



**Levantamiento topográfico**

Zona: Calle Pedro Martín Zermelo

Gloria Vizcaíno Cortés

---

**MEMORIA**

---

**DESCRIPTIVA**



# ÍNDICE

**MEMORIA**.....

1. INTRODUCCION ..... 1

    1.1 OBJETIVO ..... 1

    1.2 DESCRIPCION DEL TRABAJO ..... 2

    1.3 DESCRIPCION DE LA ZONA ..... 3

    1.4 PLANO DE LOCALIZACION ..... 4

    1.5 EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO ..... 4

2. PLANIFICACIÓN..... 5

    2.1 INTRODUCCIÓN ..... 5

    2.2 PLANIMETRÍA ..... 5

        2.2.1 CRITERIOS DE COLOCACIÓN DE LAS ESTACIONES ..... 6

        2.2.2 CROQUIS..... 8

        2.2.3 COLOCACIÓN DE CLAVOS ..... 9

        2.2.4 SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE COORDENADAS  
CONOCIDAS. .... 9

        2.2.5 MEDICIONES..... 13

    2.3 ALTIMETRÍA ..... 14

        2.3.1 CROQUIS..... 16

        2.3.2 MEDICIONES..... 17

*ERRORES* ..... 0

1. INTRODUCCIÓN ..... 1

2. ERROR ACCIDENTAL EN LA RED TRIGONOMÉTRICA ..... 5

3. ERRORES ACCIDENTALES EN LA RED TOPOGRÁFICA ..... 5

    3.1 ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE DISTANCIA ..... 6



---

3.2	ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDAS DE ÁNGULOS.....	7
3.3	ERROR ACCIDENTAL EN LA MEDIDA DE DESNIVELES CON ESTACIÓN TOTAL.....	10
4.	ERRORES ACCIDENTALES EN LA RED DE DETALLE.....	11
4.1	ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE DISTANCIAS .....	11
4.2	ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE ÁNGULOS.....	12
4.3	ERROR ACCIDENTAL EN MEDIDA DE DESNIVELES CON ESTACIÓN TOTAL:.....	13
5.	ERROR ACCIDENTAL ALTIMÉTRICO POR NIVELACIÓN GEOMÉTRICA:.....	14
6.	ACUMULACIÓN DE ERRORES. COMPROBACIÓN FINAL:.....	15
6.1	ACUMULACIÓN DE ERRORES EN PLANIMETRÍA: .....	15
6.2	ACUMULACIÓN DE ERRORES EN ALTIMETRÍA: .....	17
7.	CONCLUSIÓN:.....	18
	<i>ANEXO I</i> .....	0
	<i>DATOS BRUTOS Y SU TRATAMIENTO</i> .....	0
1.	DATOS BRUTOS .....	1
1.1	ESTACIÓN TOTAL: .....	1
1.2	NIVEL: .....	25
1.3	DATOS DE PUNTOS BASE: .....	28
2.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS BRUTOS.....	29
2.1	INTRODUCCIÓN: .....	29
2.2	CÁLCULO DE UN ITINERARIO CERRADO: .....	29
2.3	CÁLCULO DEL ITINERARIO DE NIVELACIÓN:.....	39
2.4	COORDENADAS ABSOLUTAS FINALES:.....	42



2.5 CORRECCIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS PUNTOS RADIADOS DESDE LA ESTACIÓN E\*: ..... 43

2.6 CÁLCULO DE LOS PUNTOS RADIADOS: ..... 47

**ANEXO II.....CROQUIS DE LOS PUNTOS.....**

**ANEXO III... DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS.....**

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TOTAL:.....1

1.1. FUNCIONAMIENTO:.....1

1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL APARATO:.....6

2. CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL:.....9

2.1. FUNCIONAMIENTO:.....9

2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL APARATO:.....11

3. CARACTERÍSTICAS DEL GPS:.....13

3.1. FUNCIONAMIENTO.....13

3.2. INFORMACIÓN:.....16

3.2.1 APLICACIONES EN TIEMPO REAL:.....16

3.2.2. PRECISIÓN Y PARÁMETROS DE LA RED:.....17

3.2.3.DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL APARATO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:.....19

4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS:.....24

4.1. PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS:.....24

4.2. EXCEL 2010:.....25

4.3. AUTOCAD:.....25

4.4. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT):.....25

**ANEXO IV.....PLANOS.....**



## **1. INTRODUCCION**

El presente trabajo consiste en la realización de un proyecto fin de carrera de la titulación de Ingeniería Técnica de Obras Públicas especialidad en hidrología, teniendo carácter obligatorio la realización del mismo.

En primer lugar se estudió la posibilidad de realizar este proyecto con el profesor encargado del mismo D. Manuel Rosique Campoy, aunque también cabe destacar la ayuda de D. Manuel Torres Picazo en dicho proyecto.

Me explicó que se deseaba realizar un estudio topográfico sobre la zona del antiguo club de hípica y alrededores para actualizar el mapa de la zona al sistema de referencia geodésico ETRS89.

### **1.1 OBJETIVO**

El objetivo de dicho proyecto es la realización de un levantamiento topográfico de dicha zona de la ciudad de Cartagena y el correspondiente plano topográfico, parte de la necesidad de actualizar un plano realizado por la comunidad autónoma de Murcia ya que el actual se encuentra obsoleto.

Mediante este proyecto fin de carrera se pretende llevar a cabo la realización de un plano a escala 1/500 de la zona. Haremos una modernización de la cartografía además de incluir los cambios realizados por las construcciones llevadas a cabo con el paso del tiempo, pasaremos los planos topográficos antiguos realizados en coordenadas ED50 a coordenadas ETRS89.



### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Para la consecución del objetivo anteriormente mencionado se empezará por analizar visualmente la zona de interés y se estudiarán los posibles itinerarios, así como el número de estaciones que deben tener estos.

Es importante también conocer los aparatos topográficos que se emplearán para realizar el levantamiento, cuáles se deben usar, en función de las características de la zona y del levantamiento, y cuál es su funcionamiento.

Se obtuvieron varias alternativas, para ello realizamos una serie de croquis de los distintos emplazamientos de las estaciones para poder abarcar toda la zona, con el mínimo número de las mismas y así minimizar el error, en ellas se apoyara el itinerario.

Tras elegir la opción que nos parezca más adecuada, se hará un análisis de errores accidentales para comprobar si se ha realizado una buena planificación del levantamiento y en la selección de los instrumentos a utilizar.

Una vez hecho el estudio inicial se podrá empezar el trabajo de campo, para lo que se medirá la posición planimétrica y altimétrica de los diferentes puntos de interés, previamente señalados, con la ayuda de una estación total.

Para hacer más exacta la altimetría de nuestro proyecto haremos una nivelación geométrica, para ello al igual que con la planimetría haremos varios croquis para que podamos pasar con el nivel por los distintos estacionamientos, anteriormente utilizados, por el camino más corto y utilizando las mínimas estaciones de apoyo para minimizar el error.



Realizaremos una red topográfica para así definir una red de detalle o relleno, con los resultados obtenidos en ella podremos entonces hacer una representación en el plano de dicho lugar. Para poder transformar y representar los datos medidos, utilizaremos una serie de programas informáticos obteniendo el plano de la zona a trabajar.

### 1.3 DESCRIPCION DE LA ZONA

La zona de estudio limita con la calle Capitanes Ripoll, calle Carlos III y el cerro de San José, en el centro se encuentra la calle Pedro Martín Zermeño que da nombre a nuestro proyecto. Su Área es de  $13507.42 \text{ m}^2$  y el perímetro  $559.001 \text{ m}$ . (calculado con google earth)

En esta zona hay un parque de deportes urbanos, una zona de gran pendiente que forma parte del cerro anteriormente mencionado, una calle peatonal que divide la zona, un parque infantil, un emplazamiento habilitado para canes y una gran parte del terreno ajardinada.

Me apoyé en dos puntos GPS de dos proyectos fin de carrera uno de Begoña Simón Toquero denominado: Levantamiento mediante GNSS de una red de puntos enlazando con precisión los distintos espacios de La UPCT en el mismo sistema de coordenadas, y el otro de José María Escobar Iniesta llamado: Métodos rigurosos para el cálculo de bases topográficas de precisión del campus Alfonso XIII los puntos tomados de los distintos proyectos fueron:

PUNTO **AXIII-3** con Longitud:  $-0^{\circ} 58' 46.47768''$ , Latitud:  $37^{\circ} 36' 21.99887''$  ; PUNTO **AXIII-4** con Longitud:  $0^{\circ}58'40,63247''$ , Latitud:  $37^{\circ}36'22,20739''$  y PUNTO **17** de coordenadas: X→ $678418.5221$ , Y→ $4164037.6324$ , Z→ $8.0166$ : Situados en el plano de localización que veremos a continuación.



## 1.4 PLANO DE LOCALIZACION



## 1.5 EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

### **ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA LEICA FLEXLINER TS02**

Sus datos técnicos podemos consultarlos en su totalidad a partir de la página 190 del manual suministrado por el fabricante, pero algunos de los más importantes son:

- Aumentos del telescopio: x30.
- Distancia mínima de enfoque del telescopio: 1,7m.
- Dispone de compensación de cuatro ejes (compensador de dos ejes con colimación horizontal e índice vertical).
- Precisión de estabilización: 2”



### **NIVEL TOPCOON DL- 1001 C:**

Algunos de los datos más importantes:

- Aumentos: x32
- Sensibilidad del nivel circular: 10'/2 mm
- Rango de medidas: 2m a 100 m
- Precisión del compensador: 1 cm a 5 cm

### **OTROS INSTRUMENTOS UTILIZADOS:**

- Trípode.
- Jalón porta prisma.
- Prisma de la marca Leica.
- Tornillos de marcación.
- Software para la descarga de datos.

## **2. PLANIFICACIÓN**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

La finalidad de este proyecto es la medición, en altimetría y planimetría, de toda la zona citada anteriormente, usando para ello la estación total y el nivel. La red topográfica del levantamiento se realizará mediante itinerarios. Para la red de detalle se empleará el método de radiación.

### **2.2 PLANIMETRÍA**

Para poder ubicar cartográficamente nuestro plano tenemos que partir de unas coordenadas conocidas.

En este caso no hizo falta realizar una red trigonométrica apoyándonos en vértices geodésicos, ya que se tenían dos puntos de



coordenadas conocidas. Estos dos puntos se obtuvieron de los Proyectos fin de carrera “Levantamiento mediante GNSS de una red enlazando con precisión los distintos espacios de la UPCT en el mismo sistema de coordenadas” realizado por Begoña Simón Toquero y “Métodos rigurosos para el cálculo de bases topográficas de precisión del campus Alfonso XIII” de José María Escobar Iniesta.

Dichos datos fueron obtenidos mediante GPS con una observación larga por lo que las podemos suponer bastante precisas, y como consecuencia válidas para nuestro proyecto.

### 2.2.1 CRITERIOS DE COLOCACIÓN DE LAS ESTACIONES

Seleccionamos el itinerario, se trata de un itinerario cerrado de 11 estaciones que abarcan toda la zona. Presentó varios problemas, ya que en el proceso de corrección de mediciones se realizaron obras que nos impedían visión con varias vallas una la colocaron muy cerca de la estación D, que en un principio pensamos que no podríamos situar la estación en su lugar de origen, pero pudimos estacionar sin problema. La otra se situaba en la calle capitanes Ripoll y nos impedían visar dos estaciones pero al final conseguimos que las desplazaran y poder tomar las mediciones de dichas estaciones.

En un principio se planificó que el itinerario fuera encuadrado, no cerrado, pero cuando se me facilitaron los errores producidos en la medida de los puntos GPS, AXIII-3 y AXIII-4, utilizados como base de itinerario descubrimos que el error en la estación B, es decir AXIII-3, era excesivo por lo que decidimos hacer un itinerario cerrado y el punto B lo utilice como una estación más sin tomar sus referencias debidas al error mencionado, por ello fue necesario obtener otro punto de coordenadas conocidas para orientar el itinerario, como en el proyecto de Begoña Simón Toquero, anteriormente mencionado, no había ninguno que se pudiera enlazar, tome el punto 17 del proyecto de José María Escobar Iniesta.



Una vez elegido el tipo de itinerario se decidió donde se iba a situar cada estación, estas debían de verse dos a dos ya que primero se visaba a la estación anterior y luego a la siguiente, es decir, espalda-frente.

También se tuvo en cuenta:

- Evitar Itinerarios colgados.
- Evitar Itinerarios secundarios.
- Planificación de itinerarios con las mínimas estaciones posibles.
- Distancias de radiación muy grande.

El motivo por el que se intentan evitar estos métodos es el de pretender disminuir los errores en las redes planimétricas.

**Los itinerarios colgados** no tienen comprobación, lo que no permite detectar incluso los errores groseros.

Cuando se establecen **itinerarios secundarios**, se transmite al itinerario secundario el error del itinerario primario.

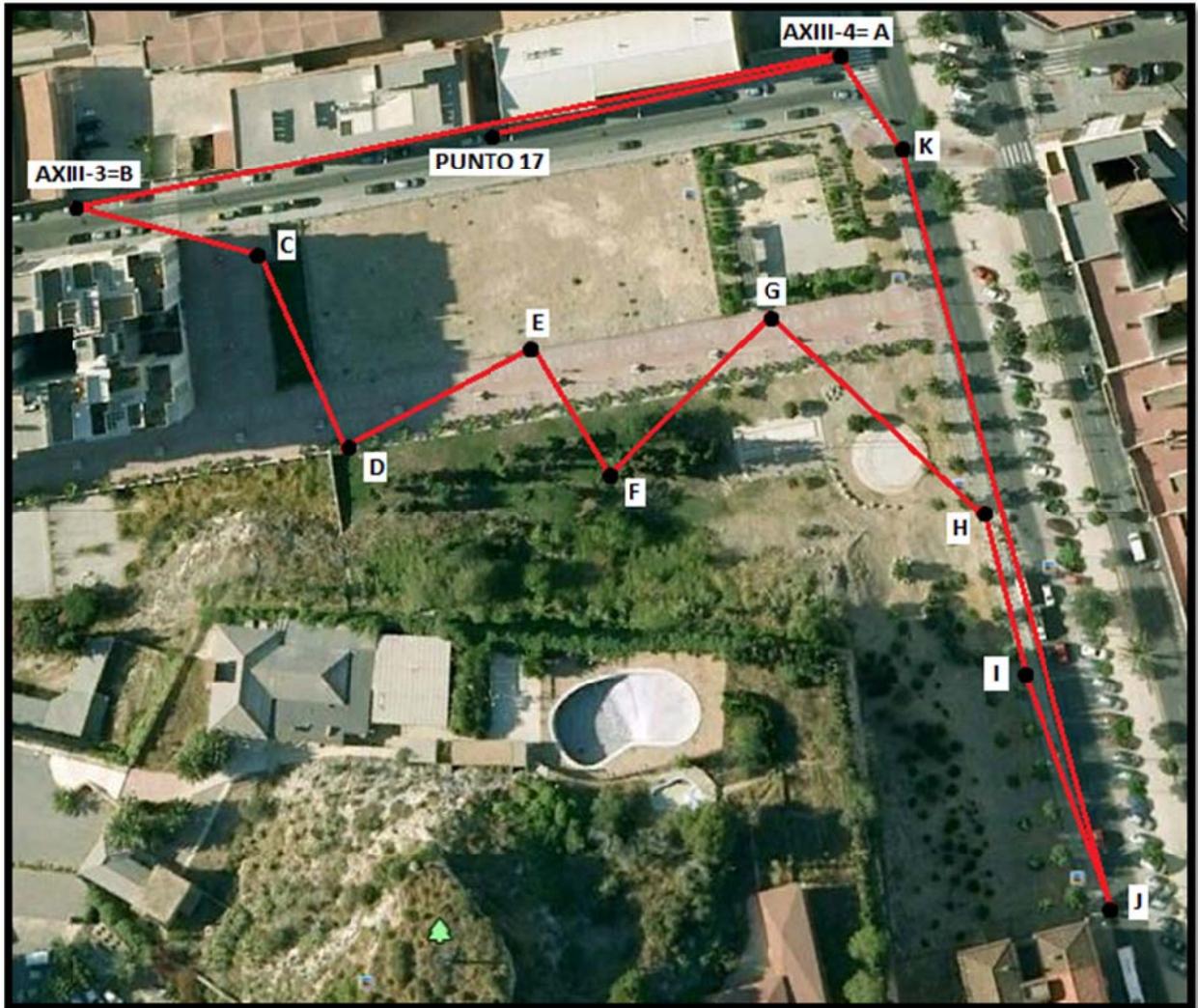
Para los **itinerarios de muchas estaciones** lo que ocurre es que el error que se va cometiendo en la medida de cada estación se va propagando en cada una de ellas, y al ser un número de estaciones tan elevado el error podría ser demasiado alto.

Por otra parte, el error de la medida de **distancias en radiación** depende de la longitud de las visuales y por eso evitaremos distancias muy grandes.



### 2.2.2 CROQUIS

La colocación de las distintas estaciones fue la siguiente:





### 2.2.3 COLOCACIÓN DE CLAVOS

Tras realizar este estudio inicial, procedimos a marcar con clavos los puntos de estación dentro de los diferentes itinerarios, para conocer su situación exacta y, exactamente sobre ellos, estacionar los aparatos de medida.

Se pudo marcar con clavos la situación de las estaciones sin problemas, entre las losas de la acera, y con grandes marcas de spray.

Excepto en la estación F, el terreno es de tierra, con árboles y matorrales, es una zona donde suelen pasar personas paseando a sus mascotas.

Se colocó una estaca de madera que sobre salía unos 5 o 6 centímetros del suelo, que al día siguiente ya no estaba, pero seguía la marca en el suelo intacta, debió quitarlo alguien a mano, así que tuvimos que repetirlo poniendo una nueva esta vez hincada a ras de suelo. Esta no volvió a ser movida. Aunque no fue un problema en si ya que antes de su desaparición solo se tomó la visual de frente desde E que volvimos a repetir y eliminamos la lectura anterior.

### 2.2.4 SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE COORDENADAS CONOCIDAS.

#### **RESEÑA DEL PUNTO AXIII-3=B**

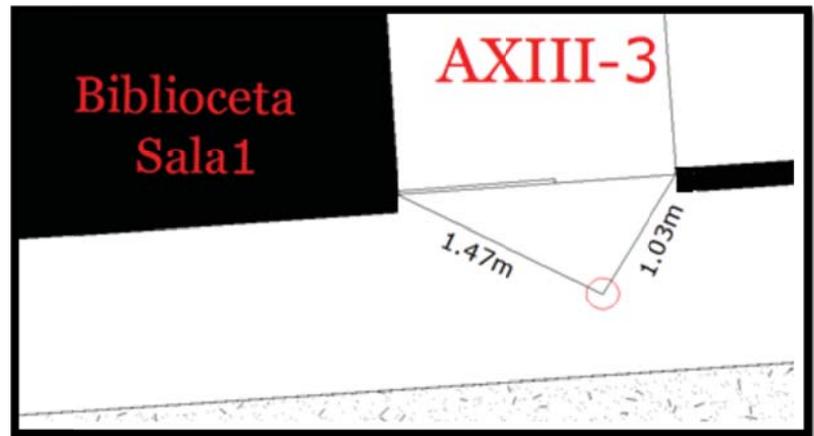




## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés



### COORDENADAS ETRS89

#### UTM

X: 678341,8346

Altura elipsoidal: 57,5987

Y: 4164032,9407

N: 49,656

HUSO: 30

Altura ortométrica: 7,952

K: 0,99999171

W: 1°13'60"

#### GEOGRÁFICAS

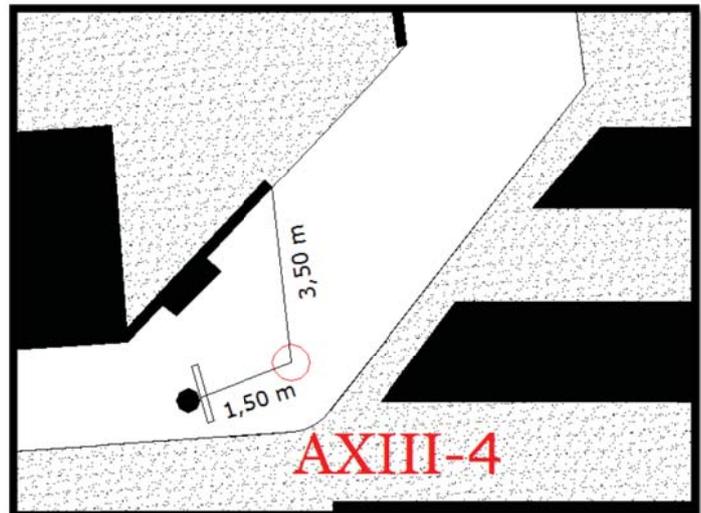
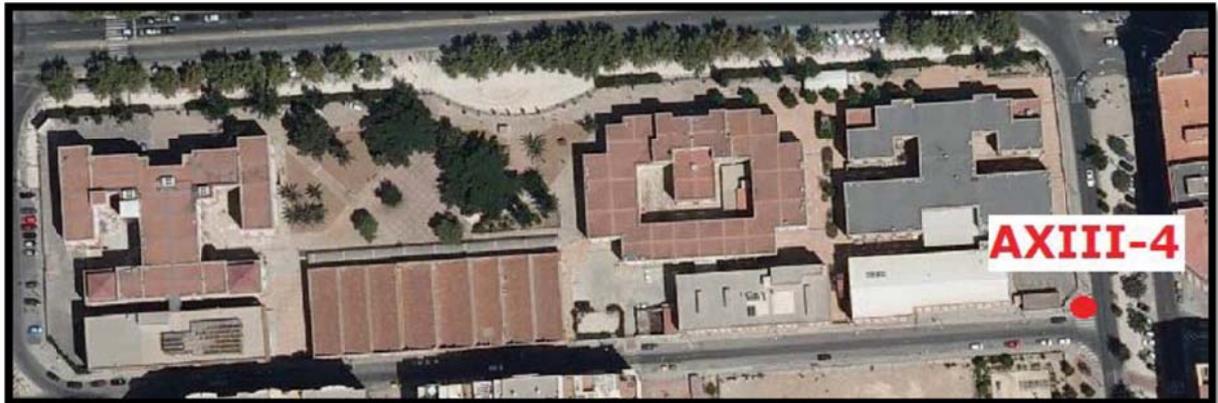
Longitud: -0° 58' 46.47768"

Latitud: 37° 36' 21.99887"





**RESEÑA DEL PUNTO AXIII-4=A**



**COORDENADAS ETRS89**

**UTM**

X: 678485,0322

Altura elipsoidal: 57,4239

Y: 4164042,4548

N: 49,654

HUSO: 30

Altura ortométrica: 7,7699

K: 0,99999234

W: 1°14'3''

**GEOGRÁFICAS**

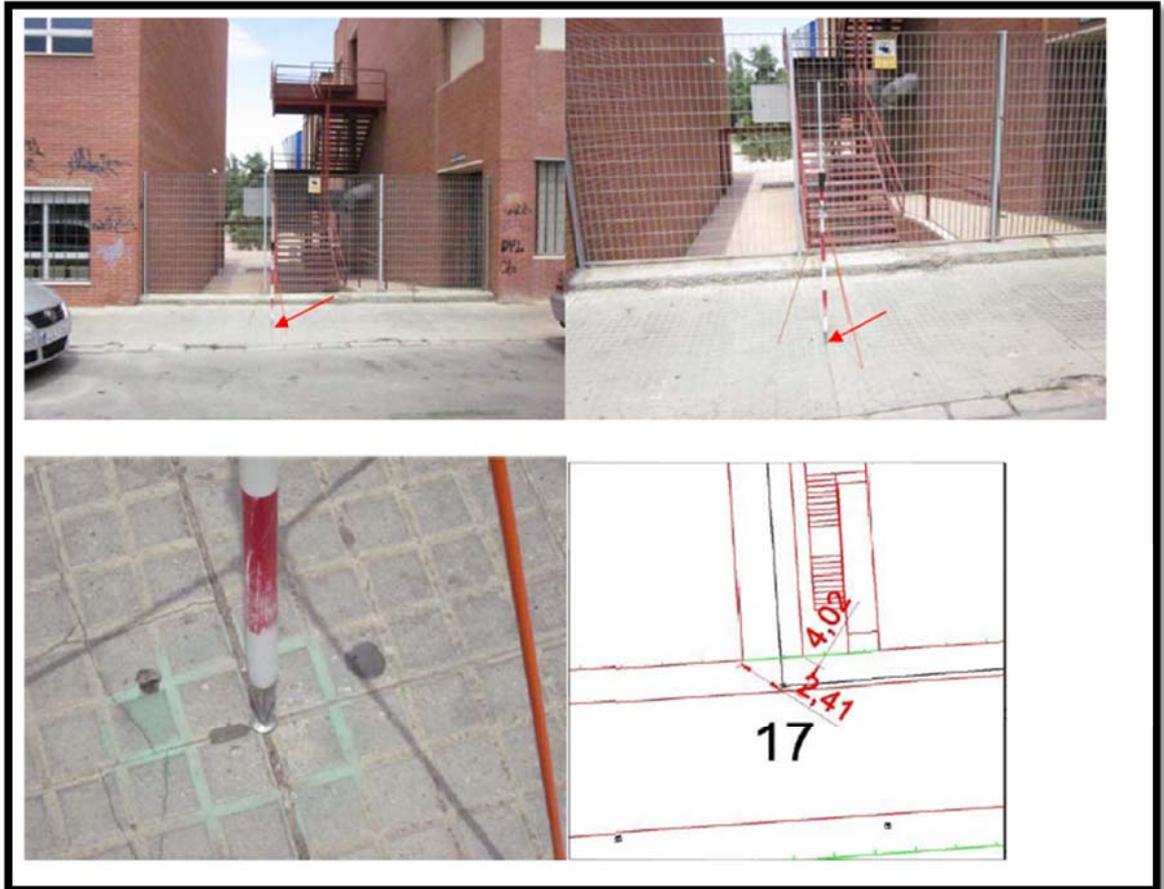
Longitud: 0°58'40,63247''

Latitud: 37°36'22,20739''





**RESEÑA DEL PUNTO 17:**



Las coordenadas del punto están el sistema de referencia ERTS89 y proyectadas en UTM Huso 30 Hemisferio Norte.

X→678418.5221 Y→4164037.6324 Z→8.0166



### 2.2.5 MEDICIONES

Una vez decidido donde se iba a estacionar y a los puntos que se iba a visar se comenzó las mediciones de campo.

Esta fase del proyecto duró unos 4 días, no existió prácticamente ningún problema con el uso de la estación total. Su uso ciertamente no es demasiado complicado, los problemas recaen a la hora de estacionar y nivelar ya que, sin cierta experiencia, se hace un poco entretenido.

Los principales problemas a la hora de hacer las mediciones:

- **El tránsito de gente:** nos obligaba a tener que pararles y a repetir algunas medidas.
- **Zonas con grandes pendientes:** debido a este inconveniente hubo ciertos puntos de la zona de muralla que pudimos tomar con exactitud, al igual que hubiese sido conveniente tomar ciertos puntos más arriba para realizar más exactamente las curvas de nivel.
- **Plantas y muros:** en la zona del parque especialmente, algunas plantas nos impedían la medición en algunos puntos ajustamos la altura del jalón para evitarlo, en otras tuvimos que romper unas cuantas hojas que hacían imposible la visión.
- **Vallas:** por las cuales teníamos que lanzar la visual a través de ellas o pedir que las desplazaran hasta que termináramos las medidas.



- **Coches:** el continuo tránsito obligaban a repetir las mediciones entre las estaciones, K y A, y, B y C, y las visuales de A y B al estar la estación a un lado de la acera y las visuales al otro. Este factor también influyó en las estaciones debido al estacionamiento de ciertos vehículos que impedía la visión.
- **Viento:** en la estación D fue un verdadero problema, ya que como es un pasillo el viento era muy fuerte y movía tanto el prisma como la estación; tomamos todas las medidas repetidas y con mucho cuidado.

### 2.3 ALTIMETRÍA

Para la elaboración de la red altimétrica se han utilizado dos métodos distintos:

- **Nivelación trigonométrica o por pendientes:** Se emplea la estación total.
- **Nivelación geométrica o por alturas:** En la cual se emplea el nivel.

El objetivo de la nivelación es conocer el desnivel existente entre cada uno de los distintos sitios donde vamos a estacionar, para posteriormente y sabiendo la altura de uno de ellos conocer la altura del resto de puntos.

Paralelamente a la realización de la red planimétrica se fue haciendo la nivelación trigonométrica, ya que la estación toma ambas de forma indistinta. Este método aunque preciso no lo es tanto como la nivelación geométrica.



Debido a la mayor precisión de la nivelación geométrica se optó por esta, por lo que se hizo una red por alturas y otra por pendiente.

Levantaremos en primer lugar una red por alturas, que incluirá todos los puntos donde nos estacionamos. Para asignar una altitud a cada uno de estos puntos se realizan, un itinerario desde un punto con coordenadas altimétricas conocidas, en nuestro caso, AXIII-4, y que ira pasando por los distintos puntos de estación, este itinerario seguirá el camino más corto y cómodo.

El resto de los puntos del levantamiento se levantan por pendientes, es decir con estación total, calculando desniveles al tiempo que se determina la planimetría.

Para la realización de dicha nivelación se utilizó un itinerario cerrado, es decir, partimos de uno de los puntos conocidos, en este caso AXIII-4 ya que tiene mayor precisión altimétrica, y pasando por cada una de las estaciones, llegamos de nuevo al punto de partida (AXIII-4). Así al saber la altura del punto AXIII-4 y sabiendo los desniveles existentes entre las distintas estaciones podremos conocer la altura de cada una de estas.

Hemos planeado un itinerario cerrado en vez de uno encuadrado, debido a que si nos apoyáramos en los dos puntos obtenidos por GPS del proyecto de Begoña el error sería mayor, ya que el punto de estación B tiene muy poca precisión en la medida de sus coordenadas, esto provocaría un arrastre del error en las sucesivas estaciones de nuestro itinerario.

Por ello se descartó orientar con B y tomamos el punto 17 del proyecto de José María para este fin.



### 2.3.1 CROQUIS

Teniendo en cuenta la distancia que hay que dejar entre la mira y el nivel, más los problemas de visión añadidos por la vegetación y los obstáculos como vallas, farolas... se tuvieron que realizar 17 tramos. En este croquis aparecen: cada uno de los puntos en que nos hemos estacionado para radiar denominados con letras, las estaciones de apoyo que fueron necesarias y los tramos de nivelación numerados.





### 2.3.2 MEDICIONES

A la hora de hacer las mediciones habrá que tener en cuenta que la distancia entre la mira y el nivel estén a una distancia en la cual la curvatura de la tierra no afecte a nuestra medida, está empieza a producir error a unos 100 metros entre dos posiciones consecutivas de mira, por lo que deberemos tenerlo en cuenta a la hora de posicionar el nivel, y si es necesario tomar puntos de apoyo de estacionamiento del nivel para no superar esos metros entre las miras.

El itinerario del nivel tuvo que hacerse teniendo en cuenta esto, haciendo el recorrido de la manera más cómoda y fácil posible.

El nivel es un aparato muy sencillo de utilizar por lo que no dio excesivos problemas los únicos problemas que hubo fueron cuando la mira se colocó a contra luz produciéndose errores y obligando a tomarse de nuevo el punto.

# ***ERRORES***

---

***CÁLCULO DE ERRORES***

***ACCIDENTALES***



## 1. INTRODUCCIÓN

Al efectuar cualquier trabajo topográfico se cometerán *errores*, es decir, cada medida efectuada diferirá de la magnitud real en una cierta cantidad. Los errores que vamos a estudiar se deben a dos causas: limitaciones de la vista humana y limitaciones de los aparatos topográficos empleados. Nunca pueden anularse por completo, aunque se debe tender a reducirlos al máximo

El objetivo de esta temática es analizar los posibles errores que se pueden cometer al realizar las mediciones, sus orígenes, características, magnitudes, como se determinan, clasifican y propagan. Con ello podremos calificar las medidas topográficas y definir si son útiles conforme los objetivos de la tarea y las exigencias que con ella se pretenda.

En los levantamientos topográficos se determinan medidas lineales y angulares que resultan de una medición directa con instrumentos y en un gran número se obtienen de una determinación indirecta.

Es importante hacer notar que el término “error” no tiene la acepción común de equivocación, sino que su significado es asimilable a imprecisión, vacilación, imperfección o indeterminación.



---

## **LOS ERRORES PROPIOS DE LA MEDICIÓN PROVIENEN:**

### **- Del instrumental y accesorios usados en la medición:**

Ya que éstos pueden tener imperfecciones en sus partes, en el ensamble de éstas. Asimismo las imperfecciones pueden ser de fabricación o debido a su uso. Estos errores tienen la ventaja de poder corregirse o bien compensarse mediante métodos de medición o sino calcular su influencia para corregir las lecturas afectadas.

Además todas las escalas de medición lineal y angular tienen limitaciones que impone su menor división. Por estos errores es muy importante el hecho de revisar los instrumentos a utilizar antes de cualquier inicio de trabajo.

### **- Del personal que la realiza:**

El operador al medir depende de sus sentidos. La agudeza de la vista o sensibilidad del tacto son los que intervienen con más frecuencia. Por su importancia y frecuencia se cita: el centrado y calaje (al ubicar deficientemente el instrumento o sus accesorios), la colimación (por falta de una exacta coincidencia dentro del campo del anteojo), la coincidencia de trazos, imágenes, bordes, etc., la apreciación (al estimar fracciones, interpretarlas, interpolar), el redondeo (al suprimir medidas por exceder las exigencias propias de la tarea. Cabe señalar que la actuación personal se extiende a la elección de los procedimientos y métodos, las tareas de cálculo y descripción final motivo del trabajo.



### - **De las condiciones en que se realiza:**

Se destacan las atmosféricas y del lugar. La atmósfera, el viento el sol, la temperatura la humedad y presión son de suma importancia pues llegan a impedir las tareas. Los parámetros de precisión, asimismo, se establecen para condiciones favorables o desfavorables. Respecto del lugar en términos generales, operar con comodidad y seguridad mejora los resultados. La inestabilidad, la vegetación, cursos de agua, fango, relieve escarpado, etc. dificultan las operaciones, particularmente los movimientos y la visibilidad.

**La teoría de errores** estudia las medidas de una magnitud cuando estas forman parte de una serie de observaciones homogéneas, no cabe el análisis de una medida aislada. En topografía se utilizan medidas resultantes de una serie de observaciones.

### **TIPOS DE ERRORES DE ACUERDO A LA MANERA EN QUE ESTOS SE PRESENTAN O INFLUYEN:**

#### - **Errores sistemáticos:**

Son errores controlables que afectan las observaciones con una influencia constante o que responde a una ley determinada, por ello pueden ser identificados y controlados.

Los constantes en general provienen de defectos instrumentales y causan errores hasta tanto no se los corrija mediante un ajuste mecánico.

Los variables generados normalmente por diferentes condiciones operativas.

Conocido el origen o su efecto se puede corregir la deficiencia que lo provoca o compensar su influencia.



### - **Errores accidentales:**

Son aquellos originados por causas fuera de control del operador y pueden provenir de tres factores: instrumental, personal y condiciones. Su manifestación es imprevisible, acotado por formas de prevención dispuestas por el operador al elegir instrumental, métodos, condiciones y un medio de estricto control del proceso de medición (de acuerdo a la precisión exigida). Estos errores imprevisibles, encasillados en lo eventual y fortuito constituyen hechos aleatorios y su magnitud y frecuencia se estudia a través de la Teoría de las probabilidades.

Su magnitud es tal que cuando más pequeños son, mayor es la probabilidad de cometerlos. Puede decirse que los errores pequeños son más frecuentes que los grandes.

La probabilidad de cometer errores positivos y negativos es la misma, por ello los errores accidentales tienden a compensarse, lo que se acentúa en la medida que la serie tenga más observaciones.

Las tareas topográficas tienen impuestas **tolerancias** que son el límite del error a cometer o los máximos errores aceptables en mediciones y determinaciones.

Si el cálculo de errores “a priori” diera como resultado un error máximo acumulado superior a la tolerancia, habría que revisar el plan de trabajo o considerar el empleo de instrumentos más precisos.

Al ser nuestro plano de una escala 1:500, el límite de percepción visual estará en 0,1m.



## 2. ERROR ACCIDENTAL EN LA RED TRIGONOMÉTRICA

No se realizó ninguna medición con estación total para realizar la red de triangulación, sino que esta se sustituyó por un punto obtenido mediante GPS estos datos los obtenemos del proyecto fin de carrera de Begoña Simón Toquero (anteriormente citado), fueron los siguientes:

PUNTOS	Desv. Est. Y Local	Desv. Est. X Local	Desv. Est. Altura
AXIII-4	0.0052	0.0208	0.0208

→ Error total del punto AXIII-4:

$$\xi_{t2} = \sqrt{e_x^2 + e_y^2} = 0.0214$$

## 3. ERRORES ACCIDENTALES EN LA RED TOPOGRÁFICA

La red topográfica está constituida por los puntos de estación Del itinerario previsto. Puesto que en los itinerarios se miden ángulos, distancias y desniveles, en el cálculo de errores accidentales de la red topográfica tendremos que considerar los debidos a estas causas:

- Errores accidentales en medida de distancias.
- Errores accidentales en medida de ángulos.
- Error accidental en medida de desniveles con estación total.
- Error accidental en medida de desniveles con nivel.



### 3.1 ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE DISTANCIA

#### **Error en medida de distancia:**

Este error se produce por la no coincidencia del centro geométrico y el centro eléctrico del distanciómetro (punto desde el que se emite la onda).

Este es un valor constante y depende del diseño del equipo, viene indicado por parte del fabricante bajo la expresión:  $Amm+Bppm$ . El valor indicado es el error estándar o desviación típica, obtenido para ese equipo.

$$e_d = 2mm + 2ppm = 0,002 + 0,002 * \frac{60}{1000} = 0,00212m$$

- Distancia media en el itinerario 60 metros.
- 

#### **Error de dirección:**

Dependerá de los instrumentos utilizados. En este proyecto se ha utilizado una plomada laser con jalón; por lo tanto los errores máximos serán:

- $e_e$  con plomada óptica o láser = 0.0025m.
- $e_p$  con jalón = 0.01m.

Es el error que se comete en la medida de la distancia por la inclinación del jalón porta prisma.

La situación normal es que el jalón esté dotado de nivel esférico, pero la evidente dificultad de mantenerlo calado o la posibilidad de rotura o desajuste de éste hace que se tomen, a la hora de determinar los errores máximos aleatorios.



El error máximo debido a la inclinación del jalón será:

$$e_j = \frac{A_p \cdot \sin \beta}{\cos \alpha} = 0,02836\text{m}$$

- $A_p$  = Altura máxima del prisma= 1.8m.
- $\beta$  = Inclinación del jalón=  $1^\circ$ .
- $\alpha$  = altura de horizonte de la visual=  $5^\circ$ .

**Error total en la medida de distancia:**

$$E_d = \sqrt{e_d^2 + e_e^2 + e_p^2 + e_j^2} = 0,03025\text{m}$$

### 3.2 ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDAS DE ÁNGULOS

**ÁNGULOS ACIMUTALES:**

- **Error de verticalidad del eje principal:**

Es el error que se produce debido a un mal posicionamiento del eje principal del instrumento utilizado. Depende directamente de la sensibilidad de los niveles que incorpora el aparato y afecta de manera distinta a ángulos verticales y horizontales:

$$e_{va} = \frac{1}{4} * P_e = 1,5432^s$$

- $e_{va} = P_e$  = precisión del estabilizador del compensador =  $2'' = 6,1728^s$



- **Error de dirección:**

Es el error que se produce cuando el eje vertical del aparato no pasa exactamente por el punto de estación y también como consecuencia de un mal posicionamiento de la punta del jalón que sostiene al prisma que se pretende visar.

Como longitud de la visual en metros tomaremos la distancia media entre una estación y otra del itinerario.

$$e_{da} = \frac{e_e + e_p}{D} * r = 132,629^s$$

- D=distancia media del itinerario=60m
- $e_e$ = error de dirección por plomada óptica o láser=0,0025m
- $e_p$ =error por jalón= 0,01m
- r=número de segundos de un radián=636619,7724<sup>s</sup>.

- **Error de puntería:**

Es el error que se comete al visar una señal con el antejo de un instrumento. La puntería consiste en hacer coincidir el centro de dicha señal con el centro del retículo. Debido a nuestras imperfecciones visuales, el enrase de los hilos del retículo con la señal nunca será perfecto y se cometerá un error de puntería.

$$e_{pa} = \frac{30''}{A} \left( 1 + \frac{4A}{100} \right) = 6,79^s$$

- A= Aumentos de la lente, en nuestro caso x30.



- **Error de lectura:**

Es el error cometido al leer sobre el sistema de lectura del aparato.

$$e_{la} = \frac{2}{3}a'' = 14,403^s$$

- a = apreciación del limbo acimutal en segundos =  $7'' = 21,605^s$

**ÁNGULOS CENITALES:**

- **Error de verticalidad del eje principal:**

$$e_{vc} = P_e = 6,1728^s$$

- $P_e$  = precisión del estabilizador del compensador =  $2'' = 6,1728^s$

- **Error de puntería:**

$$e_{pc} = e_{pa} = \frac{30''}{A} \left( 1 + \frac{4A}{100} \right) = 6,79^s$$

- A = Aumentos de la lente, en nuestro caso x30.

- **Error de lectura:**

$$e_{lc} = e_{la} = \frac{2}{3}a'' = 14,403^s$$

- a = apreciación del limbo acimutal en segundos =  $7'' = 21,605^s$

**ERROR ANGULAR TOTAL:**

- **Ángulos acimutales:**

$$E_a = \sqrt{e_{va}^2 + e_{da}^2 + e_{pa}^2 + e_{la}^2} = 133,59^s = \frac{133,59 * D}{r} = 0,0126m$$



- **Ángulos cenitales:**

$$E_c = \sqrt{e_{vc}^2 + e_{pc}^2 + e_{ic}^2} = 17,0782^S = \frac{17,0782 * D}{r} = 0,00161m$$

- D= longitud de la visual en metros= 60m
- r=número de segundos de un radián= 636619,7724<sup>S</sup>.

### 3.3 ERROR ACCIDENTAL EN LA MEDIDA DE DESNIVELES CON ESTACIÓN TOTAL

**Error por visuales inclinadas y en medida de distancias:**

$$e_t = D \left[ \left( 1 + \frac{E_d}{D} \right) \tan(\alpha + E_c) - \tan \alpha \right] = 0,004m$$

- D= longitud de la visual en metros= 60m
- $E_d$ =error total en la medida de distancia=0,03025m
- $E_c$ =error total angular en ángulos cenitales=0,00161m
- $\alpha$  = altura de horizonte de la visual=5<sup>g</sup>

**Error en medida de altura de aparato:**

$$e_i = 0,01m$$

**Error de verticalidad de la señal de puntería:**

$$e_m = A_p * \text{sen } \beta * \tan(\alpha + \beta) = 0,00267m$$

- $A_p$ =altura máxima del prisma= 1.8m.
- $\beta$ = Inclinación del jalón=1<sup>g</sup>.
- $\alpha$ = altura de horizonte de la visual=5<sup>g</sup>.



**Error total en altimetría:**

$$E_v = \sqrt{e_t^2 + e_i^2 + e_m^2} = 0,0111\text{m}$$

## 4. ERRORES ACCIDENTALES EN LA RED DE DETALLE

Se trata de los errores accidentales cometidos en la medida de puntos, por radiación, desde cada estación de los itinerarios. Se comenten los mismos tipos de error que en la red topográfica, pero en este caso no hay acumulación de errores.

### 4.1 ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE DISTANCIAS

**Error en medida de distancia**

$$e_d = 2\text{mm} + 2\text{ppm} = 0,002 + 0,002 \frac{30}{1000} = 0,00206\text{ m}$$

- D= longitud de la visual en metros de la red de detalle= 30m

**El error máximo debido a la inclinación del jalón:**

$e_j$  = calculamos como en red topográfica= 0,02836m

**Error total en medida de distancia:**

El error aleatorio total en la medida de la distancia:

$$E_d = \sqrt{e_d^2 + e_e^2 + e_p^2 + e_j^2} = 0,0302\text{m}$$



## 4.2 ERRORES ACCIDENTALES EN MEDIDA DE ÁNGULOS

Los errores de verticalidad eje principal, puntería y lectura de la red de detalle son los mismos que en la red topográfica en ángulos acimutales:

- Error de verticalidad del eje principal= $e_{va}=1,5432^S$ .
- Error de puntería= $e_{pa}=6,79^S$ .
- Error de lectura= $e_{la}=14,403^S$ .

Igual sucede con los errores cenitales:

- Error de verticalidad del eje principal= $e_{vc}=6,173^S$ .
- Error de puntería= $e_{pc}=6,79^S$ .
- Error de lectura= $e_{lc}=14,40^S$ .

### **Error de dirección:**

La longitud de la visual en metros de la red de detalle en el itinerario se trata de la distancia media entre cada estación y cada punto a medir.

$$e_{da} = \frac{(e_e + e_p) * r}{D} = 265,258^S$$

- $r$ =número de segundos de un radián=  $636619,7724^S$ .
- $D$ = longitud de la visual en metros de la red de detalle= 30m



**ERROR ANGULAR TOTAL:**

- **Ángulos acimutales:**

$$E_a = \sqrt{e_{va}^2 + e_{da}^2 + e_{pa}^2 + e_{la}^2} = 265,74^S = \frac{265,74 * D}{r} = 0,0125m$$

- **Ángulos cenitales:**

$$E_c = \sqrt{e_{vc}^2 + (e_{lc}^2) + (e_{pc}^2)} = 17,0782^S = \frac{17,0782 * D}{r} = 0,0008m$$

- D=longitud de la visual en metros de la red de detalle=30m
- r=número de segundos de un radián=636619,7724<sup>S</sup>.

**4.3 ERROR ACCIDENTAL EN MEDIDA DE DESNIVELES CON ESTACIÓN TOTAL:**

**Error por visuales inclinadas y en medida de distancia:**

$$e_t = D \left[ \left( 1 + \frac{e_d}{D} \right) \tan(\alpha + E_c) - \tan \alpha \right] = 0,00097m$$

- D=longitud de la visual en metros de la red de detalle=30m
- $e_d$ =error total en medida de distancia= 0,00206m.
- $E_c$ = error angular total ángulos cenitales= 17,0782m.

**Error total en altimetría:**

$$E_v = \sqrt{e_t^2 + e_i^2 + e_m^2} = 0,0104m$$

- Error en medida de altura del aparato= $e_i$ =0,01m.
- Error de verticalidad en la señal de puntería= $e_m$ =0,00267m



## 5. ERROR ACCIDENTAL ALTIMÉTRICO POR NIVELACIÓN GEOMÉTRICA:

### ERROR EN LA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA O POR ALTURAS (REALIZADA CON NIVEL):

#### **Error de horizontalidad del eje de colimación:**

Es el error que se comete cuando, al lanzar la visual a la mira topográfica, el eje de colimación no queda en una posición perfectamente horizontal.

$$e_h = \frac{1}{3}S = 20,57613169^s$$

- S= Sensibilidad del compensador del nivel = 20" = 61,7284<sup>s</sup>

#### **Error de puntería:**

En el caso del nivel no se podrá elegir un punto de la mira para enrasar el hilo horizontal sino que, normalmente, no coincidirá con una división de ésta, por lo que se deberá estimar la fracción de división no completa. En este caso, el error máximo admisible será:

$$e_p = \frac{150''}{A} \left( 1 + \frac{4A}{100} \right) = 10,6875'' = 10,6875'' * 3,086 = 32,986^s$$

- A= aumentos = 32
- 1" = 3,086<sup>s</sup>



**Error total en una visual:**

$$E_n = \sqrt{e_h^2 + e_p^2} = 38,877^S = \frac{38,877 * D}{r} = 0,00122m$$

- D= longitud de la visual del nivel en metros =20m
- r=número de segundos de un radián=636619,7724<sup>S</sup>.

**Error acumulado:**

$$\xi_n = E_n * \sqrt{n} = 0,005m$$

- n=número de tramos utilizados con el nivel=17

## 6. ACUMULACIÓN DE ERRORES. COMPROBACIÓN FINAL:

### 6.1 ACUMULACIÓN DE ERRORES EN PLANIMETRÍA:

**Error total del itinerario en planimetría:**

Los errores angulares y lineales se acumulan, a lo largo del itinerario, de la siguiente forma:

$$e_{ca} = \frac{E_a * D}{r} \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} = 0,2832m$$

$$e_{cl} = E_d \sqrt{n} = 0,1003 m$$

$$e_c = \sqrt{e_{ca}^2 + e_{cl}^2} = 0,3004m$$

- D= longitud de la visual en metros en el itinerario = 60m
- n= número de tramos=11



**Error total a una visual de radiación:**

$$e_r = \sqrt{E_a^2 + E_d^2} = 0,0327m$$

- $E_a$ =error total en medida de ángulos acimutales en red de detalle.
- $E_d$ =error total en medida de distancias en red de detalle.

**GPS + red topográfica:**

El itinerario parte de un punto medido por GPS y termina en el mismo punto. Por lo tanto, el error planimétrico acumulado de esta red será:

$$e = \sqrt{\xi_{t2}^2 + \zeta_{t2}^2 + e_c^2} = 0,302 m$$

Para calcular el error correspondiente a una estación del itinerario tenemos que tener en cuenta que el error de cierre obtenido para el mismo, se compensará, repartiéndolo entre todas sus estaciones.

Como se trata de itinerarios de 11 tramos, el error correspondiente a cada punto vale:

$$e' = \frac{e}{\sqrt{11}} = 0,091m$$

Y, al compensar el error de cierre, la corrección correspondiente a cada punto vale:

$$c' = \frac{e}{11} = 0,0274m$$

Admitimos que, una vez compensados, el máximo error absoluto acumulado en los puntos de los itinerarios primarios vale:

$$e_1 = e' + c' = 0,1185m$$



**GPS + red topográfica+ red de detalle:**

Errores máximo acumulado en planimetría será:

$$e_u = \sqrt{e_1^2 + e_r^2} = 0,123\text{m}$$

**6.2 ACUMULACIÓN DE ERRORES EN ALTIMETRÍA:**

**GPS + nivelación geométrica:**

Error altimétrico acumulado teniendo 17 tramos:

$$\xi_n = 0,005\text{m}$$

- **Error máximo acumulado de GPS + nivelación geométrica:**

$$e = \sqrt{\xi_v^2 + \xi_v^2 + \xi_n^2} = 0,0298\text{m}$$

- **Máximo error altimétrico absoluto de GPS + nivelación geométrica:**

$$\varepsilon = e' + c' = \frac{e}{\sqrt{n}} + \frac{e}{n} = 0,009\text{m}$$

- n=número de tramos utilizados con el nivel=17

**GPS + RED TOPOGRÁFICA+ RED DE DETALLE:**

$$E = \sqrt{\varepsilon^2 + E_v^2} = 0,0137\text{m}$$

- $E_v$ =error total en altimetría con estación total en red de detalle.



## 7. CONCLUSIÓN:

Error acumulado en planimetría= 0,123m

Error acumulado en altimetría=0,0137m

Al ser nuestro plano de una escala 1:500 el límite de percepción visual representa 0,1m en el plano, por lo que en el itinerario el error es muy próximo a dicho límite. Eso supone que los errores accidentales no tendrían representación en el plano y por tanto la planificación es correcta, empleando la estación total en planimetría y el nivel en planimetría.

Naturalmente, los errores que se cometan en la realidad pueden ser diferentes de los obtenidos en estos cálculos. Pero la estimación de errores a priori nos está indicando que, si el trabajo de campo se realiza de forma correcta y se sigue el plan de trabajos establecido, es posible mantener los errores por debajo de la tolerancia.

# ***ANEXO I***

---

## ***DATOS BRUTOS Y SU TRATAMIENTO***



# 1. DATOS BRUTOS

## 1.1 ESTACIÓN TOTAL:

Al descargar las mediciones realizadas por la estación total a nuestro ordenador aparecerán en el formato de dicho aparato:

- \*110004+
- 21.322+
- 22.322+
- 31...0+
- 51....+
- 87...0+
- 88...0+

Siendo:

- 11= Número de punto.
- 21= Ángulo horizontal.
- 22= Ángulo vertical.
- 31= Distancia geométrica.
- 51= ppm.
- 87= Altura del prisma.
- 88= Altura del aparato.

Sabiendo esto podemos entender los datos descargados y darle un formato adecuado.

La estación total nos presenta los datos con una precisión de segundos centesimales para los ángulos y de milímetros para las distancias y las alturas, tanto del prisma como del propio aparato.



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

Para poder trabajar con dichos datos primero tenemos que dividir los ángulos entre 100000 para pasarlos a grados centesimales y las distancias entre 1000 para pasarlas a metros. Los datos descargados quedarían entonces:

PUNTOS	Ang.Horizontal	Ang.Vertical	Dist.Geométrica	Alt.Prisma	Alt.aparato
<b>B</b>					
<b>A</b>	275,9595	99,7395	143,674	1,6	1,47
<b>C</b>	310,8363	99,4574	36,19	1,6	1,47
1	311,6392	99,335	21,537	1,6	1,47
2	311,3244	99,4657	31,155	1,6	1,47
3	297,3295	99,4299	35,116	1,6	1,47
4	296,9537	99,4529	35,209	1,6	1,47
5	309,5084	99,4235	22,972	1,6	1,47
6	305,478	99,5133	25,811	1,6	1,47
7	303,7869	99,5639	27,231	1,6	1,47
8	302,3466	99,5847	28,659	1,6	1,47
9	300,9086	99,5923	30,162	1,6	1,47
10	299,6237	99,5312	31,655	1,6	1,47
11	298,487	99,4708	33,16	1,6	1,47
12	300,6888	99,5078	19,895	1,6	1,47
13	300,118	99,4381	20,415	1,6	1,47
14	305,623	99,4727	21,284	1,6	1,47
15	310,7517	99,4024	22,15	1,6	1,47



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

16	298,0732	99,4872	33,613	1,6	1,47
17	294,3362	99,4999	33,367	1,6	1,47
18	295,6993	99,4646	37,242	1,6	1,47
<b>C</b>					
<b>B</b>	130,9695	100,0337	36,148	1,6	1,47
<b>D</b>	376,2174	98,6567	37,955	1,6	1,47
19	261,131	96,7532	2,741	1,6	1,47
20	274,1071	96,3062	2,474	1,6	1,47
21	281,5146	97,1274	3,578	1,6	1,47
22	305,0489	95,0235	2,063	1,6	1,47
23	16,054	98,218	15,71	1,6	1,47
24	8,6268	98,8654	32,614	1,6	1,47
25	18,2158	98,9095	38,458	1,6	1,47
26	8,3405	98,823	37,016	1,6	1,47
27	26,8806	98,5064	28,677	1,6	1,47
28	296,5826	95,8783	2,332	1,6	1,47
29	384,338	98,2467	10,926	1,6	1,47
30	392,2367	98,1435	25,808	1,6	1,47
31	393,3136	98,3558	27,267	1,6	1,47
32	390,0726	98,1288	25,908	1,6	1,47
33	380,2275	95,2802	11,346	1,6	1,47
34	296,6273	96,8149	3,139	1,6	1,47
35	325,6244	96,4891	9,229	1,6	1,47



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

36	356,4146	95,3622	10,105	1,6	1,47
37	372,1368	95,9942	14,263	1,6	1,47
38	375,8947	98,277	28,932	1,6	1,47
39	387,5912	98,7105	37,017	1,6	1,47
40	389,2211	98,713	38,27	1,6	1,47
41	380,8613	98,6656	33,358	1,6	1,47
42	377,7298	98,6625	38,457	1,6	1,47
43	364,139	98,166	29,824	1,6	1,47
44	361,505	98,0419	27,93	1,6	1,47
45	352,0899	98,1358	31,243	1,6	1,47
46	360,6983	97,1593	29,651	1,6	1,47
<b>D</b>					
<b>C</b>	160,3162	100,8982	37,896	1,6	1,49
<b>E</b>	256,5609	99,1126	28,819	1,6	1,49
47	177,4373	100,8011	41,197	1,6	1,49
48	177,8261	100,8061	41,26	1,6	1,49
49	177,1363	100,2688	31,95	1,6	1,49
50	176,3906	99,1999	25,194	1,6	1,49
51	205,4469	101,187	29,883	1,6	1,49
52	200,4612	102,0156	29,019	1,6	1,49
53	199,8994	102,3394	29,716	1,6	1,49
54	196,9155	102,0383	34,975	1,6	1,49
55	201,2048	101,0425	35,68	1,6	1,49



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

56	201,0793	101,0432	35,963	1,6	1,49
57	196,7788	102,0401	35,286	1,6	1,49
58	198,8243	101,7298	40,041	1,6	1,49
59	191,4079	101,77	38,96	1,6	1,49
60	191,3092	101,0101	40,291	1,6	1,49
61	182,4304	101,7769	38,372	1,6	1,49
62	180,1655	101,0007	38,349	1,6	1,49
63	182,8005	102,0575	33,178	1,6	1,49
64	180,1377	101,1725	33,176	1,6	1,49
65	183,1429	102,3684	29,171	1,6	1,49
66	183,948	102,417	28,621	1,6	1,49
67	185,1948	102,4231	28,382	1,6	1,49
68	180,8321	101,5158	27,998	1,6	1,49
69	198,4037	100,9017	41,02	1,6	1,49
70	198,8292	100,9018	41,102	1,6	1,49
71	207,4167	99,1763	27,851	1,6	1,49
72	202,1255	99,1837	26,9	1,6	1,49
73	201,6907	99,18	27,333	1,6	1,49
74	193,8086	99,2383	26,403	1,6	1,49
75	183,9366	99,1802	25,861	1,6	1,49
76	179,8547	99,2055	26,574	1,6	1,49
77	177,7912	99,2915	28,474	1,6	1,49
78	178,3533	99,4434	38,614	1,6	1,49



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

79	179,7192	99,4682	40,229	1,6	1,49
80	181,8838	99,4693	40,82	1,6	1,49
81	188,1889	99,5158	41,139	1,6	1,49
82	197,7115	99,5109	42,416	1,6	1,49
83	198,1939	99,5147	42,514	1,6	1,49
84	183,1457	100,8319	41,331	1,6	1,49
85	183,1595	100,8731	41,737	1,6	1,49
86	190,493	100,8485	42,249	1,6	1,49
87	190,6003	100,8473	41,858	1,6	1,49
88	200,5327	100,309	43,521	1,5	1,49
89	200,1265	100,8089	44,273	1,6	1,49
90	206,2557	100,7644	45,964	1,6	1,49
91	206,7531	100,7298	45,215	1,6	1,49
92	214,1811	100,7363	48,019	1,6	1,49
93	213,9143	100,7352	48,363	1,6	1,49
94	219,2987	100,7324	51,068	1,6	1,49
95	219,0461	100,7355	51,469	1,6	1,49
96	222,2679	100,6808	57,689	1,6	1,49
97	212,5858	100,7749	52,164	1,6	1,49
98	195,7141	100,8674	46,898	1,6	1,49
99	175,5181	100,8661	45,547	1,6	1,49
100	0,5088	95,2057	1,727	1,6	1,49
101	391,5859	95,3601	1,729	1,6	1,49



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

102	387,626	102,444	2,285	1,6	1,49
103	386,2634	97,9874	2,746	1,6	1,49
104	384,4371	97,349	4,45	1,6	1,49
105	382,2725	96,8569	5,708	1,6	1,49
106	381,5423	96,8099	6,979	1,6	1,49
107	380,9444	97,2142	8,61	1,6	1,49
108	381,1466	97,6467	10,404	1,6	1,49
109	380,8175	97,5335	12,437	1,6	1,49
110	380,9092	96,9853	14,451	1,6	1,49
111	380,7168	95,6705	16,436	1,6	1,49
112	379,4075	91,4484	18,554	1,6	1,49
113	379,8802	88,8463	20,049	1,6	1,49
114	380,3781	87,3018	22,048	1,6	1,49
115	381,0858	85,8798	23,92	1,6	1,49
116	380,7889	83,3994	26,002	1,6	1,49
117	381,3255	82,4379	27,846	1,6	1,49
118	381,3249	81,6758	30,287	1,6	1,49
119	381,0252	82,2192	31,907	1,6	1,49
<b>E</b>					
<b>D</b>	67,8048	100,2936	28,806	1,6	1,44
<b>F</b>	363,3315	98,6901	32,605	1,6	1,44
120	65,9943	100,2958	16,595	1,6	1,44
121	60,3623	100,1202	23,123	1,6	1,44



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

122	51,2377	99,9356	18,354	1,6	1,44
123	34,9135	99,7718	13,955	1,6	1,44
124	7,4179	99,3595	11,189	1,6	1,44
125	399,8583	99,2784	6,512	1,6	1,44
126	372,8767	98,8646	11,295	1,6	1,44
127	346,4082	98,8639	14,227	1,6	1,44
128	320,0564	99,1137	14,764	1,6	1,44
129	330,6184	98,8815	18,699	1,6	1,44
130	319,8711	98,944	24,926	1,6	1,44
131	315,6673	99,0047	28,963	1,6	1,44
132	305,9111	99,2344	28,339	1,6	1,44
133	311,5671	99,0528	34,62	1,6	1,44
134	308,5889	99,0853	40,365	1,6	1,44
135	301,0813	99,2913	42,225	1,6	1,44
136	306,3948	99,1414	46,204	1,6	1,44
137	291,3658	98,9499	23,315	1,6	1,44
138	254,9479	98,9149	27,641	1,6	1,44
139	250,7599	101,4797	28,876	1,6	1,44
140	233,2638	101,31	37,911	1,6	1,44
141	233,9658	101,3072	38,247	1,6	1,44
142	255,5215	98,9204	28,106	1,6	1,44
143	258,9027	98,9927	30,274	1,6	1,44
144	291,3248	98,9518	23,832	1,6	1,44



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

145	291,3393	99,026	26,466	1,6	1,44
146	319,647	98,9457	27,885	1,6	1,44
147	354,2415	98,8316	14,397	1,6	1,44
148	354,7986	98,7791	14,428	1,6	1,44
149	355,6666	99,8207	14,862	1,6	1,44
150	356,777	98,9024	15,284	1,6	1,44
151	291,2887	98,6538	13,131	1,6	1,44
152	280,4616	98,775	17,544	1,6	1,44
153	266,9281	98,8801	18,631	1,6	1,44
154	282,4239	98,8769	21,003	1,6	1,44
155	282,5323	98,8759	21,543	1,6	1,44
156	233,0777	98,3135	8,986	1,6	1,44
157	276,7151	97,9845	6,623	1,6	1,44
158	283,883	90,5136	5,71	1,6	1,44
159	91,0767	97,7374	3,122	1,6	1,44
160	101,5108	97,7362	3,166	1,6	1,44
161	123,8833	97,7751	3,572	1,6	1,44
162	137,377	98,9861	6,813	1,6	1,44
163	147,3184	99,1819	9,646	1,6	1,44
164	119,2153	99,8209	16,933	1,6	1,44
<b>E*</b>					
<b>D</b>	302,767	100,4483	28,809	1,6	1,51
<b>F</b>	198,2544	98,7365	32,626	1,6	1,51



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

201	1,0903	99,5092	16,37	1,6	1,51
202	0,9618	99,5082	16,264	1,6	1,51
203	10,5547	99,4356	15,422	1,6	1,51
204	20,3662	99,3573	15,024	1,6	1,51
205	37,266	99,2014	15,19	1,6	1,51
206	37,6489	99,196	14,697	1,6	1,51
207	36,9636	99,1942	15,716	1,6	1,51
208	51,6439	99,1071	15,703	1,6	1,51
209	50,4567	100,1313	16,566	1,6	1,51
210	59,5809	99,1211	17,041	1,6	1,51
211	61,2445	99,0673	17,282	1,6	1,51
212	60,8584	99,0791	17,492	1,6	1,51
213	60,3585	100,9586	17,729	1,6	1,51
214	57,8844	100,9606	18,996	1,6	1,51
215	57,3862	102,5725	19,274	1,6	1,51
216	67,1602	99,1208	18,308	1,6	1,51
217	71,8203	99,1782	19,843	1,6	1,51
218	72,8913	99,1776	19,48	1,6	1,51
219	77,5259	99,2015	20,871	1,6	1,51
220	76,4073	99,2011	21,226	1,6	1,51
221	75,8986	99,864	21,404	1,6	1,51
222	75,423	100,5265	21,568	1,6	1,51
223	74,9312	101,1597	21,75	1,6	1,51



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

224	74,375	101,7853	21,96	1,6	1,51
225	80,2618	99,1757	22,147	1,6	1,51
226	82,6117	99,1906	23,621	1,6	1,51
227	83,0847	99,1613	23,48	1,6	1,51
228	83,9973	99,1762	23,902	1,6	1,51
229	83,4104	99,1769	24,041	1,6	1,51
230	87,2114	99,177	26,021	1,6	1,51
231	79,0806	102,0141	25,489	1,6	1,51
232	78,5332	102,044	25,675	1,6	1,51
233	77,6555	102,0787	25,308	1,6	1,51
234	76,9395	102,2835	23,273	1,6	1,51
235	72,494	102,3344	22,713	1,6	1,51
236	67,9354	102,4328	21,434	1,6	1,51
237	62,5115	102,5438	20,4	1,6	1,51
238	57,0789	102,7074	19,435	1,6	1,51
239	55,5756	102,7673	19,188	1,6	1,51
240	48,1938	102,9674	18,27	1,6	1,51
241	48,3916	102,7381	17,994	1,6	1,51
242	21,1915	102,7939	16,958	1,6	1,51
243	21,2512	102,8255	17,243	1,6	1,51
244	12,5924	102,8253	17,619	1,6	1,51
245	2,9438	102,8502	17,577	1,6	1,51
246	392,2426	102,7809	19,045	1,6	1,51



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

247	390,6486	101,9153	18,371	1,6	1,51
248	378,5962	102,4283	22,37	1,6	1,51
249	396,4375	101,7098	33,011	1,6	1,51
250	8,5957	101,7949	30,622	1,6	1,51
251	8,8276	101,1254	31,265	1,6	1,51
252	25,0892	101,8287	29,483	1,6	1,51
253	30,2881	101,8675	29,519	1,6	1,51
254	35,8377	101,8969	29,802	1,6	1,51
255	35,6765	101,3721	30,377	1,6	1,51
256	49,9787	101,8145	31,642	1,6	1,51
257	51,1185	101,9974	26,905	1,6	1,51
258	42,6369	102,1454	25,791	1,6	1,51
259	44,9076	102,2983	22,949	1,6	1,51
260	53,7125	102,0446	24,171	1,6	1,51
261	50,2634	100,7574	24,713	1,6	1,51
262	46,8265	100,8442	24,249	1,6	1,51
263	46,2876	100,7571	24,963	1,6	1,51
264	49,5971	100,757	25,427	1,6	1,51
265	16,6772	102,1648	23,648	1,6	1,51
266	54,984	101,6279	33,779	1,6	1,51
267	54,6731	101,6279	34,175	1,6	1,51
268	54,8378	101,6281	33,922	1,6	1,51
269	58,5433	101,5036	34,733	1,6	1,51



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

270	61,8745	101,4547	35,842	1,6	1,51
271	65,0623	101,4269	37,035	1,6	1,51
272	44,3201	101,7538	32,156	1,6	1,51
273	43,827	101,7517	32,949	1,6	1,51
274	42,3516	101,6192	36,091	1,6	1,51
275	49,1045	101,7303	32,91	1,6	1,51
276	63,6186	101,3234	41,962	1,6	1,51
<b>F</b>					
<b>E</b>	253,378	100,9703	32,622	1,6	1,54
<b>G</b>	344,7661	100,1399	43,161	1,6	1,54
165	295,9144	101,0395	16,83	1,6	1,54
166	296,5351	100,5026	15,262	1,6	1,54
167	297,9809	100,3452	13,114	1,6	1,54
168	299,5779	100,3403	11,346	1,6	1,54
169	301,8286	100,1814	9,69	1,6	1,54
170	306,1674	100,2538	7,581	1,6	1,54
171	313,4304	100,2439	5,25	1,6	1,54
172	327,0314	100,1089	3,325	1,6	1,54
173	374,1393	96,3697	1,901	1,6	1,54
174	63,1094	94,2186	2,719	1,6	1,54
175	75,3407	91,5503	3,792	1,6	1,54
176	80,6343	89,8853	5,542	1,6	1,54
177	83,8309	87,8795	6,834	1,6	1,54



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

178	85,2008	86,6401	8,304	1,6	1,54
179	84,7976	85,895	9,376	1,6	1,54
180	84,312	83,8823	10,883	1,6	1,54
181	92,8616	81,6347	12,851	1,6	1,54
182	97,0831	78,8809	14,401	1,6	1,54
183	98,6511	77,1168	16,347	1,6	1,54
184	99,4757	76,6136	17,656	1,6	1,54
185	100,1151	75,9812	18,79	1,6	1,54
186	383,2111	98,6457	29,724	1,6	1,54
187	383,343	98,5301	30,824	1,6	1,54
188	382,6733	98,8877	43,98	1,6	1,54
189	382,675	98,9148	45,006	1,6	1,54
190	378,113	98,894	44,009	1,6	1,54
191	384,0146	98,9789	48,902	1,6	1,54
192	383,9872	98,845	49,966	1,6	1,54
193	391,1649	98,9565	55,206	1,6	1,54
194	389,972	98,917	55,273	1,6	1,54
195	383,4354	99,1438	62,174	1,6	1,54
196	383,4358	99,0706	61,117	1,6	1,54
197	384,3237	98,8605	44,829	1,6	1,54
198	390,3945	98,8026	46,458	1,6	1,54
199	394,3733	98,5423	50,778	1,6	1,54
200	394,4408	98,6934	56,31	1,6	1,54



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>G</b>					
<b>F</b>	146,1302	99,6582	43,153	1,6	1,54
<b>H</b>	40,7126	98,2378	54,177	1,6	1,54
275	72,2172	97,8048	4,884	1,6	1,54
276	21,8858	98,2345	8,356	1,6	1,54
277	5,6131	98,6347	13,712	1,6	1,54
278	399,025	98,823	19,07	1,6	1,54
279	395,1219	98,8692	24,923	1,6	1,54
280	384,1882	99,2102	20,179	1,6	1,54
281	387,5395	98,8164	5,969	1,6	1,54
282	9,9721	98,3904	20,539	1,6	1,54
283	5,6794	98,5923	24,269	1,6	1,54
284	28,5146	97,9614	25,002	1,6	1,54
285	13,5144	98,3398	21,209	1,6	1,54
286	16,1129	98,1274	21,725	1,6	1,54
287	49,233	97,2981	17,557	1,6	1,54
288	54,459	96,8798	18,027	1,6	1,54
289	108,4606	96,929	16,613	1,6	1,54
290	103,4258	96,9291	17,21	1,6	1,54
291	100,2647	97,3239	20,181	1,6	1,54
292	395,0488	98,9331	31,285	1,6	1,54
293	370,1778	99,5528	30,604	1,6	1,54
294	368,958	99,1603	27,96	1,6	1,54



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

295	366,4563	98,9589	23,719	1,6	1,54
296	11,4747	98,529	13,969	1,6	1,54
297	13,6406	99,5962	14,198	1,6	1,54
298	15,4192	98,7187	14,497	1,6	1,54
299	325,1886	98,4192	7,652	1,6	1,54
300	308,4905	99,9957	11,967	1,6	1,54
301	280,9481	98,9731	6,029	1,6	1,54
302	238,1654	99,9481	7,832	1,6	1,54
303	227,4151	99,7379	6,691	1,6	1,54
304	194,2038	100,2749	24,026	1,6	1,54
305	245,7346	101,8606	43,103	1,6	1,54
306	248,0464	101,7334	45,772	1,6	1,54
307	249,3632	101,6892	47,355	1,6	1,54
308	246,4067	101,8016	42,795	1,6	1,54
309	203,5549	102,0327	24,291	1,8	1,54
310	202,927	101,4213	24,231	1,8	1,54
311	202,3066	100,9494	24,13	1,8	1,54
312	199,1445	99,6947	23,805	1,8	1,54
313	200,417	99,658	22,13	1,8	1,54
314	203,1915	100,2807	22,411	1,8	1,54
315	203,824	100,9342	22,487	1,8	1,54
316	204,537	101,5855	22,56	1,8	1,54
317	205,1822	102,2119	22,653	1,8	1,54



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

318	237,2146	98,9716	8,671	1,8	1,54
319	240,2006	95,2944	8,386	1,8	1,54
320	236,8789	102,1732	9,372	1,8	1,54
321	236,6574	104,8503	10,098	1,8	1,54
322	262,7173	99,4132	18,324	1,8	1,54
323	264,4603	99,6159	18,183	1,3	1,54
324	271,2768	99,617	28,791	1,8	1,54
325	270,185	100,6459	28,882	1,8	1,54
326	269,0749	101,9713	29,024	1,8	1,54
327	239,7224	101,7553	35,942	1,8	1,54
328	222,7861	102,0305	27,835	1,8	1,54
<b>H</b>					
<b>G</b>	103,048	101,4716	54,17	1,6	1,44
<b>I</b>	341,4527	97,9119	23,23	1,6	1,44
329	140,7985	101,4215	47,062	1,6	1,44
330	140,7799	101,4332	45,275	1,6	1,44
331	140,7374	101,4275	43,685	1,6	1,44
332	140,6953	101,4278	42,053	1,6	1,44
333	140,5898	101,3724	40,258	1,6	1,44
334	140,482	101,3732	38,664	1,6	1,44
335	144,108	101,5534	43,899	1,6	1,44
336	145,0799	101,5875	43,218	1,6	1,44
337	140,6985	101,3089	36,857	1,6	1,44



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

338	138,4268	101,1207	35,766	1,6	1,44
339	140,5534	101,212	31,886	1,6	1,44
340	137,8789	101,1962	28,77	1,6	1,44
341	136,5905	101,1401	21,709	1,6	1,44
342	134,6493	100,9235	14,541	1,6	1,44
343	148,9164	100,8889	14,41	1,6	1,44
344	129,0029	100,6819	7,892	1,6	1,44
345	355,6073	97,1607	6,139	1,6	1,44
346	347,7219	98,1323	13,328	1,6	1,44
347	333,4835	97,7178	13,703	1,6	1,44
348	345,1898	98,145	20,327	1,6	1,44
349	392,057	97,9144	8,735	1,6	1,44
350	321,0815	97,6121	7,914	1,6	1,44
351	346,3748	96,3873	5,526	1,6	1,44
352	1,6134	94,1742	2,702	1,6	1,44
353	13,0654	96,1463	4,431	1,6	1,44
354	16,6119	97,4032	6,689	1,6	1,44
355	20,7167	98,1981	8,812	1,6	1,44
356	23,2712	97,1694	11,264	1,6	1,44
357	24,3743	95,7182	12,878	1,6	1,44
358	22,4876	94,5717	14,841	1,6	1,44
359	21,4873	93,4779	16,804	1,6	1,44
360	19,8289	92,6108	19,605	1,6	1,44



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

361	20,9548	91,4231	21,643	1,6	1,44
362	19,414	89,7665	23,552	1,6	1,44
363	16,9295	88,1873	25,75	1,6	1,44
364	15,1018	87,3105	27,893	1,6	1,44
365	13,555	87,3821	29,581	1,6	1,44
<b>I</b>					
<b>H</b>	141,8131	101,1991	23,209	1,6	1,46
<b>J</b>	340,0003	98,2668	42,475	1,6	1,46
366	360,6172	98,167	4,219	1,6	1,46
367	349,398	97,9464	11,069	1,6	1,46
368	343,9514	97,642	12,602	1,6	1,46
369	346,7801	98,1296	17,811	1,6	1,46
370	335,7973	98,0223	18,082	1,6	1,46
371	345,0892	98,3166	24,91	1,6	1,46
372	335,9715	98,2299	27,225	1,6	1,46
373	11,9134	96,9076	2,792	1,6	1,46
374	54,1968	97,986	4,539	1,6	1,46
375	47,5955	98,4204	6,694	1,6	1,46
376	47,353	98,3731	7,479	1,6	1,46
377	50,373	95,5666	9,193	1,6	1,46
378	49,4822	93,42	11,109	1,6	1,46
379	49,2933	91,6923	12,862	1,6	1,46
380	48,3364	90,6475	14,646	1,6	1,46



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

381	49,9899	89,4849	16,181	1,6	1,46
382	49,6422	87,8383	18,096	1,6	1,46
383	48,3092	86,2476	20,234	1,6	1,46
384	46,6612	85,1164	22,445	1,6	1,46
385	44,899	84,0773	24,666	1,6	1,46
<b>J</b>					
<b>I</b>	12,8819	101,3237	42,46	1,6	1,47
<b>K</b>	14,689	101,545	129,093	1,6	1,47
386	5,5477	101,2851	17,357	1,6	1,47
387	397,9864	101,2405	10,123	1,6	1,47
388	370,2176	101,3983	3,671	1,6	1,47
389	397,1076	99,6383	5,925	1,6	1,47
390	25,8494	100,6043	7,36	1,6	1,47
391	309,2115	92,6823	1,476	1,6	1,47
392	320,0718	97,4084	3,82	1,6	1,47
393	319,2316	98,9177	6,344	1,6	1,47
394	316,4531	97,625	8,298	1,6	1,47
395	316,2056	96,4888	10,392	1,6	1,47
396	315,9041	96,0431	12,515	1,6	1,47
397	315,7433	94,5762	13,698	1,6	1,47
398	315,4358	94,0828	15,638	1,6	1,47
399	315,4549	93,0768	17,525	1,6	1,47
400	315,6618	92,9368	19,004	1,6	1,47



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

401	315,4626	88,5436	19,36	1,6	1,47
402	315,3746	88,7583	21,682	1,6	1,47
403	315,2703	88,7073	23,612	1,6	1,47
404	315,7798	88,5951	25,82	1,6	1,47
405	315,7883	88,5379	28,427	1,6	1,47
406	315,609	88,5408	30,828	1,6	1,47
407	315,4582	88,5222	33,283	1,6	1,47
<b>K</b>					
<b>J</b>	120,268	98,3219	129,09	1,6	1,45
<b>A</b>	310,1587	101,3398	30,461	1,6	1,45
408	135,9545	96,7223	6,61	1,6	1,45
409	153,8618	97,2409	15,189	1,6	1,45
410	167,1949	97,2579	11,257	1,6	1,45
411	185,364	97,5887	10,204	1,6	1,45
412	211,4943	97,2135	7,709	1,6	1,45
413	260,8674	99,5121	9,31	1,6	1,45
414	285,4081	100,7819	14,844	1,6	1,45
415	202,7521	98,7537	14,213	1,6	1,45
416	233,0712	99,8875	13,935	1,6	1,45
417	227,9661	100,4995	31,074	1,6	1,45
418	226,9904	100,4395	30,769	1,6	1,45
419	227,344	100,2305	27,877	1,6	1,45
420	219,0066	99,9452	27,906	1,6	1,45



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

421	217,8469	99,9423	29,115	1,6	1,45
422	210,8674	99,6582	28,382	1,6	1,45
423	210,0761	99,6565	29,72	1,6	1,45
424	203,1728	99,3358	29,323	1,6	1,45
425	209,4692	99,7518	31,807	1,6	1,45
426	198,303	98,9944	22,907	1,6	1,45
427	194,6693	98,7365	20,06	1,6	1,45
428	229,0806	99,7812	14,944	1,6	1,45
429	228,301	99,9026	18,319	1,6	1,45
430	227,237	100,1442	24,7	1,6	1,45
431	234,7413	100,5871	26,288	1,6	1,45
432	238,1272	100,787	25,767	1,6	1,45
433	231,5681	100,466	27,019	1,6	1,45
434	238,4004	100,737	27,261	1,6	1,45
435	238,5756	100,71	28,739	1,6	1,45
436	237,5944	100,7643	30,736	1,6	1,45
437	248,4467	101,0644	32,435	1,6	1,45
438	247,233	101,0158	33,255	1,6	1,45
439	251,3547	101,0399	32,484	1,6	1,45
440	258,0467	101,0485	26,545	1,6	1,45
441	244,9236	100,9882	24,726	1,6	1,45
442	256,6829	100,8341	16,279	1,6	1,45
443	265,8039	101,2044	18,1	1,6	1,45



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

444	236,6232	100,5233	22,264	1,6	1,45
445	240,9589	100,7554	22,43	1,6	1,45
446	235,1131	100,4228	19,693	1,6	1,45
447	239,9745	100,5117	20,02	1,6	1,45
448	238,3533	100,3698	15,664	1,6	1,45
449	308,6667	100,1578	8,571	1,6	1,45
450	325,2373	100,629	7,889	1,6	1,45
<b>A</b>					
<b>K</b>	124,4585	98,0993	30,467	1,6	1,48
<b>B</b>	238,35	100,167	143,685	1,6	1,48
451	161,5564	98,849	11,921	1,6	1,48
452	112,6693	98,0116	18,088	1,6	1,48
453	112,4009	98,011	17,237	1,6	1,48
454	114,8536	98,366	15,188	1,6	1,48
455	129,1804	98,4087	10,35	1,6	1,48
456	134,0447	98,5244	9,611	1,6	1,48
457	149,8031	98,559	9,387	1,6	1,48
458	215,6321	100,1701	32,028	1,6	1,48
459	215,1688	98,8542	31,592	1,6	1,48
460	185,7827	99,2003	44,869	1,6	1,48



Si nos fijamos tenemos una estación E\*, esto se debe a que por motivos meteorológicos nos fue imposible seguir con la medición desde la estación E ese día, por ello continuamos al día siguiente pero no orientamos la estación antes de empezar a medir, a causa de esto tuvimos que hacer una corrección de los datos para que estos fuesen coherentes y poder trabajar con ellos.

La corrección de dicha estación la veremos más adelante.

## VISUALES A PUNTOS DE ESTACIÓN:

### ITINERARIO CERRADO:

ESTACIÓN	PUNTO	Ang. Horizontal	Ang. Vertical	Dist. Geométrica	Atlt. Prisma	Alt. Aparato
A	17	237,946	100,34	66,684	1,6	1,54
	K	124,4585	98,0993	30,467	1,6	1,48
	B	238,346	100,167	143,685	1,6	1,48
B	A	275,9595	99,7395	143,674	1,6	1,47
	C	310,8363	99,4574	36,19	1,6	1,47
C	B	130,9695	100,033	36,148	1,6	1,47
	D	376,2174	98,6567	37,955	1,6	1,47
D	C	160,3162	100,898	37,896	1,6	1,49
	E	256,5609	99,1126	28,819	1,6	1,49
E	D	302,767	100,448	28,806	1,6	1,44
	F	198,2544	98,7365	32,605	1,6	1,44
F	E	253,378	100,970	32,622	1,6	1,54
	G	344,7661	100,140	43,161	1,6	1,54



# Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

G	F	146,1302	99,6582	43,153	1,6	1,54
	H	40,7126	98,2378	54,177	1,6	1,54
H	G	103,048	101,471	54,17	1,6	1,44
	I	341,4527	97,9119	23,23	1,6	1,44
I	H	141,8131	101,199	23,209	1,6	1,46
	J	340,0003	98,2668	42,475	1,6	1,46
J	I	12,8819	101,324	42,46	1,6	1,47
	K	14,689	101,545	129,093	1,6	1,47
K	J	120,268	98,3219	129,09	1,6	1,45
	A	310,16	101,339	30,461	1,6	1,45

## 1.2 NIVEL:

Nº Punto	L.Espalda	D.Espalda	L.Frente	D.Frente
<b>B01</b>	1,33980	6,307		
<b>1</b>			1,1801	30,804
<b>1</b>	1,8581	22,466		
<b>2</b>			1,2025	19,322
<b>2</b>	1,59230	27,174		
<b>3</b>			1,3074	5,016
<b>3</b>	1,3074	5,015		
<b>4</b>			1,2851	7,593
<b>4</b>	1,3803	5,965		
<b>5</b>			0,8653	21,563
<b>5</b>	0,9652	23,191		



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>6</b>			1,0947	28,715
<b>6</b>	2,0965	27,846		
<b>7</b>			0,6666	29,869
<b>7</b>	1,7248	15,975		
<b>8</b>			1,1364	7,283
<b>8</b>	2,2255	37,413		
<b>9</b>			1,2149	5,454
<b>9</b>	1,0899	15,951		
<b>10</b>			1,9182	20,991
<b>10</b>	0,9934	15,788		
<b>11</b>			1,9644	21,965
<b>11</b>	0,9602	21,085		
<b>12</b>			1,8788	13,445
<b>12</b>	1,0251	20,716		
<b>13</b>			1,5657	5,218
<b>13</b>	1,0754	14,636		
<b>14</b>			1,8628	15,745
<b>14</b>	1,3871	17,733		
<b>15</b>			1,6244	22,074
<b>15</b>	1,3344	18,565		
<b>16</b>			1,5125	21,314
<b>16</b>	1,3332	31,338		
<b>B01</b>			1,406	32,546



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

### NIVEL ORDENADO:

<b>Nº Punto</b>	<b>L.Espalda</b>	<b>D.Espalda</b>	<b>L.Frente</b>	<b>D.Frente</b>	<b>ESTACIÓN</b>
<b>B01</b>	1,33980	6,307			
<b>1</b>			1,1801	30,804	<b>C</b>
<b>1</b>	1,8581	22,466			
<b>2</b>			1,2025	19,322	<b>D</b>
<b>2</b>	1,59230	27,174			
<b>3</b>			1,3074	5,016	<b>E</b>
<b>3</b>	1,3074	5,015			
<b>4</b>			1,2851	7,593	ap
<b>4</b>	1,3803	5,965			
<b>5</b>			0,8653	21,563	<b>F</b>
<b>5</b>	0,9652	23,191			
<b>6</b>			1,0947	28,715	<b>G</b>
<b>6</b>	2,0965	27,846			
<b>7</b>			0,6666	29,869	<b>H</b>
<b>7</b>	1,7248	15,975			
<b>8</b>			1,1364	7,283	<b>I</b>
<b>8</b>	2,2255	37,413			
<b>9</b>			1,2149	5,454	<b>J</b>
<b>9</b>	1,0899	15,951			
<b>10</b>			1,9182	20,991	ap



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>10</b>	0,9934	15,788			
<b>11</b>			1,9644	21,965	ap
<b>11</b>	0,9602	21,085			
<b>12</b>			1,8788	13,445	ap
<b>12</b>	1,0251	20,716			
<b>13</b>			1,5657	5,218	<b>K</b>
<b>13</b>	1,0754	14,636			
<b>14</b>			1,8628	15,745	<b>A</b>
<b>14</b>	1,3871	17,733			
<b>15</b>			1,6244	22,074	ap
<b>15</b>	1,3344	18,565			
<b>16</b>			1,5125	21,314	ap
<b>16</b>	1,3332	31,338			
<b>B01</b>			1,406	32,546	<b>B</b>

- ap = estación de apoyo.

Tuve que tomar varias estaciones de apoyo debido a la distancia límite que el nivel puede medir.

### 1.3 DATOS DE PUNTOS BASE:

Estos datos han sido obtenidos de los proyectos fin de carrera, anteriormente citados.

Estos que vemos a continuación fueron tomados con GPS y de los cuales disponemos de su error. AXIII-3 solo fue utilizado de estación normal debido al error excesivo que se nos proporciona.



<b>Id de punto</b>	<b>X local</b>	<b>Y local</b>	<b>Alt. Elip.</b>	<b>Desv.Es . X local</b>	<b>Desv.Es . Y local</b>	<b>Desv.Est. Altura</b>
AXIII-3	678346.916	4164022.5356	72.4287	0.2433	0.4757	0.6674
AXIII-4	678485.036	4164042.4677	57.495	0.0052	0.0052	0.0208

El siguiente punto lo utilizamos para orientar el itinerario, de este solo contamos con las coordenadas absolutas del punto:

<b>17</b>		
<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
678418,5221	4164037,6324	8,0166

## 2. TRATAMIENTO DE LOS DATOS BRUTOS

### 2.1 INTRODUCCIÓN:

A continuación vamos a realizar todas las operaciones necesarias para poder realizar nuestro plano convirtiendo nuestros datos brutos en coordenadas las cuales podamos representar con Autocad.

### 2.2 CÁLCULO DE UN ITINERARIO CERRADO:

Empezamos diciendo que en el proyecto se ha calculado un itinerario cerrado en el cual la estación primera y la última coinciden.

Puesto que se conocen las coordenadas y los errores de una de las estaciones, la cual tiene un error admisible para apoyar en él nuestro proyecto (AXIII-4, en los cálculos lo llamaremos “A”), necesitamos una visual adicional a un punto exterior a nuestro itinerario (PUNTO 17, en los cálculos lo llamaremos “17”), para poder orientar este. De esa visual adicional a punto exterior, sólo necesitaremos la lectura acimutal.



### **CÁLULO DEL ACIMUT DE REFERENCIA:**

Para poder calcular el acimut de referencia, es decir, el que nos va a permitir orientar el itinerario mediante el cálculo de la corrección a aplicar, utilizamos una fórmula del tipo:

$$\theta_A^{17} = 200^g + \arctg \frac{|X_{17} - X_A|}{|Y_{17} - Y_A|}$$

Tenemos que puntualizar varias cosas:

- Los acimutes se miden a partir del Norte verdadero y siempre en sentido horario.
- La expresión es válida para cuando el punto P se encuentre en el tercer cuadrante, con respecto al A. Si el punto P se encuentra en el 1º, 2º ó 4º, la expresión varía, deduciéndola fácilmente mediante trigonometría.

### **CORRECCIÓN DE ORIENTACIÓN:**

Una vez calculado el acimut de referencia, procedemos a calcular la corrección de orientación de la primera estación, con la siguiente fórmula:

$$Cor_A = \theta_A^{17} - L_A^{17}$$

Como ya sabemos, el acimut lo tenemos calculado y la lectura la hemos tomado con nuestra estación total sin orientar. Ahora podemos determinar:

$$\theta_A^K = Cor_A + L_A^K (\pm 400 \text{ si fuese necesario})$$



Puesto que conocemos la corrección y las lecturas. Tenemos que saber que el  $\theta_A^K$  calculado se considera exento de errores y constituye lo que se llama acimut trigonométrico.

Calculamos también:

$$\theta_A^B = Cor_A + L_A^B (\pm 400 \text{ si fuese necesario})$$

Posteriormente calculamos el acimut recíproco, es decir:

$$\theta_B^A = \theta_A^B \pm 200$$

Una vez calculado este, podemos calcular la corrección a aplicar en la estación B, mediante:

$$Cor_B = \theta_B^A - L_B^A$$

Y así sucesivamente, hasta llegar a calcular el acimut de la primera estación con respecto a la última.

Calculando el acimut topográfico de la primera y última estación:

$$\theta_K^A \text{ topográfico} = Cor_K + L_K^A (\pm 400)$$

$$\theta_A^K \text{ topográfico} = \theta_K^A \pm 200$$

### **ERROR DE CIERRE ANGULAR:**

$$e_a = \theta_A^K \text{ topográfico} - \theta_A^K \text{ trigonométrico}$$



**Corrección de orientación:**

$\theta_A^{17}$	295,392170	$Cor_E$	-30,605498	$Cor_I$	250,2110702
$Cor_A$	57,446170	$\theta_E^D$	272,1615702	$\theta_I^H$	392,0241702
$\theta_A^K$	181,904670	$\theta_E^F$	167,6489702	$\theta_I^J$	190,2113702
$\theta_A^B$	295,792170	$Cor_F$	114,2709702	$Cor_J$	377,3294702
$Cor_B$	-180,167329	$\theta_F^E$	367,6489702	$\theta_J^I$	390,2113702
$\theta_B^A$	95,792170	$\theta_F^G$	59,0370702	$\theta_J^K$	392,0184702
$\theta_B^C$	130,6689702	$Cor_G$	112,9068702	$Cor_K$	71,75047020
$Cor_C$	199,6994702	$\theta_G^F$	259,0370702	$\theta_K^J$	192,0184702
$\theta_C^B$	330,6689702	$\theta_G^H$	153,6194702	$\theta_K^A$	381,909
$\theta_C^D$	175,9168702	$Cor_H$	250,5714702		
$Cor_D$	215,6006702	$\theta_H^G$	353,6194702		
$\theta_D^C$	375,9168702	$\theta_H^I$	192,0241702		
$\theta_D^E$	72,1615702				

$$\theta_{A \text{ trigonométrico}}^K = 381,904670$$

$$\theta_{A \text{ topográfico}}^K = 381,909$$

$$e_a = 0,0045$$

**COMPENSACIÓN DE ACIMUTES:**

Seguimos con la compensación de acimutes y decimos que, el factor de compensación se obtiene dividiendo el error angular entre el número de estaciones del itinerario.

Hay que tener en cuenta el signo del error angular y, por tanto, el del factor de compensación, de modo que, si el signo de ambos es negativo, para realizar la compensación de acimutes, habrá que sumar al acimut sin compensar el factor de compensación.



$$\theta_{A \text{ Compensado}}^B = \theta_A^B \text{ sin compensar} - f_c$$

$$\theta_{B \text{ Compensado}}^C = \theta_B^C \text{ sin compensar} - 2 * f_c$$

$$\theta_{K \text{ Compensado}}^A = \theta_K^A \text{ sin compensar} - n * f_c$$

Teniendo que coincidir el recíproco de este con el acimut trigonométrico.

**Compensación de acimutes:**

$f_c$	0,000409091	$\theta_F^G$	59,03461566
$\theta_A^B$	295,7917611	$\theta_G^H$	153,6166066
$\theta_B^C$	130,668152	$\theta_H^I$	192,0208975
$\theta_C^D$	175,9156429	$\theta_I^J$	190,2076884
$\theta_D^E$	72,15993384	$\theta_J^K$	392,0143793
$\theta_E^F$	167,6469247	$\theta_K^A$	381,90467020

**DISTANCIAS REDUCIDAS:**

Calculamos las distancias reducidas a partir de las que figuran en la libreta de campo con la siguiente fórmula:

$$D_{AB \text{ reducida}} = \text{sen } L_A^B \text{ ang.vertical} * D_{AB \text{ geométrica}}$$

ESTACIÓN	PUNTO	Ang. Vertical	Dist. Geométrica	Dist. Reducida
A	17	100,34	66,684	
	K	98,0993	30,467	30,4534220
	B	100,167	143,685	143,684505



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

B	A	99,7395	143,674	143,672797
	C	99,4574	36,19	36,1886855
C	B	100,033	36,148	36,1479949
	D	98,6567	37,955	37,9465509
D	C	100,898	37,896	37,8922282
	E	99,1126	28,819	28,8162002
E	D	100,448	28,806	28,8056936
	F	98,7365	32,605	32,5980983
F	E	100,970	32,622	32,6182110
	G	100,140	43,161	43,1608957
G	F	99,6582	43,153	43,1523780
	H	98,2378	54,177	54,1562457
H	G	101,471	54,17	54,1555279
	I	97,9119	23,23	23,2175053
I	H	101,199	23,209	23,2048831
	J	98,2668	42,475	42,4592596
J	I	101,324	42,46	42,4508218
	K	101,545	129,093	129,054985
K	J	98,3219	129,09	129,045155
	A	101,339	30,461	30,4542544



Valor Medio	Distancia Reducida
$D_{AB}$	143,6786514
$D_{BC}$	36,16834023
$D_{CD}$	37,9193896
$D_{DE}$	28,81094695
$D_{EF}$	32,60815466
$D_{FG}$	43,15663691
$D_{GH}$	54,15588686
$D_{HI}$	23,21119428
$D_{IJ}$	42,45504078
$D_{JK}$	129,0500704
$D_{KA}$	30,45383824

**COORDENADAS PARCIALES:**

Proseguimos ahora con el cálculo de coordenadas parciales; usando el valor medio de las distancias reducidas, tenemos que aplicar:

$$X_A^B = D_A^B * \text{sen } \theta_A^B$$

$$Y_A^B = D_A^B * \text{cos } \theta_A^B$$



**ERROR DE CIERRE PLANIMÉTRICO:**

Tenemos que calcular ahora el error de cierre planimétrico. Sabiendo que en un itinerario cerrado la 1ª estación coincide con la última, tenemos que la suma de coordenadas parciales equivale a la coordenada parcial de la primera estación con respecto a ella misma y por tanto debería ser cero, pero normalmente no lo será, de modo que ese valor no nulo es precisamente el error de cierre. Entonces:

$$\sum X_{parciales} = \text{error en X}$$

$$\sum Y_{parciales} = \text{error en Y}$$

	<b>X</b>	<b>Y</b>	
<b>AB</b>	-143,364857	-9,49065482	
<b>BC</b>	32,0521216	-16,7573965	
<b>CD</b>	14,0057637	-35,238029	
<b>DE</b>	26,0996598	12,2015747	
<b>EF</b>	15,8673341	-28,4871806	
<b>FG</b>	34,5257848	25,8933484	
<b>GH</b>	36,0579243	-40,4065116	
<b>HI</b>	2,90157473	-23,0291208	
<b>IJ</b>	6,50459801	-41,9537924	
<b>JK</b>	-16,1453436	128,036122	
<b>KA</b>	-8,54013246	29,231873	
<b>e</b>	-0,03557237	0,00023252	<b>Error de cierre planimétrico</b>
<b> Σ </b>	336,065095	390,725604	



**CÁLCULO DE LAS Z MEDIAS:**

Para el cálculo de las Z parciales, necesitamos conocer la tangente topográfica, puesto que la fórmula que nos da la Z es:

$$Z_A^B = t_A^B + i_A - m_B$$

- i: altura del instrumento
- m: altura del prisma
- t: tangente topográfica

Mediante la fórmula:

$$t_A^B = \frac{D_{AB}}{\tan L_{A}^{B \text{ ang. vertical}}}$$

**ERROR DE CIERRE ALTIMÉTRICO:**

De nuevo nos encontramos con que tenemos que calcular el error de cierre, pero en este caso altimétrico, y el procedimiento será el mismo que en el caso planimétrico.

	Z		Z	Z media
<b>AB</b>	-0,496918351	<b>BA</b>	0,45790151	-0,477409931
<b>BC</b>	0,178448734	<b>CB</b>	-0,149135245	0,163791989
<b>CD</b>	0,670810318	<b>DC</b>	-0,644652856	0,657731587
<b>DE</b>	0,291702139	<b>ED</b>	-0,292848711	0,292275425
<b>EF</b>	0,510828614	<b>FE</b>	-0,5571869	0,534007757
<b>FG</b>	-0,154848123	<b>GF</b>	0,17168656	-0,163267342
<b>GH</b>	1,439458895	<b>HG</b>	-1,412073472	1,425766183
<b>HI</b>	0,601802698	<b>IH</b>	-0,577125386	0,589464042
<b>IJ</b>	1,016240809	<b>JI</b>	-1,012791498	1,014516154
<b>JK</b>	-3,26262509	<b>KJ</b>	3,252358096	-3,257491593
<b>KA</b>	-0,791020543	<b>AK</b>	0,789491452	-0,790255997
		<b>ez</b>	-0,01087173	Error de cierre Altimétrico
		<b> \sum Z </b>	9,365978	



**COMPENSACIÓN DE LAS COORDENADAS PARCIALES:**

Ahora ya podemos seguir con la compensación de coordenadas parciales, utilizando la expresión:

$$X_{A \text{ compensada}}^B = X_{A \text{ sin compensar}}^B - \frac{X_{A \text{ sin compensar}}^B * e_x}{\sum X}$$

$$Y_{A \text{ compensada}}^B = Y_{A \text{ sin compensar}}^B - \frac{Y_{A \text{ sin compensar}}^B * e_y}{\sum Y}$$

$$Z_{A \text{ compensada}}^B = Z_{A \text{ sin compensar}}^B - \frac{Z_{A \text{ sin compensar}}^B * e_z}{\sum Z}$$

Al ser un itinerario cerrado el sumatorio debe ser 0:

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>AB</b>	-143,349682	-9,49066047	-0,476855768
<b>BC</b>	32,0555143	-16,7574064	0,163982114
<b>CD</b>	14,0072462	-35,23805	0,658495061
<b>DE</b>	26,1024224	12,2015674	0,292614689
<b>EF</b>	15,8690136	-28,4871976	0,534627616
<b>FG</b>	34,5294394	25,893333	-0,163077826
<b>GH</b>	36,061741	-40,4065356	1,427421167
<b>HI</b>	2,90188186	-23,0291345	0,590148273
<b>IJ</b>	6,50528652	-41,9538173	1,015693771
<b>JK</b>	-16,1436346	128,036046	-3,253710402
<b>KA</b>	-8,53922849	29,2318556	-0,789338694
<b>Σ</b>	0,0000000	0,0000000	0,0000000



**COORDENADAS ABSOLUTAS:**

De modo, que ya tenemos las X, Y, Z parciales compensadas obtenidas con la estación total y, puesto que conocemos las coordenadas absolutas de la primera estación del itinerario (A), podemos ahora dar coordenadas absolutas a todas las estaciones del itinerario mediante arrastre de coordenadas.

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>A</b>	678485,032	4164042,4548	7,7699
<b>B</b>	678341,683	4164032,9641	7,2930
<b>C</b>	678373,738	4164016,2067	7,4570
<b>D</b>	678387,745	4163980,9687	8,1155
<b>E</b>	678413,848	4163993,1703	8,4081
<b>F</b>	678429,717	4163964,6831	8,9428
<b>G</b>	678464,246	4163990,5764	8,7797
<b>H</b>	678500,308	4163950,1699	10,2071
<b>I</b>	678503,21	4163927,1407	10,7973
<b>J</b>	678509,715	4163885,1869	11,8129
<b>K</b>	678493,571	4164013,2229	8,5592
<b>A</b>	<b>678485,032</b>	<b>4164042,4548</b>	<b>7,7699</b>

**2.3 CÁLCULO DEL ITINERARIO DE NIVELACIÓN:**

Puesto que se trata de un itinerario altimétrico cerrado, lo resolveremos de una forma similar a su equivalente planimétrico.



En primer lugar calculamos los desniveles no compensados de los tramos del itinerario, restando la lectura de espaldas menos la lectura de frente del punto a nivelar que en nuestro caso serán los de estación, mediante la expresión:

$$Z_C = Le_{B01} - Lf_1$$

(Adoptando la simbología en nuestro itinerario de nivelación).

Una vez calculados los ya citados desniveles no compensados, procedemos a calcular el error de cierre, que se obtiene sumando los desniveles, y puesto que se trata de un itinerario cerrado, la suma debería ser nula, pero normalmente no lo será, por lo que lo que obtenemos en la suma constituye el propio error de cierre:

$$\sum Z = e_z = 0,0028\text{m}$$

En los itinerarios de nivelación, a diferencia de los itinerarios con estación total, se reparte el error a partes iguales y no en forma proporcional.

Por tanto, obtenemos el factor de compensación con la expresión siguiente:

$$f_c = \frac{e_z}{n^\circ \text{ de estaciones}} = 0,000164706\text{m}$$

- En nuestro caso serán 17 estaciones.

Procedemos a la compensación, con las siguientes expresiones:

$$Z_{C \text{ compensada}} = Z_C \text{ sin compensar} - f_c$$



Tenemos que puntualizar dos cosas:

Si ponemos el signo menos en la anterior expresión significa que el error de cierre y por tanto el factor de compensación son positivos (por exceso), como ha ocurrido en nuestro caso.

Las expresiones para el resto de desniveles compensados son iguales a la anterior ecuación puesto que como hemos dicho anteriormente, se reparte el error a partes iguales.

Finalmente sólo nos quedaría calcular las coordenadas absolutas de cada estación, por arrastre de coordenadas, puesto que conocemos las coordenadas absolutas del primer punto del itinerario:

La altura de cada una de las estaciones será:

PUNTOS	Z.compensadas	Z.absolutas	ESTACIONES
B01-1	0,15954	7,44074	<b>C</b>
1-2	0,65544	8,09618	<b>D</b>
2-3	0,28474	8,38091176	<b>E</b>
3-4	0,02214	8,40304706	AP
4-5	0,51484	8,91788235	<b>F</b>
5-6	-0,12966	8,78821765	<b>G</b>
6-7	1,42974	10,2179529	<b>H</b>
7-8	0,58824	10,8061882	<b>I</b>
8-9	1,01044	11,8166235	<b>J</b>
9-10	-0,82846	10,9881588	AP
10-11	-0,97116	10,0169941	AP
11-12	-0,91876	9,09822941	AP



12-13	-0,54076	8,55746471	<b>K</b>
13-14	-0,78756	7,7699	<b>A</b>
14-15	-0,23746	7,53244	AP
15-16	-0,17826	7,35417059	AP
16-B01	-0,07296	7,28121	<b>B</b>

### 2.4 COORDENADAS ABSOLUTAS FINALES:

Como el error obtenido con el nivel es mucho menor que con la estación, utilizaremos las coordenadas absolutas de Z compensadas del nivel para mayor precisión.

Las coordenadas absolutas totales compensadas finales serán:

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>A</b>	678485,032	4164042,4548	7,7699
<b>B</b>	678341,683	4164032,9641	7,28121
<b>C</b>	678373,738	4164016,2067	7,44074
<b>D</b>	678387,745	4163980,9687	8,09618
<b>E</b>	678413,848	4163993,1703	8,38091176
<b>F</b>	678429,717	4163964,6831	8,91788235
<b>G</b>	678464,246	4163990,5764	8,78821765
<b>H</b>	678500,308	4163950,1699	10,2179529
<b>I</b>	678503,21	4163927,1407	10,8061882
<b>J</b>	678509,715	4163885,1869	11,8166235
<b>K</b>	678493,571	4164013,2229	8,55746471
<b>A</b>	<b>678485,032</b>	<b>4164042,4548</b>	<b>7,7699</b>



## 2.5 CORRECCIÓN DE ORIENTACIÓN DE LOS PUNTOS RADIADOS DESDE LA ESTACIÓN E\*:

La estación E la tomé en dos días diferentes por motivos meteorológicos.

El segundo día no orienté la estación como el primero, pero si volví a visar las estaciones D y F, por ello los datos del segundo día los tengo que orientar como los del primero para que sean comparables, para diferenciar esos datos nombré a la estación E el segundo día E\*.

Las correcciones se hicieron de la siguiente manera:

Procedemos a calcular la corrección de orientación de los puntos radiados desde la estación E\* como ya vimos con los acimutes pero sustituyendo por las lecturas desde E y desde E\*:

$$Cor_E = L_E^D - L_{E^*}^D$$

$$L_E^P = Cor_E + L_{E^*}^P (\pm 400 \text{ si fuese necesario})$$

- P= indica un punto cualquiera de la radiación.

PUNTOS	LECTURAS		
$L_E^D$	67,8048	<b>CORRECCIÓN</b>	-234,9622
$L_E^F$	363,3315	<b>NUEVAS</b>	
$L_{E^*}^D$	302,767	67,8048	
$L_{E^*}^F$	198,2544	363,2922	
<b>201</b>	1,0903	166,1281	
<b>202</b>	0,9618	165,9996	
<b>203</b>	10,5547	175,5925	
<b>204</b>	20,3662	185,404	



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>205</b>	37,266	202,3038
<b>206</b>	37,6489	202,6867
<b>207</b>	36,9636	202,0014
<b>208</b>	51,6439	216,6817
<b>209</b>	50,4567	215,4945
<b>210</b>	59,5809	224,6187
<b>211</b>	61,2445	226,2823
<b>212</b>	60,8584	225,8962
<b>213</b>	60,3585	225,3963
<b>214</b>	57,8844	222,9222
<b>215</b>	57,3862	222,424
<b>216</b>	67,1602	232,198
<b>217</b>	71,8203	236,8581
<b>218</b>	72,8913	237,9291
<b>219</b>	77,5259	242,5637
<b>220</b>	76,4073	241,4451
<b>221</b>	75,8986	240,9364
<b>222</b>	75,423	240,4608
<b>223</b>	74,9312	239,969
<b>224</b>	74,375	239,4128
<b>225</b>	80,2618	245,2996
<b>226</b>	82,6117	247,6495
<b>227</b>	83,0847	248,1225
<b>228</b>	83,9973	249,0351



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

229	83,4104	248,4482
230	87,2114	252,2492
231	79,0806	244,1184
232	78,5332	243,571
233	77,6555	242,6933
234	76,9395	241,9773
235	72,494	237,5318
236	67,9354	232,9732
237	62,5115	227,5493
238	57,0789	222,1167
239	55,5756	220,6134
240	48,1938	213,2316
241	48,3916	213,4294
242	21,1915	186,2293
243	21,2512	186,289
244	12,5924	177,6302
245	2,9438	167,9816
246	392,2426	157,2804
247	390,6486	155,6864
248	378,5962	143,634
249	396,4375	161,4753
250	8,5957	173,6335
251	8,8276	173,8654
252	25,0892	190,127



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>253</b>	30,2881	195,3259
<b>254</b>	35,8377	200,8755
<b>255</b>	35,6765	200,7143
<b>256</b>	49,9787	215,0165
<b>257</b>	51,1185	216,1563
<b>258</b>	42,6369	207,6747
<b>259</b>	44,9076	209,9454
<b>260</b>	53,7125	218,7503
<b>261</b>	50,2634	215,3012
<b>262</b>	46,8265	211,8643
<b>263</b>	46,2876	211,3254
<b>264</b>	49,5971	214,6349
<b>265</b>	16,6772	181,715
<b>266</b>	54,984	220,0218
<b>267</b>	54,6731	219,7109
<b>268</b>	54,8378	219,8756
<b>269</b>	58,5433	223,5811
<b>270</b>	61,8745	226,9123
<b>271</b>	65,0623	230,1001
<b>272</b>	44,3201	209,3579
<b>273</b>	43,827	208,8648
<b>274</b>	42,3516	207,3894
<b>275</b>	49,1045	214,1423
<b>276</b>	63,6186	228,6564



## 2.6 CÁLCULO DE LOS PUNTOS RADIADOS:

Ahora que conocemos todas las coordenadas de las estaciones del itinerario, estamos en disposición de obtener las coordenadas de todos los puntos de radiación, medidos desde cada una de las estaciones del mismo.

La forma de obtener las coordenadas absolutas de los puntos radiados de cada estación es la siguiente:

Calculando el acimut y la distancia reducida, como hemos calculado anteriormente, una vez obtenida la coordenada relativa solo queda sumarla a la coordenada absoluta desde el punto de estacionamiento donde se realizó la radiación.

PUNTOS	X.absolutas	Y.absolutas	Z.absolutas
ESTACIÓN B			
1	678360,64	4164022,7461	7,3762
2	678369,179	4164018,3184	7,4127
3	678375,529	4164023,6121	7,4657
4	678375,673	4164023,7878	7,4538
5	678362,257	4164022,7479	7,3592
6	678365,48	4164022,9707	7,3485
7	678367,06	4164023,0914	7,3377
8	678368,619	4164023,1806	7,3382
9	678370,257	4164023,3104	7,3444
10	678371,87	4164023,4399	7,3843
11	678373,478	4164023,5533	7,4269
12	678360,552	4164026,6617	7,3050



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

13	678361,102	4164026,6708	7,3314
14	678361,287	4164024,6789	7,3275
15	678361,324	4164022,7280	7,3591
16	678373,974	4164023,6345	7,4220
17	678374,226	4164025,5992	7,4133
18	678377,82	4164023,9682	7,4644
<b>C</b>			
19	678375,973	4164017,787	7,45047327
20	678376,002	4164017,195	7,45420726
21	678377,158	4164017,246	7,4721354
22	678375,789	4164016,053	7,4718431
23	678369,892	4164000,981	7,75043164
24	678369,485	4163983,876	7,89196543
25	678363,059	4163979,267	7,96947658
26	678369,076	4163979,492	7,99506409
27	678362,113	4163990	7,98348242
28	678376,061	4164016,343	7,46161759
29	678376,448	4164005,626	7,61161361
30	678376,997	4163990,616	8,06324312
31	678376,724	4163989,113	8,0148886
32	678377,881	4163990,643	8,07213866
33	678377,247	4164005,45	8,1511456
34	678376,868	4164016,388	7,46772434



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermelo

Gloria Vizcaino Cortés

35	678382,234	4164012,637	7,81945415
36	678380,148	4164008,43	8,04624341
37	678379,832	4164003,342	8,20761924
38	678384,556	4163989,385	8,09368498
39	678381,078	4163979,932	8,06048474
40	678380,363	4163978,523	8,08436049
41	678383,764	4163984,399	8,00989721
42	678387,086	4163980,149	8,11864027
43	678389,776	4163991,077	8,1698042
44	678389,717	4163993,315	8,16967005
45	678395,191	4163993,512	8,22549249
46	678390,999	4163992,134	8,63337756
<b>D</b>			
47	678383,249	4164021,916	7,46778155
48	678383,493	4164022,006	7,46374851
49	678384,108	4164012,711	7,85127437
50	678384,584	4164005,962	8,30280485
51	678397,444	4164009,228	7,42902969
52	678394,986	4164009,055	7,06756025
53	678394,904	4164009,789	6,89444214
54	678394,574	4164015,252	6,86655427
55	678397,054	4164015,408	7,4019229
56	678397,059	4164015,7	7,39689344



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

57	678394,56	4164015,572	6,85560134
58	678396,737	4164019,972	6,89833091
59	678392,024	4164019,678	6,90310744
60	678392,109	4164021,018	7,34692156
61	678386,559	4164019,307	6,91529622
62	678385,197	4164019,228	7,38339494
63	678386,913	4164014,119	6,91407889
64	678385,526	4164014,065	7,37518915
65	678387,17	4164010,114	6,90118566
66	678387,543	4164009,568	6,8998084
67	678388,1	4164009,328	6,90616257
68	678386,178	4164008,915	7,31960342
69	678396,695	4164020,996	7,40519393
70	678396,981	4164021,015	7,40396797
71	678397,596	4164007,017	8,34652074
72	678395,138	4164006,83	8,33108986
73	678395,078	4164007,297	8,33823026
74	678391,633	4164007,082	8,30207438
75	678387,557	4164006,827	8,31918941
76	678385,85	4164007,473	8,31781077
77	678384,795	4164009,288	8,30305969
78	678384,084	4164019,407	8,32377639
79	678384,791	4164021,088	8,32222531



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>80</b>	678386,133	4164021,755	8,32645687
<b>81</b>	678390,193	4164022,034	8,29906829
<b>82</b>	678396,55	4164022,459	8,31204542
<b>83</b>	678396,885	4164022,487	8,31026072
<b>84</b>	678386,932	4164022,288	7,44610087
<b>85</b>	678386,933	4164022,694	7,41378721
<b>86</b>	678391,783	4164023,021	7,42308973
<b>87</b>	678391,816	4164022,625	7,42908984
<b>88</b>	678398,657	4164023,099	7,77493678
<b>89</b>	678398,571	4164023,894	7,42365128
<b>90</b>	678403,216	4164024,247	7,4342923
<b>91</b>	678403,296	4164023,422	7,46785791
<b>92</b>	678409,397	4164023,826	7,43081198
<b>93</b>	678409,371	4164024,224	7,42766904
<b>94</b>	678414,358	4164024,551	7,398677
<b>95</b>	678414,392	4164024,999	7,39155769
<b>96</b>	678420,071	4164028,746	7,36926314
<b>97</b>	678410,092	4164028,099	7,35124669
<b>98</b>	678396,036	4164027,124	7,3472069
<b>99</b>	678381,412	4164026,069	7,36654382
<b>100</b>	678387,314	4163979,301	8,11611167
<b>101</b>	678387,551	4163979,255	8,1120803
<b>102</b>	678387,63	4163978,688	7,89847627



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaino Cortés

<b>103</b>	678387,665	4163978,225	8,07297363
<b>104</b>	678387,743	4163976,523	8,17142898
<b>105</b>	678387,936	4163975,271	8,26787565
<b>106</b>	678388,058	4163974,005	8,33574764
<b>107</b>	678388,212	4163972,38	8,36282333
<b>108</b>	678388,276	4163970,585	8,37067847
<b>109</b>	678388,444	4163968,561	8,46791122
<b>110</b>	678388,536	4163966,556	8,67024491
<b>111</b>	678388,693	4163964,598	9,1030884
<b>112</b>	678389,186	4163962,638	10,4710137
<b>113</b>	678389,146	4163961,276	11,4808567
<b>114</b>	678389,109	4163959,401	12,3548304
<b>115</b>	678388,959	4163957,666	13,2482291
<b>116</b>	678389,169	4163955,886	14,689921
<b>117</b>	678389,038	4163954,207	15,5708466
<b>118</b>	678389,147	4163951,962	16,5839829
<b>119</b>	678389,37	4163950,341	16,7823936
<b>E</b>			
<b>120</b>	678399,02	4163985,718	8,14380478
<b>121</b>	678394,186	4163981,002	8,17725332
<b>122</b>	678399,781	4163981,381	8,23947854
<b>123</b>	678405,775	4163981,787	8,27093415
<b>124</b>	678411,79	4163982,173	8,33348184



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermelo

Gloria Vizcaino Cortés

<b>125</b>	678413,417	4163986,673	8,29472283
<b>126</b>	678417,801	4163982,592	8,42234539
<b>127</b>	678423,785	4163982,992	8,47479073
<b>128</b>	678427,538	4163987,647	8,42644906
<b>129</b>	678429,793	4163983,408	8,54942427
<b>130</b>	678436,987	4163983,913	8,63435555
<b>131</b>	678441,386	4163984,211	8,67370479
<b>132</b>	678441,817	4163988,62	8,56170884
<b>133</b>	678447,387	4163984,602	8,7359893
<b>134</b>	678453,377	4163985,019	8,80085912
<b>135</b>	678455,916	4163989,568	8,69096062
<b>136</b>	678459,39	4163985,405	8,84403963
<b>137</b>	678437,107	4163994,735	8,60547367
<b>138</b>	678436,028	4164009,658	8,69202181
<b>139</b>	678435,834	4164011,878	7,54980521
<b>140</b>	678434,965	4164024,645	7,4408558
<b>141</b>	678435,501	4164024,688	7,4356241
<b>142</b>	678436,551	4164009,732	8,69751938
<b>143</b>	678439,215	4164009,686	8,69990612
<b>144</b>	678437,622	4163994,785	8,61328999
<b>145</b>	678440,25	4163994,958	8,62581402
<b>146</b>	678439,77	4163982,905	8,68269151
<b>147</b>	678422,563	4163981,714	8,48512773



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>148</b>	678422,481	4163981,613	8,49759286
<b>149</b>	678422,579	4163981,143	8,26276961
<b>150</b>	678422,608	4163980,649	8,48441108
<b>151</b>	678426,945	4163994,068	8,49855999
<b>152</b>	678430,892	4163997,314	8,55847705
<b>153</b>	678430,613	4164001,291	8,54863927
<b>154</b>	678434,396	4163997,5	8,59141935
<b>155</b>	678434,932	4163997,575	8,60128368
<b>156</b>	678418,831	4164000,644	8,45893636
<b>157</b>	678420,177	4163995,11	8,43055694
<b>158</b>	678419,398	4163994,207	9,06862508
<b>159</b>	678410,736	4163992,947	8,3318469
<b>160</b>	678410,697	4163993,461	8,33347001
<b>161</b>	678410,623	4163994,702	8,34572292
<b>162</b>	678408,448	4163997,323	8,32941309
<b>163</b>	678407,209	4164000,168	8,34486606
<b>164</b>	678398,062	4163999,298	8,26854925
<b>201</b>	678406,527	4164007,812	8,41711451
<b>202</b>	678406,545	4164007,702	8,41655278
<b>203</b>	678409,071	4164007,833	8,42763486
<b>204</b>	678411,442	4164008	8,4425841
<b>205</b>	678415,434	4164008,276	8,48145589
<b>206</b>	678415,47	4164007,776	8,47651822



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaino Cortés

<b>207</b>	678415,415	4164008,807	8,48983136
<b>208</b>	678418,943	4164008,022	8,51114917
<b>209</b>	678418,93	4164008,937	8,25674515
<b>210</b>	678421,338	4164008,475	8,52616772
<b>211</b>	678421,847	4164008,487	8,54409813
<b>212</b>	678421,85	4164008,722	8,54393283
<b>213</b>	678421,834	4164008,996	8,02396471
<b>214</b>	678421,74	4164010,447	8,00429068
<b>215</b>	678421,712	4164010,749	7,51228574
<b>216</b>	678423,791	4164008,541	8,54374529
<b>217</b>	678425,814	4164008,997	8,54705405
<b>218</b>	678425,855	4164008,507	8,54255187
<b>219</b>	678427,874	4164008,623	8,55268586
<b>220</b>	678427,834	4164009,134	8,5572718
<b>221</b>	678427,823	4164009,382	8,33663673
<b>222</b>	678427,807	4164009,61	8,1125412
<b>223</b>	678427,795	4164009,855	7,89472426
<b>224</b>	678427,779	4164010,135	7,67515883
<b>225</b>	678429,422	4164008,914	8,57766475
<b>226</b>	678431,067	4164009,337	8,59122167
<b>227</b>	678431,083	4164009,113	8,60023465
<b>228</b>	678431,624	4164009,146	8,60020027
<b>229</b>	678431,578	4164009,403	8,60173459



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>230</b>	678434,053	4164009,564	8,62729287
<b>231</b>	678431,426	4164011,611	7,48464037
<b>232</b>	678431,393	4164011,897	7,46670419
<b>233</b>	678430,886	4164011,865	7,46469815
<b>234</b>	678429,32	4164010,535	7,4563084
<b>235</b>	678427,728	4164011,129	7,4582429
<b>236</b>	678425,699	4164011,011	7,47202509
<b>237</b>	678423,641	4164011,047	7,47598716
<b>238</b>	678421,692	4164010,933	7,46463426
<b>239</b>	678421,175	4164010,884	7,45709801
<b>240</b>	678418,826	4164010,728	7,43962233
<b>241</b>	678418,805	4164010,451	7,51722887
<b>242</b>	678411,352	4164009,927	7,54692374
<b>243</b>	678411,326	4164010,211	7,5258695
<b>244</b>	678408,934	4164010,072	7,50924233
<b>245</b>	678406,456	4164009,098	7,50423763
<b>246</b>	678403,064	4164008,846	7,45924738
<b>247</b>	678403,064	4164008,033	7,73829512
<b>248</b>	678397,55	4164008,47	7,43784527
<b>249</b>	678396,975	4164021,53	7,40442622
<b>250</b>	678403,475	4164021,969	7,42766264
<b>251</b>	678403,361	4164022,619	7,73824595
<b>252</b>	678411,297	4164022,531	7,44412456



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>253</b>	678413,701	4164022,676	7,42510726
<b>254</b>	678416,293	4164022,858	7,40304978
<b>255</b>	678416,264	4164023,444	7,63625012
<b>256</b>	678423,325	4164023,346	7,38917044
<b>257</b>	678422,364	4164018,678	7,44690357
<b>258</b>	678418,69	4164018,488	7,42192307
<b>259</b>	678418,957	4164015,528	7,46259583
<b>260</b>	678422,425	4164015,755	7,51475725
<b>261</b>	678421,358	4164016,713	7,99690292
<b>262</b>	678419,959	4164016,634	7,96936338
<b>263</b>	678419,935	4164017,378	7,99404631
<b>264</b>	678421,321	4164017,472	7,98856826
<b>265</b>	678408,718	4164016,241	7,48692597
<b>266</b>	678426,465	4164024,492	7,42724331
<b>267</b>	678426,458	4164024,922	7,4171183
<b>268</b>	678426,446	4164024,654	7,42348052
<b>269</b>	678428,601	4164024,603	7,47064689
<b>270</b>	678430,749	4164024,767	7,47197992
<b>271</b>	678432,924	4164024,904	7,46089015
<b>272</b>	678420,719	4164024,571	7,40517019
<b>273</b>	678420,639	4164025,399	7,38441336
<b>274</b>	678420,467	4164028,637	7,37306018
<b>275A</b>	678423,273	4164024,689	7,39654491



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>276A</b>	678434,641	4164029,608	7,41867195
<b>F</b>			
<b>165</b>	678432,398	4163981,296	8,58308712
<b>166</b>	678432,295	4163979,725	8,73739283
<b>167</b>	678432,225	4163977,555	8,78677349
<b>168</b>	678432,165	4163975,761	8,79723351
<b>169</b>	678432,141	4163974,065	8,83027147
<b>170</b>	678432,109	4163971,877	8,8276594
<b>171</b>	678431,93	4163969,444	8,83776875
<b>172</b>	678431,726	4163967,332	8,85219462
<b>173</b>	678431,583	4163965,027	8,96622741
<b>174</b>	678430,659	4163962,144	9,10446641
<b>175</b>	678430,327	4163960,974	9,35970888
<b>176</b>	678430,154	4163959,228	9,73470285
<b>177</b>	678429,917	4163957,976	10,1511503
<b>178</b>	678429,784	4163956,562	10,5877705
<b>179</b>	678429,851	4163955,537	10,9182823
<b>180</b>	678429,951	4163954,15	11,5838584
<b>181</b>	678428,339	4163952,44	12,5139502
<b>182</b>	678427,301	4163951,283	13,548098
<b>183</b>	678426,632	4163949,695	14,6080704
<b>184</b>	678426,186	4163948,588	15,1989646
<b>185</b>	678425,803	4163947,659	15,7801016



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zerméño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>186</b>	678459,411	4163965,858	9,49016207
<b>187</b>	678460,511	4163965,838	9,56951862
<b>188</b>	678473,639	4163966,793	9,62626039
<b>189</b>	678474,664	4163966,841	9,62503016
<b>190</b>	678473,405	4163969,935	9,62241257
<b>191</b>	678478,595	4163966	9,64220752
<b>192</b>	678479,656	4163966,05	9,76435065
<b>193</b>	678484,714	4163959,976	9,76273771
<b>194</b>	678484,859	4163961,002	9,79812603
<b>195</b>	678491,845	4163966,922	9,6940451
<b>196</b>	678490,788	4163966,884	9,75009658
<b>197</b>	678474,528	4163965,672	9,66024383
<b>198</b>	678476,042	4163961,282	9,73164612
<b>199</b>	678480,014	4163957,811	10,0204699
<b>200</b>	678485,489	4163957,003	10,0135091
<b>G</b>			
<b>275</b>	678465,376	4163985,828	8,89659495
<b>276</b>	678471,382	4163986,235	8,95991996
<b>277</b>	678477,379	4163986,644	9,02226379
<b>278</b>	678482,979	4163987,024	9,08076892
<b>279</b>	678488,967	4163987,442	9,17089077
<b>280</b>	678484,403	4163991,497	8,97855491
<b>281</b>	678470,214	4163990,535	8,83918658



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>282</b>	678483,467	4163983,355	9,2474609
<b>283</b>	678487,482	4163983,593	9,26481247
<b>284</b>	678484,13	4163975,44	9,52870122
<b>285</b>	678483,648	4163982,028	9,28125091
<b>286</b>	678483,744	4163981,017	9,36716055
<b>287</b>	678474,074	4163976,047	9,47313668
<b>288</b>	678473,077	4163974,885	9,61140304
<b>289</b>	678458,781	4163974,909	9,52930396
<b>290</b>	678459,884	4163973,949	9,55806456
<b>291</b>	678460,104	4163970,843	9,57629797
<b>292</b>	678495,283	4163986,677	9,25249298
<b>293</b>	678493,775	4163998,612	8,94319677
<b>294</b>	678491,077	4163998,433	9,0969987
<b>295</b>	678486,727	4163998,13	9,11609046
<b>296</b>	678477,2	4163985,358	9,05096242
<b>297</b>	678477,227	4163984,826	8,81827319
<b>298</b>	678477,329	4163984,338	9,01997346
<b>299</b>	678468,555	4163996,897	8,91820607
<b>300</b>	678468,193	4164001,874	8,72902595
<b>301</b>	678463,665	4163996,577	8,82546426
<b>302</b>	678458,802	4163996,207	8,73460263
<b>303</b>	678458,853	4163994,537	8,7557648
<b>304</b>	678440,37	4163993,254	8,62447084



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zerméño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>305</b>	678438,184	4164024,884	7,46865851
<b>306</b>	678437,909	4164027,992	7,48208322
<b>307</b>	678437,804	4164029,842	7,47185265
<b>308</b>	678438,73	4164024,911	7,51730362
<b>309</b>	678440,775	4163996,785	7,95274807
<b>310</b>	678440,767	4163996,54	7,98728787
<b>311</b>	678440,804	4163996,287	8,16837691
<b>312</b>	678440,867	4163995,056	8,64237745
<b>313</b>	678442,599	4163995,174	8,64710217
<b>314</b>	678442,548	4163996,183	8,42940282
<b>315</b>	678442,534	4163996,418	8,19824672
<b>316</b>	678442,535	4163996,679	7,96641947
<b>317</b>	678442,515	4163996,923	7,7413101
<b>318</b>	678458,127	4163996,719	8,66828349
<b>319</b>	678458,628	4163996,771	9,14750785
<b>320</b>	678457,601	4163997,177	8,20835207
<b>321</b>	678457,078	4163997,647	7,75961193
<b>322</b>	678457,4	4164007,573	8,69711549
<b>323</b>	678457,917	4164007,622	9,13792282
<b>324</b>	678457,167	4164018,483	8,70142757
<b>325</b>	678456,666	4164018,444	8,23519244
<b>326</b>	678456,145	4164018,432	7,62962997
<b>327</b>	678439,912	4164017,009	7,53734363



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermelo

Gloria Vizcaino Cortés

<b>328</b>	678440,685	4164005,37	7,6405703
<b>H</b>			
<b>329</b>	678493,949	4163996,788	9,00719899
<b>330</b>	678494,178	4163995,016	9,03877867
<b>331</b>	678494,364	4163993,438	9,07848113
<b>332</b>	678494,559	4163991,817	9,11487448
<b>333</b>	678494,738	4163990,031	9,19015395
<b>334</b>	678494,894	4163988,444	9,22402836
<b>335</b>	678496,644	4163993,903	8,9868907
<b>336</b>	678497,359	4163993,274	8,98036365
<b>337</b>	678495,271	4163986,673	9,30022076
<b>338</b>	678494,159	4163985,398	9,42836386
<b>339</b>	678495,878	4163981,741	9,4509423
<b>340</b>	678495,118	4163978,463	9,51740032
<b>341</b>	678495,96	4163971,436	9,66919486
<b>342</b>	678496,963	4163964,319	9,84702417
<b>343</b>	678500,192	4163964,578	9,85675541
<b>344</b>	678497,819	4163957,659	9,97342129
<b>345</b>	678499,714	4163944,066	10,3316592
<b>346</b>	678500,665	4163936,852	10,4489106
<b>347</b>	678503,702	4163936,903	10,5490827
<b>348</b>	678501,66	4163929,896	10,6501628
<b>349</b>	678494,889	4163943,325	10,344065



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>350</b>	678503,714	4163943,033	10,3547299
<b>351</b>	678500,572	4163944,659	10,371375
<b>352</b>	678498,341	4163948,334	10,3048719
<b>353</b>	678496,587	4163947,779	10,3260143
<b>354</b>	678494,493	4163946,875	10,3307245
<b>355</b>	678492,38	4163946,331	10,3073361
<b>356</b>	678489,992	4163945,675	10,5586187
<b>357</b>	678488,441	4163945,243	10,9234532
<b>358</b>	678486,825	4163944,097	11,3218756
<b>359</b>	678485,176	4163943,067	11,7764945
<b>360</b>	678482,902	4163941,439	12,3283853
<b>361</b>	678480,971	4163940,894	12,9650068
<b>362</b>	678479,596	4163939,611	13,8275932
<b>363</b>	678478,227	4163937,804	14,8085838
<b>364</b>	678476,846	4163936,132	15,5810157
<b>365</b>	678475,79	4163934,679	15,8826403
<b>I</b>			
<b>366</b>	678502,496	4163922,984	10,7876478
<b>367</b>	678503,278	4163916,078	11,0231887
<b>368</b>	678504,363	4163914,6	11,1328517
<b>369</b>	678504,051	4163909,357	11,1894032
<b>370</b>	678507,15	4163909,502	11,2278268
<b>371</b>	678505,046	4163902,307	11,3248013



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>372</b>	678509,07	4163900,565	11,4230727
<b>373</b>	678500,9	4163925,578	10,8017572
<b>374</b>	678498,684	4163927,455	10,8097594
<b>375</b>	678496,522	4163926,91	10,8322647
<b>376</b>	678495,739	4163926,855	10,8572954
<b>377</b>	678494,039	4163927,225	11,3058685
<b>378</b>	678492,16	4163927,087	11,8123534
<b>379</b>	678490,458	4163927,041	12,3398814
<b>380</b>	678488,725	4163926,81	12,8100823
<b>381</b>	678487,249	4163927,191	13,3266814
<b>382</b>	678485,443	4163927,1	14,1021788
<b>383</b>	678483,451	4163926,681	15,0032647
<b>384</b>	678481,402	4163926,068	15,865956
<b>385</b>	678479,382	4163925,307	16,7713593
<b>J</b>			
<b>386</b>	678505,104	4163901,916	11,3362737
<b>387</b>	678505,888	4163894,557	11,489382
<b>388</b>	678507,022	4163887,68	11,6059985
<b>389</b>	678507,399	4163890,641	11,7202867
<b>390</b>	678510,082	4163892,537	11,6167611
<b>391</b>	678508,281	4163884,879	11,8559107
<b>392</b>	678505,901	4163885,031	11,842088
<b>393</b>	678503,381	4163884,844	11,794471



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zerméño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>394</b>	678501,462	4163884,378	11,9961203
<b>395</b>	678499,392	4163884,135	12,2594913
<b>396</b>	678497,295	4163883,862	12,4639906
<b>397</b>	678496,147	4163883,705	12,8522387
<b>398</b>	678494,245	4163883,421	13,1380393
<b>399</b>	678492,405	4163883,217	13,588702
<b>400</b>	678490,942	4163883,112	13,7907655
<b>401</b>	678490,79	4163883,035	15,1518115
<b>402</b>	678488,51	4163882,746	15,4954556
<b>403</b>	678486,63	4163882,491	15,853115
<b>404</b>	678484,457	4163882,442	16,2875159
<b>405</b>	678481,911	4163882,169	16,7771906
<b>406</b>	678479,572	4163881,83	17,2057682
<b>407</b>	678477,181	4163881,485	17,6548544
<b>K</b>			
<b>408</b>	678492,774	4164006,67	8,74763677
<b>409</b>	678487,63	4163999,26	9,0655475
<b>410</b>	678487,112	4164004,016	8,89218537
<b>411</b>	678485,602	4164006,862	8,79386525
<b>412</b>	678486,135	4164011,219	8,74478175
<b>413</b>	678485,457	4164017,787	8,47881506
<b>414</b>	678484,32	4164024,83	8,22515444
<b>415</b>	678480,486	4164007,682	8,68569248



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>416</b>	678479,676	4164014,277	8,43208987
<b>417</b>	678462,499	4164013,085	8,16365664
<b>418</b>	678462,809	4164012,614	8,19504799
<b>419</b>	678465,697	4164012,826	8,30653108
<b>420</b>	678465,959	4164009,186	8,43148609
<b>421</b>	678464,844	4164008,487	8,43385307
<b>422</b>	678466,241	4164005,57	8,55984642
<b>423</b>	678465,055	4164004,854	8,5678237
<b>424</b>	678466,496	4164001,969	8,71339274
<b>425</b>	678463,139	4164003,975	8,53147087
<b>426</b>	678473,155	4164002,842	8,76928698
<b>427</b>	678476,241	4164003,128	8,80556962
<b>428</b>	678478,629	4164013,418	8,45882567
<b>429</b>	678475,252	4164013,238	8,43549195
<b>430</b>	678468,875	4164012,83	8,35151707
<b>431</b>	678467,421	4164015,899	8,16503639
<b>432</b>	678468,116	4164017,205	8,08893686
<b>433</b>	678466,59	4164014,631	8,2096898
<b>434</b>	678466,658	4164017,551	8,09187746
<b>435</b>	678465,211	4164017,864	8,08695523
<b>436</b>	678463,168	4164017,718	8,03846956
<b>437</b>	678462,759	4164023,34	7,86519117
<b>438</b>	678461,788	4164022,992	7,87686548



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zerméño

Gloria Vizcaíno Cortés

<b>439</b>	678463,208	4164024,754	7,87687155
<b>440</b>	678469,885	4164025,197	7,97029364
<b>441</b>	678469,692	4164019,625	8,02366808
<b>442</b>	678478,891	4164020,254	8,19418315
<b>443</b>	678478,533	4164023,29	8,06505719
<b>444</b>	678471,5	4164016,143	8,22445719
<b>445</b>	678471,588	4164017,671	8,14132116
<b>446</b>	678473,993	4164015,342	8,27667802
<b>447</b>	678473,891	4164016,889	8,24655039
<b>448</b>	678478,105	4164015,699	8,3164761
<b>449</b>	678490,976	4164021,392	8,38621965
<b>450</b>	678493,198	4164021,103	8,32952022
<b>A</b>			
<b>451</b>	678481,527	4164031,0628	7,8654
<b>452</b>	678493,211	4164026,3313	8,2148
<b>453</b>	678492,891	4164027,1228	8,1884
<b>454</b>	678491,432	4164028,6865	8,0397
<b>455</b>	678487,19	4164032,3355	7,9086
<b>456</b>	678486,313	4164032,9321	7,8727
<b>457</b>	678483,966	4164033,1310	7,8624
<b>458</b>	678455,826	4164029,3108	7,5643
<b>459</b>	678456,323	4164029,2825	8,2185
<b>460</b>	678456,855	4164007,5415	8,2135



**Levantamiento topográfico**

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

---

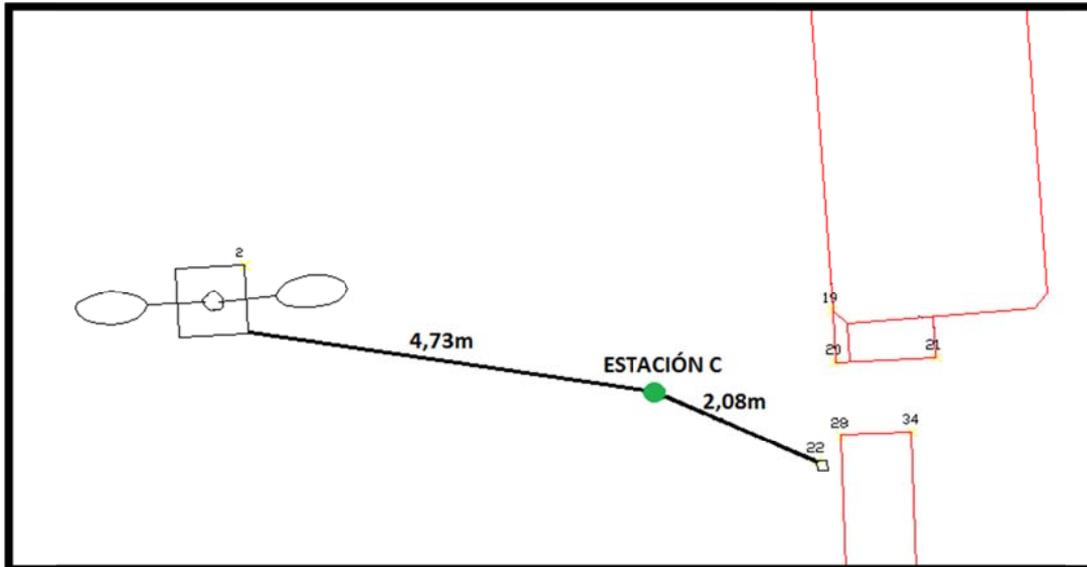
# ***ANEXOII***

---

## ***CROQUIS DE LOS PUNTOS***



**ESTACIÓN C:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

X: 678341,6825

Y: 4164032,9641

Z: 7,44074



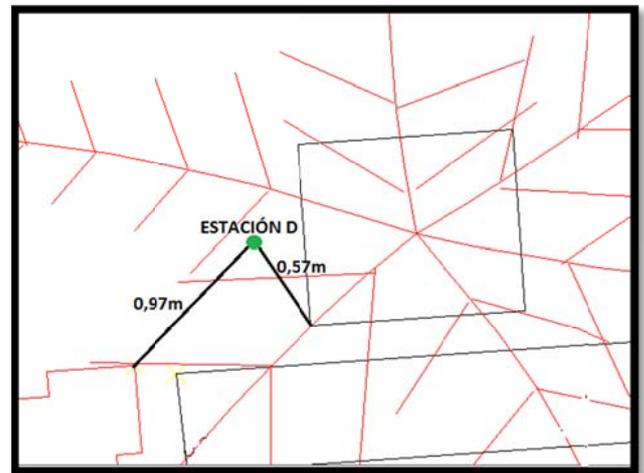


## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

### ESTACIÓN D:



### **DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

#### COORDENADAS:

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

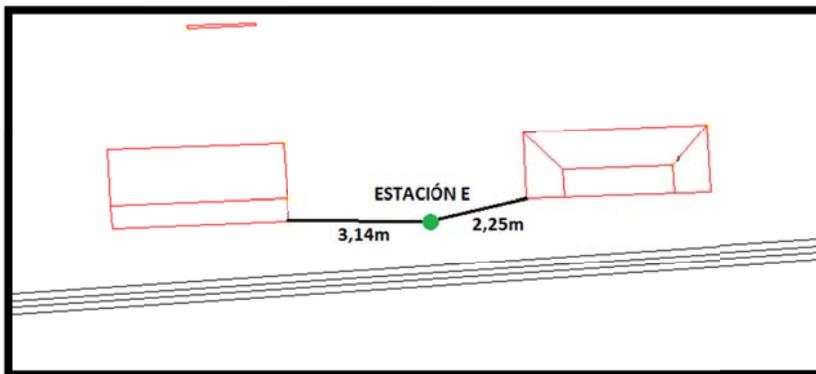
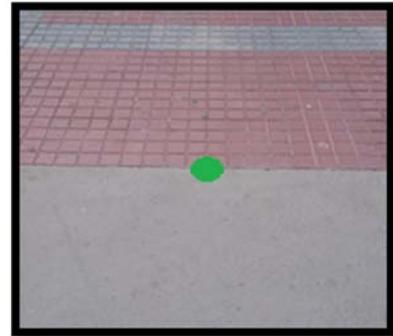
X: 678373,738

Y: 4164016,2067

Z: 8,09618



**ESTACIÓN E:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

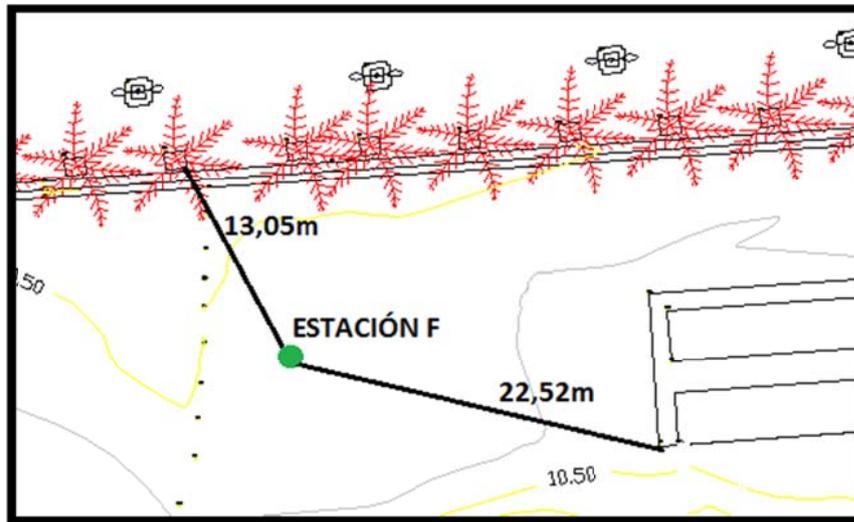
X: 678387,7453

Y: 4163980,9687

Z: 8,380911765



**ESTACIÓN F:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

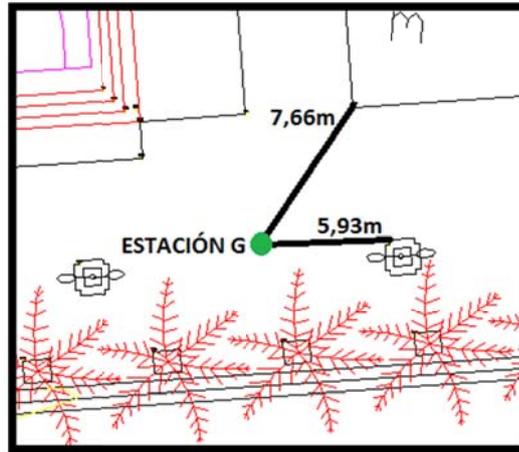
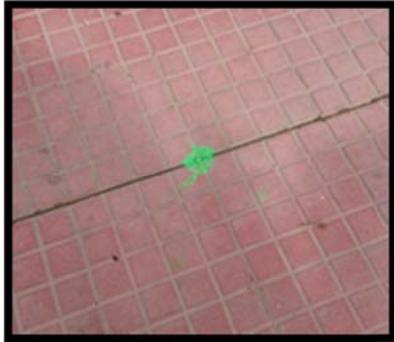
X: 678413,8477

Y: 4163993,1703

Z: 8,917882353



**ESTACIÓN G:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

X: 678464,2462

Y: 4163990,5764

Z: 8,788217647



**ESTACIÓN H:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

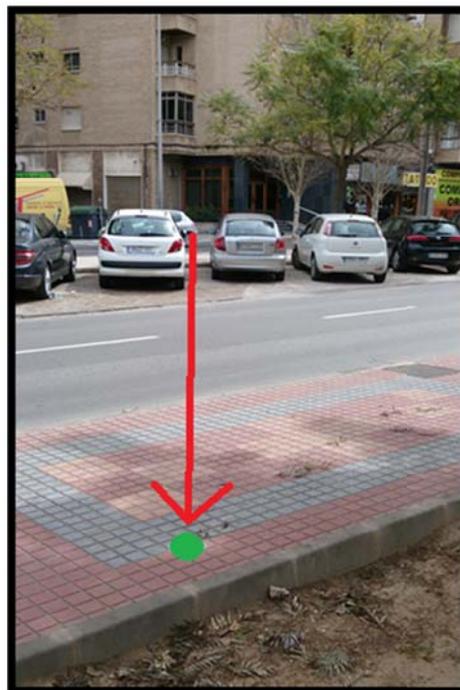
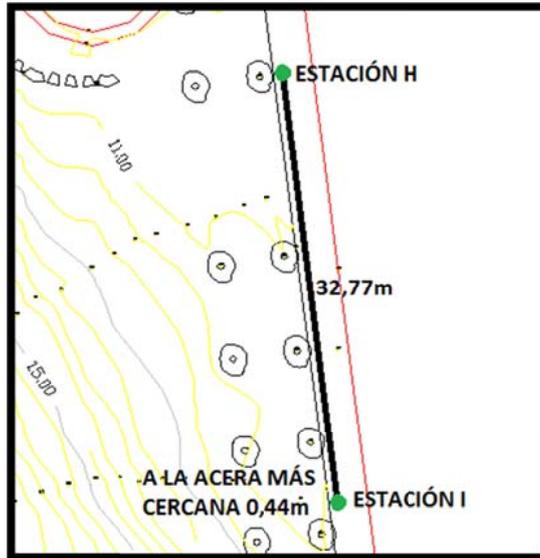
X: 678500,3079

Y: 4163950,1699

Z: 10,21795294



**ESTACIÓN I:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

**COORDENADAS:**

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

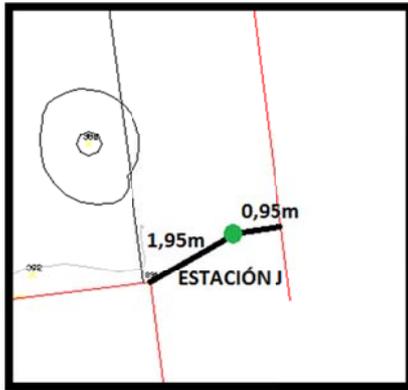
X: 678503,2098

Y: 4163927,1407

Z: 10,80618824



**ESTACIÓN J:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

COORDENADAS:

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

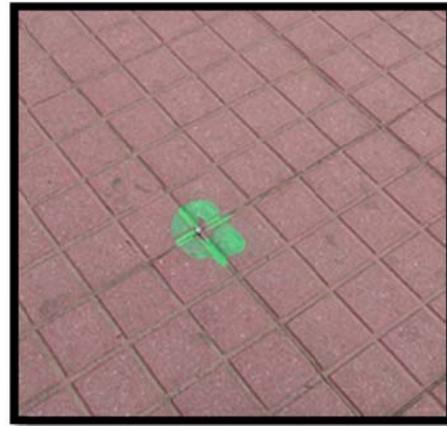
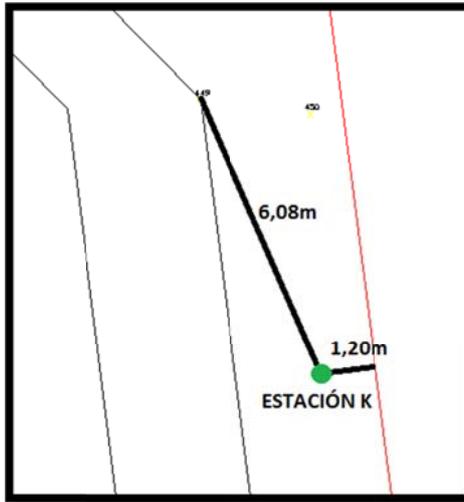
X: 678509,7151

Y: 4163885,1869

Z: 11,81662353



**ESTACIÓN K:**



**DATOS DEL PUNTO DE ESTACIÓN:**

COORDENADAS:

DATUM: ETRS-89

PROYECCION: UTM HUSO30 NORTE.

X: 678493,5714

Y: 4164013,2229

Z: 8,557464706



# ***ANEXO III***

---

## ***DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE APARATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS***



## 1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TOTAL:

Para nuestro proyecto hemos utilizado una estación total electrónica de la serie TS02.

Con este aparato pretendemos obtener las coordenadas absolutas X e Y de todos los puntos del itinerario y de la radiación.

Hemos separado este apartado en dos subapartados diferentes.

En primer lugar, realizaremos una breve descripción del funcionamiento básico del aparato para la realización de las mediciones.

En el segundo de ellos citaremos todas las especificaciones técnicas generales con las que cuenta el aparato.

### 1.1. FUNCIONAMIENTO:

En primer lugar, procederemos a realizar una breve descripción del modo de funcionamiento de este aparato.

#### **Bloques o partes fundamentales:**

- Un teodolito electrónico, para realizar visuales y leer ángulos verticales y horizontales.
- Un distanciómetro, para la medición electrónica de distancias.
- Un microprocesador de datos, para presentación inmediata de resultados, con posibilidad de guardarlos para su posterior tratamiento.



La estación total se caracteriza porque el anteojo, en los taquímetros convencionales, es sustituido por una pieza paralelepípeda a la que se puede hacer girar 360° y que en su interior, además del sistema óptico se aloja un distanciómetro. Se utiliza como objetivo emisor-receptor el mismo anteojo, alcanzando precisiones milimétricas con un solo prisma reflector al realizar mediciones de hasta un par de kilómetros.

Este aparato cuenta con dos teclados, para que siempre este quede delante del operador aunque el anteojo esté en su posición normal o invertido.

### **Partes del aparato:**

- Plataforma nivelante, con tornillos de nivelación.
- Goniómetros electrónicos, para la medición digital de ángulos horizontales y verticales.
- Pantalla, para la presentación de los datos medidos.
- Teclado, para la introducción de datos y control de mediciones.
- Anteojo de colimación, provisto de retículo con cruz filar, para realizar puntería sobre el prisma. También sirve como emisor y receptor de los rayos infrarrojos o láser.
- Tornillos de presión o coincidencia, para el movimiento general y el del anteojo.
- Conector de entrada/salida de datos, para colector externo o para conexión a ordenador.
- Corrector automático de nivelación, para lograr una perfecta nivelación.



### **Características principales:**

- Compensación automática vertical, coloca el cero vertical en el cenit. La sensibilidad es tal, que el viento o vibraciones fuertes pueden provocar la aparición de un mensaje de error, ya que el campo de compensación acepta una variación de tres grados centesimales a la alza y a la baja.
- Selección de medición angular, realizada mediante una tecla exterior que permite elegir la medición de ángulos horizontales en sentido directo o inverso. También se puede colocar el cero en el cenit o en el horizonte para la medición de los ángulos verticales.
- Selección de unidades, podemos elegir entre el sistema centesimal o sexagesimal, para la medida de ángulos o entre metros o pies para la medida de distancias.
- Códigos de error, estos se dan por el manejo incorrecto o el mal funcionamiento de la estación total. Los principales son los siguientes:
  - Desnivel superior a los tres grados centesimales permitidos.
  - Giro demasiado rápido del anteojo o la alidada.
  - Ángulo excesivo en el método de repetición.
  - Batería agotada o con poca carga.
  - Problemas en el teclado o en los circuitos de medición.
- Baterías, proporcionan la energía necesaria para el funcionamiento correcto de la estación total. Para nuestro caso utilizamos baterías internas de Ni-Cd recargables acopladas al lateral del equipo.



### **Utilización del aparato:**

Para la utilización de este aparato, en primer lugar debemos de estacionar el aparato. Para esto debemos de colocar la estación total sobre el trípode. A continuación, mediante la plomada movemos el conjunto hasta que esta quede sobre el punto de estación, buscando que la base superior de trípode quede más o menos horizontal.

Realizamos una primera nivelación con al conjunto de nivel tórico y circular. Debemos de comprobar que el centro de la plomada óptica coincide con el centro del punto de estación. Si no son coincidentes habrá que mover la estación sobre la base del trípode.

Encendemos el aparato y, de nuevo, nivelamos el mismo pero desde este, realizando el proceso denominado compensación automática. Comprobamos que la plomada óptica siga estando en el centro del punto de estacionamiento.

Cuando sea coincidente cumpliendo estas condiciones, es decir, la burbuja del nivel tórico se encuentre perfectamente centrada, y el aparato no de error porque no este nivelada en algunos de los ejes y la plomada óptica coincida con el punto de estación, es que el aparato está perfectamente nivelado.

Este aparato cuenta con una gran cantidad de funciones de las que solo utilizamos unas pocas.

Entre ellas, la medición de ángulos y distancias.

Para todos los puntos usamos el modo de medición de distancias con prisma, es decir, había que visar al prisma para poder realizar la medición.



Con el mismo, los datos obtenidos se pueden obtener de dos modos: como mediciones angulares y de distancia o dándole coordenadas a los puntos. Se utilizó el modo de distancias relativas (ángulo y distancia) ya que era el más útil para, posteriormente, obtener las coordenadas relativas y absolutas de los puntos visados.

Trabajamos con el aparato no orientado, de manera que, posteriormente deberemos de orientar el mismo en la estación inicial de GPS e ir corrigiendo el resto a lo largo del itinerario y la radiación.

Al presionar la opción “medir”, el aparato lanza una señal consistente en un rayo láser indivisible para la medida de distancias que es devuelto desde el prisma visado, así obtenemos las distancias reducida y geométrica entre ambos puntos. También, así mismo, los ángulos horizontal y vertical.

Para la medición de ángulos, las lecturas podían realizarse para ángulos verticales y horizontales y aumentando hacia derechas o hacia izquierdas. La precisión en este tipo de mediciones varía oscilando entre los 5 y los 50 segundos centesimales según el modelo que estemos utilizando.

La medida de distancias se lleva a cabo gracias al distanciómetro de rayos infrarrojos y un prisma de reflexión situado en el punto al que se quiere medir.

Las distancias obtenidas pueden ser la geométrica, reducida o la vertical (tangente). También podemos seleccionar la precisión requerida en la medida de las distancias eligiendo entre precisión fina, gruesa o tracking.

El error probable cometido en una medición está dado por un término fijo  $e$  en mm y otro variable  $p$  en ppm, que se diferencia en cada modelo de aparato.



Una de las mayores ventajas de la estación total es que permite poder realizar una serie de mediciones de manera automática, además de guardar los datos para luego sacarlos al ordenador y poder trabajarlos.

Para el trabajo de campo, procedimos a la resolución de los itinerarios principales, tomando como punto de partida alguna de las estaciones de GPS, y, posteriormente, desde cada estación del itinerario, visamos los puntos necesarios para la realización de la radiación.

## 1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL APARATO:

14.6		Datos técnicos generales del instrumento			
Anteojo	Aumento:	30 x			
	Abertura libre del objetivo:	40 mm			
	Enfoque:	1.7 m/5.6 ft al infinito			
	Campo visual:	1°30'/1.66 gon. 2.7 m a 100 m			
Compensador	Compensación de cuatro ejes (compensador de dos ejes con colimación horizontal e índice vertical).				
	Precisión angula	Precisión de estabilización		Amplitud de oscilación libre	
	["]	["]	[mgon]	[']	[gon]
	1	0.5	0.2	±4	0.07
	2	0.5	0.2	±4	0.07
3	1	0.3	±4	0.07	
5	1.5	0.5	±4	0.07	
7	2	0.7	±4	0.07	
Nivel	Sensibilidad del nivel esférico:	6' / 2 mm			
	Resolución del nivel electrónico:	2"			
Datos Técnicos		FlexLine, 297			



# Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeno

Gloria Vizcaíno Cortés

Datos Técnicos		FlexLine, 298
Unidad de control	Pantalla:	280 x 160 píxeles, LCD, retroiluminada, de 8 líneas con 31 caracteres cada una, con calefacción (temp. <-5°).
Puertos del instrumento	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	RS232	LEMO-0 de 5 pines para alimentación, comunicación, transferencia de datos. Este puerto está situado en la base del instrumento.
	Puerto host USB*	Puerto para memoria USB para transferencia de datos.
	Puerto USB para conexión de equipo*	Conexiones de cable de equipos con USB para comunicación y transferencia de datos.
	Bluetooth*	Conexiones Bluetooth para comunicación y transferencia de datos.
* Sólo para instrumentos habilitados con una Tapa lateral de comunicaciones.		

Dimensiones del instrumento	
Peso	Instrumento: 4.2 kg - 4.5 kg (dependiendo de la configuración de hardware) Base nivelante: 760 g Batería GEB211: 110 g Batería GEB221: 210 g
Datos Técnicos	
FlexLine, 299	



## Levantamiento topográfico

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

Datos Técnicos		FlexLine, 300	
Altura del eje de muñones	Sin base nivelante:	196 mm	
	Con base nivelante (GDF111):	240 mm ±5 mm	
Registro	<b>Modelo</b>	<b>Tipo de memoria</b>	<b>Capacidad [MB]</b>
	<b>TS02</b>	Memoria interna	2
	<b>TS06 / TS09</b>	Memoria interna	10
Plomada láser	Tipo:	Láser visible rojo de clase 2	
	Situación:	En el eje principal del instrumento	
	Precisión:	Desviación de la línea de plomada: 1.5 mm (2 sigma) a 1.5 m de altura del instrumento	
	Diámetro del punto láser:	2.5 mm a 1.5 m de altura del instrumento	
Energía	Tensión de la alimentación externa:	Tensión nominal 12.8 V DC, rango 11.5 V-14 V (via interfaz serie)	
	<b>Batería GEB211</b>	Tipo:	Li-Ion
	Tensión:	7.4 V	
	Capacidad:	2.2 Ah	
	Tiempo de funcionamiento*:	aprox. 10 horas	

Batería GEB221	* Basado en una sola medición cada 30 seg. a 25°C. El tiempo de funcionamiento puede ser menor si la batería no es nueva.				
	Tipo:	Li-Ion			
	Tensión:	7.4 V			
	Capacidad:	4.4 Ah			
	Tiempo de funcionamiento*:	aprox. 20 horas			
	* Basado en una sola medición cada 30 seg. a 25°C. El tiempo de funcionamiento puede ser menor si la batería no es nueva.				
Especificaciones ambientales	<b>Temperatura</b>				
	Tipo	Temperatura de funcionamiento		Temperatura de almacenamiento	
		[°C]	[°F]	[°C]	[°F]
	FlexLine Instrumento	-20 a +50	-4 a +122	-40 a +70	-40 a +158
	Batería	-20 a +50	-4 a +122	-40 a +70	-40 a +158
Memoria USB	-40 a +85	-40 a +185	-50 a +95	-58 a +203	
	<b>Protección contra el agua, el polvo y la arena</b>				
Tipo	Protección				
FlexLine Instrumento	IP55 (IEC 60529)				
Datos Técnicos		FlexLine, 301			



## 2. CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL:

El nivel utilizado para este caso, es el modelo TOPCOON DL- 1001 C, con este aparato pretendemos obtener las coordenadas absolutas Z de todos los puntos del itinerario y de la radiación.

### 2.1. FUNCIONAMIENTO:

Estos instrumentos nos sirven para medir de manera directa la diferencia de cotas entre dos puntos, es decir, para la medida de desniveles.

Se busca hallar el desnivel entre dos puntos por la diferencia de dos lecturas realizadas a dos miras que se encuentran en dos puntos diferentes, mientras que el nivel se encuentra a una distancia aproximadamente igual de cada una de ellas

Utilizamos un nivel esférico, junto con el hecho de que este aparato se nivela solo, llegando a obtener una sensibilidad bastante elevada.

La horizontalización automática del nivel se consigue mediante un sistema de prismas compensadores colocados entre el retículo y la lente de enfoque.

Los componentes ópticos del compensador constan de tres prismas, dos de ellos fijos y el tercero suspendido por dos hilos de la parte superior del tubo del antejo, quedando libre para oscilar. Además nuestro nivel es digital. Con este tipo de niveles, la mira clásica se sustituye por otras cuya graduación es un código de barras que el nivel lee e interpreta

Para operar con los niveles digitales, se dirige la visual del nivel a la mira, se pulsa la tecla medir, y los resultados aparecen automáticamente en la pantalla.



### **Partes fundamentales:**

- Plataforma nivelante, con sus tornillos de nivelación correspondientes
- Nivel esférico, para comprobar la horizontalidad del nivel.
- Anteojo, de gran aumento.

### **Ejes principales:**

- Eje principal o vertical
- Eje de colimación
- Directriz de la nivelación

El eje vertical debe ser perpendicular al eje de colimación y a la directriz, y por lo tanto, el eje de colimación debe ser paralelo a la directriz.

Para la realización de la medición debemos colocar el nivel sobre el trípode y fijarlo adecuadamente. Mediante la plomada, colgada del tornillo de fijación del trípode, colocamos el nivel exactamente sobre el punto a medir.

A continuación debemos de nivelar el instrumento gracias al nivel circular con el que este cuenta.

Tras encender el aparato elegimos la opción de medición para poder realizar lecturas de espalada y de frente en cada uno de los puntos de estacionamiento, así eliminamos el error que cometeríamos al medir la altura del nivel, y nos queda como una diferencia de alturas entre los valores obtenidos en las lecturas de espaldas y de frente en cada uno de los estacionamientos.



Este aparato funciona al leer el código de barras impreso sobre la zona de la mira que estamos visando desde el nivel

También es interesante conocer que, el nivel procederá a realizar la medición, siempre que no ese obstruya la visual a la mira en más de un 300%, esté donde esté esta obstrucción

Sobre los puntos donde colocamos la mira son los que, posteriormente, conoceremos sus coordenadas. Los puntos de estación no tendrán la coordenada Z conocida.

## 2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL APARATO

- Telescopio
- -Aumentos

### **Tabla 19: Aumentos del telescopio en el nivel para los dos modelos de interés**

- Apertura del objetivo: 45 mm
- Campo de vista: 1°20'
- Poder de resolución: 3"
- Compensador

### **Tabla 20: Rango de operación y precisión del compensador**

- Medida de alturas
- Medida de distancias
- Mínima unidad: 1 cm
- Precisión (Utilizando la tecla [MEAS]): 1 cm a 5 cm
- Rango de medidas: 2m a 100 m: Mira de Fibra de vidrio o 2m a 600 m: Mira Inva
- Tiempo de medida: 4 seg.
- Sensibilidad del nivel circular: 10'/2 mm



### Otras:

- Pantalla: 2-lineas, 8-dígitos por línea, Pantalla de puntos LCD
- Almacenamiento de datos: Memoria interna 51 KB (aprox.24000 datos)
- Transmisión de datos: Puerto RS-232C
- Teclado: Entrada alfanumérica
- Reloj: Incorporado
- Círculo horizontal: 360° o 4000 gon
- Alimentación: Batería recargable, NiCd 77.2 V
- Duración: 10 horas
- Rango de operación: -20°C a +50°C
- Dimensiones: 237x196x141 mm
- Peso: 22.8 Kg (incluida baterías recargable)
- Tarjeta: Tarjeta PPC basada en PCMCIAA (SRAM: 664-256 kb)

### Miras:

- Fibra de vidrio: Longitud: 3 mm (1.5 m x 22 piezas)
- Graduación: 1 cm de graduación con barras de 5 mm
- Mira Invar.: Longitud: 3 m
- Aluminum staf Longitud: 5 m



## 3. CARACTERÍSTICAS DEL GPS:

### 3.1. FUNCIONAMIENTO:

La finalidad principal del GPS es la de dar coordenadas X, Y y Z a un punto mediante la recepción de señales de cuatro satélites por lo menos en posición conocida. A esto se le denomina posicionar un punto.

Se inició en Estados Unidos con fines militares marítimos, pero en poco tiempo se encargó a ingeniería civil en buscarle otras aplicaciones que resultaron sorprendentes.

El sistema de satélites (también conocido como Constelación Naval) consta de 24 satélites, situados a 20200 km de altura sobre la superficie de terrestre. Estos están situados en seis planos, a cuatro satélites por órbita, y es tal la inclinación de cada plano que siempre habrá sobre el horizonte al menos cuatro satélites en cualquier lugar del mundo.

Los satélites van provistos de dos paneles solares que le proporcionan la energía necesaria. También de varias antenas que les sirven para comunicarse con el receptor y además, otra antena para recibir instrucciones de alguna de las estaciones de seguimiento.

#### **Las estaciones de seguimiento son cinco:**

- La Estación Central situada en el Estado de Colorado (EEUU).

#### **Y las cuatro restantes:**

- Una en el Pacífico occidental.
- Otra en el Pacífico oriental.
- La tercera en el Océano Índico.
- La última en el sur del Atlántico.



Cada satélite tiene un reloj vibratorio. La precisión de estos es tal que pueden tardar en variar un segundo unos 300000 años.

Para recibir los mensajes de los satélites se utiliza un receptor y una antena amplificadora. Para:

Topografía y Geodesia se requieren los modelos más perfeccionados.

### **Hay dos métodos operatorios:**

- El dinámico.
- El estático.

El dinámico se da cuando el receptor se mueve y el error cometido es de decámetros.

El estático se da cuando el receptor está fijo en tierra. Este puede ser absoluto o relativo (diferencial). Por el método absoluto el error se encuentra en torno a los 10 m, y por el método relativo (el que se utiliza en topografía), el error es centimétrico.

Vamos a explicar un poco en que consiste el método relativo o diferencial, ya que es el utilizado en topografía y el que nos interesa para el proyecto.

Por este método se necesitan dos receptores. Uno de ellos está situado en un punto de coordenadas conocidas y el otro en el punto que se trate de posicionar. Con este método, determinamos las diferencias del punto a posicionar con el punto fijo y tienen la propiedad de eliminar los errores procedentes de los satélites, porque al ser los mismos en los dos receptores, se anulan en la diferencia.

La precisión por este método se estima aproximadamente en un centímetro por cada kilómetro.



Este método es muy interesante en topografía porque nos permita eliminar las triangulaciones de cualquier orden y es muy práctico.

Surgen dificultades a la hora de calcular las coordenadas de un punto, porque los cuatro satélites utilizados están en el espacio y en continuo movimiento y es complicado medir la distancia que existe, para un instante concreto, entre la antena del satélite y la antena del receptor.

### **Los problemas que surgen son básicamente tres:**

#### **1.- Posicionar cuatro satélites, por lo menos, en un instante.**

Mediante las leyes de Kepler y añadiendo otros 11 parámetros al sistema GPS, ya quedan bien determinadas las coordenadas instantáneas de los satélites, pero no del punto terrestre. Hacemos pasar un eje de coordenadas por el punto Vernal, de la Esfera Celeste. Este no participa en el movimiento rotacional de la Tierra. Trasladamos a un nuevo sistema las coordenadas halladas haciendo girar el primer sistema según la rotación de la Tierra hasta que el eje de las X se sitúe sobre el plano del meridiano de Greenwich.

#### **2.- Comunicar los datos al receptor mediante un mensaje y dos códigos.**

El receptor va provisto de varios canales para recibir a la vez el mensaje de diversos satélites.

El satélite emite dos ondas electromagnéticas diferentes (L1 y L2), ambas de la banda L del espectro.



Estas señales deben atravesar diferentes capas de la atmósfera hasta llegar al receptor. En estas capas las ondas sufren retardos debidos a variaciones de humedad, temperatura, etc., por lo que se envían estas dos ondas, con diferente longitud de fase, para calcular el desfase de ambas ondas entre sí, y deducirse el retardo de la onda L1, que es la principal.

El código de transmisión se denomina C/A (Course Acquisition), propia de cada uno de los satélites.

### **3.- Medir las distancias.**

Hay dos métodos principales que se utilizan:

- Pseudodistancias: solo se utiliza en el método dinámico.
- Medida de fase: La distancia se mide al sumar las  $n$  longitudes de onda más una fracción de longitud de onda, al ir desde el satélite al receptor.

Al utilizar el método diferencial o relativo, actúan los mismos errores en los dos aparatos, por lo que incluso es posible prescindir de la onda portadora L2 aunque los receptores disten 100 km de distancia el uno del otro.

### **3.2. INFORMACIÓN:**

Esta información fue obtenida de la página web de la comunidad autónoma:

Para conocer, con mayor exactitud, cómo funciona el GPS, buscamos información en la página web de la comunidad autónoma.

En esta se citan algunos apartados más concretos relacionados con lo explicado anteriormente sobre el GPS, una información más concreta de cómo funciona todo este sistema de satélites en nuestra comunidad autónoma.



### 3.2.1 APLICACIONES EN TIEMPO REAL: Como trabajar en tiempo real.

En este primer apartado, estamos frente al caso de que queramos realizar una medida concreta en un momento determinado y además en tiempo real en la Comunidad. Este servicio consiste en el envío de correcciones diferenciales de **dos formas posibles**:

- Envío de cada una de las estaciones de referencia de la red GPS de Murcia (Dirección General del Medio Natural).
- Envío de correcciones de red con tecnología VRS, compatible con la mayoría de fabricantes de receptoras GPS.

### 3.2.2. PRECISIÓN Y PARÁMETROS DE LA RED:

#### Precisión ETRS89

La red MERISTEMUM ha sido calculada en ETRS89 con respecto a las Estaciones Permanentes del IGN situadas en: Albacete (ALBA), Alicante (ALAC) y Almería (ALME), con observaciones de 24 h. y utilizándose efemérides precisas. Este sistema de coordenadas es el propio de los GPS y es mucho más preciso que el sistema de coordenadas ED50.

Las precisiones obtenidas con un nivel de 1 sigma (68 %, lo que se conoce como el error medio cuadrático) son:

- En horizontal: 0.001 metros
- En vertical: 0.004 metros.



### **Precisión ED50**

Cada una de las Estaciones Permanentes GPS de la red MERISTEMUM ha sido calculada en ED-50 de forma independiente con respecto a los cuatros vértices REGENTE más próximos, utilizándose para ese proceso las coordenadas publicadas por el IGN.

Estas coordenadas eran las utilizadas hace unos años y con las que se han realizado durante mucho tiempo los mapas de toda España. Concretamente, el plano que debemos variar está realizado en base a este sistema de coordenadas. Podemos comprobar que la precisión es bastante menor que en el sistema ETRS89.

Las precisiones obtenidas con un nivel de 1 sigma (68%, lo que se conoce como el error medio cuadrático) son:

- En horizontal: 0,028 metros
- En vertical: 0,092 metros.

En el cálculo se comprobó que las coordenadas ED50 de los vértices pueden llegar a tener errores decimétricos sobre todo en altura.

### **Transformación ETRS89 a ED50 para la Región de Murcia**

Con ambos sistemas de coordenadas se han calculados los 7 parámetros de transformación para la Región de Murcia del ETRS89 al ED50:

#### **TRANSFORMACIÓN 7 PARÁMETROS**

- Del elipsoide WGS-84 a ED50

**Semieje Mayor 6378137.000 m. y Achatamiento (1/f)  
298.2572229329**

- Traslación X; 24.469 m.
- Traslación Y; 184.779 m.



- Traslación Z; -23.820 m.
- Rotación X;  $0^{\circ} 00' 01.997296''$
- Rotación Y;  $0^{\circ} 00' 07.711027''$
- Rotación Z;  $0^{\circ} 00' 01.208716''$

Factor de Escala (ppm); -8.24199089

### **Conclusiones:**

Siempre que se desee trabajar en coordenadas ETRS89 (difieren con respecto a WGS84 en aproximadamente 1 centímetro) la red da precisiones centimétricas.

Si se desea trabajar en coordenadas ED50 se pueden aplicar los 7 parámetros calculados para nuestra Región, aunque lo recomendable es realizar una calibración local apoyada en las coordenadas ED50 de los vértices geodésicos de la zona ya que de lo contrario pueden aparecer diferencias decimétricas.

### **3.2.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL APARATO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

A continuación, vamos a proceder a realizar una descripción física del aparato receptor de la señal GPS. Esta información está sacada de los manuales de uso y catálogos que vienen en el CD adjunto al aparato.

### **Partes:**

El GPS está formado por varias partes que, en conjunto, nos hacen posible la medición con este aparato. Las partes son las siguientes:



### **Receptor GPS**

Utilizamos un receptor GPS modelo GX1230. Este es un receptor geodésico GPS de doble frecuencia, para tiempo real.

### **Smart Antenna para RX1250:**

ATX1230, Antena de doble frecuencia para RX1250, con capacidad Bluetooth. También se utiliza en TPS1200 para SmartStation.

### **ATX1230SmartAntena**

Se requiere un controlador para cada ATX1230 SmartAntenna. El controlador puede conectarse a la SmartAntenna con una conexión Bluetooth o puede conectarse utilizando un cable. RX1250XC, Controlador GPS System 1200 WinCE, con display en color, pantalla táctil, teclado alfanumérico, 2 lápices GDZ56 para pantalla táctil, manual de usuario.

### **Cable SmartRover:**

Cable de 1.2 m que conecta la ATX1230 al receptor RX1250.

### **Batería**

Para SmartRover ATX1230 plus RX1250, es necesaria una batería de ion de litio, 2 Ah, recargable. Para utilizar con ATX1230, RX1250 y soporte GHT56.



### **Accesorios para teléfono móvil:**

Este lo hemos utilizado como receptor para el SmartRover para medir en tiempo real o DGPS.

Usamos el modelo GFU24, correspondiente a una carcasa con teléfono móvil Siemens MC75 (900,1800,1900 Mhz), sujeto en el lateral del receptor GX1200 o GHT56 para SmartRover.

### **Programas de aplicación para receptores GPS:**

Estamos utilizando los del tipo SmartRovers

Funcionalidad general de topografía (debe ser pedida con cada RS1250): Permite el registro secuencial de datos y su funcionalidad es en tiempo real.

### **Aplicaciones estándar:**

- Levantamiento
- Determinar sistema de coordenadas
- Replanteo
- COGO

### **Características técnicas:**

Leica GPS1200 Series: Especificaciones técnicas

Utilizamos un receptor GPS modelo GX1230 junto con una Antena model ATX1230.



### **Precisiones en la medición y la posición:**

Nota importante: La precisión de las mediciones, de la posición y de la altura dependen de varios factores, como son: número de satélites, geometría, tiempo de observación, precisión de las efemérides, condiciones ionosféricas, multipath, etc. Se asumen los factores citados como normales y en condiciones favorables.

Los tiempos pueden no ser exactamente los expuestos. Los tiempos requeridos dependen de varios factores como son: número de satélites, geometría, condiciones ionosféricas, multipath, etc.

Las siguientes precisiones, dadas como Error Medio Cuadrático, están basadas en medidas procesadas usando LGO y mediciones en tiempo real.

### **Precisión de las mediciones en código y fase (independientemente de si el AS está activado/ desactivado)**

- Fase en onda portadora L1: 0.2 mm emc
- Fase en onda portadora L2: 0.2 mm emc
- Código (pseudodistancia) L1: 2 cm emc
- Código (pseudodistancia) L2: 2 cm emc

### **Precisión (emc) con post procesamiento: Con el software de procesamiento en L1/L2**

LEICA Geo Office:

- Estático(fase), base líneas largas, largas observaciones, antena choke-ring
  - Horizontal: 3 mm +0.5 ppm
  - Vertical: 6 mm + 0.5 ppm.



- Estático y estático rápido (fase) con antena estándar:
  - Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm.
  - Vertical: 10 mm + 0.5 ppm.
- Cinemático (fase), en movimiento, después de la inicialización:
  - Horizontal: 10 mm + 1 ppm.
  - Vertical: 20 mm + 1 ppm.
- Solo código: Típicamente 25 cm.

### **Precisión con tiempo real/ RTK:**

- Capacidad RTK: Si, estándar.
- Estático rápido (fase), modo después de inicialización:
  - Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm
  - Vertical: 10 mm + 0.5 ppm.
- Cinemático (fase), en movimiento después de inicialización:
  - Horizontal: 10 mm + 1 ppm.
  - Vertical: 20 mm + 1 ppm.
- Solo código: Típicamente 25 cm.

### **Precisión (emc) con DGPS/RTCM: DGPS/RTCM estándar:**

- DGPS/RTCM: Típicamente 25 cm (emc)

### **Precisión (emc) con un solo receptor en modo navegación:**

- Precisión de navegación: 5-10 m emc para cada coordenada.
- Degradación: Degradación posible debido al AS.



---

### **Sistemas de coordenadas:**

Conjunto de elipsoides, proyecciones, modelos geoidales, parámetros de transformación.

- Elipsoides: Todos los elipsoides habituales así como los definidos por el usuario.
- Proyecciones:
  - Mercator.
  - Transversa de Mercator.
- Definible por el usuario y específica de cada país:
  - UTM.
  - Oblicua de Mercator.
  - Lambert (1 y 2 paralelos estándar).
  - Soldner Cassini.
  - Estereográfica polar.
  - Estereográfica doble.
  - RSO ( Proyección ortomórfica oblicua rectificada).

### **Otras.**

- Modelo Geoidal: Carga desde LGO de modelos geoidales.
- Transformación en receptor:

Clásica de 7- parámetros o Helmert 3-D

Un paso y dos pasos(directa de WGS84 a cuadrícula)



## **4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS:**

### **4.1. PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS:**

#### **DATA TRANSFER DE TOPCON**

Este programa nos permitirá la descarga de los datos obtenidos con el nivel a nuestros ordenadores, es un programa puramente topográfico que nos vendrá incluido con la compra de cualquier aparato topográfico.

La descarga se realizará a una hoja Excel para su manejo. En esta descarga las distintas lecturas ya vendrán organizadas poniendo se fueron de espaldas o de frente.

#### **LEICA**

Este programa es utilizado para la transferencia de las mediciones realizadas por la estación total a nuestro ordenador, una vez descargado los datos nos vendrán en un archivo .GSI por lo que para poder tratarlos tendremos que darle un formato. Una vez dado el formato podremos trabajar cómodamente con ellos en una hoja de Excel.

### **4.2. EXCEL 2010.**

Este programa es una hoja de cálculo el cual nos facilitara en gran medida la realización de todas operaciones que vallamos a realizar, tanto al hacer el itinerario como la radiación.

### **4.3. AUTOCAD (Diseño asistido por ordenador).**

El AutoCAD es un programa de diseño, el cual nos va a permitir representar nuestra zona, para poder hacer esto, en primer lugar tenemos que: insertar las coordenadas absolutas de todos los puntos



que queremos representar a continuación guiándonos por un croquis previamente realizado unimos los distintos puntos insertados.

#### 4.4. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno. Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo.

Se denomina MDT al conjunto de capas que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Aunque algunas definiciones incluyen dentro de los MDT prácticamente cualquier variable cuantitativa regionalizada, aquí se prefiere limitar el MDT al conjunto de capas derivadas del MDE.

El trabajo con un MDT incluye las siguientes fases que no son necesariamente consecutivas en el tiempo:

- Generación del MDE
- Manipulación del MDE para obtener otras capas del MDT (pendiente, orientación, curvatura, etc.)
- Visualización en dos dimensiones o mediante levantamientos 3D de todas las capas para localizar errores.
- Análisis del MDT (estadístico, morfométrico, etc.)
- Aplicación, por ejemplo como variable independiente en un modelo de regresión que haga una estimación de la temperatura a partir de la altitud

En este proyecto el programa MDT ha sido utilizado para poder realizar la descarga de datos desde la hoja Excel a AutoCAD, a través del comando Puntos →Insertar puntos, para así poder representarlos.



**Levantamiento topográfico**

Zona: Calle Pedro Martín Zermeño

Gloria Vizcaíno Cortés

---

# ***ANEXOIV***

---

## ***PLANOS***