



LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)



UPV EHU

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).

Tfno: +34 945 013222 / 013264

e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>

ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

ARCHIVE OF THE LABORATORY FOR THE GEOMETRIC
DOCUMENTATION OF HERITAGE

Sección de memorias / **Reports section**

20-1


Información general / General information		
ELEMENTO:	B_Kortezubi_Santimamiñe	:ELEMENT
TITULO:	Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia). Poligonal de precisión y apoyo topográfico	:TITLE
FECHA:	marzo 2007 / March 2007	:DATE
NUMERO:	LDGP_mem_020-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / Spanish	:LANGUAGE

Resumen	
TITULO:	Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia). Poligonal de precisión y apoyo topográfico
DESCRIPCION GEOMÉTRICA:	Se trata de una cueva de gran belleza e interés geológico, se desarrolla sinuosamente a lo largo de algo más de 350 metros alternando grandes salas y estrechos corredores. Cuenta con un conjunto de pinturas rupestres catalogadas en el Paleolítico Superior y está incluida en la lista de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en «Cueva de Altamira y arte rupestre paleolítico del Norte de España».
DOCUMENTACION:	Poligonal de precisión colgada que va desde la entrada de la cueva y se adentra en el interior unos 350 metros hasta el final de la zona practicable. A lo largo del recorrido se van colocando señales de referencia que sirvieron para la orientación de los barridos láser.
TECNICAS:	topografía
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Red de coordenadas
DESCRIPTORES NATURALES:	patrimonio, topografía, cueva
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [http://databases.unesco.org/thessp/]) Patrimonio Cultural, Reconocimiento Topográfico, Cueva

Abstract	
TITLE:	Supporting works for the laser scanning of Santimamiñe Cave (Kortezubi, Bizkaia, Spain). Precision traverse and control points
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The cave runs along more than 350 metres, it possesses a great variety of geological artefacts as well as a set of palaeolithic paintings. It is included as part of the UNESCO's world heritage list inside the item "Cave of Altamira and Paleolithic Cave Art of Northern Spain".
DOCUMENTATION:	Open traverse of around 350 meters inside the cave. During the itinerary, control points were places all along the cave in order to provide orientation to the laser scanning.
METHODOLOGIES:	surveying
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> • Reference network
NATURAL KEYWORDS:	heritage, surveying, cave
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [http://databases.unesco.org/thesaurus/]) Cultural Heritage, Surveying, Caves

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Cueva de Santimamiñe (Kortezubi)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Kortezubi, Bizkaia, España/Spain (Getty TGN: 7340471)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 43.3466,-2.6366	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Sergio GUTIÉRREZ ALONSO Ane LOPETEGI GALARRAGA Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN	:STAFF

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>Está permitido citar y extraer el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada (respecto a la consideración de “no comercial” ver el apartado “otros derechos”). / Permission is granted to quote and take excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged (for the “non commercial” label see below in “others rights”).</p> 	:RIGHTS
OTROS:	<p>Esta memoria de actuación corresponde a un trabajo encargado por una institución o empresa que retiene los derechos de explotación de la información aquí contenida y a quienes habrán de dirigirse todos aquellos interesados en ampliar la información aquí contenida, recabar datos adicionales o hacer uso comercial de los datos expuestos. / This report gives an overview of a commissioned work; therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights. You are asked to contact the promoters in case you need either further information or to obtain commercial rights.</p>	:OTHERS

Reutilización / Re-use

REUTILIZACION:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización." <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none">1. The information must not be distorted.2. The original source of re-usable documents must be cited.3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."	:RE-USE
----------------	--	---------

Renuncia de responsabilidad / Disclaimer		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio del Patrimonio de la UPV/EHU y en función de los derechos que corresponden al Laboratorio como autor del contenido. El Laboratorio se compromete a retirar del acceso público tanto este documento como cualquier otro material relacionado en el caso de que los promotores consideren que menoscaban sus derechos de explotación. /</p> <p>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</p> <p>The aim of this publication is to fulfill the academic goals and research expected from the Laboratory for the Geometric Documentation of Heritage (UPV/EHU) concerning its scientific outcomes. Nevertheless, the Laboratory is bound to the respect of promoters' commercial rights and will take away the contents which are considered against these rights.</p>	:DISCLAIMER

Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	http://hdl.handle.net/10810/9360	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> • ldgp_mem020-1_Kortezubi_Santimamine.pdf: este documento / this document. • ldgp_KOR07_santimamine0?.jpeg: 8 fotografías de documentación / 8 pictures for documentation purposes. 	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	<p>Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia). Poligonal de precisión y apoyo topográfico</i>. 2007</p>	:CITATION

Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)

Poligonal de precisión y apoyo topográfico

Vitoria-Gasteiz, marzo de 2007



Dirección: Ane Lopetegi Galarraga
José Manuel Valle Melón
Equipo: Sergio Gutiérrez Alonso
Álvaro Rodríguez Miranda

LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO



Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura (UPV-EHU)

Aulario de Las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz. Tfno. 945-013222/013264
Email : ipvamej@vc.ehu.es <http://www.vc.ehu.es/docarq>



universidad euskal herria

Índice

1.- Introducción.	3
2.- Localización	4
3.- Objetivos	5
4.- Fases del trabajo	6
5.- Trabajos de campo	7
6.- Trabajos de gabinete	11

- Anexo I: Certificado de calibración de la estación
- Anexo II: Coordenadas de las referencias (esferas)
- Anexo III: Reseñas de referencia

Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)

Poligonal de precisión y apoyo topográfico

Vitoria-Gasteiz, marzo de 2007

1. Introducción

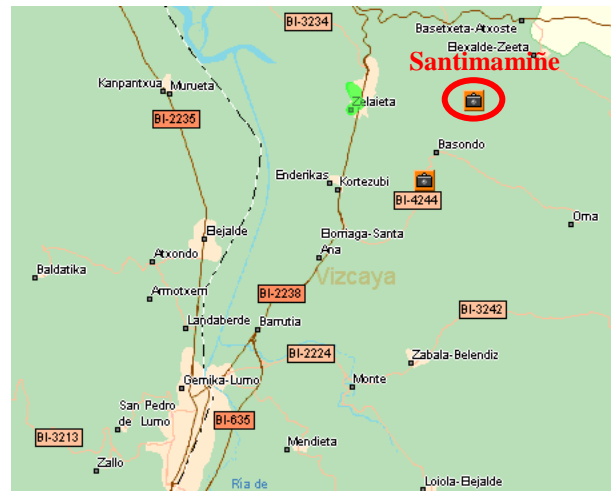
La cueva de Santimamiñe se encuentra situada al pie del monte Ereñozar y a 150 m. sobre el nivel del mar. Próxima a ella se alza la ermita de San Mamés, que da nombre a la cueva. Fue descubierta en 1916, de forma casual, por unos niños vecinos del lugar cuando jugaban. Su valor e importancia aumentaron cuando los estudios que se realizaron descubrieron que había un yacimiento prehistórico localizado a la entrada así como pinturas y grabados.

Santimamiñe es un yacimiento muy completo y único en Bizkaia. De gran valor es la serie de niveles arqueológicos, que comprenden la mayor parte de la vida prehistórica en Bizkaia.

En la actualidad en Santimamiñe se están realizando obras de acondicionamiento y preservación. Dentro de estas actividades, la empresa Repair Systems, S.A. está abordando la labor de la realización de una visita virtual por la cueva. Para una mayor precisión y realismo del modelo virtual de la cueva, esta está siendo levantada tramo a tramo mediante un escáner 3d. Debido a que la toma de las nubes de puntos, se realiza en diferentes sesiones (puesto que la morfología de la cueva es muy intrincada) y para la adecuada orientación y encaje del conjunto de las nubes de puntos se vio la necesidad de que las coordenadas de las esferas que se utilizan para tal fin fueran determinadas mediante métodos topográficos. Para la realización de dicha labor Repair Systems, SA solicitó los servicios del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la Universidad del País Vasco.

2. Localización

La cueva de Santimamiñe se encuentra en terrenos del municipio de Kortezubi a 130 m sobre el nivel del mar.



Imgs. 1 y 2: Localización de la cueva
Fuente: www.guiacamps.com



Fot. 1: Cueva de Santimamiñe en el monte Ereñusarre
Fuente: www.bizkaia.net

Está situada cerca de la ermita de S. Mamés (Santimamiñe), en la ladera meridional del monte Ereñusarre, cima de aspecto cónico, en cuya cúspide se encuentra otra ermita, la de S. Miguel. Esta cima pertenece a la cadena montañosa calcárea que limita por el E la cuenca del río Oka y la ría de Gernika.

3.- Objetivos:

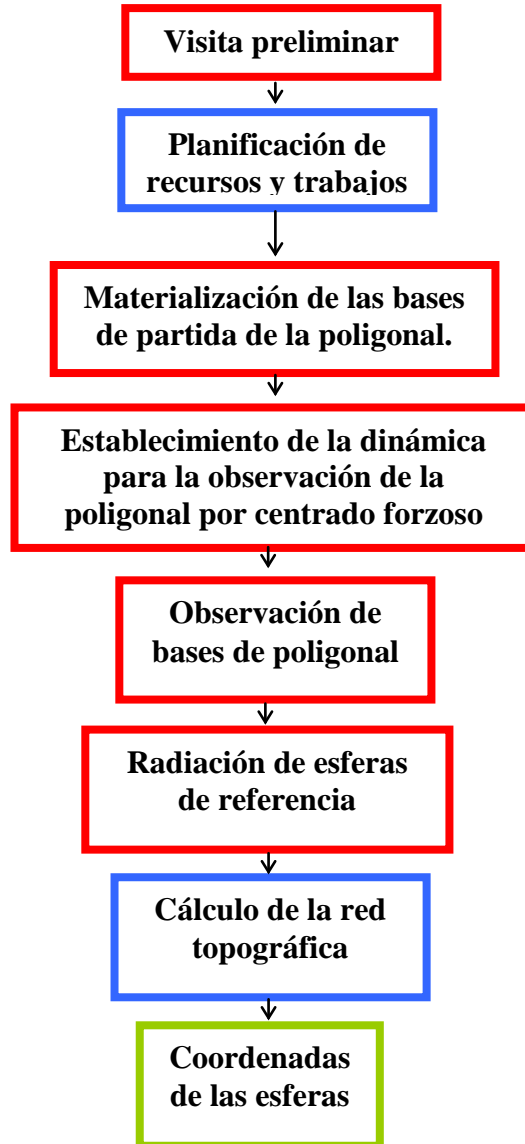
Como ya quedó especificado en el anteproyecto y tras la evaluación de las necesidades en cuanto a: precisión, fiabilidad, disponibilidad de medios auxiliares, dificultades de movimiento por el interior de la cueva, los objetivos planteados son los siguientes:

- observación de una poligonal mediante técnica de centrado forzoso, con reiteración en la medida, señalización auxiliar en las naves donde la anchura lo permita mediante dianas no permanentes y con arrastre de la cola de la poligonal, como medida de seguridad de, al menos, 2 tramos,
- levantamiento de la posición de las esferas que se utilizan como referencia para el enlace de los diferentes escaneos.
- cálculo de las coordenadas de las estaciones de poligonal y de las esferas de referencia y la estimación del error de las mismas.

Se ha utilizado un sistema de referencia relativo ya que no se consideró necesario su enlace a la red oficial. Si en un futuro se desea realizar este enlace será suficiente con dar coordenadas a dos puntos. En el Anexo III se presenta la reseña de tres puntos en el exterior.

4.- Fases del trabajo:

La secuencia de trabajos realizados se muestra en el gráfico adjunto, indicándose mediante color rojo los trabajos de campo, con color azul los de gabinete y en verde los productos:



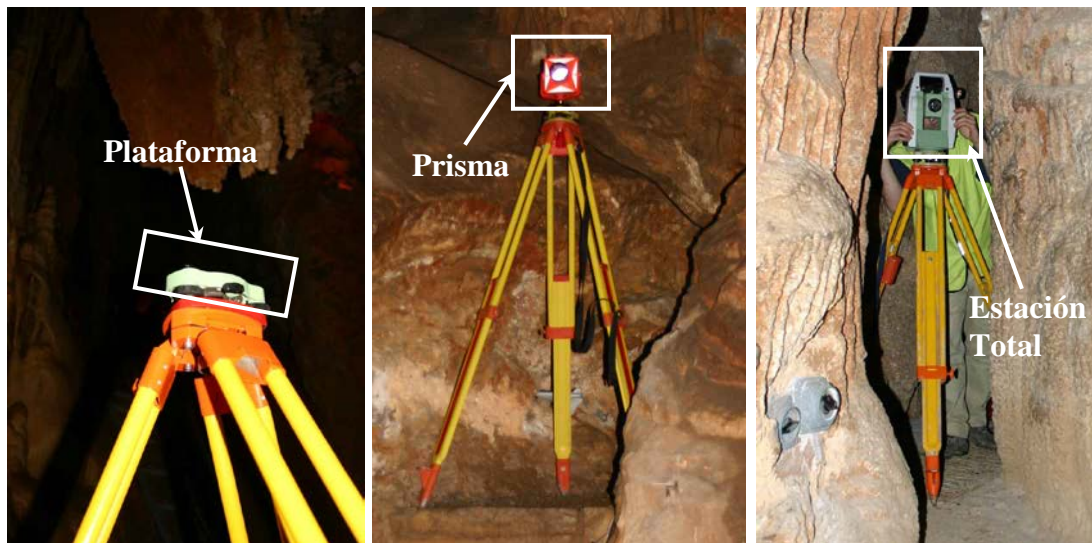
Img.3: Diagrama de flujo del proceso seguido

5.- Trabajos de campo.

5.1.- Observación de la poligonal.

Tras un primer reconocimiento de la cueva en cuanto a su morfología y dimensiones se tomo la decisión de realizar una poligonal abierta. El hecho de dejar la poligonal abierta se debe a la inexistencia de una boca de salida que permitiera unir por el exterior con el inicio del itinerario, lo que hubiera posibilitado el poder cerrarla y compensarla. Existía la posibilidad de realizar un itinerario de vuelta, pero eso hubiera supuesto la duplicación del numero de estaciones, que ya de por sí era muy elevado, lo que hubiera aumentado de manera exponencial la posibilidad de cometer un error accidental. Dada la morfología intrincada de la cueva, la imposibilidad de materializar estaciones de forma permanente y la tipología de la poligonal seleccionada se se tomo la decisión de observarla mediante la técnica de centrado forzoso. Esta técnica, junto con su instrumentación específica, permite que la observación sea mucho más precisa, al minimizarse o eliminarse algunas de las mayores fuentes de error de la poligonación tradicional, concretamente el error de dirección, que además resulta ser el de mayor cuantía de todos los sistemáticos.

En las observaciones por centrado forzoso, las estaciones se materializan mediante trípodes en los cuales se colocan unas plataformas nivelantes especiales en las que encaja tanto el instrumento de medida, en este caso la estación total, como los de observación, prismas reflectores, de esta manera se garantiza de manera inequívoca que el instrumento de medida y el reflector se colocan exactamente en el mismo punto.



Fot. 2, 3 y 4: Equipo de poligonación o centrado forzoso.

La filosofía del centrado forzoso es la siguiente: Se materializa el suficiente numero de trípodes con sus correspondientes basadas de forma que se garantice que la toma de datos se ha realizado de forma correcta y que en el caso de que en el momento de la lectura se detecten discrepancias notables se pueda volver a la estación anterior, sin tener que desechar todo el trabajo hecho hasta el momento. En nuestro caso, se colocaron cinco trípodes, operándose como se indica en la siguiente secuencia de croquis:

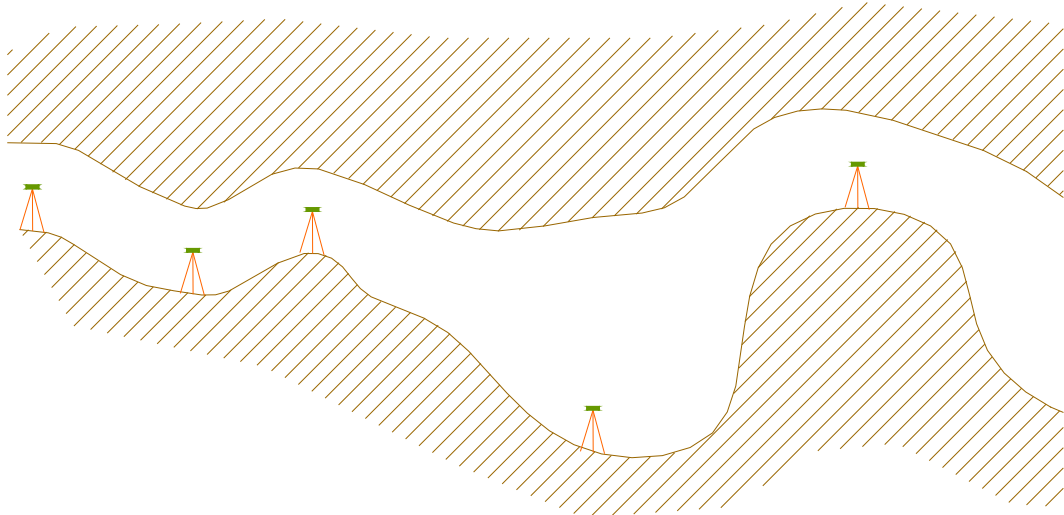


Fig.1: Se colocan las 5 primeras estaciones de poligonal.

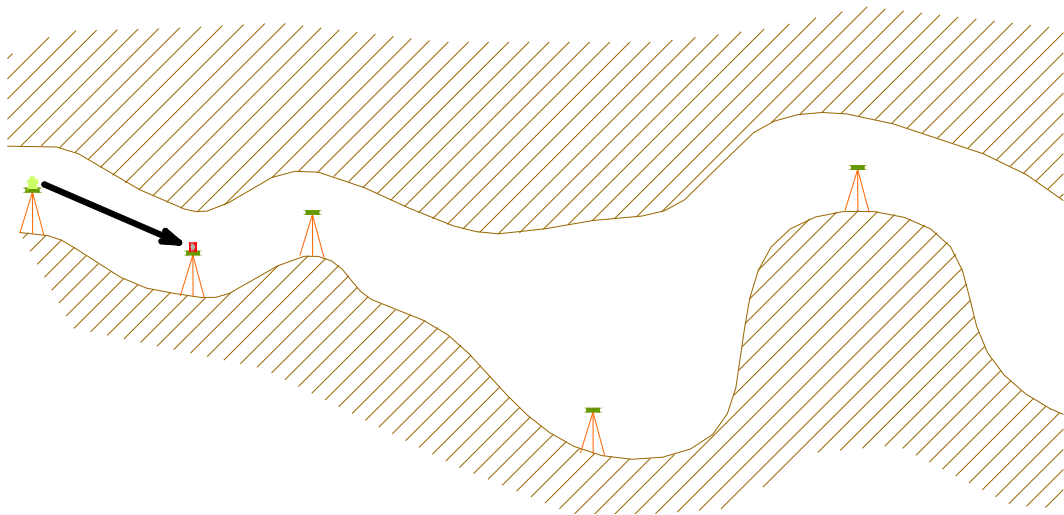


Fig. 2: Seguidamente se estaciona en la primera y se observa al prisma situado en la segunda estación.

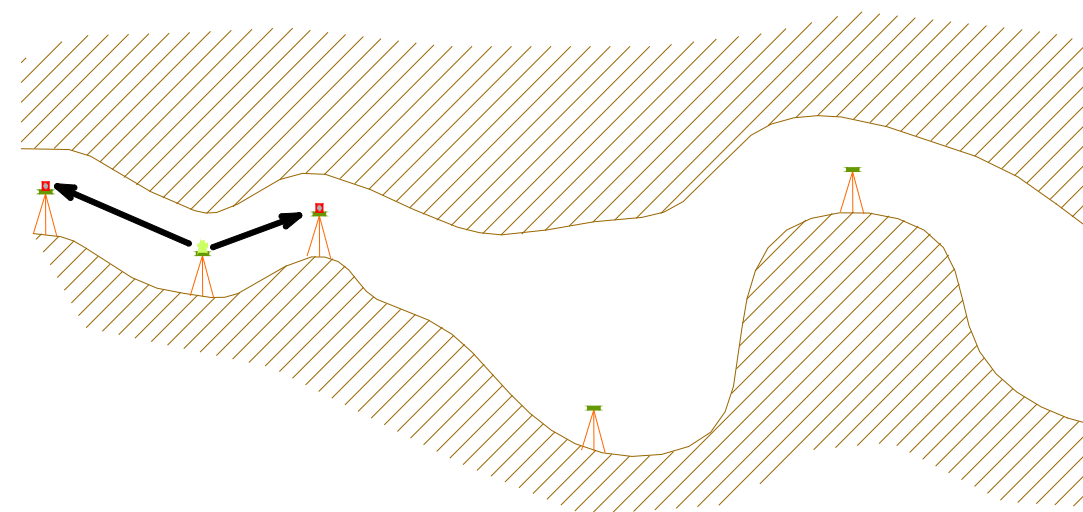


Fig3: Se coloca la estación total en la segunda estación y se observa a los prismas situados en la primera y tercera estación, sirviendo, en todos los casos el de la anterior para orientar.

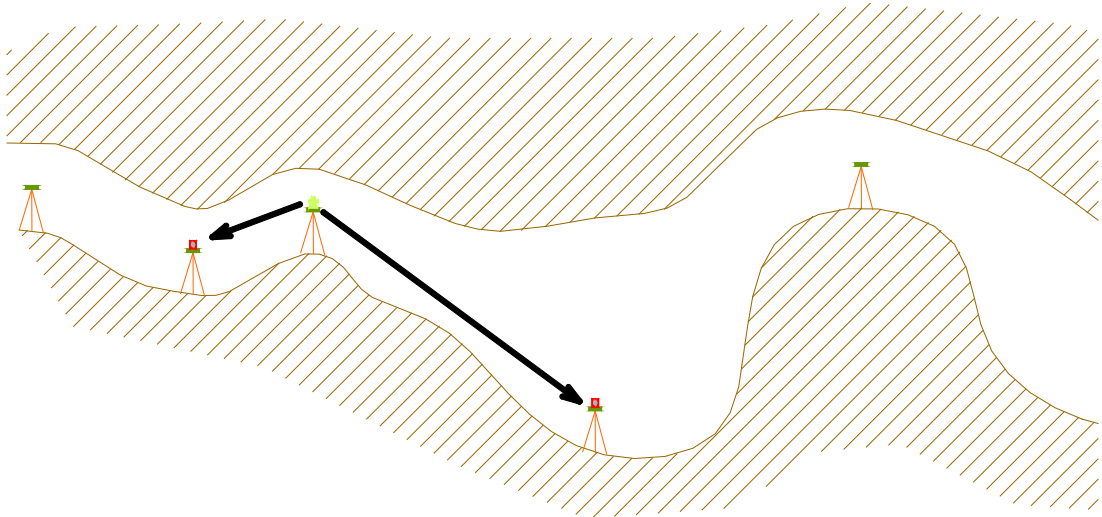


Fig. 4: Se adelanta una posición y se observa desde la tercera estación la segunda y la cuarta.

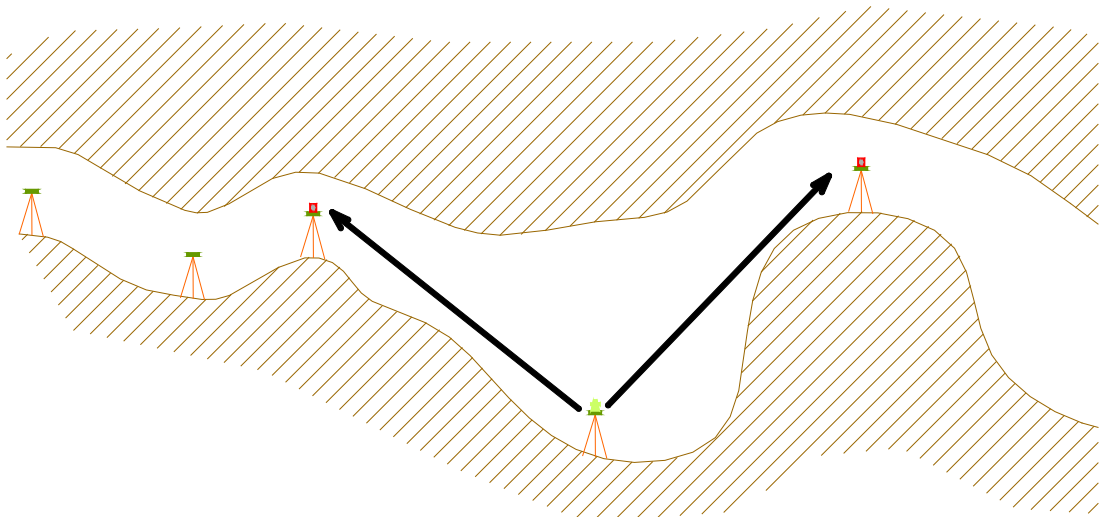


Fig. 5: En la siguiente posición y se observa desde la cuarta estación la tercera y la quinta.

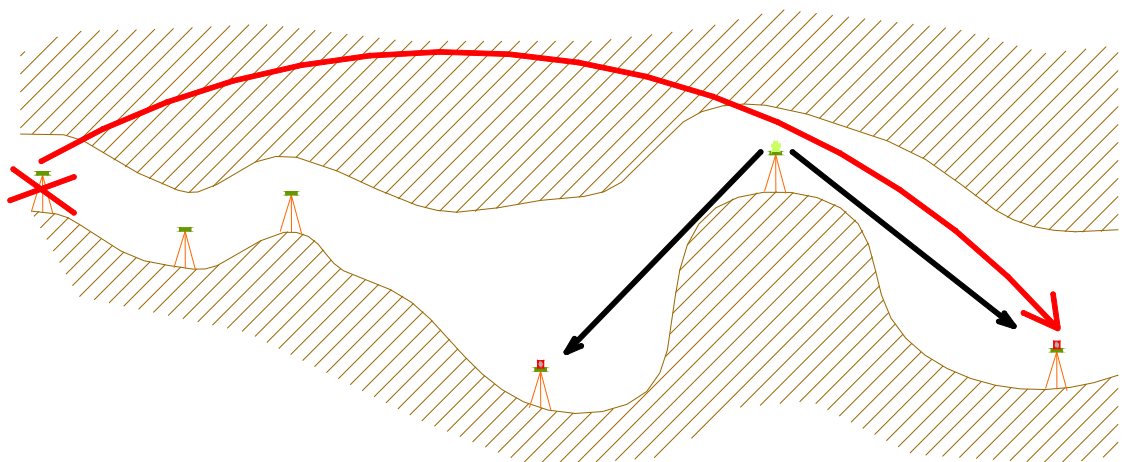


Fig. 6: Al llegar con la estación total a la quinta posición se adelanta el primer trípode a la sexta posición y se continua con la misma dinámica hasta el final, pero con la garantía de que en cualquier caso quedan 2 tramos para poder volver atrás si se detecta algún fallo.

Como se puede observar en el croquis, en el caso de que por alguna razón, durante la observación se moviese el trípode, bastaría volver al trípode anterior para poder continuar con la observación.

En la elección de la posición de las estaciones fueron tenidos en cuenta los siguientes factores:

- Que fuera posible entre todas la radiación de suficientes referencias de los escaneos (esferas).
- Que la longitud de los tramos fuera la mayor posible con el fin de reducir su número.

Cabe señalar, que para el cumplimiento de estas dos condiciones, en algunas ocasiones el estacionamiento de los trípodes fue una labor compleja, como por ejemplo el caso de la estación P26, situada e lo alto de una escalera muy empinada y en la que debido a una estalactita, la única posible visual con la estación P25 se conseguía apoyando una de las patas del trípode en una estalagmita que cubría parcialmente una sima.



Fot. 5, 6 y 7: Estacionamiento en P26.

Como medida de seguridad, en dos tramos que la cavidad se volvía mas amplia se procedió a colocar unas señales adicionales en las paredes y se procedió a la radiación de sus coordenadas.

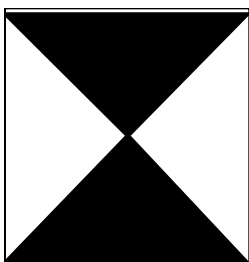
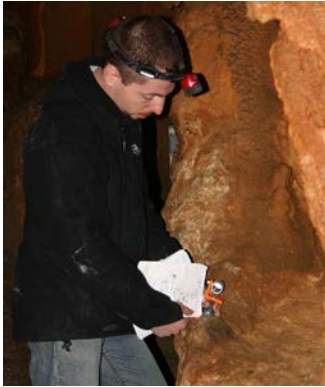


Fig. 7 Señal de puntería

Mediante la colocación de estas señales de puntería se disponía de un seguro adicional de la continuidad de la poligonal, de tal forma que si se interrumpiese la línea de trabajo al desplazarse varios trípodes, pudiera retomarse la poligonal mediante intersección inversa múltiple en esos dos tramos.

5.2.- Radiación.

Tras la observación de cada tramo de poligonal se procedió a radiar la posición de cada una de las esferas visibles desde el mismo, que sido utilizadas como referencias para los escaneos.



Fot. 8: Radiación.



Fot. 9: Esfera

6.- Trabajos de gabinete

6.1.-Cálculo de coordenadas.

Tras la toma de datos se procedió al cálculo de la poligonal. Al haberse realizado cuatro mediciones por tramo (dos en círculo directo y dos en círculo inverso) se promediaron las lecturas de círculo directo e inverso para la corrida de azimutes (determinación secuencial del azimut de cada estación en función del azimut de la estación anterior y las observaciones de ambas estaciones) hasta el último tramo.

Tras la corrida de azimutes se promediaron también las cuatro distancias medidas. Finalmente y mediante el azimut y la distancia de cada tramo se calcularon las coordenadas X, Y y Z de cada estación de poligonal.

Una vez obtenidas las coordenadas de las estaciones de poligonal se calcularon las coordenadas de las señales de referencia de los escaneos. El listado de coordenadas se puede consultar en el anexo II.

6.2.- Estimación del error máximo de la poligonal.

Teniendo en cuenta que se ha realizado una poligonal abierta, mediante las características de la estación total, se realizó el cálculo del error que tiene la última estación de poligonal. Las características de la estación total utilizada son las siguientes:

Sensibilidad: $6''$

Aumentos: 30X

Apreciación: $15''$

Distanciómetro(e_1, e_2): 2mm +2ppm

Dadas esas características técnicas y teniendo en cuenta que al utilizar centrado forzoso se elimina el error de dirección, se calculó el error de verticalidad, el error de puntería y el error de lectura a fin de obtener el error angular cometido:

$$e_v = \frac{S^{cc}}{12} = \frac{6}{12} = 0^{cc},5$$

$$e_p = \frac{30^{cc}}{A} \left(1 + \frac{4 \times A}{100} \right) \times \frac{1}{\sqrt{4}} = \frac{30}{30} \left(1 + \frac{4 \times 30}{100} \right) \times \frac{1}{\sqrt{4}} = 1^{cc},1$$

$$e_l = \frac{15^{cc}}{\sqrt{4}} = 7^{cc},5$$

$$e_a = \sqrt{e_v^2 + e_p^2 + e_l^2} = \sqrt{0,5^2 + 1,1^2 + 7,5^2} = 7^{cc},6$$

Tras calcular el error angular, se procedió a calcular el error transversal:

$$E_T = \frac{L}{n} \times \frac{e_a}{r^{cc}} \times \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}}$$

Donde :

L es la longitud total de la poligonal (342,862m)

n es el numero de tramos (29)

Por tanto:

$$E_T = \frac{342,862}{29} \times \frac{10,07}{636620} \times \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{29 \times 30 \times 59}{6}} = 0,018m$$

Y de la misma manera se procedió al cálculo del error longitudinal:

$$E_l = \left(e_1 + \frac{L}{n} \times e_2 \right) \times \sqrt{n}$$

Donde :

L es la longitud total de la poligonal (342,862m)

n es el numero de tramos (29)

*e*₁ y *e*₂ son las componentes de error del distanciómetro (2mm+2ppm)

Por tanto:

$$E_l = \left(0,002 + \frac{342,862 \times 2}{29 \times 1000000} \right) \times \sqrt{29} = 0,011m$$

Y finalmente, el error total será la componente cuadrática de ambos:

$$E_{TOT} = \sqrt{(E_T)^2 + (E_L)^2} = \sqrt{0,018^2 + 0,011^2} = 0,021m$$

Por lo tanto, el error planimétrico estimado es de 0,021 metros para las coordenadas del último punto de la poligonal respecto al primero, según el método seguido.

En lo que respecta al cálculo de desniveles entre estaciones, analizando las diferencias entre las determinaciones de desnivel directas e inversas, vemos que este valor es de unos 4 mm por tramo lo que en el total del recorrido:

$$E_{TOT} = e_h \times \sqrt{n} = 4 \times \sqrt{29} = 0,02m$$

Es decir, un error altimétrico de 0,02 metros.

6.3.- Estimación del error de los puntos radiados

El cálculo anterior hace referencia a la red de estaciones de la poligonal, a partir de las cuales se han obtenido las coordenadas de las esferas. La mayor fuente de error en la determinación de estas coordenadas es la correcta identificación de la posición del prima con la situación de la esfera en el escaneo. Los puntos medidos, se han codificado según esta característica en seguros, inciertos (ambos medidos con miniprisma) y aquellos que han sido medidos mediante jalón. En el caso de la identificación segura, el error no será mayor de 1 cm, en los otros casos, podrá ser algo mayor.

Anexo I: Certificado de calibración de la estación

Certificado de Verificación y Control

Nº de Certificado 300404877
Fecha 10.01.2007

Leica Geosystems, s.l.
Ibarrekolanda, 36
48015 Bilbao - Deusto
Teléfono +34 94 447 3104
Fax +34 94 447 3393
www.leica-geosystems.com

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO
E.U.I.T. Ind. e Ing.Tec.Topog.
NIEVES CANO, 12

01006 VITORIA

Número de cliente 50198
Instrumento TCR1205 R300, taquímetro + EDM sin ref.
Nº de Serie 213379
Técnico 110336

Proceso de Verificación y Control:

El instrumento ha sido verificado y controlado conforme a los procedimientos establecidos por Leica Geosystems, S.L. según el manual del instrumento en cuestión.

Resultados:

Temperatura durante la verificación (°C): 24

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Desviación Hz (Gon)	0.0004	0.0015	0.0001	0.0003
Desviación Vt (Gon)	0.0041	0.0015	0.0001	0.0001
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro infrarrojo)	0.4	2mm+2ppm	0.4	1.5
Desviación distancia (mm) (Distanciómetro láser)	1.0	3mm+2ppm	1.0	0.1

Patrones empleados:

Angulos:

Colimador de ejes: Wild nº 9694 (Incertidumbre asociado con el patrón: 0.0005 gon)

Distancia:

Leica DI2002 nº 181130 (incertidumbre asociada con el patrón: 0.7 mm)

Comentarios:

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad a patrones nacionales o a patrones extranjeros

No se permite la reproducción parcial de este certificado sin la aprobación por escrito de Leica Geosystems, s.l.

Anexo II: Coordenadas de las referencias (esferas)

En la siguiente tabla, se presentan las coordenadas de las esferas, la codificación corresponde a la indicada por el técnico responsable del escáner, el sistema de coordenadas utilizado es relativo y el código indica la precisión de la identificación del punto, siendo S: seguro, I: inseguro y J: medida realizada con jalón.

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord..Z	Código
1_01	1003,202	1993,977	499,334	I
1_02	1006,641	1994,336	497,659	S
1_03	1007,816	1991,899	496,408	S
1_04	1007,890	1989,500	495,559	I
1_05	1010,979	1986,470	496,274	S
1_06	1015,531	1986,625	495,137	S
1_07	1018,593	1991,014	495,998	S
1_11	1025,091	1991,145	495,155	I
1_14	1035,760	1984,822	493,846	S
1_15	1035,386	1986,797	494,699	J
1_18	1042,522	1983,333	492,882	I
1_25	1059,945	1985,860	490,897	S
1_26	1046,713	1984,776	490,820	S
1_27	1048,265	1985,899	490,761	S
1_28	1049,153	1984,517	492,025	S
1_29	1048,525	1988,461	493,621	S
1_30	1048,469	1989,001	493,891	S
2_01	1089,790	1961,410	497,776	S
2_02	1092,344	1961,649	496,483	S
2_03	1093,562	1962,464	496,709	I
2_04	1095,871	1962,145	494,373	S
2_07	1096,037	1963,471	493,822	S
2_08	1096,309	1962,764	494,269	S
2_11	1098,615	1959,336	495,375	I
2_14	1098,289	1961,095	490,607	S
2_16	1100,738	1961,077	491,166	I
2_17	1100,928	1961,914	491,277	I
2_18	1096,123	1963,919	492,876	S
3_01	1123,276	1944,679	488,637	S
3_02	1123,449	1943,743	489,128	S
3_03	1127,933	1938,861	489,284	S
3_04	1130,666	1936,912	489,616	S
3_08	1122,614	1937,787	491,323	S
3_09	1128,901	1932,887	490,357	S
3_11	1133,630	1928,542	489,676	S
3_12	1131,223	1928,071	489,567	S
3_13	1130,956	1928,848	488,851	S
3_15	1128,194	1935,200	487,150	I
3_17	1132,322	1931,160	486,258	S

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord..Z	Código
3_20	1136,271	1921,124	486,217	J
4_08	1167,415	1912,813	483,444	I
4_09	1171,646	1913,945	485,178	S
4_11	1177,053	1913,394	485,076	S
4_12	1176,471	1914,815	483,473	S
4_14	1184,843	1913,880	483,734	S
4_15	1191,402	1913,148	484,594	S
4_16	1199,083	1913,857	482,671	S
4_18	1207,270	1913,949	484,882	S
4_20	1213,740	1910,345	484,678	S
4_21	1214,918	1909,688	484,615	I
4_22	1216,902	1909,887	484,767	S
4_23	1218,727	1909,478	486,194	S
4_24	1218,913	1908,047	484,396	S
5_01	1264,019	1912,389	480,804	S
5_02	1264,556	1913,567	480,711	S
5_03	1267,619	1913,321	481,081	S
5_06	1280,528	1910,450	482,912	S
5_07	1274,988	1909,881	481,793	S
5_08	1278,747	1909,463	484,136	S
5_09	1282,324	1908,534	483,795	S
5_10	1281,823	1907,213	483,248	S
5_11	1284,751	1908,207	483,942	S
5_12	1289,088	1908,644	484,477	S
5_13	1291,472	1907,802	485,181	S
6_00	1063,461	1986,572	487,862	S
6_01	1060,788	1986,107	489,306	S
6_02	1060,570	1987,675	487,688	S
6_03	1062,268	1983,962	489,465	S
6_04	1063,993	1984,887	488,459	I
6_05	1064,520	1982,526	490,194	S
6_06	1066,716	1981,031	490,557	S
6_07	1067,573	1981,267	490,527	S
6_08	1069,345	1982,320	491,723	S
6_09	1070,115	1981,600	491,543	S
6_10	1071,322	1980,694	490,190	S
6_11	1069,437	1980,048	490,347	S
6_12	1069,940	1978,238	491,944	S
6_13	1070,067	1977,018	491,955	S
6_14	1070,877	1978,109	492,923	S
6_15	1071,151	1978,914	494,521	S
6_16	1069,839	1981,765	494,884	S
6_17	1071,190	1981,705	494,688	S
6_18	1072,637	1980,081	495,598	S
6_19	1072,080	1979,710	496,447	S
7_01	1073,766	1977,052	495,040	S
7_02	1072,839	1975,715	495,707	I

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord..Z	Código
7_03	1076,372	1971,555	491,830	S
7_04	1078,345	1967,883	493,598	S
7_05	1081,051	1966,764	495,372	S
7_06	1083,196	1964,778	497,671	S
7_07	1082,730	1964,006	498,035	S
7_08	1086,698	1962,306	498,760	I
7_09	1085,160	1961,511	497,246	S
7_10	1087,953	1961,904	498,582	S
8_01	1105,083	1956,655	488,458	I
8_02	1104,570	1959,474	491,326	S
8_03	1108,992	1954,504	487,982	S
8_04	1111,347	1953,305	487,980	S
8_05	1113,055	1952,801	487,988	S
8_06	1112,807	1954,433	489,104	S
8_07	1114,229	1953,395	488,032	S
8_08	1120,396	1950,337	487,265	S
8_09	1121,195	1951,660	488,026	S
8_10	1122,764	1948,377	487,485	S
8_11	1124,176	1946,099	487,975	S
8_12	1123,495	1948,103	489,549	S
8_13	1124,544	1944,246	487,740	S
8_15	1119,205	1951,962	487,281	S
8_16	1117,845	1952,774	488,186	J
9_01	1222,560	1908,411	484,960	S
9_02	1224,308	1906,846	485,055	S
9_03	1226,144	1907,727	485,228	S
9_04	1230,880	1906,494	484,280	S
9_05	1231,585	1906,934	484,247	S
9_06	1233,861	1906,583	484,379	S
9_07	1234,621	1907,326	484,338	S
9_08	1237,578	1906,659	484,652	S
9_09	1237,626	1907,497	484,586	S
9_10	1238,325	1908,588	484,782	S
9_11	1242,787	1908,162	486,039	S
9_12	1243,814	1908,546	487,312	S
9_13	1245,148	1908,698	488,866	S
9_14	1245,442	1910,357	489,096	S
9_15	1245,304	1910,572	489,950	S
9_16	1247,379	1910,429	489,168	S
9_17	1248,240	1910,811	489,956	S
9_18	1248,749	1910,721	489,184	S
9_19	1252,449	1910,407	488,782	S
9_20	1254,055	1911,045	486,814	S
9_21	1256,070	1911,364	485,708	S
9_22	1256,916	1910,963	485,637	S
9_23	1257,633	1910,078	484,299	S
9_24	1258,030	1911,241	485,016	S

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord..Z	Código
9_25	1260,603	1911,459	483,307	S
9_26	1260,767	1912,136	482,804	S
10_1	1048,422	1990,439	494,012	J
10_3	1048,279	1992,419	495,206	J
10_2	1048,322	1991,521	494,153	J

Anexo III: Reseñas de referencias



Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la Cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)

Clavo nº: Referencia 1	Coordenadas locales	Coordenadas UTM
Fecha: Marzo de 2007	X = 1000	X =
Localidad: Kortezubi	Y = 2000	Y =
Provincia: Bizkaia	Z = 500	Z =

Reseña Literal:

Corresponde a la estación origen del sistema relativo se ha situado sobre un clavo preexistente sobre una raíz al comienzo de la escalera de acceso a la cueva y con una marca pintada con tinta roja "E2".

SITUACIÓN:





Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la Cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)

Clavo nº: Referencia 2	Coordenadas locales	Coordenadas UTM
Fecha: Marzo de 2007	X = 999,197	X =
Localidad: Kortezubi	Y = 2012,355	Y =
Provincia: Bizkaia	Z = 498,849	Z =

Reseña Literal:

Clavo de acero con cruz grabada en su cabeza, situada sobre el muro exterior.

SITUACIÓN:





Trabajos topográficos de complemento al escaneado tridimensional de la Cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)

Clavo nº: Referencia 3

Coordenadas locales

Coordenadas UTM

Fecha: Marzo de 2007

X = 991,324

X =

Localidad: Kortezubi

Y = 1997,589

Y =

Provincia: Bizkaia

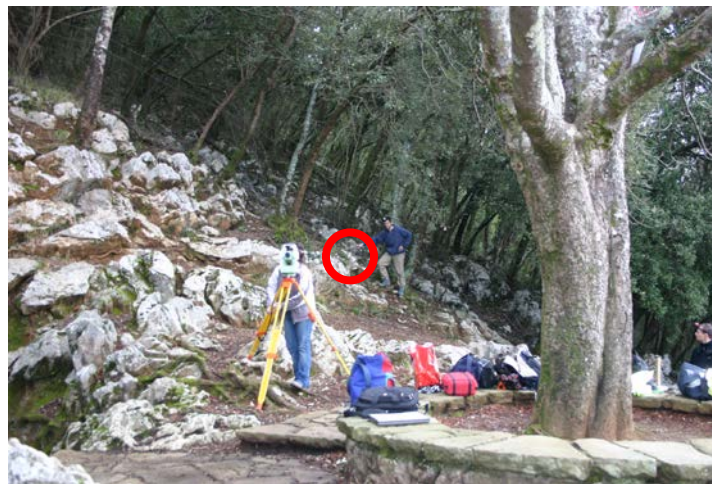
Z = 501,965

Z =

Reseña Literal:

Clavo con cruz grabada en su cabeza, sobre afloramiento rocoso.

SITUACIÓN:





LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV-EHU)

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarios
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).
Tfno: +34 945 013222 / 013264
e-mail: ldgp@ehu.es web: <http://www.ldgp.es>

