina Allos O P O R NoLE VAN Actimut Distration Outer Van Actimut Distration PRISMa NoLEVAN Actimut Distration Coord Distra	K L M N O P O R S T U V W MINU MINU	PROCESADO Varitivo Edición Yerr Terrente retario Berranientas Datos Vergana Z Control or all Control or all <thc< td=""></thc<>

Figura Número 11.- Cálculo de los acimutes y distancias reducidas a los puntos observados.

Una vez calculados los acimutes y distancias reducidas tan sólo es necesario calcular las coordenadas con las expresiones habituales, tal y como se puede apreciar en la siguiente anterior.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros – Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. 9

TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA



Una vez calculadas las coordenadas se pueden guardar en diferentes formatos, hoja de cálculo, editor de textos, etc. la opción elegida dependerá del software con el que se pretenda realizar el modelo digital del terreno.

Microsoft Excel - NUBE_PUNTOS										
:0)	Archivo E	dición ⊻er	Insertar	Eormato	Herramientas	Datos	Ve <u>n</u> tana <u>?</u>			
: 🗅	💕 🖬 🕻	614	🛕 🍄 🕯	1 X G	a 🛍 - 🛷 🖻	- (*	- 🗟 😣	Σ - 🏭 1	00% 🔹 🍟	Arial
M50 🔻 🍂										
	A		В		С		[)	E	F
1	999	42	23230,686		4728401,782		362	,916	E02	EST
2	5	42	23262,561		4728384,899		362	,653	MU	MU
3	6	42	23264,931		4728385,337		362	,641	MU	MU
4	7	42	23258,998		4728399,925		361	,835	MU	MU
5	8	42	23254,827		4728414,877		361	,278	MU	MU
6	9	42	23245,911		4728415,666		361	,451	MU1	MU
7	10	42	23234,744		4728419,571		361	576	MU1	MU
8	11	42	23221,216		4728423,217		362	,046	MU1	MU
9	12	42	23211,408		4728418,470		362	,336	MU1	MU
10	13	42	23202,826		4728413,846		363	,100	MU1	MU
11	14	42	23196,384		4728412,069		363	,482	MU1	MU
12	15	42	23190,971		4728413,562		363	,863	MU1	MU
13	16	42	23182,638		4728418,283		364	,582	MU1	MU
14	17	42	23173,841		4728417,321		365	,320	MU1	MU
15	18	42	23155,667		4728413,047		367	489	MU1	MU
16	19	42	23148,563		4728411,710		369	,375	MU1	MU
17	20	42	23135,013		4728400,074		371	670	MU2	MU

Figura Número 12.- Formado de hoja de cálculo para grabar los resultados.

-					
NUE	E_PUNTOS - Bloc de	notas			
Archivo	Edición Formato Ver	Ayuda			
999	423230,686	4728401,782	362,916	E02	EST
5	423262,561	4728384,899	362,653	MU	MU
6	423264,931	4728385,337	362,641	MU	MU
7	423258,998	4728399,925	361,835	MU	MU
8	423254,827	4728414,877	361,278	MU	MU
9	423245,911	4728415,666	361,451	MU1	MU
10	423234,744	4728419,571	361,576	MU1	MU
11	423221,216	4728423,217	362,046	MU1	MU
12	423211,408	4728418,470	362,336	MU1	MU
13	423202,826	4728413,846	363,100	MU1	MU
14	423196,384	4728412,069	363,482	MU1	MU
15	423190,971	4728413,562	363,863	MU1	MU
16	423182,638	4728418,283	364,582	MU1	MU
17	423173,841	4728417,321	365,320	MU1	MU
18	423155,667	4728413,047	367,489	MU1	MU
19	423148,563	4728411,710	369,375	MU1	MU
20	423135,013	4728400,074	371,670	MU2	MU

Figura Número 12.- Formado de editor de texto para grabar los resultados.

6.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR PARA REVISIÓN.

6.1.- Memoria descriptiva que contenga:

- A) Enunciado y Objeto de la Práctica.
- B) Fundamento Teórico del Método utilizado
- C) Características de los Instrumentos empleados.
- D) Mediciones y Resultados obtenidos.
- E) Interpretación de los Resultados y Conclusiones.

6.2.- Croquis.

Croquis que contenga los resultados obtenidos a partir de la realización de la práctica.

El formato de la memoria será en A-4, con textos y gráficos pasados por ordenador, paginadas todas las hojas en la esquina superior derecha de éstas y con una portada en donde ponga el número y título de la práctica, así como los alumnos del grupo que asistieron a dicha práctica.

TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA (Plan de Estudios 2010).





FORMULARIO de la Práctica Nº3

• Conjunto de fórmulas a emplear en la determinación de los valores solicitados a lo largo de la ejecución de la Práctica, como por ejemplo, Coordenadas de las bases, Tolerancias esperadas, Cierres cometidos, etc.

ACIMUTES.

✓ Acimut de la Referencia:	$\theta_{E}^{REF} = Arctag \frac{\Delta X_{E}^{REF}}{\Delta Y_{E}^{REF}}$
✓ Desorientación:	$\boldsymbol{\varepsilon}_{\scriptscriptstyle E} = \boldsymbol{\theta}_{\scriptscriptstyle E}^{\scriptscriptstyle REF} - L_{\scriptscriptstyle E}^{\scriptscriptstyle REF}$
✓ Acimut del Punto:	$\boldsymbol{\theta}_{E}^{P} = \boldsymbol{\varepsilon}_{E} + \boldsymbol{L}_{E}^{P}$

COORDENADAS.

	$\int X_P = X_E + D_E^P \cdot Sen \theta_E^P$
✓ Coordenadas:	$\left\{Y_{P}=Y_{E}+D_{E}^{P}\cdot Cos\theta_{E}^{P}\right\}$
	$Z_P = Z_E + t_E^P + i_E - m_P$

TOLERANCIA DE LA POLIGONAL.

✓ Error Transversal:	$E_T = D \frac{\varepsilon_T^H \cdot \sqrt{2}}{636.620} \sqrt{\frac{n \cdot (n+1) \cdot (2n+1)}{6}}$
✓ Error Longitudinal:	$E_{L} = 0.02 \cdot \sqrt{n}$
✓ Tolerancia:	$\begin{cases} E_{T} \geq E_{L} \Rightarrow Tolerancia = E_{T} \\ E_{T} \leq E_{L} \Rightarrow Tolerancia = E_{L} \end{cases}$

Ε

TOLERANCIA INTERSECCIÓN DIRECTA.

✓ Directa:

$$=\frac{L\cdot\varepsilon_{T}^{H}}{636.620\cdot Sen\frac{\gamma}{2}}$$