



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

LEVANTAMIENTO DE CONFIGURACIÓN
TOPOGRÁFICA DE UN RÍO
UBICADO EN EL ESTADO
DE GUANAJUATO

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:

EDUARDO OREGÓN GARCÍA

ASESOR:

ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA



MÉXICO

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la vida y todo lo que tengo.

A MIS PADRES:

JOSE MARIA OREGÓN PEREZ. (+)

MARIA GUADALUPE GARCÍA VALDEZ.

Por todo lo que me han dado, principalmente su amor, cuidados y en pocas palabras su vida, ya que siempre me dieron lo mejor que pudieron de acuerdo a sus fuerzas y capacidades, nunca me alcanzarán las palabras y medios para agradecerles, GRACIAS.

A MI ESPOSA:

VERENICE RUBIO MEDINA.

Por conocerla y darme motivos para vivir e ilusiones para formar una familia, por su amor, apoyo, comprensión, por tantas cosas buenas y malas vividas, sobre todo por mi hijo lalito, que me hizo sentir la maravillosa experiencia de ser padre, por todo ello gracias TE AMO.

A MI HIJO:

JESUS EDUARDO OREGÓN RUBIO.

Por ser mi motor, alegría y motivo para ser mejor persona y salir adelante día a día, solo te digo GRACIAS POR EXISTIR.

A MIS HERMANOS:

Dagoberto, Rosalina, Araceli, Rocío, Angélica, Humberto y Pablo por todos los momentos que hemos compartido y por todo su apoyo.

AL MÍ ASESOR Y AMIGO:

ING. JOSE ANTONIO DIMAS CHORA.

Por su profesionalismo, compromiso docente, disponibilidad y principalmente por su amistad y paciencia, ya que es sin duda fue elemento muy importante para hacer posible este proyecto, GRACIAS.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
GENERALIDADES	4
1.- FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFÍA	6
1.1.- DEFINICIÓN DE TOPOGRAFÍA, SUBDIVISIÓN DE ACUERDO A SU	
PRESICIÓN Y CAMPO DE ACCION	7
1.2.-DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS	8
1.3.- CLASES DE ERRORES	8
2.-PLANIMETRIA	9
2.1.1.- LEVANTAMIENTOS CON CINTA	10
2.1.2- DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS	10
2.1.3.- DESARROLLO DE MÉTODOS DE MEDICION CON CINTA, TRAZO DE	
NORMALES Y PROLONGACIÓN DE ALINAMIENTOS	
	10
2.2.- LEVANTAMIENTOS CON BRÚJULA	11
2.2.1.- DIRECCIONES	11
2.2.2.- DESCRIPCION DE LA ORIENTACION MAGNETICA DE LA BRÚJULA	13
2.3.- LEVANTAMIENTOS CON TRÁNSITO	13
3.- ALTIMETRIA	14
3.1.- SUPERFICIE DE NIVEL Y PLANO HORIZONTAL DE COMPARACIÓN	15
3.2.- DESNIVEL, COTA Y ELEVACIÓN	15
3.3.- DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS	17
3.4.- NIVELACIÓN DIRECTA	19
3.4.1.- NIVELACIÓN DIFERENCIAL	19
3.4.2.- NIVELACIÓN DE PERFIL	26
3.4.3.- SECCIONES TRANSVERSALES, TRAZO Y NIVELACIÓN	28
3.5.- NIVELACIÓN INDIRECTA	32
3.5.1.- NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA	32
3.5.2.- NIVELACIÓN BAROMETRICA	32
4.- LA ESTACIÓN TOTAL	33
5.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL RÍO LAJA	39
6.- DESARROLLO DE GABINETE	58
BIBLIOGRAFIA	75



INTRODUCCIÓN



La Topografía es una disciplina cuya aplicación está presente en la mayoría de las actividades humanas que requieren tener conocimiento de la superficie del terreno donde tendrá lugar el desenvolvimiento de esta actividad.

En la realización de obras civiles, tales como acueductos, canales, vías de comunicación, embalses etc., en la elaboración de urbanismos, en el catastro, en el campo militar, así como en la arqueología, y en muchos otros campos, la topografía constituye un elemento indispensable.

Podemos suponer que la Topografía tuvo su inicio desde el momento en que la especie humana dejó de ser nómada para convertirse en sedentaria. La necesidad de establecer límites precisos e invariables en el tiempo entre las propiedades seguramente hizo surgir los primeros métodos e instrumentos topográficos elementales.

Las primeras referencias por escrito sobre el uso de la topografía se remontan a la época del imperio egipcio, hacia el año 1400 a.c., donde fue utilizada para determinar linderos entre propiedades en los valles fértiles del Nilo. Los instrumentos y métodos que los egipcios utilizaban en la topografía fueron adoptados por los romanos, tras su ocupación de Egipto, y completados con la trigonometría, desarrollada por los griegos.

Los romanos usaron en forma extensa esta disciplina en sus obras civiles, tales como acueductos y caminos.

Un ingeniero y topógrafo romano, Sextus Julius Frontinus, escribió entre otras obras el primer tratado de topografía, del cual se han conservado algunas copias de sus partes, ya que el original se perdió.

La modernización de la topografía se inicia a principios del siglo XVII, con el desarrollo del anteojo astronómico, ideado por el astrónomo alemán Johannes Kepler y con la cadena desarrollada por el matemático inglés Edmund Gunter, la cual introdujo el primer estándar en la medición de distancias.

A partir de este siglo los aportes en métodos topográficos, cálculos numéricos e instrumentos fueron constantes, hasta alcanzar su madurez a principios del siglo XIX.

En el siglo XX, la topografía se enriqueció con el aporte de la Fotogrametría, para realizar el levantamiento de zonas extensas, así como con instrumentos tales como la computadora, el distanciómetro electrónico y los niveles láser, así como con el Sistema de Posicionamiento Global.



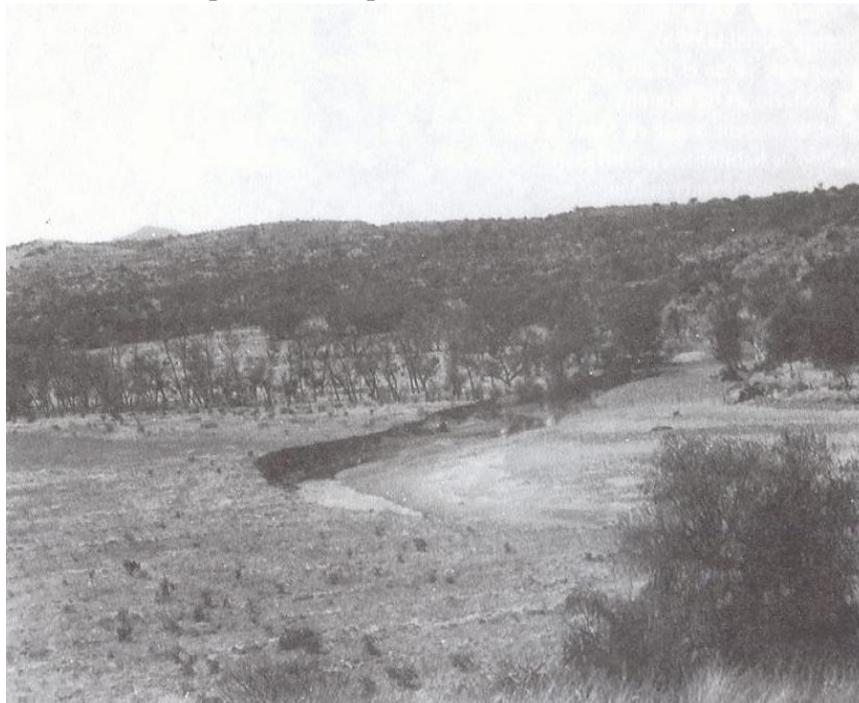
GENERALIDADES



En la comunidad de Río Laja, municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato; se localiza un tramo del río Laja, el cual debido a la sobre explotación irracional de arena y materiales pétreos de los últimos años, se han causado serios daños al ambiente, deteriorando no solo la cuenca del río Laja sino también el entorno ecológico de la región.

Anteriormente el uso que se le daba a la arena era fundamentalmente para la construcción de casas y caminos, así como el uso de materiales pétreos del río se daba de manera sustentable, sin embargo a partir de los años ochentas la situación empezó agravarse, al producirse una extracción desmedida del recurso, por parte de empresas privadas.

Muchos son los problemas ocasionados por la mala explotación, entre los que destacan la erosión de tierras ejidales en la rivera del río, las inundaciones provocadas en tiempo de lluvias y diversas denuncias presentadas por daños ambientales.



El deterioro ecológico del río sigue día con día, y en el marco jurídico de la Ley de Aguas Nacionales, la única alternativa de solución que se propone es que la comunidad asuma el control absoluto del río por medio de las concesiones, ya que esto garantizará su preservación de manera permanente, además el aprovechamiento responsable y sustentable del río por parte de las comunidades y que dejara beneficios económicos para ellos.

En ese marco las comunidades señalan que defenderán y aprovecharán sus recursos naturales de manera sustentable y además dijeron que por ley les corresponde, ya que ésta señala que tienen derecho preferencial los habitantes que viven entorno al río Laja. Con la concesión se busca en primera instancia crear fuentes de trabajo, aprovechando de manera sustentable el recurso con una clara conciencia ecológica que fomentará en el mediano y largo plazo la recuperación del río, el desarrollo comunitario y económico de los habitantes del municipio de Dolores Hidalgo, con el objetivo de la recuperación ecológica del río, su entorno y el aprovechamiento sustentable de los materiales pétreos en beneficio del recurso natural y de las comunidades.

Para que se cumpla lo anterior, es necesario obtener la concesión, para ello se necesita cumplir con todos los requisitos por la Comisión Nacional Del Agua entre ellos la presente nivelación topográfica.



1.- FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFÍA



1.1.- DEFINICIÓN DE TOPOGRAFÍA, SUBDIVISIÓN DE ACUERDO A SU PRECISIÓN Y CAMPO DE ACCION.

La topografía es una ciencia aplicada, encargada del estudio de la determinación de la posición relativa de puntos sobre la superficie terrestre.

Para llevar a cabo este proceso, tendremos la necesidad de observar y medir la magnitud de los tres elementos del espacio, estos elementos pueden ser dos distancias y una elevación o una dirección, una distancia y una elevación.

Como hemos dicho que es una ciencia aplicada debemos de echar mano de los conocimientos de otras ciencias y materias como son: matemáticas, geometría, dibujo, astronomía de posición, óptica, gravimetría, electrónica y otras más.

Para la representación de la topografía de un lugar utilizaremos ciertos modelos matemáticos en su análisis y dibujo.

Tendremos por lo tanto necesidad de emplear un sistema de coordenadas ortogonales (abscisa, ordenada y cota) o de coordenadas geográficas (longitud, latitud y elevación).

División de la topografía en dos grandes ramas:

A.- Geodesia.- Topografía de alta precisión.

B.- Topografía.- Topografía de baja precisión.

La Geodesia.- Se encarga de la posición de puntos en una gran extensión (más allá de los 20 km) y los métodos de levantamiento, calculo y dibujo, deben considerar la curvatura terrestre.

La topografía.- Se encarga de terrenos de poca extensión, en los que la curvatura de la tierra es despreciable comparada con la precisión a la que se trabaja.

En un arco de 18 km. Tenemos 1.5 cm. de diferencia con respecto a su cuerda, y en un triangulo de 190 km.² de extensión, el exceso esférico es de 1”.

La topografía tiene una gran variedad de aplicaciones:

1.- En levantamientos de terrenos en general, para localizar y marcar linderos, medida y división de superficies, localización, proyecto, trazo y construcción de vías de comunicación.

2.- La topografía en la explotación minera, para fijar y controlar la posición de sus obras.

3.- Levantamientos catastrales ejecutados para localizar límites de propiedades y valor de los inmuebles para la determinación de impuestos.

4.- Topografía urbana, en ella se realiza la disposición de lotes, construcción de calles, sistemas de drenaje y agua potable.

5.- La Arquitectura utiliza estos trabajos para modificar los espacios donde habita el hombre.

6.- Levantamientos hidrográficos, para la configuración de mares, lagos y ríos como es el caso del presente trabajo.

7.- La topografía es también empleada en la instalación maquinaria y equipo industrial.

8.- También la topografía se utiliza en la construcción de barcos y aviones.

9.- Sirve para elaborar cartas geológicas y forestales.

10.- Para objetivos militares.

11.- En el lanzamiento de naves espaciales.

12.- En levantamientos marítimos se emplea para conocer dimensiones de las costas y litorales.

13.- Para levantamientos arqueológicos donde sirve para localizar limites de zonas arqueológicas y contribuir a su conservación y mantenimiento.

14.- Para obras civiles como puentes, edificios, presas y carreteras.

Etc.

De esto se desprende que la topografía está en mayor o menor grado en las actividades que el hombre realiza sobre la tierra, sirve para establecer la infraestructura de un país y modificar el lugar donde vive.

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS.

A las actividades topográficas que se realizan en el terreno les llamaremos de campo, a los cálculos y dibujos que se realizan, les nombraremos de gabinete.

Las principales actividades de campo son el trazo y el levantamiento.

El levantamiento es una recopilación y obtención de datos suficientes para elaborar una figura semejante al lugar.

El trazo es el establecimiento en el terreno de puntos según el proyecto de modificación de la topografía del lugar.

1.3.- CLASES DE ERRORES.

En la topografía no se puede medir exactamente ninguna magnitud, por perfectos que sean los procedimientos y los aparatos que se empleen, cada medida que se haga estará siempre afectada de un error.

Se llama error de una medida a la diferencia entre el valor real de la cantidad observada y el valor dado por la medición, como el valor exacto es siempre desconocido, los errores lo serán también.

Los errores se pueden dividir según su origen y clase.

Errores según su origen:

- 1.- Personales.
- 2.- Instrumentales.
- 3.- Naturales.

Los errores debidos al personal se originan de las imperfecciones humanas, pero de las cuales no consideremos las equivocaciones, pues estas nunca serán tolerables; para evitar errores grandes, debemos mejorar los métodos de observación, capacitación y concientización de la importancia de las mediciones.

Los instrumentos empleados en los trabajos topográficos, aún los más sofisticados y avanzados técnicamente, son motivo de errores; por ello debemos verificar periódicamente su precisión.

Por otro lado, la naturaleza modifica las condiciones ambientales que afectan a los instrumentos y al personal.

Errores según clase:

- 1.- Sistemáticos
- 2.- Accidentales.

Los errores sistemáticos son aquellos que se presentan siempre de la misma magnitud y del mismo signo. Estos errores debemos determinarlos para eliminarlos del valor observado.

Accidentalmente se cometen errores, los cuales podemos disminuir mejorando los métodos de medición, estos valores al ser de diferente signo y magnitud tienden a eliminarse mutuamente.

Un error es la resultante de un gran número de errores infinitesimales, debido a un sin número de pequeñas causas que es imposible analizar, pero los errores se sujetan a las siguientes leyes:

- 1^{ra.}- Los errores positivos y negativos de la misma magnitud se presentan con igual frecuencia.
- 2^{da.}- A medida que los errores aumentan en magnitud su frecuencia disminuye.
- 3^{ra.}- Errores de magnitud muy grande no se presentan.
- 4^{ta.}- Los errores accidentales son modificados por las circunstancias de la observación.



2.- PLANIMETRÍA



El objetivo principal de la planimetría, es el de analizar y efectuar los levantamientos planimétricos, utilizando distintos métodos e instrumentos de medición, para con ellos efectuar los cálculos de proyecciones, coordenadas y áreas y elaborar los planos topográficos respectivos.

En este capítulo sólo nos ocuparemos de la posición horizontal de los puntos.

2.1.- LEVANTAMIENTOS CON CINTA.

2.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

Las distancias se pueden determinar a pasos, mediante odómetro, con estadía horizontal o vertical, por triangulación y con equipo electrónico, pero la medición con cinta es todavía el principal método para efectuar mediciones de distancias.

Las cintas topográficas más comunes se fabrican de fleje de acero, con graduaciones a intervalos regulares, otras se hacen de una aleación de acero y níquel, tela o fibra de vidrio. Existe una gran diversidad de cintas en cuanto a longitudes y modos de graduación.

Para el trabajo es indispensable la utilización de diferentes accesorios como: nivel de mano, fichas, dinamómetro, plomadas y balizas.

Es importante revisar la longitud de la cinta, comparándola con un patrón para conocer los errores sistemáticos que con ella se cometen y así eliminarlos de las observaciones.

Para que en los trabajos topográficos se tenga claridad y evitar confusiones deberemos llevar un desarrollo como el siguiente:

1^o.- Reconocimiento del terreno y recorrido del mismo, en el cual el topógrafo tomará notas para planear y determinar los métodos e instrumentos necesarios que cumplan con las especificaciones para alcanzar la precisión requerida.

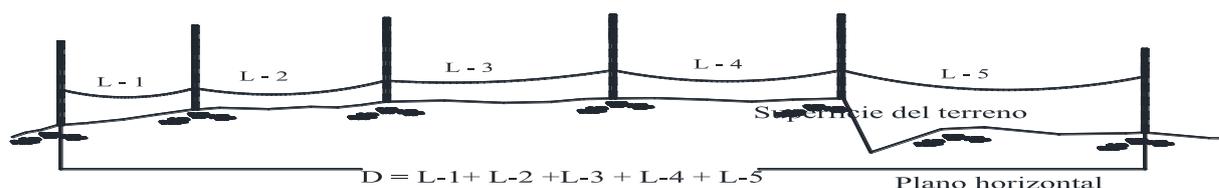
2^o.- Fijación y marcado de los linderos; así como el estacado de los vértices del polígono de apoyo (poligonal) y de los puntos de control vertical (BN).

3^o.- Ejecución de la medición de distancias, direcciones y alturas.

Estas observaciones deberán ser anotadas en el “registro de campo”, para lo cual se utiliza una libreta con un rayado especial que contenga del lado izquierdo columnas para escribir en forma tabulada las cantidades medidas y del lado derecho se dibujará un croquis que nos aclare gráficamente el lugar, este croquis será de mucha utilidad al calculista y al dibujante para evitarle confusiones.

2.1.2.- DESARROLLO DE MÉTODOS DE MEDICION CON CINTA, TRAZO DE NORMALES Y PROLONGACIÓN DE ALINAMIENTOS.

En topografía, llamaremos distancia sólo a la longitud de la proyección horizontal de la línea que une los puntos; esto nos obliga a colocar la cinta horizontal; al medir la distancia inclinada tendremos que medir el ángulo de inclinación o el desnivel para reducirlo al horizonte.



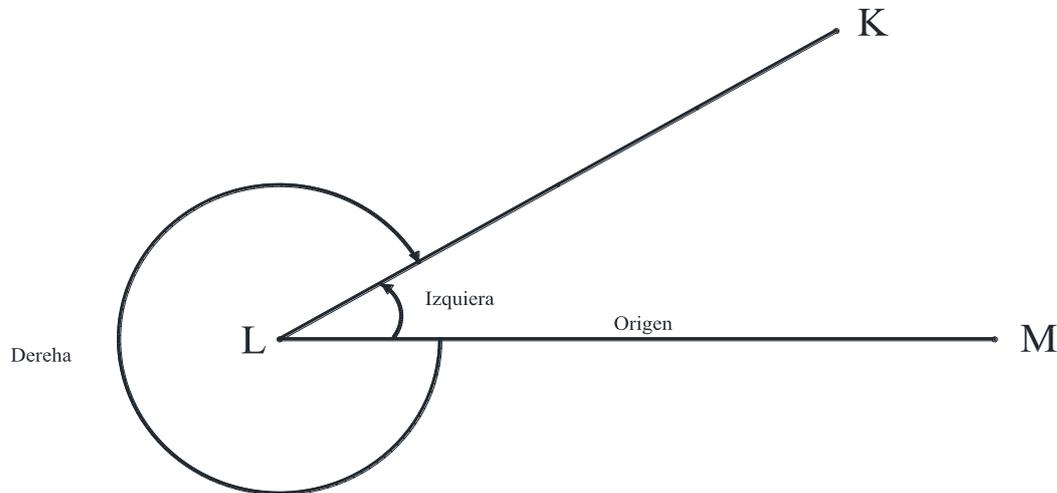
La cinta al ser colocada horizontalmente, en pocas ocasiones quedará apoyada en sus extremos, sobre el terreno, lo que quiere decir que necesitaremos saber con precisión la dirección de la vertical que pasa en el punto situado bajo la cinta, esto lo lograremos utilizando una baliza o una plomada; hay que tener cuidado de tensar la cinta con uniformidad por los cadeneros y avisar (mediante una señal establecida de antemano) cuando el cadenero de atrás se encuentre con el “cero” de la cinta sobre el punto, apoyado firmemente.

2.2.- LEVANTAMIENTOS CON BRUJULA.

2.2.1.- DIRECCIONES.

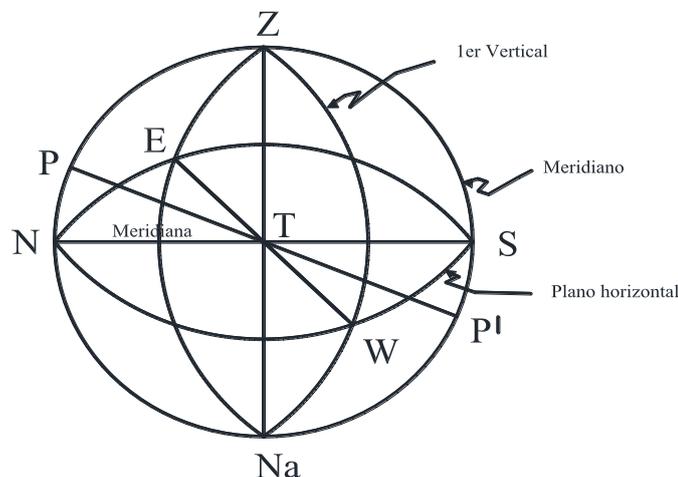
A.- La dirección de una línea se puede determinar, por medio de “lado de liga”.

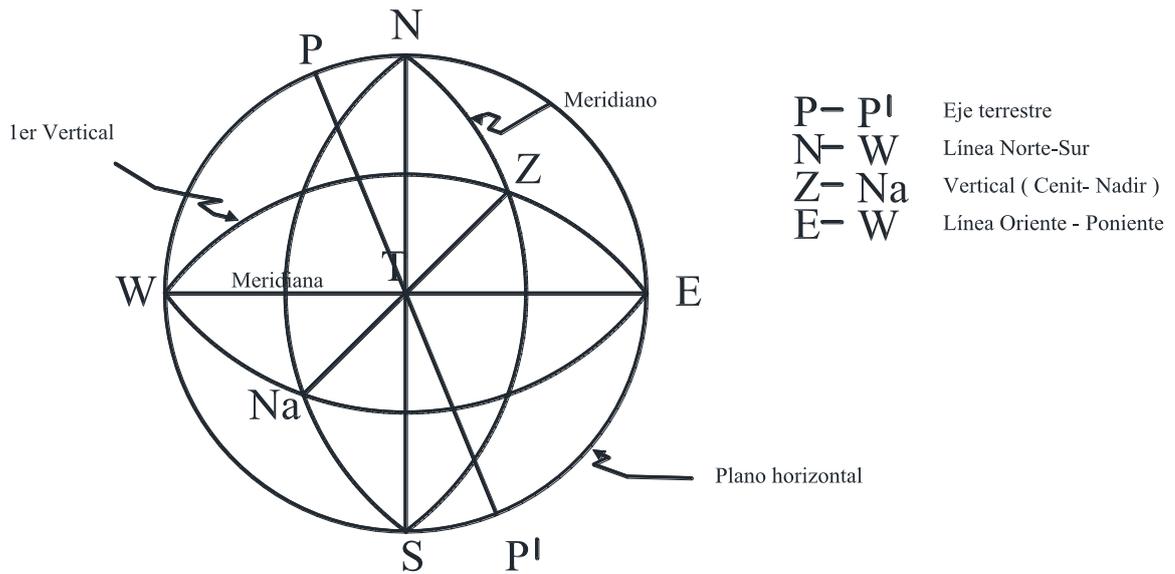
B.- El ángulo entre dos líneas se puede medir con un goniómetro, y en este caso se debe anotar el sentido del giro en el que se midió, a la derecha o a la izquierda.



C.- Podrá medirse la dirección tomando como origen la meridiana.

La meridiana es una línea que resulta de la intersección del plano del meridiano con el plano del horizonte. Por lo tanto en su prolongación tendremos los puntos cardinales norte (N) y sur (S). La línea oriente (E) poniente (W), es la traza del plano del horizonte con el plano primer vertical. El cruce de los planos meridiano y primer vertical contiene a la vertical del lugar, hacia arriba tendremos al cenit (Z), y al nadir (Na) hacia abajo.



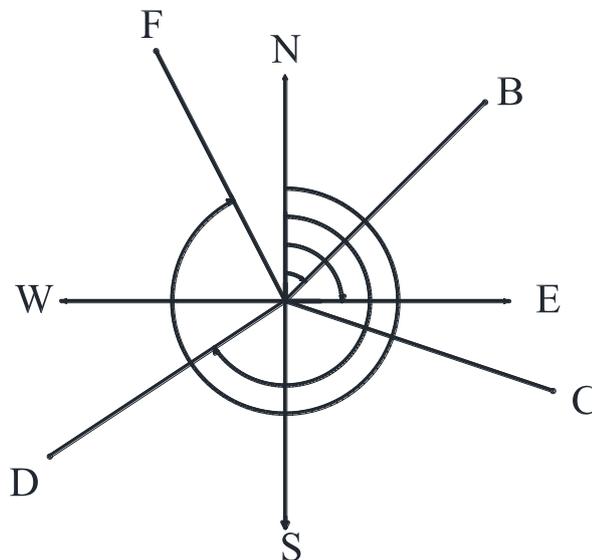


a.- UTILIZANDO LOS RUMBOS:

El rumbo de una línea se define como la dirección medida angularmente con el origen en el norte o en el sur de la meridiana, girando hacia el oriente (E) o hacia el poniente (W); por lo tanto, el valor está comprendido entre 0° y 90° .

b.- UTILIZANDO LOS ACIMUTES:

El acimut (Az) de una línea es la dirección medida angularmente con origen en el norte de la meridiana, girando siempre a la derecha, teniendo su valor comprendido entre 0° y 360° .



Se llama rumbo o acimut inverso cuando se observa desde el otro extremo de la línea.

Al analizar las meridianas que pasan por un número infinito de puntos, si la distancia entre ellos es considerable, se tendrá que estas meridianas serán convergentes a medida que se alejen del Ecuador hacia los polos, esto se tendrá que tomar en cuenta en trabajos de Geodesia; pero, para Topografía por ser las distancias pequeñas entre los puntos, diremos que las meridianas son paralelas de donde se tendrá que un rumbo directo de un inverso solo difieren en el cuadrante y para los acimut, la diferencia será de más o de menos 180° .

2.2.2.- DESCRIPCION DE LA ORIENTACION MAGNETICA DE LA BRÚJULA.

Para orientar una línea se puede determinar con respecto a la meridiana utilizando una brújula, instrumento que nos marca el rumbo o el azimut magnético dependiendo de su carátula.

Las partes principales de la brújula son:

- 1.- Aguja imantada (Se orienta paralela a la meridiana magnética).
- 2.- Pivote (Para que gire la aguja sobre un solo punto).
- 3.- Pínulas (Mirillas para hacer las punterías).
- 4.- Nivel esférico (Para mantener horizontal la caja).
- 5.-Caja (Para integrar sus elementos).

Las brújulas de mano, en la tapa de la caja, tienen un espejo para manejarlas con rapidez, otras más, se encuentran provistas de un clisímetro integrado para facilitar el trabajo en algunos levantamientos.

La mayor desviación de la meridiana magnética se debe principalmente a que el eje terrestre y el magnético no se encuentran en el mismo lugar, ya que el polo norte magnético se encuentra hacia Canadá. La aguja imantada, al soltarla, girará hasta encontrarse paralela al eje del imán terrestre; a esta desviación se le conoce como “declinación magnética”.

Esta declinación no es constante y su valor dependerá del lugar que se ocupe en el mundo. En nuestro país su valor está comprendido entre 6° y 15° siempre al oriente (E).

Otras variaciones que afectan el valor de la declinación.

- 1.- Tempestad magnética es una perturbación con duración de dos a tres días y su valor llega a ser de hasta 2° .
- 2.- Variación diurna esta ocurre entre las 8:00 hrs. y las 14:00 hrs. Llegando a ser su valor de hasta $15'$.
- 3.- Variación anual.- Durante el año su valor cambia gradualmente, llegando a ser su valor hasta de $2'$.
- 4.- Atracción local.- Debido a la presencia de fierro y a conducción de electricidad, la aguja será atraída y entrará en el campo magnético del lugar.
- 5.- Otras causas serán los objetos de fierro que porta el operador o el paso de algún vehículo que contenga este metal.

Para orientar una línea se tendrá que estacionar la brújula sobre el origen de la línea después dirigir el norte de la carátula al otro extremo de la línea con ayuda de las pínulas, centrar la burbuja del nivel, soltar la aguja y esperar a que se detenga. Leer la graduación de la caratula, indicada por la punta norte de la aguja.

2.3.- LEVANTAMIENTOS CON TRÁNSITO

El tránsito puede emplearse:

- 1.- Como goniómetro.
 - a).- Medir ángulos horizontales y verticales.
 - b).- Trazar ángulos horizontales y verticales.
- 2.- Como taquímetro.
- 3.- Como equialtímetro.
- 4.- Para trazar y prolongar alineamientos.

En la utilización del tránsito para la medición de ángulos, debemos primero conocer la teoría del vernier, siendo éste, un instrumento que nos permite la medición de pequeñas fracciones de una regla en la cual se toman.



3.- ALTIMETRÍA



3.1.- SUPERFICIE DE NIVEL Y PLANO HORIZONTAL DE COMPARACIÓN.

Recibe el nombre de nivelación o altimetría el conjunto de los trabajos que suministran los elementos para conocer las alturas y forma del terreno en proyección vertical.

Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparación es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura de cero.

Se denomina cota, elevación o altura de un punto determinado de la superficie terrestre a la distancia vertical que existe desde el plano de comparación a dicho punto.

3.2.- DESNIVEL, COTA Y ELEVACIÓN.

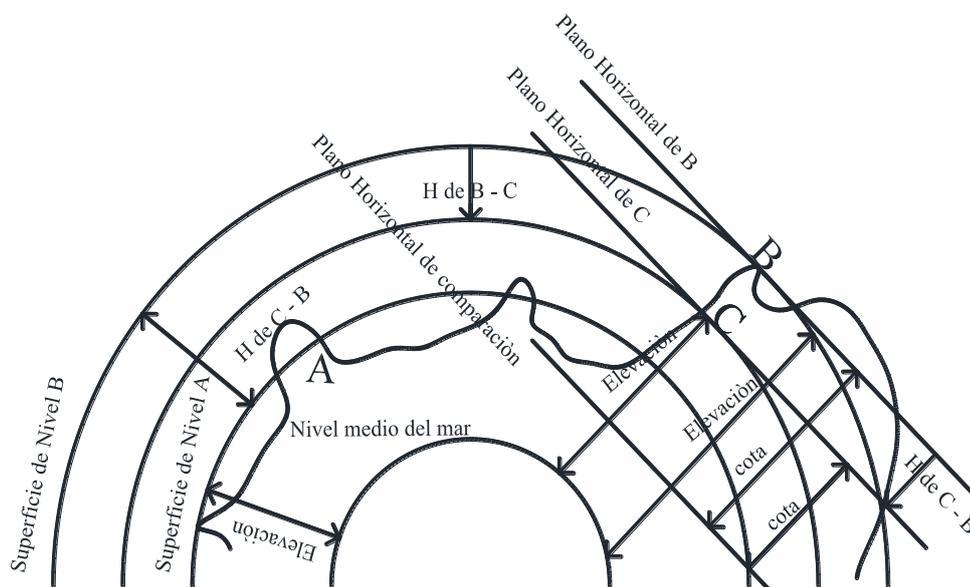
El desnivel es la diferencia de alturas de las superficies de nivel que pasan por los puntos considerados.

La cota es la altura de un punto medida desde el plano horizontal de comparación.

La elevación es la altura medida a partir del nivel medio del mar.

Comúnmente se usa como plano de comparación el del nivel medio del mar, que se establece por medio de un gran número de observaciones de las mareas a intervalos de una hora durante diecinueve años en diferentes puntos de toda una región extensa con un aparato llamado mareógrafo. Las mediciones y resultados se trasladan a un punto fijo llamado DATUM, que no es otra cosa que un banco de nivel, base para toda esa región. En los trabajos topográficos, dada su limitada extensión superficial, el plano de comparación no es necesariamente el nivel medio del mar sino que el operador lo elige a su arbitrio, procurando que todas las cotas resulten positivas para comodidad del cálculo.

El plano de comparación se considera como un plano solamente en extensiones cortas, ya que en realidad es una superficie de nivel.



Se entiende por superficie de nivel aquella que en todos sus puntos es normal a la dirección de la gravedad; por tanto, el desnivel entre dos puntos es la distancia que existe entre las superficies del nivel de dichos puntos.

Se llama banco de nivel (BN) a un punto fijo, de carácter más o menos permanente cuya elevación con respecto a algún otro punto, es conocida. Se usa como un punto de partida para un trabajo de nivelación o como punto de comprobación de cierre. Los bancos de nivel se

emplean como puntos de referencia y de control para obtener las cotas de los puntos del terreno. Se establecen sobre roca fija, troncos de árboles u otros sitios notables e invariables y también por medio de monumentos de concreto, con una varilla que defina el punto.

La elevación de un banco de nivel puede referirse al nivel medio del mar o asumirse convencionalmente, dándosele en este caso un valor de cero o de cien.

El banco de nivel (BN), es un punto que nos ayuda a dar control vertical, por lo que se sitúa en un lugar tal que no cambie de altura; generalmente se construye una mojonera con un punto sobresaliente para colocar sobre él un estadal.

Para poder encontrar o establecer otro BN se requiere efectuar una serie de mediciones llamadas NIVELACION, para ello se utilizan puntos intermedios nombrados puntos de liga (PL), que deben reunir las mismas características de un banco de nivel aunque no sean permanentes como estos.

Es recomendable contar con una serie de banco de nivel a una distancia aproximada de 500 metros a lo largo y ancho del terreno en estudio.

En las nivelaciones es importante no perder de vista la curvatura terrestre ni la refracción atmosférica que la visual sufre siendo siempre en el sentido de la curvatura terrestre.

$$C = \frac{D^2}{2r} \quad \text{Error por curvatura}$$

$$R = \frac{D^2}{14r} \quad \text{Refracción}$$

Donde “D” es la distancia entre los puntos y “r” el radio terrestre.

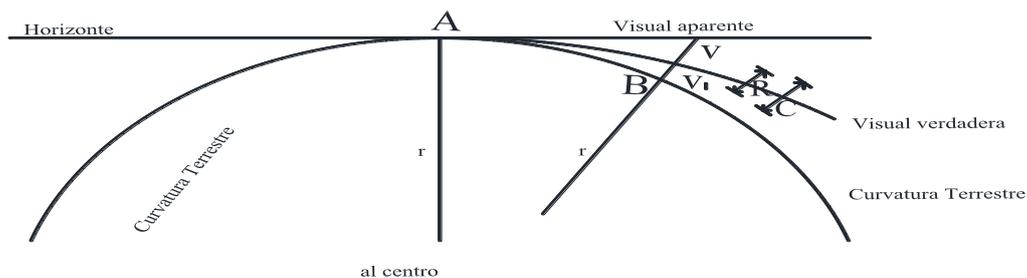
La refracción debemos restarla del error por curvatura.

$$C - R = \frac{D^2}{2r} - \frac{D^2}{14r} = 0.43 \frac{D^2}{r}$$

Sustituyendo r por 6'381,000 m.

$$C - R = (0.43) \frac{D^2}{6381000} = 6.7 \times 10^{-8} D^2$$

Ecuación que nos da el valor aproximado del error por curvatura y refracción.



3.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

Existen diferentes aparatos que pueden establecer un plano horizontal, llamados genéricamente, Equialtímetros, y más comúnmente, Niveles.

Hay diferentes clases de niveles, de acuerdo al grado de precisión requerido en la determinación de alturas. Dentro de éstos destacan los topográficos, los cuales tienen un frasco de nivel con burbujas; y son:

Tipo Inglés, Americano y Basculante, llamados niveles fijos, y un pequeño, nombrado de Mano, este último es relativamente fácil de nivelar a la altura de los ojos del observador.

Otro nivel topográfico es de tipo autonivelantes, y contiene un prisma suspendido llamado compensador que corrige la desviación de la línea de colimación y la hace estar siempre horizontal.

CONDICIONES GEOMÉTRICAS QUE DEBE REUNIR EL NIVEL PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, REVISIÓN Y AJUSTE.

1^{ra}. Condición: El hilo horizontal de la retícula debe ser normal al eje de giro.

Revisión:

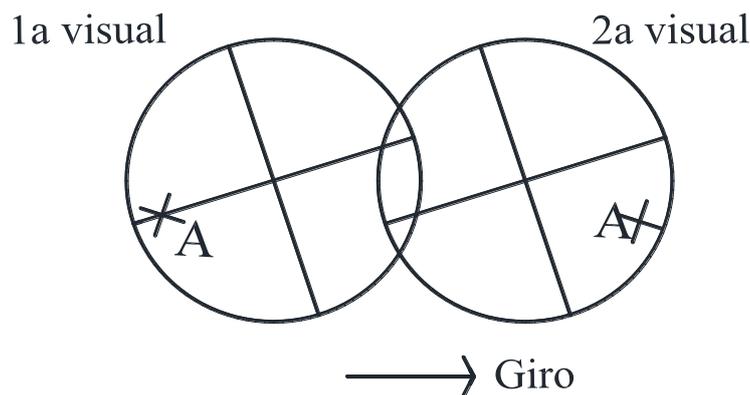
1.- Márquese un punto sobre un muro a una distancia de $+ / - 60$ metros.(no es necesario nivelar el instrumento).

2.- Obsérvese en un extremo del hilo horizontal de la retícula, y afínese la coincidencia.

3.-Recórrase el punto a lo largo del hilo, hasta el otro extremo. Si el punto no permanece sobre el hilo, se requiere ajuste.

Ajuste:

Aflójese dos tornillos contiguos que sujetan la retícula y ejérsese presión para que gire hasta lograr que se cumpla la condición, en seguida apriete los tornillos nuevamente.



2^{da}. Condición:

La directriz del nivel debe ser perpendicular al eje vertical.

Revisión:

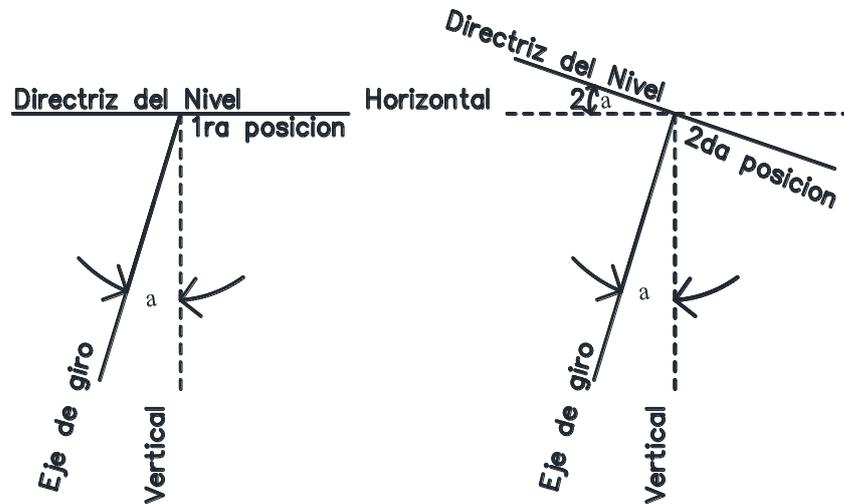
1.- Colóquese el nivel paralelo a dos tornillos niveladores opuestos entre sí.

2.- Céntrese la burbuja dentro de las marcas que tiene el frasco.

3.- Gírese a 180° , si la burbuja del nivel no se desplaza la condición se cumple, en caso contrario hay que corregir.

Ajuste:

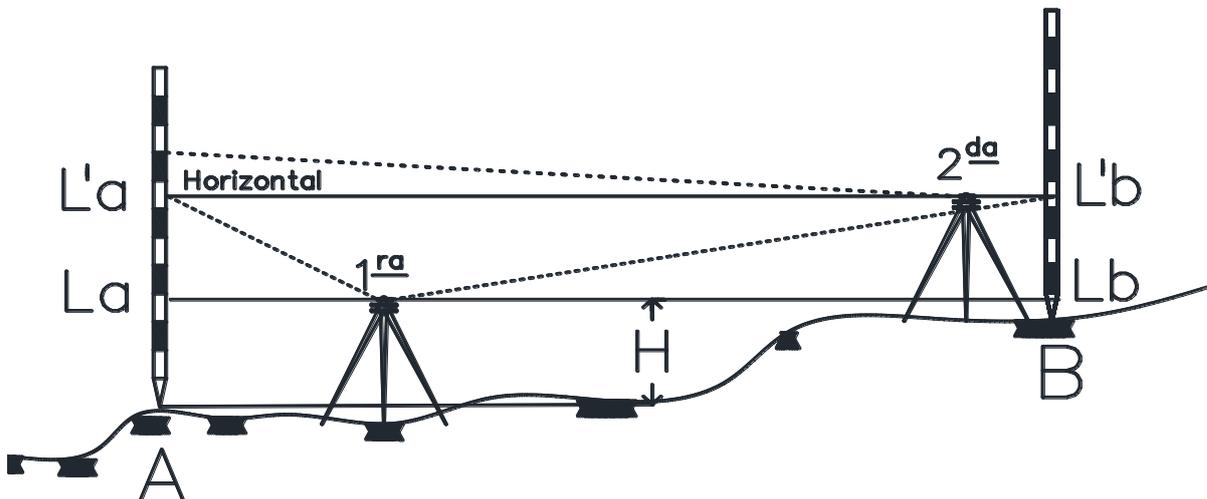
Corrija la mitad de la desviación con los tornillos niveladores y la otra parte con los tornillos de ajuste de nivel.
 Compruébese la condición con los otros dos tornillos niveladores.



3^{ra}. Condición:

La línea de colimación debe estar contenida en un plano perpendicular al eje de giro, por lo cual el plano descrito será horizontal.

- 1.- Colóquense dos estacas con un estoperol a una distancia de más, menos 40 metros entre ambas, póngase un estadal en cada una de ellas.
- 2.- Nivélense el equialtímetro entre esos dos puntos cuidando que las visuales sean de la misma longitud.
- 3.- Haga las lecturas en los estadales "A" y "B", calculando la diferencia; que será el desnivel entre estos puntos.



- 4.- Traslade el instrumento cerca del punto más alto, de tal manera que observando por el objetivo se haga la lectura en ese punto y calcúlese la lectura que se deberá hacer en el segundo estadal.

Ejemplo:

$$L_a = 1.814$$

$$L_b = 1.814$$

$$1^{\text{ra}} \text{ posición } H = L_a - L_b = 1.814 - 0.845 = 0.969$$

$$2^{\text{da}} \text{ posición } L'_b + H = L'_a = 1.438 + 0.969 = 2.407$$

$$L'_a = 2.407$$

Si esto no sucede, se corrige.

Ajuste:

Muévanse los tornillos opuestos que sujetan el hilo vertical de la retícula, hasta que se observe la lectura calculada.

Al realizar cualquier trabajo de nivelación, se deben verificar y ajustar los instrumentos empleados, especialmente cuando hay alguna duda de su exactitud.

El procedimiento de ajuste para restablecer las condiciones geométricas correctas de los equialtímetros, no es difícil, pero es conveniente que lo hagan personas que tengan conocimientos especializados y la herramienta apropiada para realizarlo; por lo tanto, se recomienda corregirlos en los talleres de servicio. Sin embargo, para evitar que ocurran errores en la nivelación debido a pequeños desajustes, conviene tener en cuenta dos precauciones que ayudarán a disminuirlos.

1.- En el momento de hacer las lecturas sobre el estadal, es necesario asegurarse de que la burbuja esté centrada antes y después de cada lectura.

2.- Se debe procurar que las longitudes de las visuales sean iguales, es decir, que la distancia que hay del aparato al estadal de atrás sea más o menos igual a la distancia que hay entre el aparato y el estadal de delante.

3.4.- NIVELACIÓN DIRECTA.

La nivelación directa o geométrica se puede dividir en: Nivelación diferencial y Nivelación de perfil.

El objetivo de la primera es la determinación de la cota o elevación de puntos, en la segunda determina la altura de los puntos contenidos en el trazo de la línea sobre la superficie del terreno.

3.4.1.- NIVELACIÓN DIFERENCIAL.

La nivelación es la actividad principal de la altimetría, que consiste en determinar las alturas de los puntos utilizando un nivel topográfico y un estadal.

La nivelación diferencial toma su nombre de la diferencia de las lecturas que se efectúan para encontrar el desnivel entre los puntos, y sirve para establecer los puntos de Control Vertical (BN).

Los pasos a seguir son: Se establece y nivela el instrumento en un lugar conveniente desde donde se observan los puntos a nivelar. En seguida se enfocará el estadal que previamente se situó en el BN, cuya cota o elevación es conocida y se hace la lectura para encontrar la lectura del aparato.

Una vez que se ha tomado la primera lectura, se procede a observar la siguiente en el estadal puesto sobre el punto de adelante.

El cálculo de estas cotas se lleva a cabo sumando o restando las lecturas que así se obtuvieron.

Es conveniente que distingamos cuando las lecturas se deben sumar y cuando se deben restar, para ello observemos la figura y consideremos los siguientes puntos:

1^{er}.Paso:



Punto “1” de la altura conocida, la altura del instrumento es la que se desea conocer, por lo tanto la observación se suma.

2^{do}. Paso:

La altura del instrumento es conocida, punto “2” de altura desconocida, por lo tanto la lectura se resta.

Nota: la altura del instrumento = altura de la línea de colimación.

La suma se lleva a cabo cuando el punto de cota conocida está por debajo de la que se busca, y se resta en caso contrario.

El desnivel entre los puntos “1” y “2” se obtendrá con la ecuación siguiente: en el cual un resultado positivo indicará que “2” esta por encima de “1” y un valor negativo señalará que “2” está por debajo de “1”.

$$H - \text{Elevación } 1 - \text{Elevación } 2 = \text{Cota } 1 - \text{Cota } 2 = L1 - L2$$

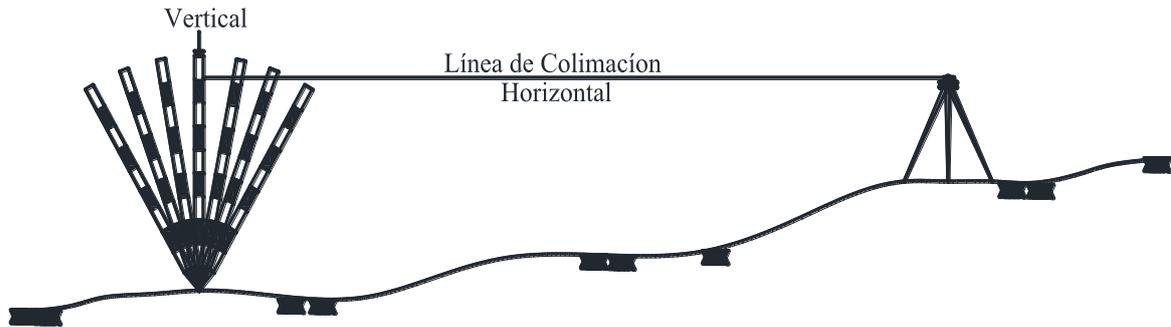
NIVELACIÓN DIFERENCIA COMPUESTA

Cuando la distancia entre los puntos a nivelar es muy grande, se tiene la necesidad de colocar el instrumento en varias estaciones, ya que el error por curvatura en distancias de 100 m. es de 0.0007 y aumentará en proporción al cuadrado de la distancia de la visual.

Para evitar los errores por curvatura y refracción en una nivelación diferencial, hacemos hincapié en que las longitudes de las visuales sean iguales.

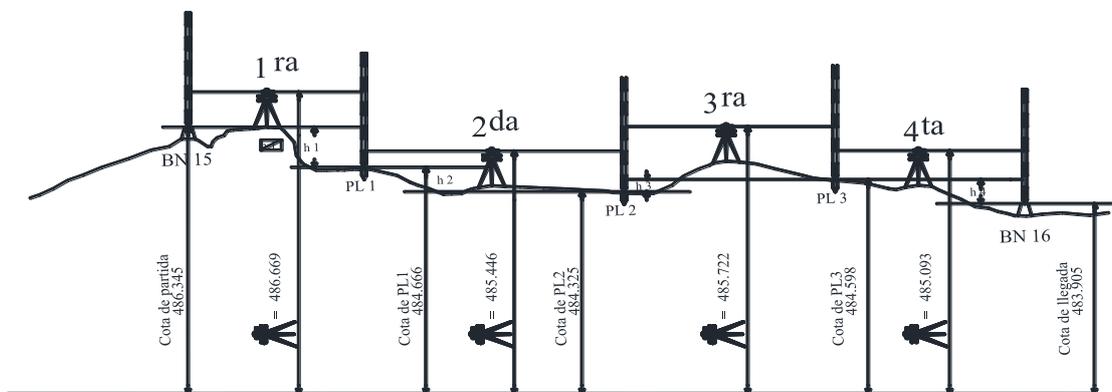
También se puede tener una pendiente tal que nos obligue al cambio de estación, por lo que las visuales serán pequeñas; pero sin olvidar la recomendación anterior puesto que eliminaremos, así, algún pequeño error de la línea de colimación del instrumento.

Una lectura sobre un estadal inclinado puede producir graves errores, por lo que es necesario tener cuidado en su verticalidad; un procedimiento que se puede adoptar será el de balancear el estadal hacia delante y hacia atrás; por lo tanto, el observador distinguirá cuando la lectura sea mínima, la verticalidad de la mira.



Desarrollo:

Se coloca y nivela el aparato en un punto favorable, desde donde se pueda leer el estadal colocado en el banco de partida. Sobre ese punto se toma la primera lectura, generalmente a esta lectura se le llama “vista de espalda”, por encontrarse el estadal en el punto anterior del itinerario. La segunda lectura se hace sobre el estadal que se encuentra colocado en el punto siguiente, a esta lectura se le llama “vista adelante”. Una vez tomada la segunda lectura sobre el punto de liga, se traslada el aparato a otro lugar conveniente; se nivela el aparato nuevamente dirigiendo la visual al punto anterior (PL), de igual forma al punto siguiente. Se repite la misma operación hasta llegar al BN final. A cada nivelación simple así obtenida, se le conoce como “golpe de nivel”.



Al igual que en Planimetría, los datos de Altimetría se registrarán tabulados en un orden lógico en la libreta llamada de nivel; en la nivelación diferencial el croquis solo se refiere a la localización de los bancos.

Registro tipo para la nivelación diferencial

P.0	Lec. (+)		Lec. (-)	Cotas o Elevación	H ≲ Lec (+) + ≲ Lec (-)	Notas
BN 15	0.324	486.669		486.345		BN 15 en placa de bronce en guarnición esquina SW de las calles de independencia y Dolores. BN 16 en tornillo de semáforo W del camellón de avenida Juárez y Dolores
PL 1	0.780	485.446	2.003	484.666		
PL 2	1.379	485.722	1.121	484.325		
PL 3	0.495	485.093	1.124	484.598		
BN 16			1.188	483.905		
	≲ Lec (+) = 2.996		≲ Lec (-) = 5.436		H = 2.440	

Ejemplo de cálculo por cotas:

Ejemplo de cálculo por cotas:

<p>Cota BN 15 486.345</p> <p>Cota BN 15 + 0.324</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>1^{ra}  486.669</p> <p>Lec. PL 1 -2.003</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Cota PL 1 484.666</p> <p>Lec. PL 1 + 0.780</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>2^{da}  485.446</p> <p>Lec. PL 2 -1.121</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Cota PL 2 484.325</p>	<p>Cota PL 2 484.325</p> <p>Lec. PL 2 + 1.397</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>3^{ra}  485.722</p> <p>Lec. PL 3 -1.124</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Cota PL 3 484.598</p> <p>Lec. PL 3 + 0.495</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>4^{ta}  485.093</p> <p>Lec. BN 16 -1.188</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Cota BN 16 483.905</p>
--	--

$$H = 486.345 - 483.905 = 2.440$$

Como se puede apreciar, el anotador solo tendrá que ir sumando y restando lectura por lectura conforme se avanza en la nivelación. Al hacer la última diferencia tendremos la cota del punto terminal; a este procedimiento se le llama cálculo por cotas.

Para verificar las operaciones numéricas, efectuamos el cálculo por desnivel, que será la suma algebraica de la suma de las lecturas positivas con la suma de las lecturas negativas.

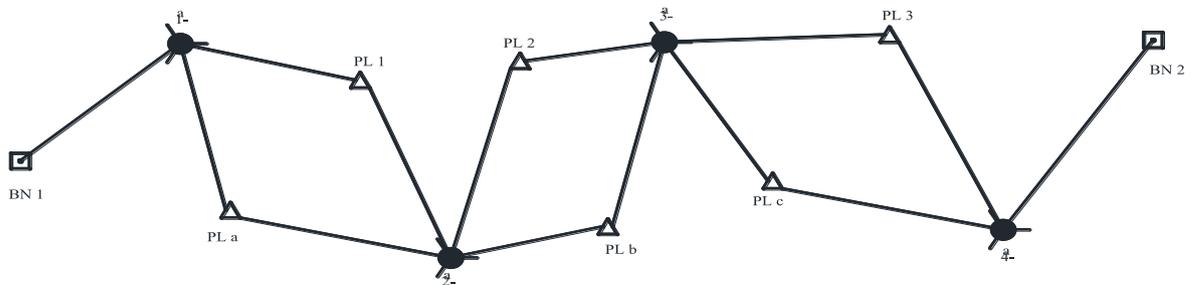
$$\text{Suma L (+)} + \text{Suma L (-)} = H$$

Si este desnivel es el mismo que resultó por el cálculo de cotas, se afirma la ausencia de equivocaciones en las operaciones numéricas.

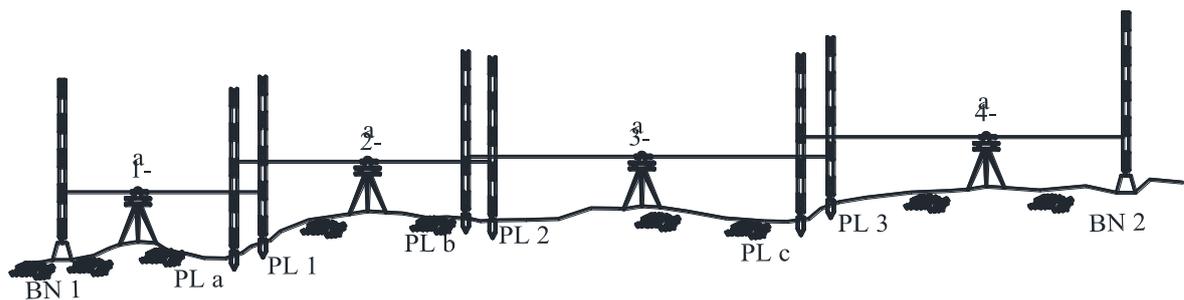
Para verificar una nivelación es preciso hacer otra nivelación.

1.- Nivelación de circuito.- Si partimos de un BN a otro, y regresamos al mismo, se cierra el circuito; esto se puede hacer regresando por los mismos puntos de liga o por otros.

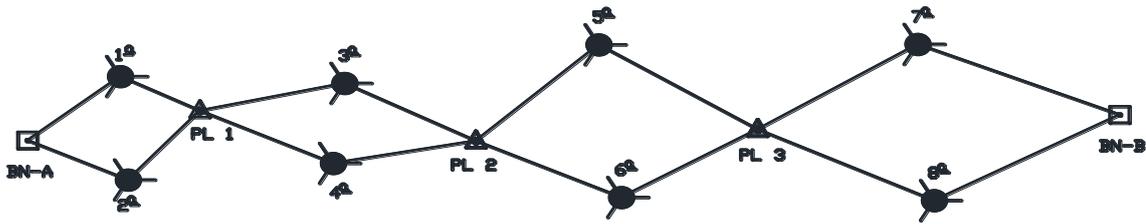
2.- Nivelación por doble punto de liga.- Para evitar el regreso, se podrán ejecutar dos nivelaciones simultáneas utilizando dos puntos de liga con la misma altura de instrumento



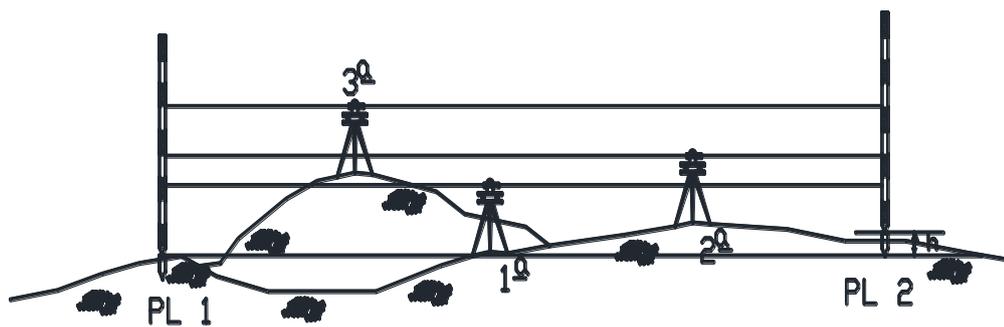
Se puede distinguir que la altura del aparato debe ser la misma para cada punto de estación.



1.- Doble altura de instrumentos.- Al llevar las dos nivelaciones simultáneas, podemos cambiar la altura de aparato, con ello tendremos que la cota de los puntos intermedios debe ser la misma puesto que lo único que se modifica es la cota de la línea de colimación.



En este método se puede ir comprobando cada uno de los desniveles parciales.



Tolerancias:

Las diferencias del nivel pueden determinarse con diversos grados de precisión dependiendo de los métodos e instrumentos empleados. Se debe tener buen criterio para saber con que precisión hay que trabajar en cada caso.

Si en la nivelación se evitan los errores acumulativos, y únicamente consideramos los errores accidentales, éstos obedecen a una ley:

El error total es proporcional a la raíz cuadrada del número de estaciones por kilómetros dependerá del relieve del terreno y por lo tanto el error de cierre expresa:

$$E = C \sqrt{K}$$

En donde “k”, indica la distancia total en kilómetros y “c” una constante.

Se puede considerar que la tolerancia tiene un valor igual al doble del error medio.

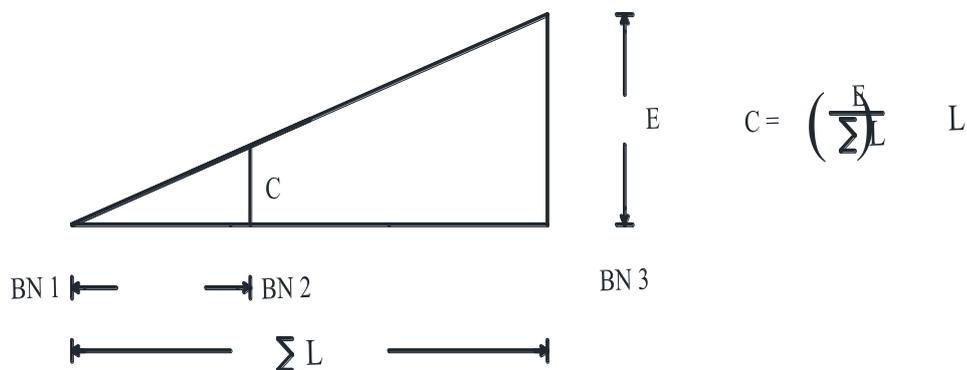
De acuerdo a la precisión que se desea obtener en nivelaciones, se han convenido las siguientes tolerancias.

Clase de nivelación	Longitud máxima de la visual	Error máximo
Poca precisión	300 metros	$T = 0.15 K \sqrt{\quad}$
Ordinaria	150 metros	$T = 0.04 K \sqrt{\quad}$
Precisión de circuito	100 metros	$T = 0.01 K \sqrt{\quad}$
Precisión doble PL	100 metros	$T = 0.015 K \sqrt{\quad}$
Precisión doble altura	100 metros	$T = 0.02 K \sqrt{\quad}$
Geodésica 2do orden	100 metros	$T = 0.008 K \sqrt{\quad}$
Geodésica 1er orden	100 metros	$T = 0.004 K \sqrt{\quad}$

Compensación:

Cuando se trata de un error tolerable en la nivelación entre dos bancos de nivel, se adopta el valor más probable como resultado final.

Si se pretende compensar la cota de un BN intermedio, su corrección se calcula proporcionalmente a la distancia medida desde el origen. Cuando se trata de un error tolerable en la nivelación entre dos bancos de nivel, se adopta el valor más probable como resultado final.



3.4.1- NIVELACIÓN DE PERFIL.

En los levantamientos para avenidas, vías de comunicación, tuberías y en ocasiones para conocer la pendiente de un terreno, se requieren las elevaciones en cada estación, situada a cada 20 metros de la anterior, en los puntos de cambio de pendiente o quiebres del terreno y en puntos críticos, como en los cruces entre calles, arroyos, puentes y alcantarillas se tiene la necesidad del conocimiento de sus alturas.

Al llevar estas distancias y alturas a la representación gráfica se obtiene una sección vertical de la superficie del terreno.

Para apreciar con claridad los desniveles en el dibujo se acostumbra exagerar la escala vertical 10 veces respecto a la horizontal.

Los puntos que se utilizan en el trazo de un eje deben nombrarse según la distancia que tiene desde el origen en el que aparece el kilómetro, separado de los metros por el signo más (+).

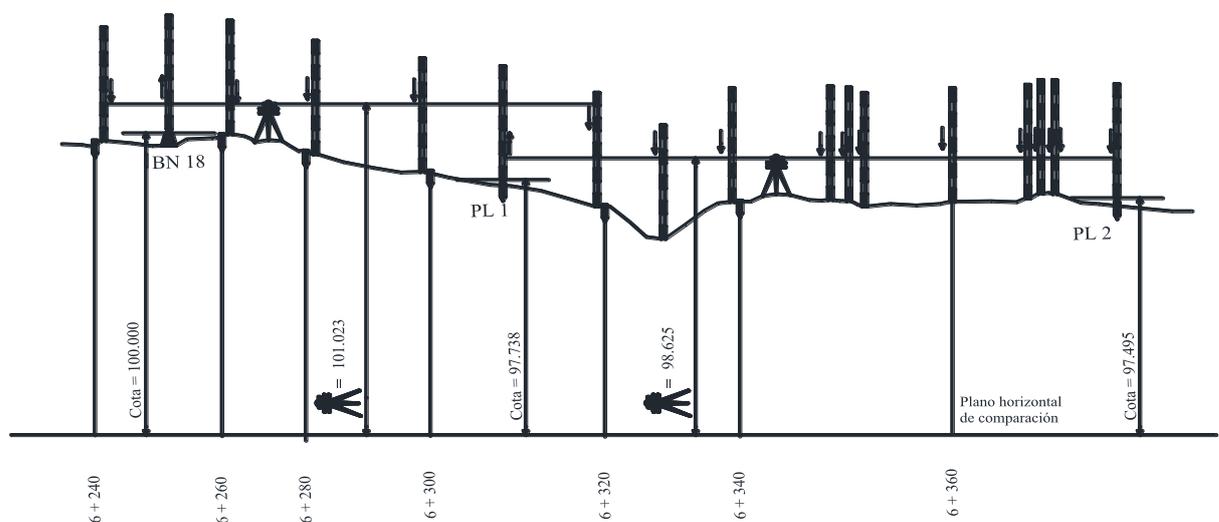
Punto PC que se encuentra a 4,080 metros, se debe escribir PC = 4 + 080; a esta forma de notación se le llama cadenamiento.

Distingamos que en muchas ocasiones no es necesario conocer el cadenamiento, en tal caso solo mediremos las distancias parciales entre los puntos característicos del terreno cuya altura se desea conocer.

La nivelación de perfil es una forma especial de la nivelación diferencial puesto que requiere del establecimiento de puntos de liga, en los cuales se deben tomar lecturas al milímetro; y sobre los puntos intermedios solo mediremos al centímetro sin tener mucho cuidado en la verticalidad del estadal.

Procedimiento:

Se coloca y nivela el aparato en un punto favorable desde donde se pueda observar a la mira colocada en el punto de cota conocida (BN o PL) y un tramo del eje trazado previamente. En este lugar se hace la lectura para conocer la altura de línea de colimación, y desde esta cota se leerá el estadal que se va trasladando por el eje. Cuando sea necesario un cambio del aparato, se establecerá un punto de liga para que apoyemos en el la nueva posición del aparato; repitiendo la misma operación hasta terminar con el tramo total o encontrar otro BN de cota conocida. (el establecimiento de los bancos de nivel se hace antes de ejecutar el perfil).



P.0	Lec. (+)		Lec. (-) (Diferencia)	Lec. (-) Terreno	Cotas o Elevación	Notas	
BN 18	1.023	101.023			100.000	Partida	Localización del BN 18 en tomillo (SE) de la base de la torre de alta tensión en el Km 6+254 del Eje vial 10 sur.
6+240				1.68			
6+260				1.23			
6+280				2.16			
6+300				3.22			
6+320				3.94			
PL 1	0.887	98.625	3.285		97.738	varilla	
6+329				2.73		arrollo	
6+340				1.46			
6+348				1.40		banqueta	
6+351				1.43		guarnición	
6+351				1.11		cuneta	
6+360				1.18			
6+369				1.21		cuneta	Suma Lec (+) 1.910
6+369				1.50		guarnición	desnivel (H) - 2.505
6+372				1.53		banqueta	
PL 2			1.130		97.495	varilla	

Para el cálculo de este trabajo, el anotador comprobará únicamente la nivelación diferencial que esta incluida en el registro y posteriormente en gabinete.

3.4.3.- SECCIONES TRANSVERSALES, TRAZO Y NIVELACIÓN.

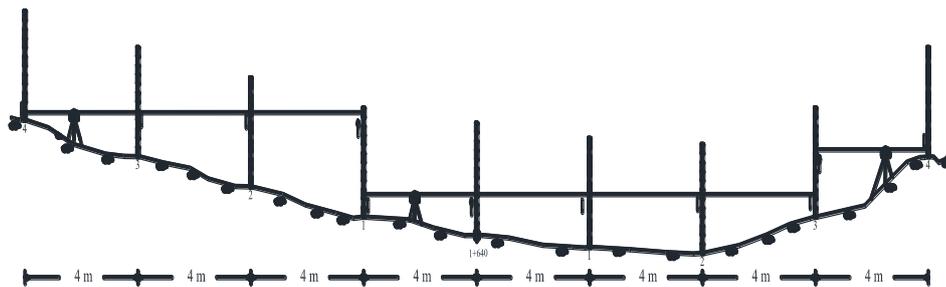
Es un método de nivelación que se emplea para obtener la configuración de una franja de terreno. Para llevar a cabo este procedimiento se debe tener el trazo y la nivelación del eje de la línea de proyecto. Las secciones transversales son líneas normales al eje, que se trazan en cada estación, siendo la longitud de estas normales variables según el ancho de la zona que se desea configurar, en relación con la vía en estudio.

Estas secciones se llevan a cabo, generalmente, con equialtímetro de mano o con clisímetro para terrenos accidentados, por ser fáciles y rápidos en su manejo, y con nivel fijo en terrenos urbanos o semiplanos; auxiliados con un estadal y una cinta de lienzo para esto es necesario seguir los siguientes pasos:

1.- Trazo de las secciones.- El trazo de las secciones se puede ejecutar con un tránsito, una escuadra óptica, o una simple vista. En trabajos preliminares es suficiente a simple vista. Cuando se tiene localizada la dirección de la sección se sitúan sobre esta dirección los puntos que se requieran, en número suficiente e indispensable. Estos puntos pueden localizarse por el método de distancia fija, o tomando los puntos donde cambie la pendiente del terreno; así como el de cota redonda.

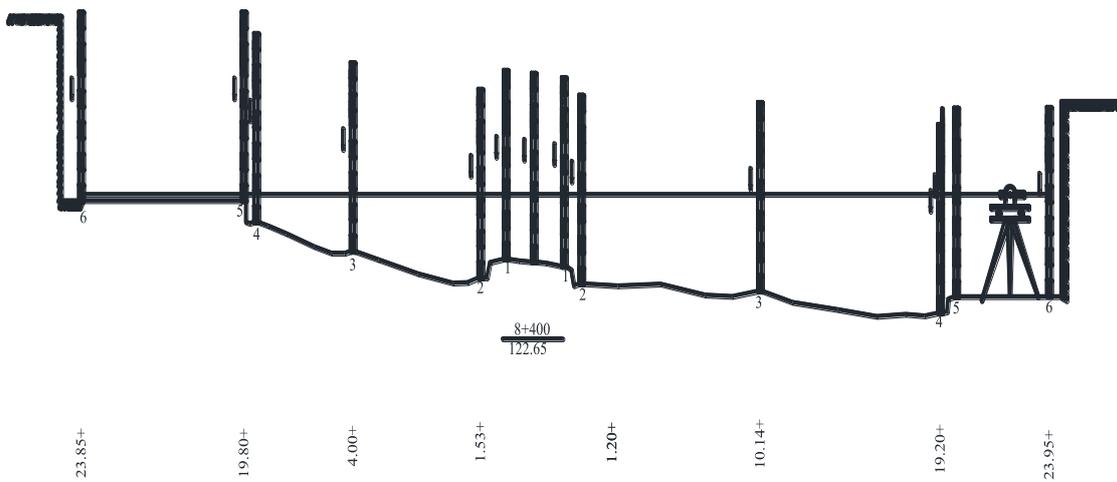
2.- Nivelación de secciones.- El método que se emplea es el de la nivelación simple, en donde el punto de cota conocida es el de la estación del eje.

Secciones transversales a distancia fija.



En el levantamiento de secciones se mide la distancia horizontal a partir del punto del eje a cada uno de los puntos de configuración alojados sobre la dirección de la sección.

P.O	Lec. (+)		Lec. (-)	Cotas o Elevación	Distancia	Notas
Derecha						
1+640	1.75	99.92		98.17		Eje
1			1.98	97.94	4.00	
2			2.33	97.59	8.00	
3	1.61	100.08	1.45	98.47	12.00	PL
4			0.37	99.71	16.00	
Izquierda						
	1.75	99.92		98.17	0.00	Eje
1	3.95	102.11	0.76	99.16	4.00	PL
2			2.01	100.01	8.00	
3			1.20	100.91	12.00	
4			0.51	16.00	16.00	



P.0	Lec. (+)		Lec. (-)	Cotas	Distancia	Notas
Derecha						
8.400	0.80	123.45		122.65	0.00	Eje
1			0.82	122.63	1.20	Guarnición
2			0.97	122.48	1.20	Cuneta
3			1.03	122.42	10.14	Arroyo
4			1.62	121.83	19.20	Cuneta
5			1.40	122.05	19.20	Guarnición
6			1.38	121.07	23.95	Paramento
Izquierda						
1			0.83	122.62	1.53	Guarnición
2			0.94	123.51	1.53	Cuneta
3			0.45	123.00	4.00	Arroyo
4			0.40	123.05	19.80	Cuneta
5			0.10	123.35	19.80	Guarnición
6			0.12	123.33	23.85	Paramento

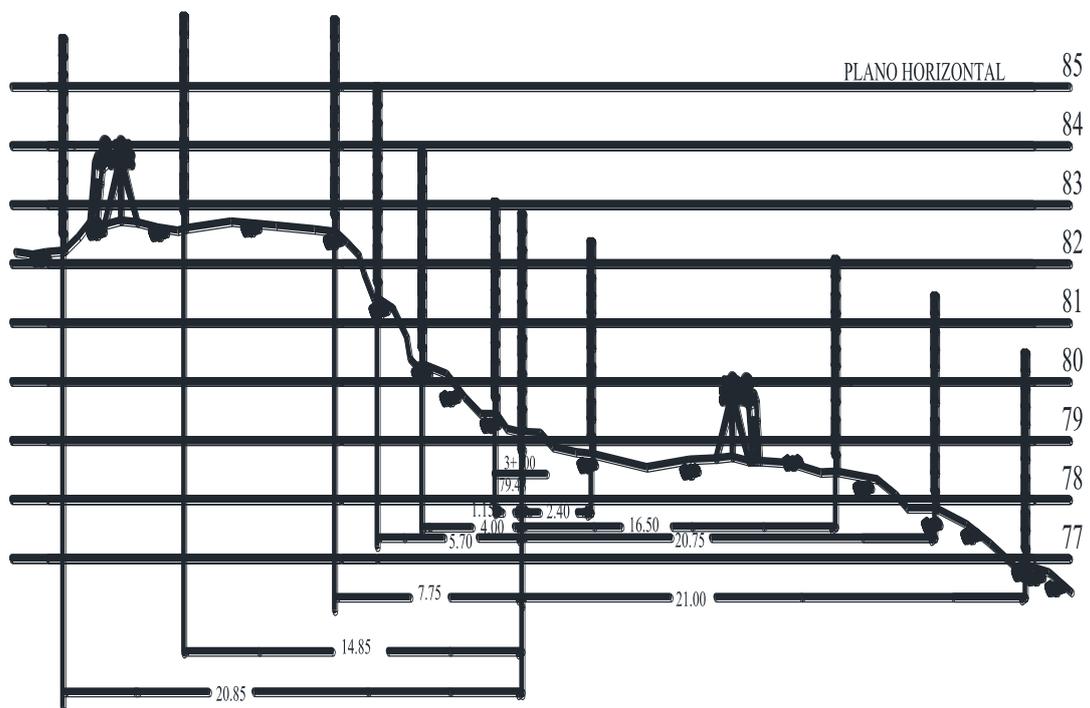
Nota: El solo registro es suficiente para interpretar y dibujar las secciones transversales. Los cálculos de las cotas se realizan en gabinete.

Secciones transversales a cota redonda

Colocar al ojo en 81.00

Cota del eje 79.48

Lectura obligada 1.52



Cotas	Izquierda					Estación	Derecha			
82	83	83	82	81	80	3+100	79	79	78	77
20.95	14.65	7.75	5.70	4.00	1.15	79.48	2.40	16.50	20.75	21.00

Distancias

NOTA: Los cálculos necesarios (que son mínimos) se realizan en el campo

3.5.- NIVELACIÓN INDIRECTA.

Los procedimientos indirectos para la obtención del desnivel entre dos puntos pueden ser utilizando la medición de los elementos de un triángulo rectángulo, o la observación de la variación en la presión barométrica.

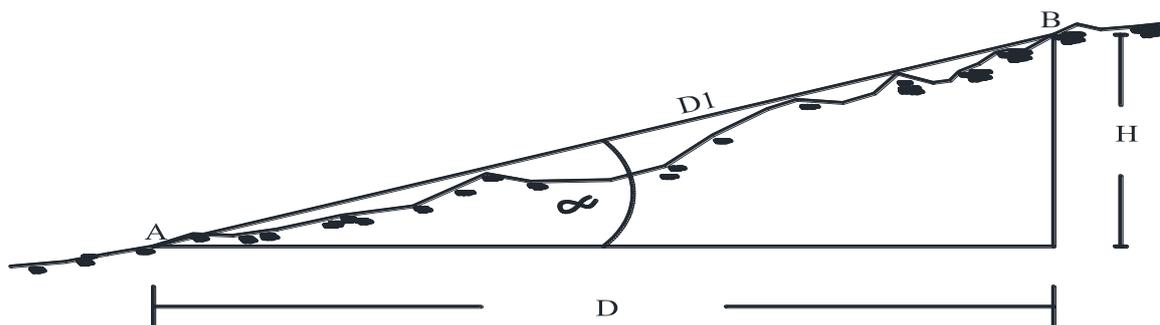
3.5.1.- NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA.

Es la determinación del desnivel a partir de la medición de ángulos verticales y distancias; las longitudes pueden ser horizontales o inclinadas.

Este método es utilizado cuando el terreno es quebrado. Debemos considerar que la precisión está en función de los valores observados, si ellos son de buena calidad, los resultados serán satisfactorios.

Los ángulos se pueden medir con un clisímetro o con un tránsito. Las distancias se obtendrán con cinta o con estadía.

No debemos perder de vista que la distancia entre puntos no debe exceder los 400 metros, para no incurrir en errores graves, debido a la curvatura y a la lectura propia del estadal.



3.5.2.- NIVELACIÓN BAROMÉTRICA.

La determinación de la altitud, o sea de la elevación, se puede ejecutar con observaciones de la presión atmosférica que está basada en el principio de que la presión ejercida sobre el instrumento por el peso de una columna de aire, disminuye a medida que aumenta su altura. Sin embargo, la relación ente presión y altitud no es constante, por que el aire es compresible, además de que la temperatura y la humedad son factores que influyen sobre el aire.

Los instrumentos que miden la presión del aire son los barómetros, los hay de mercurio y del tipo llamado aneroide.

El barómetro aneroide es sumamente sensible a los cambios de la presión atmosférica; donde su graduación sencilla permite la lectura directa de la altura y es de fácil manejo.

La supuesta relación entre presión y altitud solo permanecerá bajo ciertas condiciones; si las observaciones se realizan cuando estas condiciones no existen, deberán aplicarse correcciones a las observaciones.

Las nivelaciones barométricas son utilizadas solo en estudios preliminares y de reconocimientos; con las técnicas adecuadas y buen equipo, pueden esperarse, en condiciones atmosféricas estables, desniveles con errores menores a 1 m.



4.- LA ESTACIÓN TOTAL (TRÁNSITO DISTANCIÓMETRO INTEGRADOS)



MEDICION ELECTRÓNICA DE ÁNGULOS

Un teodolito electrónico realiza la medición de los ángulos empleando un sensor fotoeléctrico, en lugar del ojo del operador.

Para esto, los círculos tanto horizontal como vertical, han sido graduados con zonas oscuras que no reflejan la luz y con zonas abiertas de materia reflejante

Para eliminar la excentricidad de cada uno de los círculos es analizado por dos sensores ubicados posiciones diametralmente opuestos.

Los sensores están formados por una fuente de luz infrarroja, un sistema óptico y un índice. La luz emitida por la fuente infrarroja ilumina el círculo que la refleja o no según incida en las partes reflectoras o en las partes oscuras.

El sensor recibe la luz reflejada, generando corriente eléctrica proporcional a la intensidad de la luz. Al girar la alidada, el sensor recibe pulso de luz, cada vez que se ilumina un sector reflejante del círculo y por lo tanto genera un tren de pulsos eléctricos proporcional al giro realizado.

Un microprocesador cuenta los pulsos e interpola el valor del ángulo presentando el valor de este en forma digital, en una pantalla generalmente de cristal liquido.

Ventajas de los teodolitos electrónicos

- 1.- Fácil lectura de los ángulos, ya que estas magnitudes son mostradas en forma digital y con indicación de las unidades.
- 2.- Mejora de la precisión respecto a u teodolito óptico mecánico del mismo error instrumental, ya que se elimina la estimación del observador.
- 3.- Posibilidad de conexión directa con un distanciómetro electrónico.
- 4.- Posibilidad de realizar cálculos de distancias reducidas y coordenadas, al instante de realizar las mediciones angulares y lineales.
- 5.- Registro de los valores medidos y calculados en la memoria del instrumento, tarjetas de memoria o colectores externos, eliminando errores de escritura en la libreta de campo. Los datos son transferidos directamente: a la PC para su procesamiento.
- 6.- Manejo de códigos de campo, para la automatización del proceso de levantamiento.
- 7.- Programas para realizar cálculos en el campo, tales como orientación del círculo, estación libre, etc.

EL SISTEMA GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)

El GPS o sistema de posicionamiento global (Global Positioning Sistem) es un sofisticado sistema de orientación y navegación cuyo funcionamiento esta basado en la recepción y procesamiento de las informaciones emitidas por una constelación de 24 satélites, conocida como NAV STAR, ubicados en diferentes órbitas, a unos 20,000km por encima de la superficie terrestre.

Cada satélite da dos vueltas diarias al planeta, una cada doce horas. Las trayectorias y la velocidad orbital han sido calculadas para que forman una especie de red alrededor de la tierra, por lo tanto debe haber en todo momento cinco satélites a la vista en cualquier lugar, de manera que un receptor GPS a cualquier hora del día o de la noche. En cualquier, con independencia de las condiciones meteorológicas, puede facilitar la posición que ocupa el captar y procesar las señales emitidas por un mínimo de tres satélites.

TIPOS DE RECEPTORES GPS

Existen dos tipos de receptores GPS, los fijos y los portátiles. Los fijos son de mayor tamaño, funcionan alimentados por baterías de automóviles, aviones o barcos y tienen antenas exteriores independientes. Habitualmente van interconectados a otros instrumentos electrónicos como radares sondas, plotters, pilotos automáticos, etc.

Los receptores portátiles son mucho más pequeños y además de poder alimentarse con la energía de cualquier vehículo (con adaptadores) pueden funcionar por medio de pilas. Las antenas suelen ser instaladas en el interior del receptor o antenas exteriores que se adquieren como opcionales. Algunos modelos portátiles también interconectarse con otros instrumentos electrónicos.

FUNCIONES DE UN RECEPTOR GPS

La función principal de un GPS es informar sobre la posición que ocupa, por medio de las coordenadas longitud y latitud, así como coordenadas UTM, de manera que dicha posición pueda situarse con facilidad en una carta o plano. Pero hay otras funciones para facilitar la navegación.

NOMBRE Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES

POSICIÓN: indica la posición del GPS. Facilita la localización casi exacta del receptor. Para ello GPS tiene que haber capturado las señales emitidas al menos por tres satélites.

ALTURA: al captar 4 o más satélites el GPS indica la altura sobre el nivel del mar.

TIEMPO: el GPS una vez inicializado, aunque no reciba señales satelitales indica la hora y fecha si recibe señales indica la hora exacta.

EL PUNTO DE PASO O PUNTO DE REFERENCIA: el waypoint es la posición del lugar único de un punto sobre la superficie de la tierra expresada por sus coordenadas. Un waypoint puede ser un punto de inicio, de destino o intermedio de la ruta. Todos los GPS pueden almacenar en su memoria varios waypoints, los cuales pueden borrar, editar e identificar mediante caracteres alfanuméricos.

Algunos GPS permiten agrupar una sucesión de waypoints representando un recorrido, a esto se le llama ruta o itinerario.

DISTANCIA: introduciendo las coordenadas de dos puntos la función distancia del GPS informa la separación de ambos y el número que hay que seguir desde el inicio al destino, lo mismo puede representarse con dos waypoints.

NAVEGACIÓN: introduciendo un waypoint como destino y otro como origen esta función realiza la actualización continua de los siguientes datos:

*rumbo de contacto, rumbo que debemos seguir desde la posición actual para llegar al destino.

*rumbo actual (Heading Crack) Rumbo que llevamos en ese momento. Un GPS es una brújula no afectada para campos magnéticos.

*distancia: el GPS informa la distancia que falta en línea recta para llegar al destino.

*error transversal: El GPS nos informa del alejamiento transversal de la trayectoria ideal en línea recta desde el inicio al destino.

*velocidad: (Speed) la velocidad a la que se esta desplazando el GPS.

*tiempo estimado de llegada: (ETA, TTG) indica el tiempo estimado de llegada al destino en línea recta manteniéndose constante, la velocidad (por razones obvias, solo es aplicable a navegación aérea)

*tiempo estimado de viaje: (ETE) tiempo estimado de viaje.

*SETUP: Esta función se utiliza para programar el GPS y controlar la forma que nos ofrece la información. Por Ej. si queremos que aparezcan los datos en millas o en km o en pies o metros. Etc. Al igual que el sistema de coordenadas que pueden utilizar los sistemas lat. / lon, UTM y los diferentes GRID.

*datum (map datum) representa un sistema geométrico de la tierra. La subdifusión DATUM permite seleccionar entre los diferentes sistemas que están basados los mapas y las cartas marinas.

*norte de referencia: permite elegir el modelo de norte magnético, o verdadero que el GPS tomaran para indicart las informaciones sobre rumbo actual y de contacto.

*unidades de distancias: (dist. Units); esta subfusión permite seleccionar las unidades de longitud de la información (Km. millas, y millas marinas).

RESUMEN DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL SOKKIA SET 600

Coloque la batería, monte y nivele el aparato. Para encender el instrumento presione ON aparecerá en la pantalla:

ZA O SET HAR O SET

Gire la alidada y el anteojo (HAR) y vertical (ZA) hasta que escuche un tono, inmediatamente aparecen las lecturas de los ángulos horizontal y vertical así como las constantes para medir distancias y la carga disponible de la batería.

EJEMPLO: ZA 125° 15' 25" HAR 257° 23' 10" DIST SHV SET COORD

Para apagar la estación, presione al mismo tiempo la tecla ON y la iluminación

MENSAJES DE ERROR

- 1.- OUT OF RANGE: Fuera de rango de nivelación el aparato no esta nivelado
- 2.- SIGNAL OFF Señal apagada por que no esta apuntando al prisma o por que la señal fue interrumpida
- 3.- TILT OF RANGE: Fuera del rango por que el aparato no esta nivelado correctamente (nivele bien el aparato)

RESUMEN DE INSTRUCCIONES POR ORDEN ALFABETICO

- [OSET] Inicializa el circulo horizontal (HAR) en 0° 00'00". Presionado 2 veces
- [AIM] Verifica la señal del retorno
- [AREA] Ingresa al programe de calculo de área
- [BS] (tecla) Regresa un espacio cuando se están editando datos (backspace)
- [CONF] Pasa al modo de configuración
- [COORD] Pasa al menú de coordenadas.
- [D_OUT] Obtiene la distancia y la envía al puesto serial
- [DIST] Proporciona la distancia y los ángulos vertical (ZA) y horizontal (HAR)
- [EDM] Configura las opciones de medición de distancias
- [EDIT] Edita los datos
- [Enter] (tecla) Memoriza los datos seleccionados, selecciona la opción deseada
- [ESC] (tecla) Regresa al menú anterior

[F/M]	Cambia las unidades de distancia en pies/ metros por unos segundos.
[FUNC] (tecla)	Pasa a la siguiente pagina del menú de funciones
[HANG]	Pasa al menú para poner el círculo horizontal
[HOLD]	Mantiene el círculo horizontal fijo. Presionar 2 veces para activar y 1 vez para desactivar
[HT]	Puesta de la altura de un prisma y altura de un instrumento
[MEM]	Manejo de la memoria de datos. Transferencia de archivos de coordenadas y/o datos a la computadora.
[MENU]	Pasa al menú de todos los programas internos de la estación
[MLM]	Modo de medición de línea perdida (missing line measurement)
[OK]	Acepta los datos que estén en pantalla
[FOCET]	Inicia modo de medición desplazada (offset measurement)
[REC]	Graba los datos de estación ocupada y/o los datos medidos
[REM]	Modo de medición de elevación remota
[REP]	Modo de medición repetida de ángulos
[RESEC]	Modo de resección
[R / L]	Angulo horizontal derecho (HAR) o izquierdo (HAL)
[RCL]	Despliega los últimos datos registrados
[SFT] (tecla)	Cambia entre mayúsculas y minúsculas
[S-O]	Pasa al menú de replanteo (skate-out)
SDIST = DISTANCIA INCLINADA	
[SHV]	Despliega las tres distancias HDIST = DISTANCIA HORIZONTAL
VDIST = DISTANCIA VERTICAL	
Presionar nuevamente para ver los ángulos horizontal y vertical	
[STOP]	Detiene la medición de las distancias
[TILT]	Para hacer un ajuste electrónico de los niveles
[ZA / %]	Cambia el ángulo vertical en % independiente

SECUENCIA PARA OBTENCIÓN DE COORDENADAS Y ALMACENAMIENTO DE DATOS PARA LEVANTAMIENTOS

Los siguientes pasos se deben de tomar para la medición de coordenadas y su registro en la memoria de la estación total:

Selección del trabajo, en el menú principal.

[F3]MEM	Memoria
JOB	Modo de medición de elevación remota
[REP]	Modo de medición repetida de ángulos
[RESEC]	Modo de resección
[R / L]	Angulo horizontal derecho (HAR) o izquierdo (HAL)
[RCL]	Despliega los últimos datos registrados
[SFT] (Tecla)	Cambia entre mayúsculas y minúsculas
[S-O]	Pasa al menú de replanteo (skate-out)
SDIST = DISTANCIA INCLINADA	
[SHV]	Despliega las tres distancias HDIST = DISTANCIA HORIZONTAL
VDIST = DISTANCIA VERTICAL	
Presionar nuevamente para ver los ángulos horizontal y vertical	
[STOP]	Detiene la medición de las distancias

[TILT] Para hacer un ajuste electrónico de los niveles
 [ZA / %] Cambia el ángulo vertical en % independiente
 Selección del trabajo, en el menú principal.
 [F3]MEM Memoria
 JOB ← Manejo de los trabajos
 JOB SELECTION ← Para seleccionar el trabajo
 JOBXX Se escoge alguno de los trabajos

1.- coordenadas de la estación ocupada. Puesta en estación.

[F4] COORD Pasa al programa de las coordenadas
 STN DATA← Pasa al programa de puesta en estación
 [F1] READ Lee coordenadas de memoria
 Ó [F3] EDIT Para editar las coordenadas

En su caso se introduce la altura de instrumento [Inst h] y altura del prisma [Tgt h]

[F2]REC graba los datos de estación
 [F1]OK acepta los datos con que se graba
 [F4]OK acepta las coordenadas de la estación

2.- Puesta del ángulo azimutal. Orientación del instrumento con el punto de atrás.

SET H ANGLE← pasa al programa de puesta de ángulo horizontal
 BACK SIGHT← pasa al programa de puesta de punto atrás
 [F1]READ lee coordenadas de memoria
 ó [F3] EDIT para editar las coordenadas
 [F4]OK acepta los datos de punto de atrás
 [F4]OK acepta las coordenadas de la estación
 [F4]YES se observa al punto de atrás y se acepta la orientación

NOTA: Cuando es la primera estación y se desea orientar con el norte magnético basta con salir de [MEAS] y presionar 2 veces [0 SET]

3.- Medición de coordenadas de los puntos de interés. Radiaciones

OBSERVATION← visar al prisma para efectuar la radiación
 [F4]REC graba los datos
 [F1]OK acepta los datos con que se graba
 [F1]OBS efectúa la siguiente radiación
 [F4]REC graba los datos
 [F1]OK acepta los datos con que se graba

Se repiten los pasos 1,2, y 3 hasta terminar todas las radiaciones.



5.- LEVANTAMIENTO DEL RÍO LAJA UTILIZANDO LA ESTACIÓN TOTAL

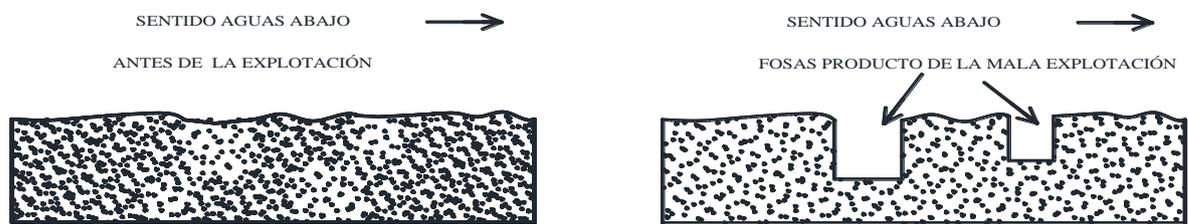


Objetivo: Obtención y recopilación de datos suficientes de los puntos levantados, para elaboración de una figura semejante al lugar.

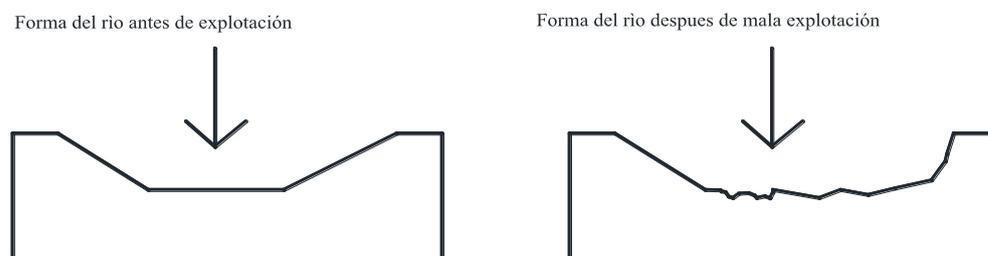
Para el levantamiento topográfico del río, primero se hizo un recorrido del terreno para conocerlo, con el fin de determinar y planear los métodos e instrumentos necesarios, para realización del presente trabajo.

Durante el recorrido inicial se observó en primera instancia, que en los taludes existen tramos con pendientes de cerca de los 90°, lo cual en las crecientes, ocasiona el que el agua se lleve consigo grandes áreas de terreno, perjudicando en gran medida, a los dueños de los mismos, y de manera directa en la pérdida de sus tierras, y en el mismo caso como en su agricultura.

De igual modo en el centro del río se detectaron fosas de gran profundidad, ocasionadas por los mismos motivos de la mala explotación de la arena y sus minerales, lo que con el tiempo hace que se llenen de sedimentos y se forman pantanos, que de la misma manera perjudica y pone en peligro la vida de los habitantes de la zona, que utilizan estos lugares del río como caminos en tiempos de secas.



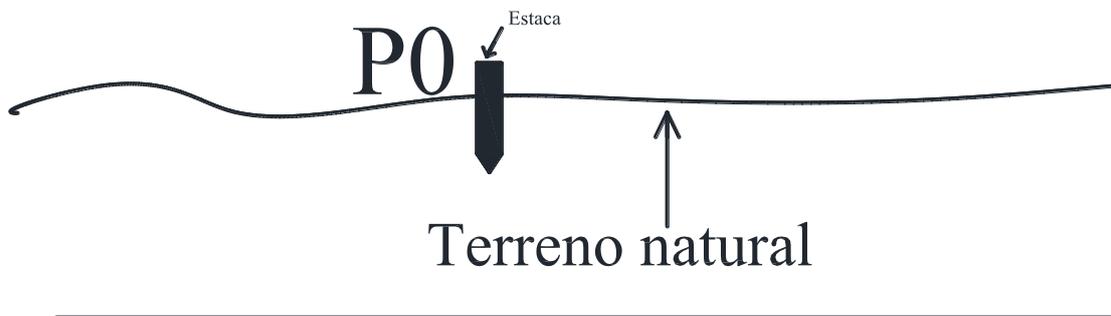
Al reconocer el río se observó el mal estado en el que se encuentra el cauce y en mayor grado sus hombros, ya que en el recorrido aguas abajo en un largo de 7 kilómetros, aproximadamente en un 30%, se observó el alto grado de destrucción en sus hombros, a tal magnitud que por tramos se pierde totalmente la forma del río, en los que se ven taludes de hasta 90° lo que ocasiona serios daños al entorno ecológico de la región.



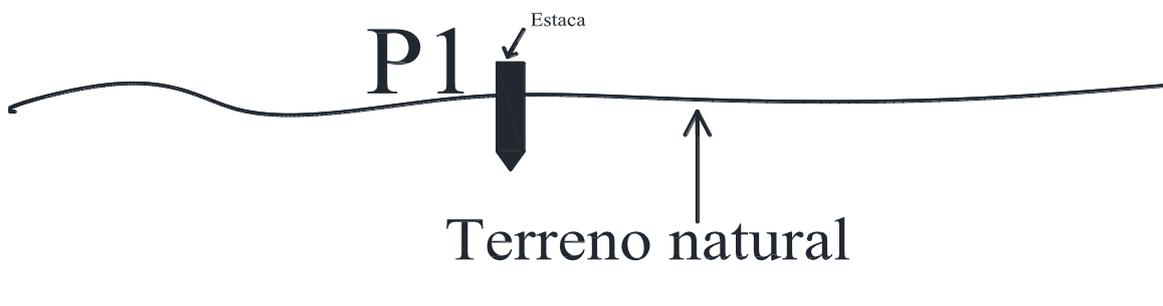
Los instrumentos, herramientas y materiales empleados fueron los siguientes:

- Una Estación Total.
- Dos bastones con prismas.
- Dos balizas.
- Una libreta de tránsito.
- Estacas.
- Martillo.
- Pintura.
- Clavos.
- Metro.

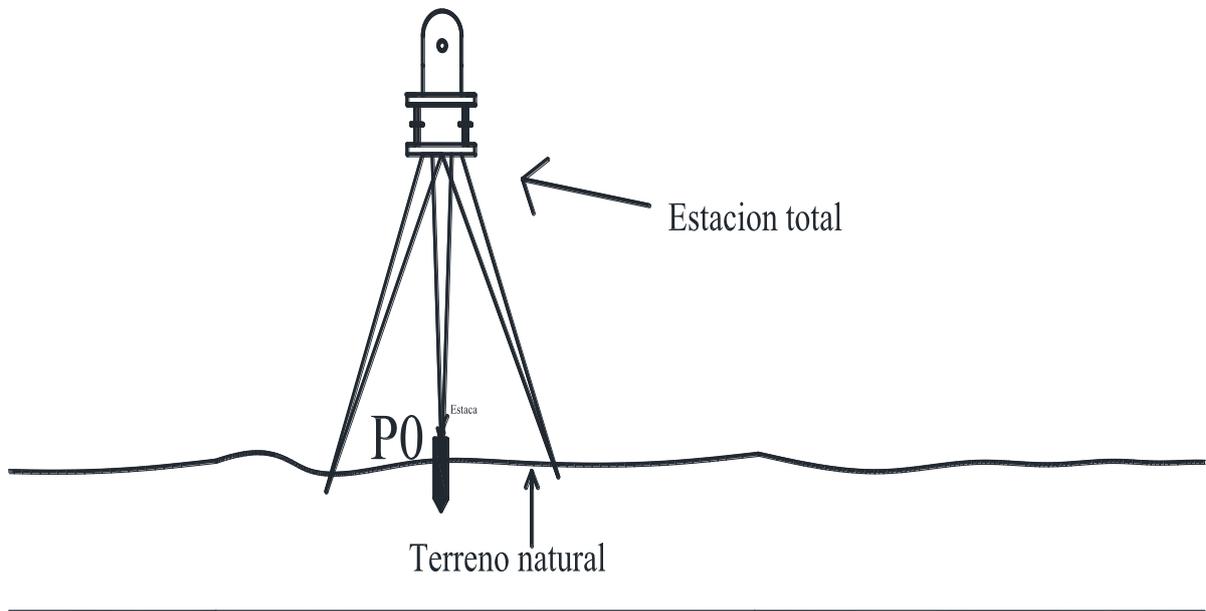
Al iniciar el levantamiento en el sentido aguas abajo se procede a colocar una estaca centrándola lo más posible al cauce del río, procurando que este firme en el lugar que se colocó, para posteriormente clavarle al centro un clavo y pintándolo para distinguirlo fácilmente y para nuestro estudio lo denominamos estación P0.



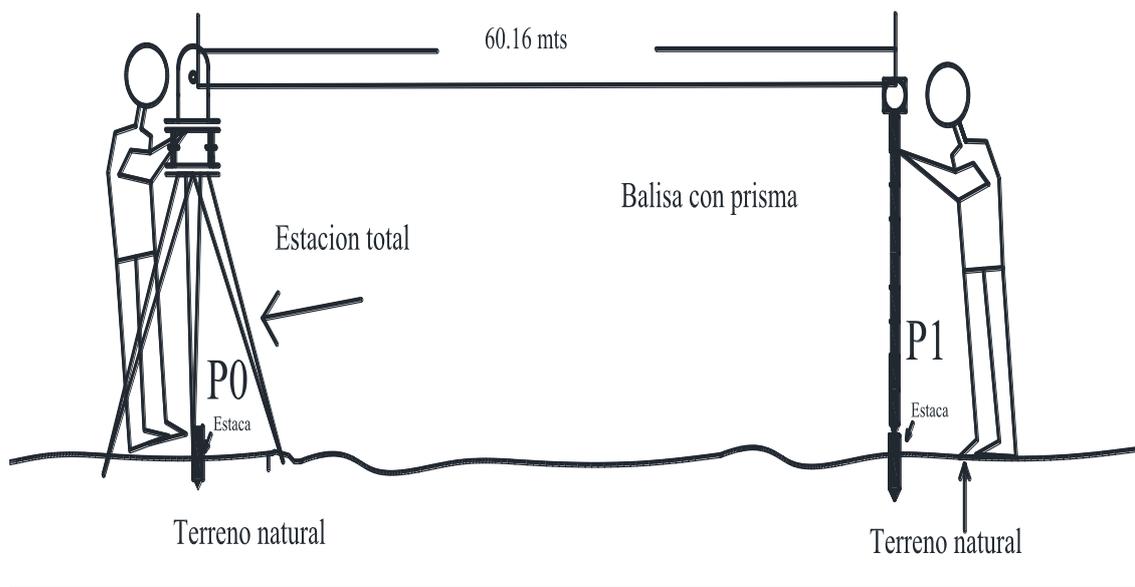
Escogemos otro punto a una distancia practica para nosotros, al que denominamos P1 de igual manera colocamos la estaca firmemente en el punto clavamos el clavo y pintamos.



Se coloca la estación total sobre el punto denominado P0, se centra exactamente sobre el punto marcado con la cabeza del clavo.



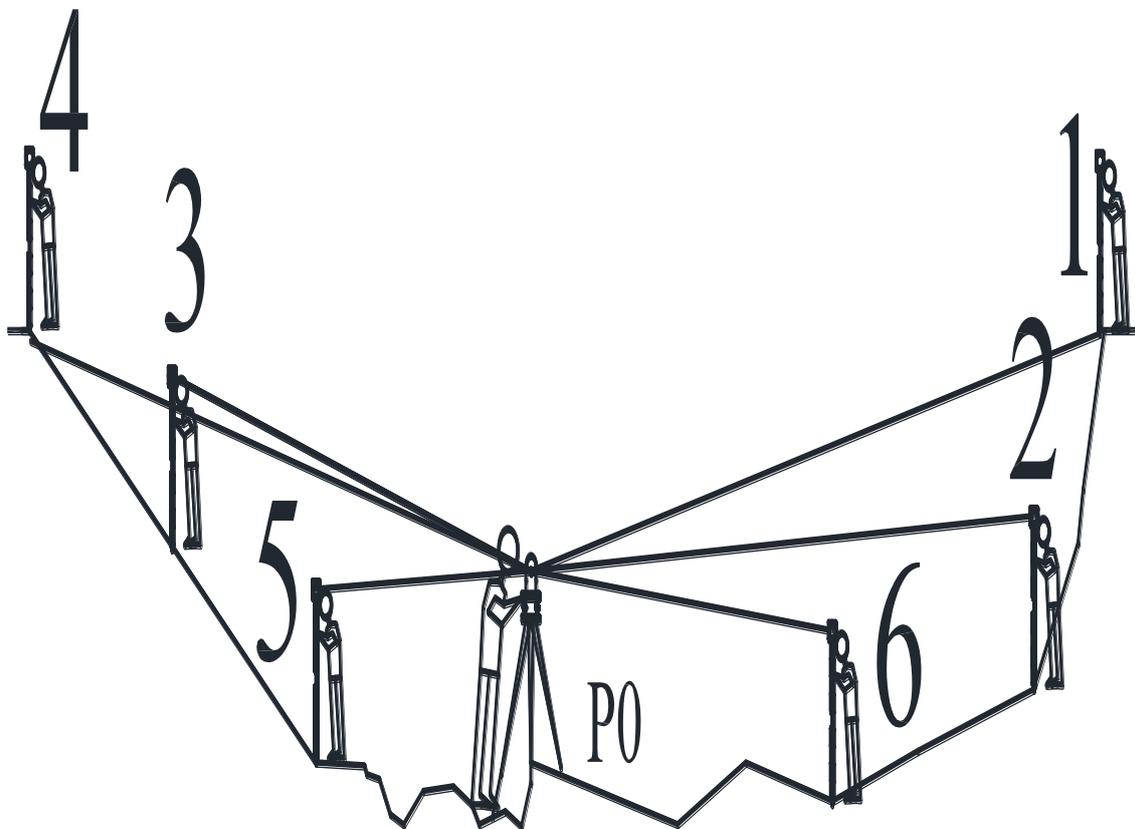
Cumpliendo con lo anterior se coloca el prisma en P1, la estación total esta situada en P0, y desde este punto se realiza la primera lectura.



En nuestra primera lectura obtuvimos:

- Azimut Directo de $298^{\circ}56'10''$.
- Distancia de 60.16 m.
- Coordenadas P1
 - N 100,000.00
 - E 100,000.00
 - Z 1,900.00

Después de obtener estos primeros datos, situando la estación total en el mismo punto, se procede a realizar el levantamiento de detalles, quedando estos gravados en la misma, pero a la vez también indicándolos en nuestro croquis realizado en la libreta de tránsito.



Posteriormente se coloca otra estaca a una distancia conveniente a nosotros, se le asigna P2, se coloca la estación total, cumpliendo con las condiciones necesarias, y se procede a tomar la nueva lectura, obteniendo las cotas del nuevo punto, y llevando nuestro cadenamiento en base a las distancias que hay entre puntos.

Se realiza también el levantamiento de detalles en este y todos los puntos consecuentes, estos nos sirven para tener una referencia más precisa y realizar una figura más semejante al lugar.

A continuación se muestra nuestro registro de campo:

ESTACION	PUNTO 0	DIST	AZIMUT DIRECTO		Z	COORDENADAS
P1	P0		298°56'10"		1900	N 100,000.00 E 100,000.00 Z 1,900.00
P1	BN1		137°41'44"		1904.46	DIST. EJE DEL RIO 63.56
EST	P 0	AZ DIR	N	E	Z	DIST
P1	P2	115°47'41"	99,902.227	100,202.291	1899.694	224.650
P2	P2'	211°13'23"	99,885.111	100,191.885	1903.868	
P2	P3	105°31'46"	99,830.161	100,461.814	1899.249	269.357
P3	P4	109°36'52"	99,767.450	100,637.787	1899.046	186.813
P4	P5	132°24'07"	99,644.935	100,771.949	1898.557	181.684
P5	P6	171°11'23"	99,561.923	100,784.815	1898.373	84.003
P6	P7	214°35'17"	99,447.918	100,705.981	1898.077	138.870
P7	P8	186°53'40"	99,308.400	100,689.151	1898.007	140.212
P8	P9	149°38'08"	99,075.048	100,825.857	1897.709	270.439
P9	P9P	62°30'34"	99,096.212	100,866.509	1902.885	45.827
P9	P10	123°33'00"	98,927.273	101,048.713	1897.214	267.405
P10	P11	162°12'06"	98,768.564	101,099.664	1896.905	166.686
P11	P12	188°48'11"	98,610.358	101,075.164	1896.648	160.090
P12	P13	141°52'21"	98,318.648	101,304.119	1897.341	370.830
P13	P14	101°24'14"	98,290.258	101,643.180	1895.815	345.889
P14	P15	102°26'32"	98,192.160	101,906.904	1895.312	269.656
P15	P16	126°48'22"	98,008.283	102,152.243	1894.986	306.918
P16	BNP16P	138°33'45"	97,939.783	102,212.713	1901.429	91.372
P16	P17	116°39'56"	97,855.002	102,497.465	1894.630	341.548
P17	P18	146°48'38"	97,686.254	102,567.846	1895.097	201.643
P18	PI9	151°32'56"	97,192.934	102,835.149	1893.306	561.084
P19	P20	124°29'59"	96,992.526	103,127.473	1893.574	354.425
P20	P21	125°07'93"	96,655.093	103,604.083	1891.941	586.418
P22	P23	192°10'22"	96,195.023	103,884.035	1891.072	207.962
P23	P24	229°34'03"	95,913.984	103,354.188	1890.548	433.343
P24	P25	192°52'38"	95,737.833	103,513.918	1890.407	180.695
P25	P26	134°46'20"	95,502.395	103,751.236	1890.043	334.292
P26	P27	145°36'56"	95,335.245	103,865.619	1889.787	202.540
P27	P28	112°43'37"	95,277.714	104,002.971	1889.584	148.915
P28	P29	91°46'21"	95,266.215	104,374.547	1889.065	371.753
P29	P30	141°37'56"	95,207.234	104,421.241	1888.925	75.22

CADENAMIENTOS PUNTOS POLIGONAL

P0	0+000		
P1	0+060		
P2	0+285		
P3	0+554		
P4	0+741		
P5	0+923		
P6	1+007	1006.67	
P7	1+146	138.87	1145.54
P8	1+286	1285.75	140.21
P9	1+556	270.44	1556.19
P10	1+824	1823.60	267.41
P11	1+990	166.69	1990.29
P12	2+150	2150.38	160.09
P13	2+521	370.83	254.21
P14	2+867	2867.10	345.89
P15	3+137	269.66	3136.76
P16	3+444	3443.68	306.92
P17	3+785	341.55	3785.23
P18	3+987	3986.87	201.64
P19	4+548	561.08	4547.95
P20	4+902	4902.38	354.43
P21	5+489	586.42	5488.80
P22	5+899	5899.72	410.92
P23	6+108	207.96	6107.68
P24	6+541	6541.01	433.33
P25	6+722	180.70	6721.71
P26	7+056	7050.01	334.30
P27	7+258	202.54	7258.55
P28	7+407	7407.47	148.92
P29	7+780	371.75	7779.22
P30	7+855	7854.45	75.23



6.-DESARROLLO DE GABINETE



INSTRUCCIONES PARA LA TRANSFERENCIA DE DATOS DE LA ESTACIÓN A LA COMPUTADORA

EN LA COMPUTADORA

INICIO, PROGRAMAS, SOKKIA, PROLINK

1. Abrase un nuevo proyecto con File, New Project y teclear el nombre del proyecto.
2. Seleccione el icono de RECEIVE (RECIBIR) o en File, Receive.
3. Marque la ventana SAVE AND IMPORT TO CURRENT FIELD BOOK (grabar e importar al presente proyecto).
4. Verificar que los parámetros de comunicación sean COM 1 ó COM 2 (según sea el caso), 9600 bauds, paridad NONE, bits de datos 8, bits de stop 1 (COM 1, 9600,N, 8, 1) si no es así entrar a la opción de SETTINGS y configurar adecuadamente los parámetros. Seleccione OK.
5. Teclear el nombre del archivo CON EXTENSIÓN *.SDR o utilizar USE JOB NAME para que grabe el archivo con el mismo nombre que se encuentra registrado en la estación total. Seleccione OK y la computadora estará en espera de datos. WAITING TO RECEIVE.

EN LA ESTACIÓN

Verificar desde la configuración CONF Y COMMS SETUP que los parámetros de comunicaciones sean también 9600, N, 8, 1. Si no es así ajustarlos para que coincidan con los de la computadora.

1. En el menú principal seleccione la opción MEM (memoria), JOB ← (trabajos), COMMS OUTPUT← (salida de datos).
2. Seleccionar con ← (enter) el o los archivos que se desean transmitir a la computadora. Los archivos se marcan como OUT.
3. Seleccione (F4) OK.
4. Seleccione la salida de datos SDR← y en ese momento se inicia la transmisión de los datos hacia la computadora.

EXPORTACIÓN DE LOS DATOS DE COORDENADAS A UN ARCHIVO DE TEXTO.

(Listado de coordenadas)

- 1.- Seleccione el icono EPORT ò la opción File, Export.
- 2.- Seleccionar el formato de los datos que se desean exportar,
Por ejemplo: Punto, N, E, Z, Código.
- 3.- Escriba el nombre del archivo.

TRASLADO DE DATOS DE LA COMPUTADORA A LA ESTACIÓN

Para realizar el replanteo o estacado de puntos es necesario primero convertir el archivo de coordenadas (*.tex) a un archivo en formato de Sokkia (*.SDR).

1. El archivo de coordenadas deberá encontrarse en el siguiente formato (exactamente así):

Punto, N, E, Z, Código por ejemplo: 201, 1002.356, 1235.654, 789.123, ESQUINA

2. Seleccione el icono IMPORT o la opción File, import.

3. Seleccione el formato de los datos que se desean importar, que deberá ser:

Punto, N, E, Z Código.

4. Seleccione el archivo de coordenadas. En este momento se despliegan todos los datos a replantear.

5. Seleccione el icono EXPORT o la opción File Export.

6. Seleccione el formato de datos que se desean exportar que deberá ser SDR33/31. Anote el nombre del archivo destino.

7. Seleccione el icono de SEND (ENVIAR) ó en File, Send.

8. Marque cualquier ventana: CURRENT FILE BOOK (datos de pantalla) o File(S) FROM DISK (datos de disco)

9. Con los parámetros de comunicación ya configurados y la estación lista para recibir presione OK. En ese momento los datos son transferidos a la estación total

DIBUJO DEL RIO

Para la elaboración de una figura semejante del río, son necesarios todos los datos obtenidos del trabajo de campo, y de Autocad que es un programa muy utilizado en la industria de la construcción y en la ingeniería industrial y mecánica, entre otras ramas. Es un potente programa muy sofisticado de diseño y dibujo de precisión, con niveles de confiabilidad altos con sus siglas CAD, que en español significan “Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design). Por medio del cual, con los datos obtenidos nos ayuda a generar cuadros de curvas, donde el programa nos da puntos de inflexión en cada forma global, reconociendo arcos y polilíneas con segmentos curvos.

Como nuestros datos los tenemos en un archivo de CivilCad lo tenemos que pasar a AutoCad de la siguiente manera:

1.- Ir a CivilCad de ahí a puntos, terreno e importar.

2.- Seleccionar nYZ.

3.- Seleccionar el archivo y listo.

Nuestros datos se ven así en la computadora

Como podemos ver aparecen todos nuestros puntos desde P0 hasta P30, desde el punto 1 al 570, así como nuestros puntos de liga, cada uno de ellos con sus coordenadas bien establecidas y sus características bien definidas.

Lo siguiente que hicimos es el comparar estos puntos, con nuestro croquis dibujado en la libreta de tránsito para ver cuales corresponden al cauce y hombros del río, y cuales a otra característica muy particular que por su importancia fueron recolectados y son importantes para el buen desarrollo del trabajo.

Para facilitar nuestro trabajo en Autocad podemos utilizar las capas. A cada una le debemos definir un nombre y decidir en qué capa quedará cada objeto. De ese modo podemos activar o desactivar las capas, de forma que sus elementos se presenten o desaparezcan del dibujo, como si agregáramos o quitáramos acetatos. Además, con las capas es posible controlar de modo organizado la determinación de las propiedades de los objetos como colores y estilo de líneas.

Para crear las capas, darles nombre y definir sus propiedades de color, estilo de línea, grosor y estilo de trazado, usamos el “Administrador propiedades de capas”, el cual aparece con el menú “Formato-Capa”, con el botón de la barra de herramientas “Propiedades de objetos” o con el comando Capa.

Como puede verse, por definición existe una capa llamada 0. Esta capa tiene propiedades singulares. Si no creamos ninguna capa, todos los objetos pertenecen a la capa 0 y adquieren las propiedades que esta capa tenga, a menos que les definamos propiedades de color y grosor de línea distintas en lo individual.

Para crear una capa usamos el botón “Nueva” del “Administrador de propiedades de capa”.

Los nombres de las capas pueden contener hasta 255 caracteres, pero como suele ocurrir en estos casos, nombres cortos, pero lo suficientemente descriptivos son mejores.

Una vez que hemos creado una capa, podemos indicar sus propiedades de color, grosor y estilo de línea haciendo un doble clic en la propiedad a cambiar.

La propiedad “Estilo de trazado” con ella podemos definir para cada capa, que sus objetos se distingan con grosores y colores de línea distintos a los que tiene la capa.

Si ya tenemos creadas todas las capas necesarias, podemos hacer que alguna de ellas sea la capa activa. De modo que todos los objetos dibujados a partir de ese momento pertenezcan a esa capa. Para eso hacemos clic en alguna de las capas de la lista y pulsamos el botón “Actual” si aun esta abierto el “Administrador”.

Si estamos en el área de dibujo, podemos cambiar de capa simplemente seleccionado la barra “Propiedad de objetos”.

Por otra parte tanto en la lista desplegable de la barra de herramientas, como en la ventana del “Administrador de propiedades de capas” hay un icono de un candado. Con un clic dicho icono bloquea la capa, lo que impide que podamos que podamos editar los objetos que contiene. Es decir, podemos crear objetos nuevos, pero no modificar los existentes. Por supuesto, un nuevo clic la desbloquea.

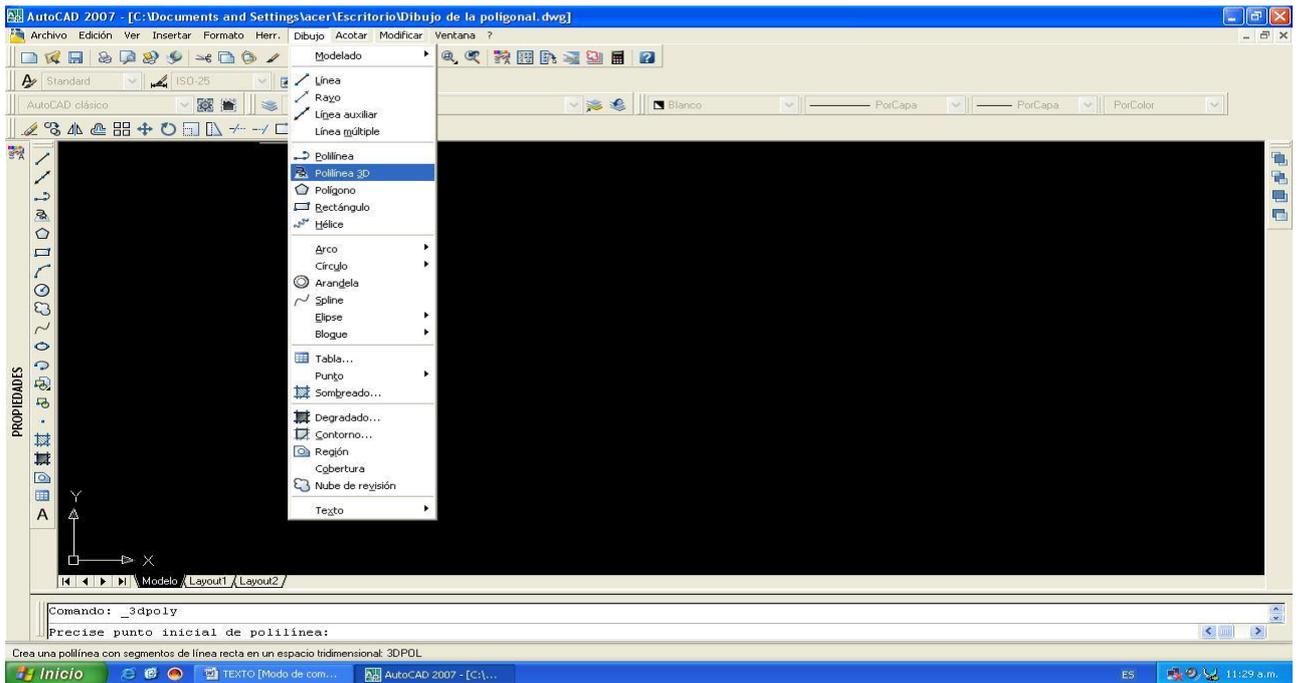
También podemos hacer que los objetos de una capa aparezcan o desaparezcan de pantalla como si retiráramos o añadiéramos acetatos. Para ello podemos desactivar la capa o inutilizarla. El efecto en pantalla es aparentemente el mismo: dejan de verse los objetos de esa capa. Sin embargo, internamente existe una diferencia de consideración, los objetos de las capas desactivados se vuelven invisibles, pero su geometría sigue considerándose para los cálculos que hace Autocad cuando regenera la pantalla después de un comando Zoom o Regen, que redibuja todo. Por su parte, inutilizar una capa no sólo vuelve invisible los objetos que contiene, sino que también dejan de considerarse para esos cálculos internos. Es como si dichos objetos dejan de existir, así sea mientras la capa esté inutilizada.

De esa manera creamos nuestra primera capa y la llamamos dibujo de la poligonal.

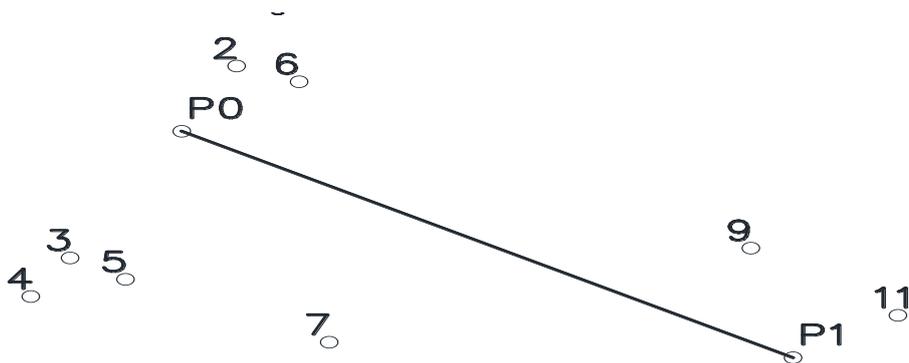
Lo primero que trazamos fue la unión de P0 a P30 para obtener de esa manera el dibujo de nuestra poligonal.

Como todos nuestros puntos del río, son considerados objetos compuestos ya que, para trabajar con ellos es necesario conocer todas sus características y coordenadas en 3 dimensiones, por ello es necesario para el dibujo de la poligonal utilizar las polilíneas 3D, que son objetos formados por segmentos de línea de arcos o de una combinación de ambos. Y si bien podemos dibujar líneas y arcos independientes que tengan como punto inicial el último punto de otra línea o arco, y con ello crear las mismas formas, las polilíneas tienen la ventaja de que todos los segmentos que las forman se comportan como un único objeto.

Para activar la polilínea 3D se puede hacer directamente del menú Dibujo y de ahí se despliega varios comandos y le damos clic a polilínea 3D.



Y ya podemos trabajar con ella uniendo con un clic de P0 a P1 y después a P2 y así hasta llegar a P30.

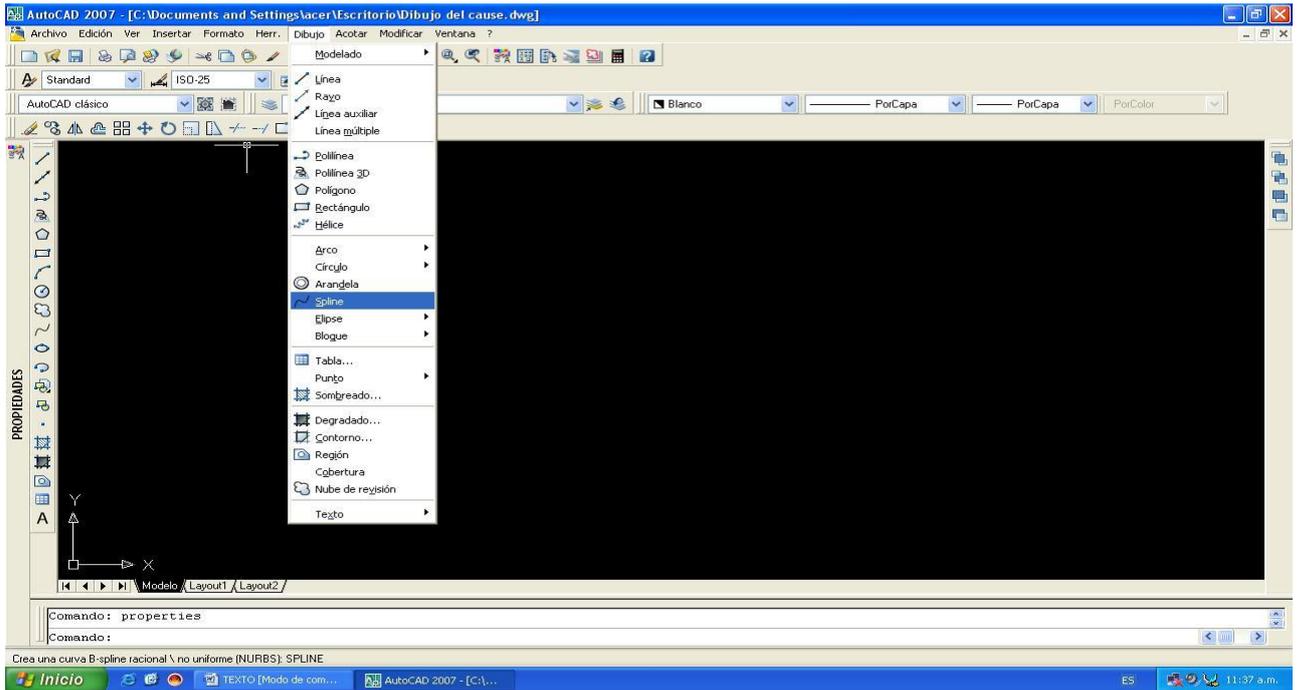


De esa manera ya tenemos una capa, ahora creamos otra a la que llamamos cause, que nos indica la parte baja del rio, para ello necesitaremos nuestro croquis de la libreta de tránsito para ver los puntos que corresponden y a su vez unirlos con una línea llamada Splines.

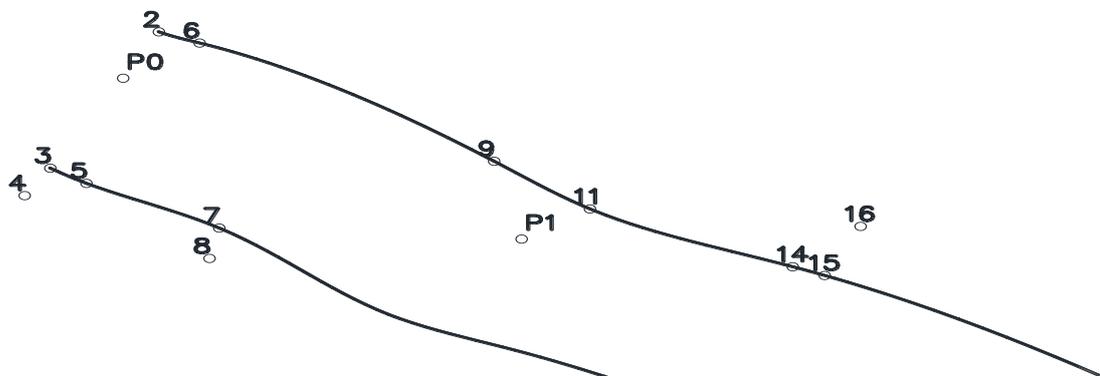
Los splines son tipos de curvas suaves que pasan por los puntos que se le van indicando.

En Autocad, un spline se define como una “Curva Bezier-spline racional no uniforme” (NURBS, por sus siglas en ingles), lo que significa que la curva no está compuesta por arcos de circunferencia, ni arcos elípticos, que sean tangentes entre sí. Es pues una curva suavizada que, claro, nos sirve para crear diseños de objetos que escapan a la geometría de los objetos simples. Los splines se construyen pues indicando los puntos por los que ha de pasar la curva. Desde el último, punto debemos indicar la tangencia (o sea el ángulo de inclinación) del punto inicial y la del punto final. De la definición de estas tangencias depende la forma final del spline.

Para activar la spline se puede hacer directamente del menú Dibujo y de ahí se despliega varios comandos y le damos clic a spline. De ese modo podemos trabajar con ella uniendo con un clic cada uno de los puntos que corresponden al cause izquierdo y derecho del cause como lo indica la siguiente figura.

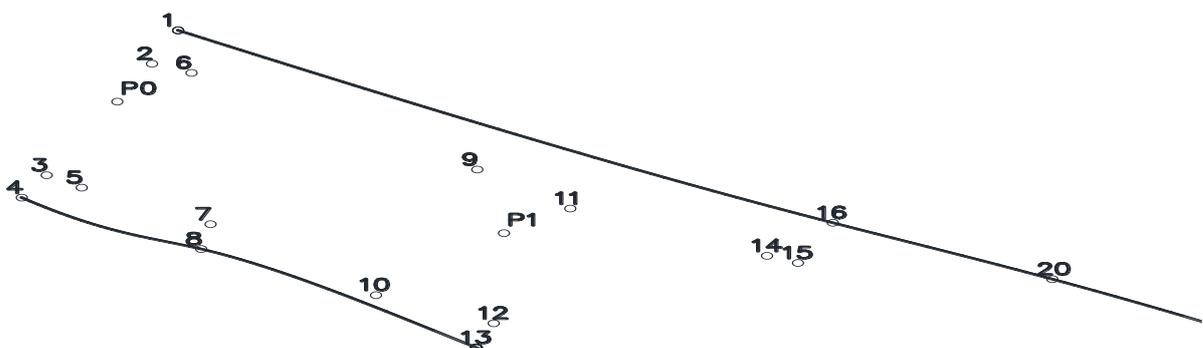


De ese modo podemos trabajar con ella uniendo con un clic cada uno de los puntos que corresponden al cause izquierdo y derecho del cause como lo indica la siguiente figura.



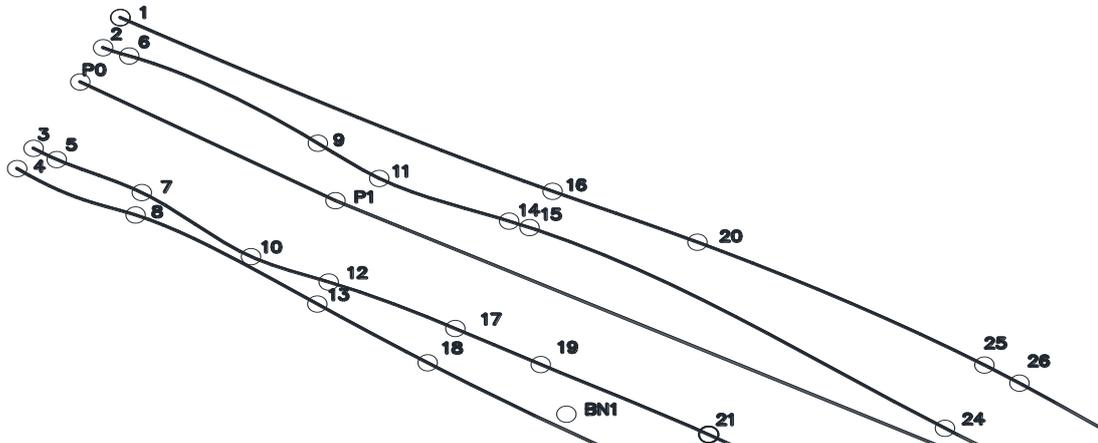
Del mismo modo con spline unimos los hombros del río todo esto en base a nuestro croquis levantado en campo.

Para ello creamos otra capa a la que nombramos hombros.



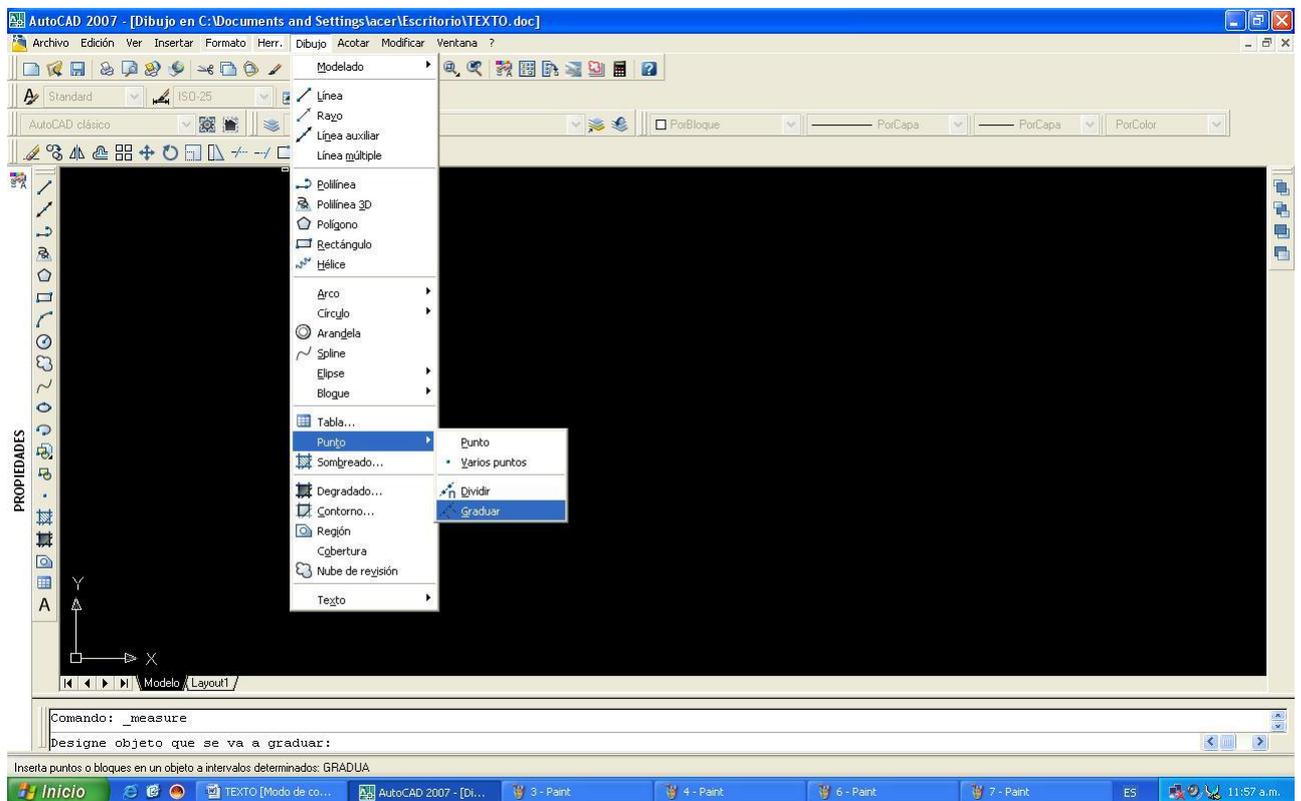
Es de suma importancia que en cada capa la señalemos con líneas de colores diferentes, y con tipos de líneas de diversos grosores para distinguir fácilmente lo que nos indican, ya que una vez activas todas las capas se pueden llegar a confundir, y en este caso lo manejamos así:

- El color negro nos indica la poligonal.
- El color cían el cause.
- El color verde los hombros.

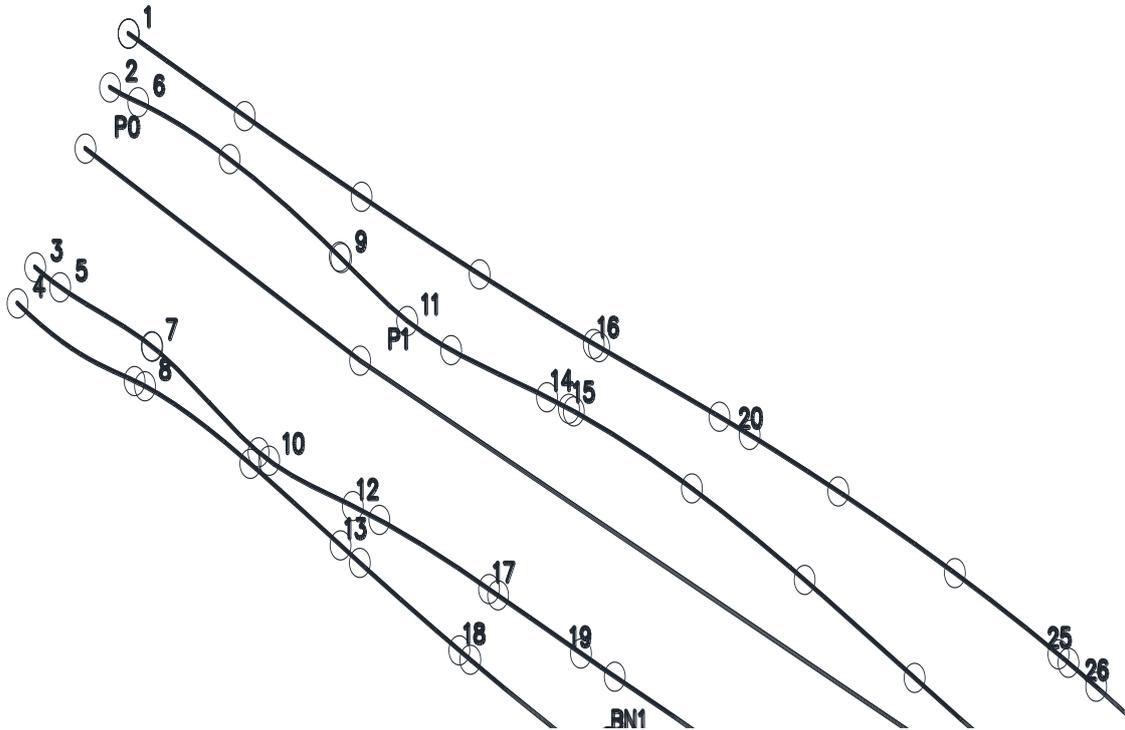


El siguiente paso es el de realizar el perfil del río, para ello son necesario los datos las elevaciones del centro del cause, a intervalos de 25 metros a lo largo de río.

Primero, es necesario el colocar puntos en las líneas tanto del cause como de los hombros del río, para ello Autocad cuenta con un comando llamado punto, que se encuentra en el menú Dibujo, y de ahí se despliega graduar, que al seleccionarlo nos pide que indiquemos el objeto a graduar y las unidades que en este caso fue de 25. Al realizar todo esto Autocad no modifica para nada los datos de cada uno de nuestros puntos.

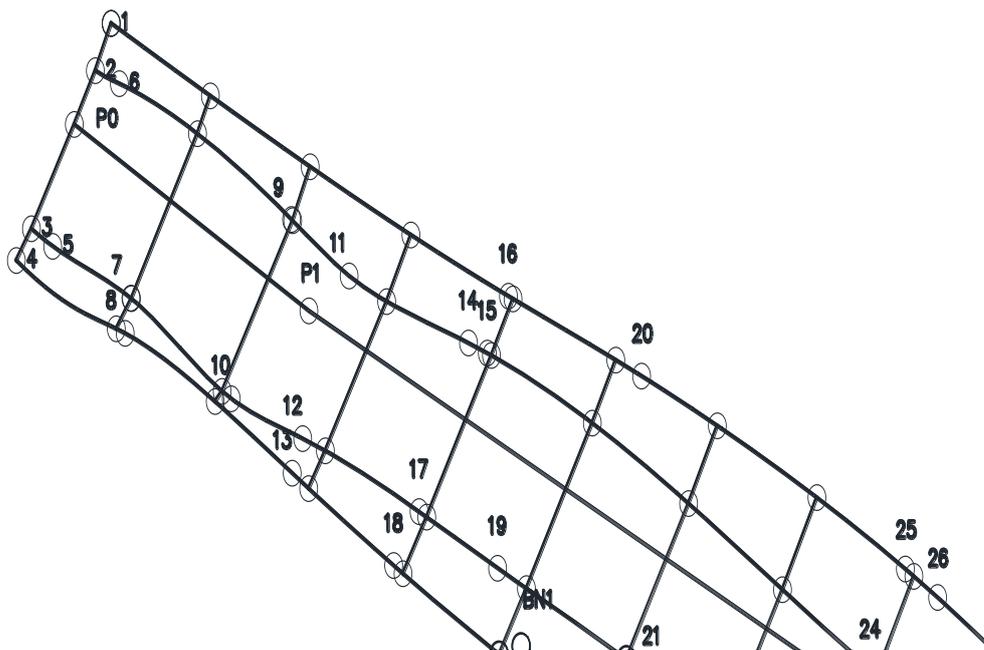


Al graduar cause y hombros creamos una nueva capa que llamaremos graduación de hombros y cause de color azul y se puede ver así:

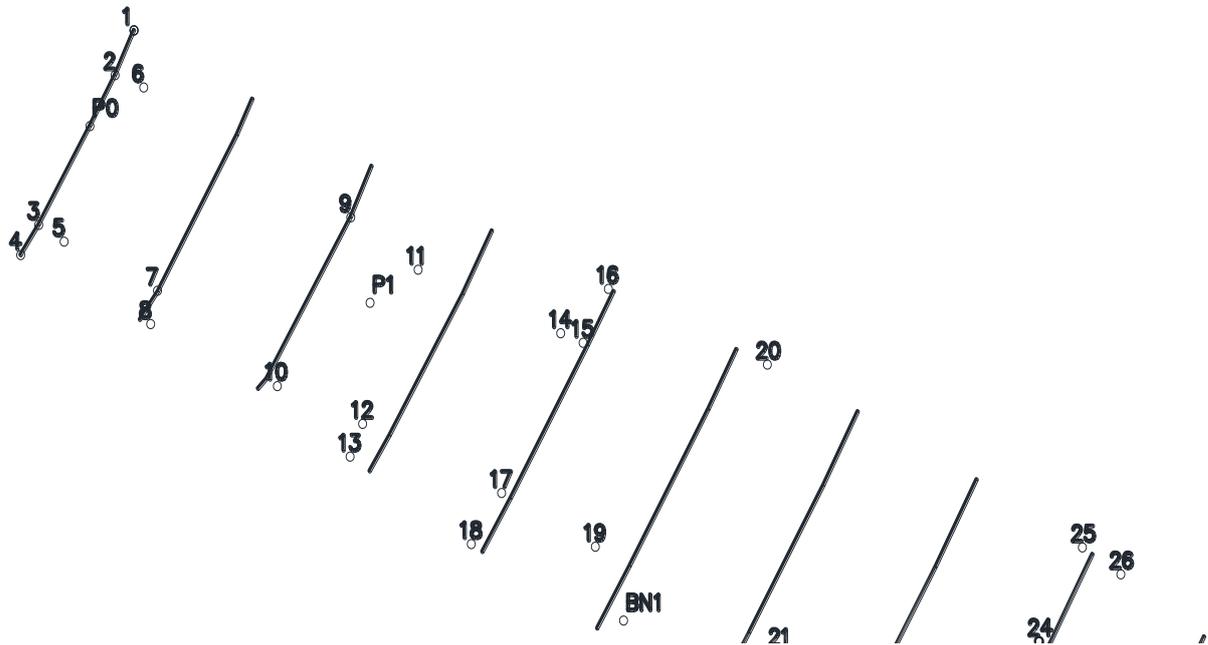


Lo siguiente es, seccionar transversalmente tramos del río a cada 25 metros, y nuevamente lo realizamos con polilínea 3D. Dando clic, primero en un punto de un hombro izquierdo, después en el punto izquierdo del cause, para seguir con el punto derecho del cause, y por último el punto derecho del hombro.

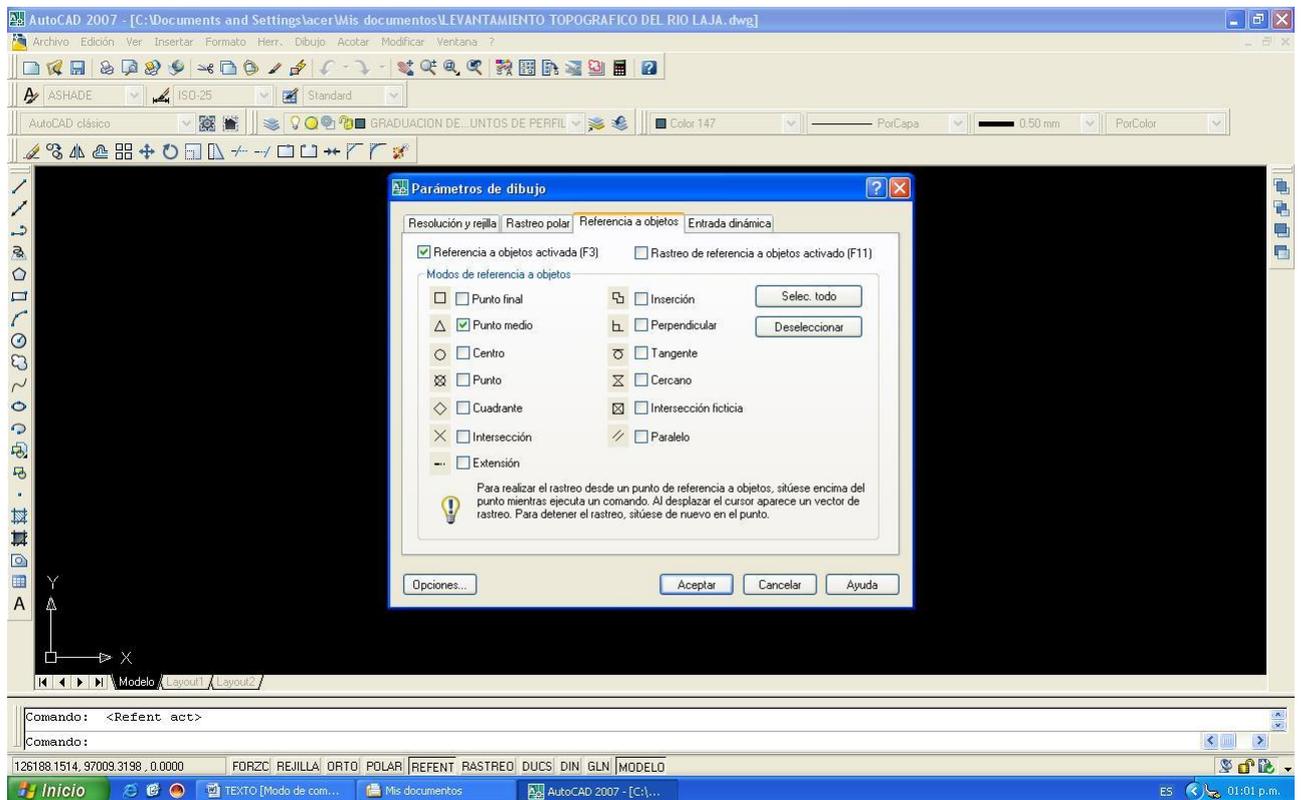
Al hacerlo primero abrimos otra capa y la llamamos líneas transversales y señalamos de color rojo.



Para tener una mejor vista de las líneas transversales desactivamos todas las otras capas para de esta forma verlas así.



Como necesitamos hacer el perfil del río, es necesario tener datos de sus elevaciones en el centro del mismo, para ello con spline trazamos una línea en el centro del río con la ayuda de Autocad en un recuadro en la parte inferior donde aparece REFENT y de irse a Parámetros y activar punto medio para que este nos indique el centro exacto del cause.

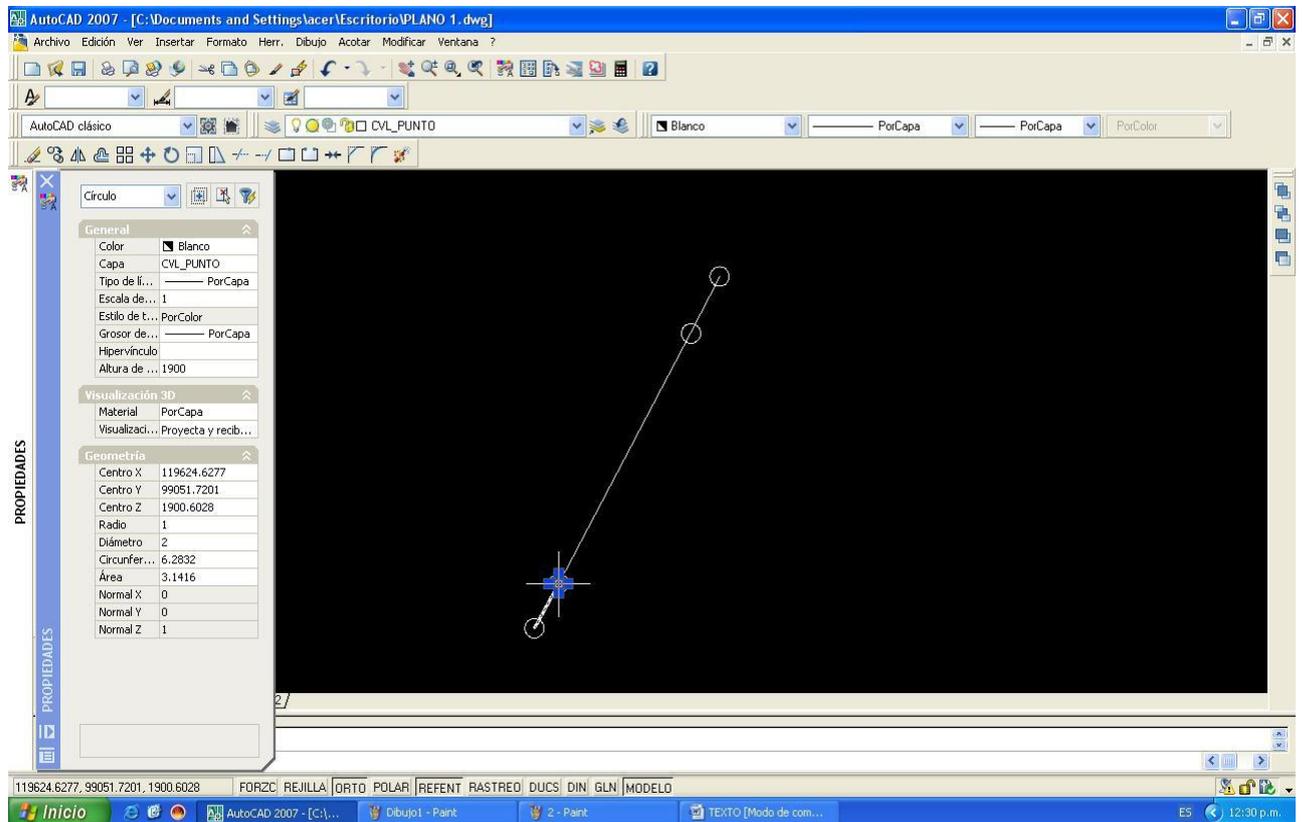


Para realizar los planos es necesario hacerlo por secciones de 25 metros, para ello tomaremos como base las líneas transversales del río, primero tomamos la primera línea.

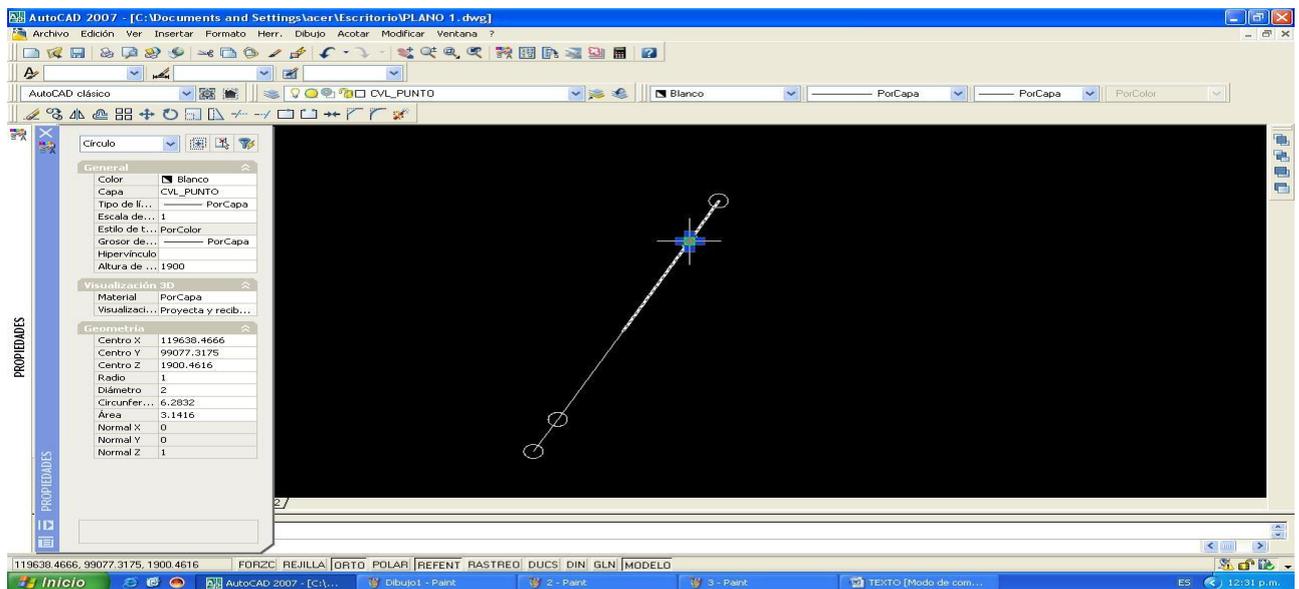


Para obtener la altura de los hombros del río con respecto al cause, así como la distancia horizontal tanto del cause como la de los hombros, es necesario colocar la sección a estudiar en un sistema de coordenadas muy bien definido, con la ayuda de Autocad podemos hacerlo, primeramente es fundamental tener un eje de coordenadas bien establecido ya sea X, Y o Z.

Para definir primero el eje vertical, se toman en cuenta las coordenadas del lado izquierdo del cause como se ve a continuación:



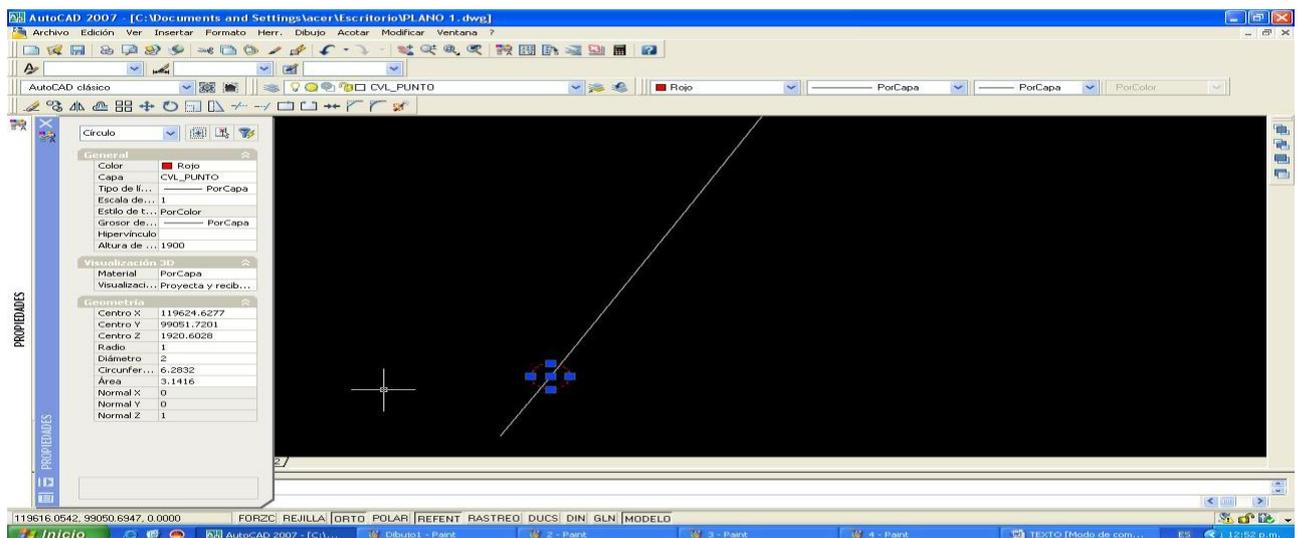
Como podemos ver en la parte izquierda de la pantalla se nos indican las propiedades de cada punto en este caso Centro X = 119624.6277, Y = 99051.7201 y Z = 1900.2028.
Lo siguiente es ver las propiedades del punto derecho del cause como se hizo a continuación:



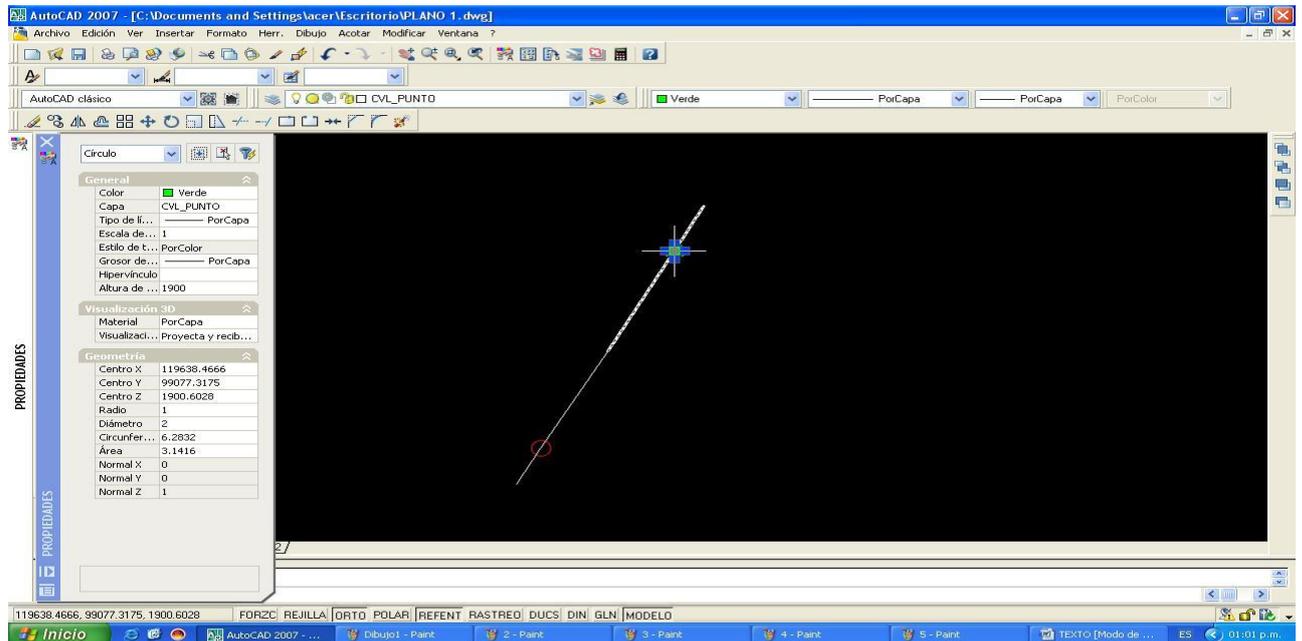
Aquí observamos X= 119638.4666, Y= 99077.3175 y Z= 1900.46.

Lo siguiente es colocar un punto con las coordenadas de X y Y del cause izquierdo, y de Z aumentándole 20 unidades para de ese modo tener un eje vertical perfecto, y para trazar un eje horizontal exacto, coloque un punto con las coordenadas X y Y del cause derecho y Z con las coordenadas del punto del cause izquierdo, de tal modo que podamos colocar un eje de coordenadas en nuestra sección y poder de esa manera obtener sus acotaciones con la ayuda de Autocad.

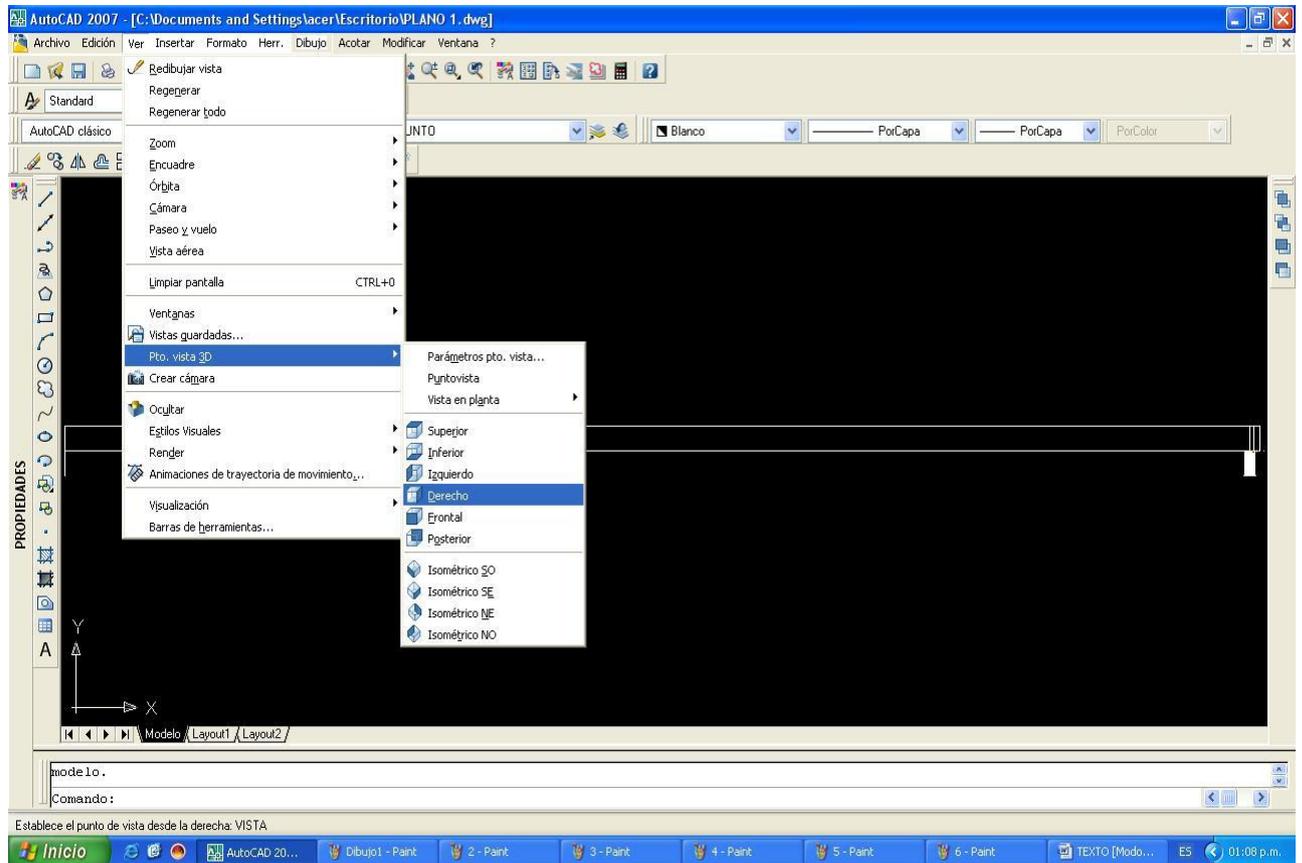
Lo primero es dibujar un círculo pequeño con un diámetro de 1 unidad en cualquier parte de la pantalla, luego seleccionarla y con un clic derecho irnos a sus propiedades y en estas colocar las coordenadas de X y de Y del cause izquierdo con Z aumentándole 20 unidades y Autocad lo colocara exactamente vertical arriba del punto del lado izquierdo del cause como vemos a continuación:



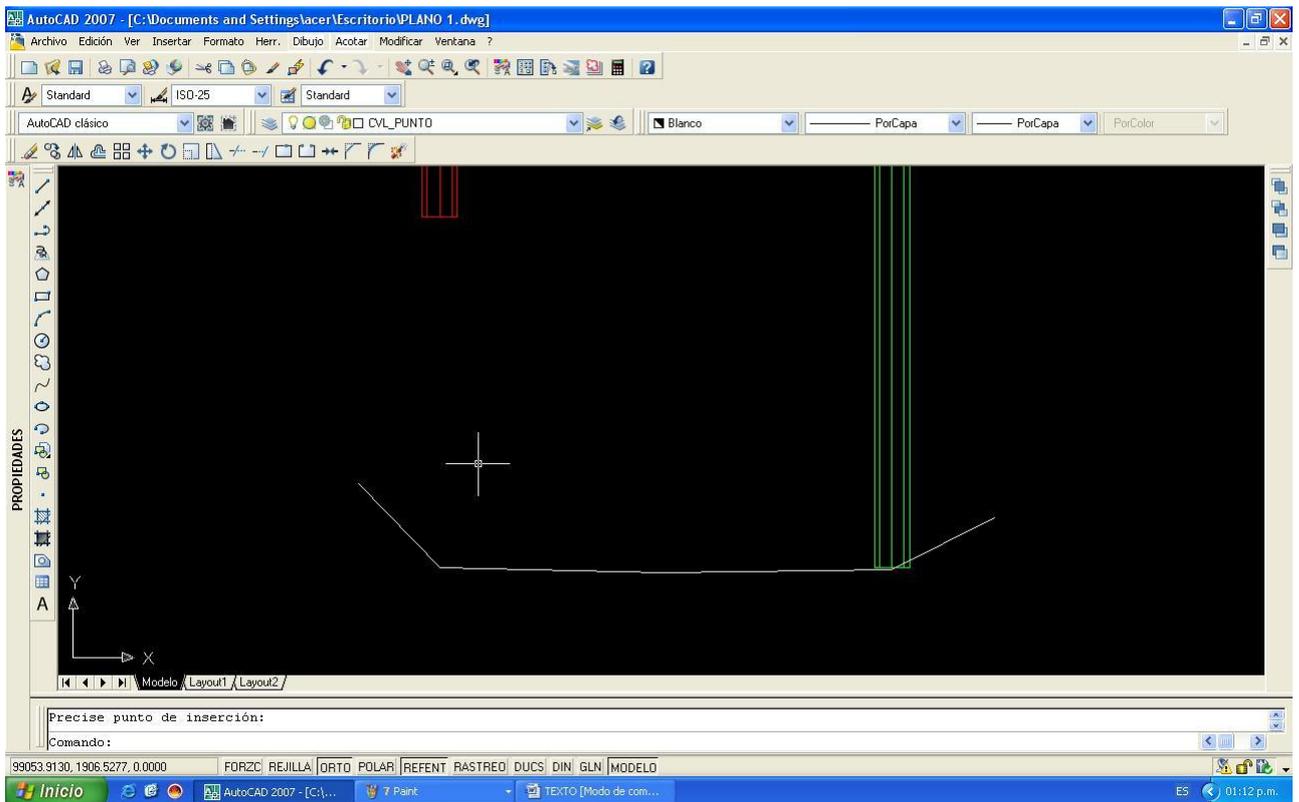
Lo siguiente fue colocar otro punto con las coordenadas de X y de Y del cause derecho y con las coordenadas de Z del punto izquierdo.



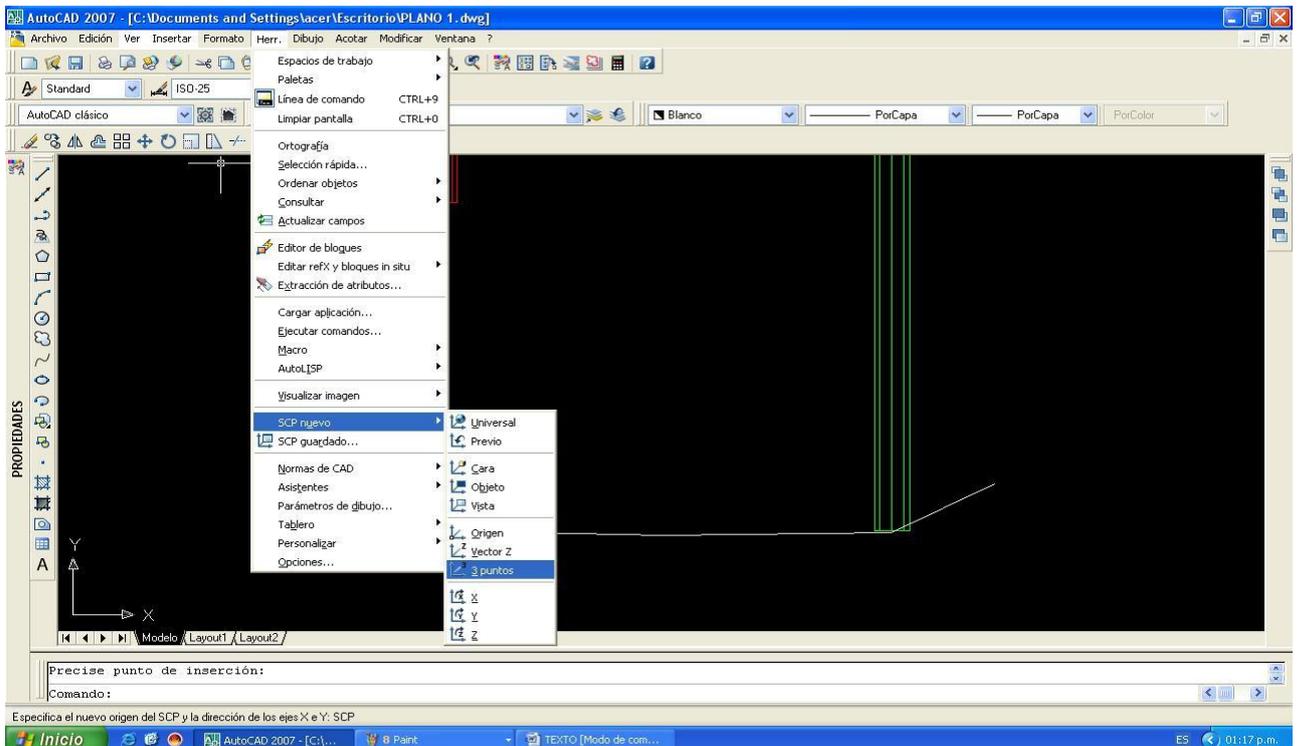
Una vez teniendo estos puntos nos vamos al menú de Autocad ver para elegir la opción que más sea práctica para ver cada sección y la cual fue, el punto de vista derecho y esto se puede hacer de la siguiente manera:



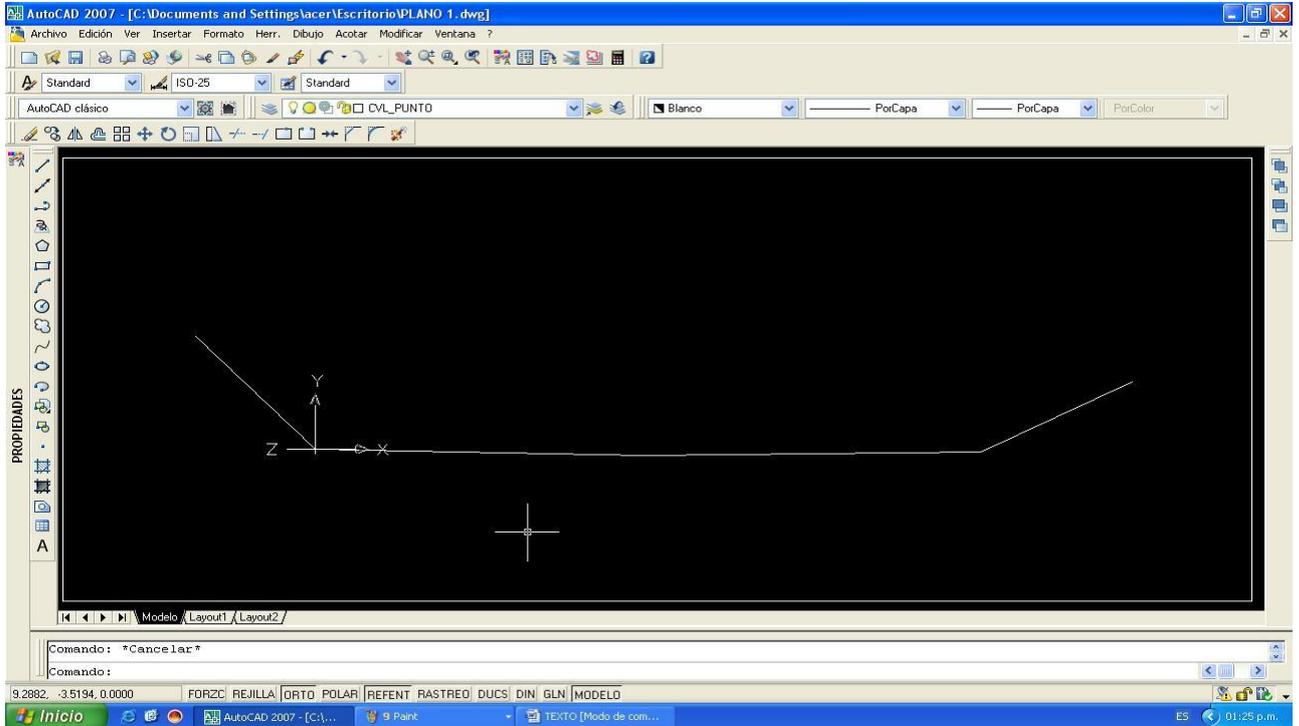
Y ya hecho esto la sección se ve así:



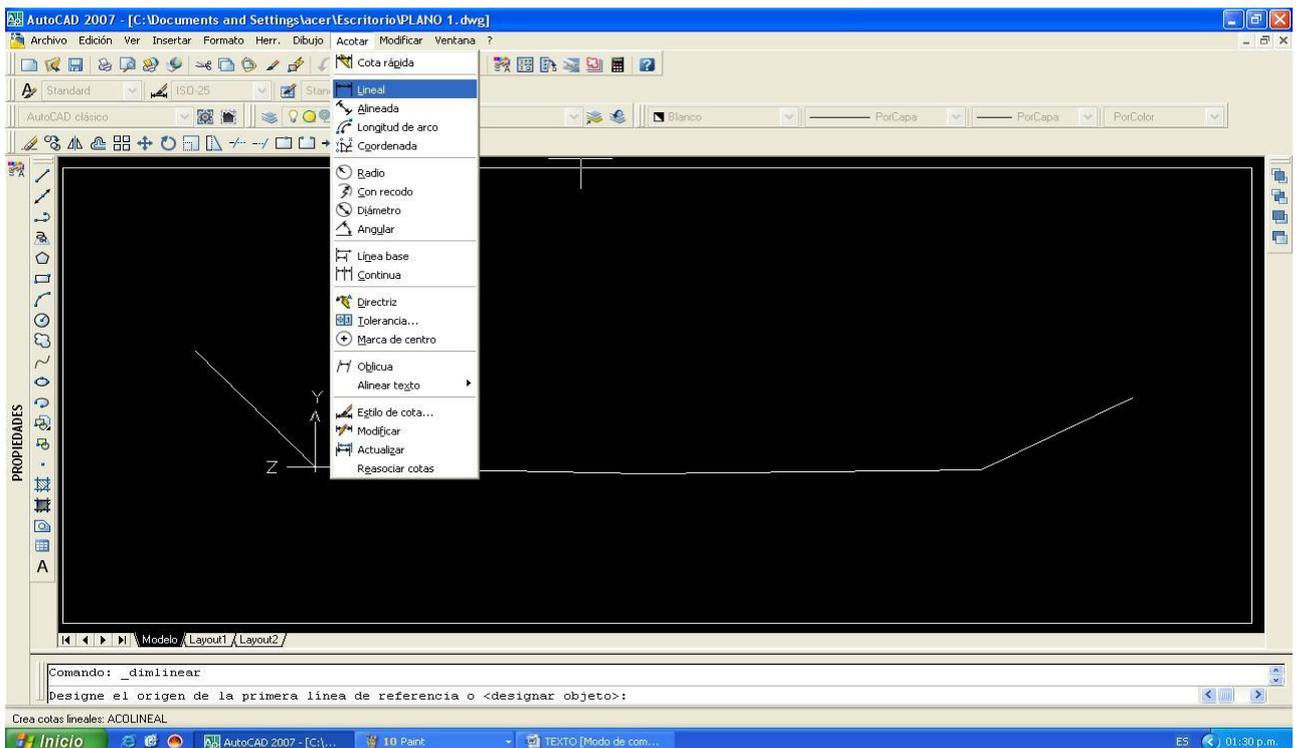
Las líneas roja y verde son los puntos que colocamos para definir el sistema de coordenadas y esto se hace con Autocad, en el menú herramienta, y de ahí elegir SCP Nuevo y por último 3 puntos como se muestra:



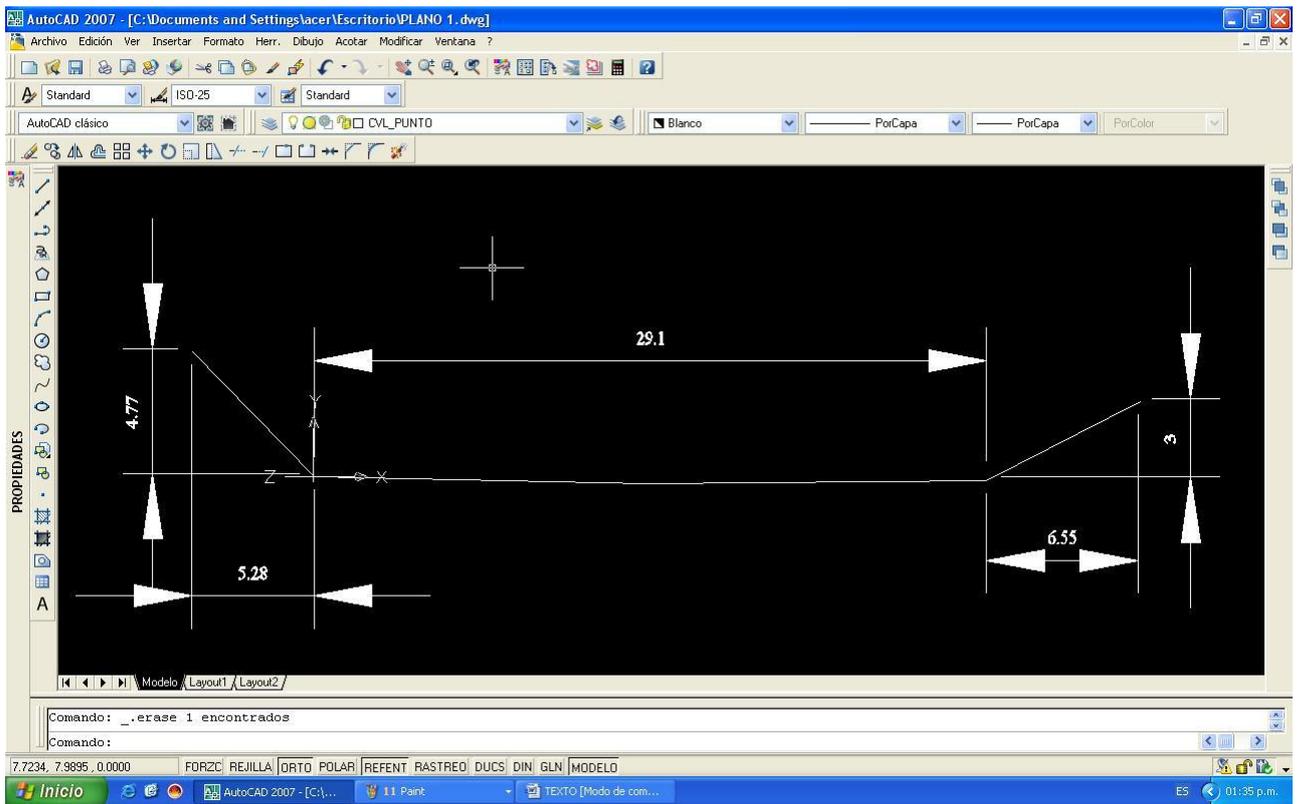
Al elegir esta opción Autocad nos pide el primer punto para definir el eje X para ello damos un clic en la parte izquierda del cause, después damos el segundo clic en el punto que colocamos con referencias a las coordenadas X y Y de punto derecho y con con Z del punto izquierdo del cause y por ultimo un clic en el punto superior izquierdo quedando así bien definido el sistema de coordenadas.



Una vez teniendo bien establecidos los ejes de coordenadas, procedemos a acotar la sección con el menú Acotar y eligiendo la opción líneaal como se muestra:



Ya elegida esta opción se obtienen todos los datos necesarios como se ve enseguida:



BIBLIOGRAFÍA

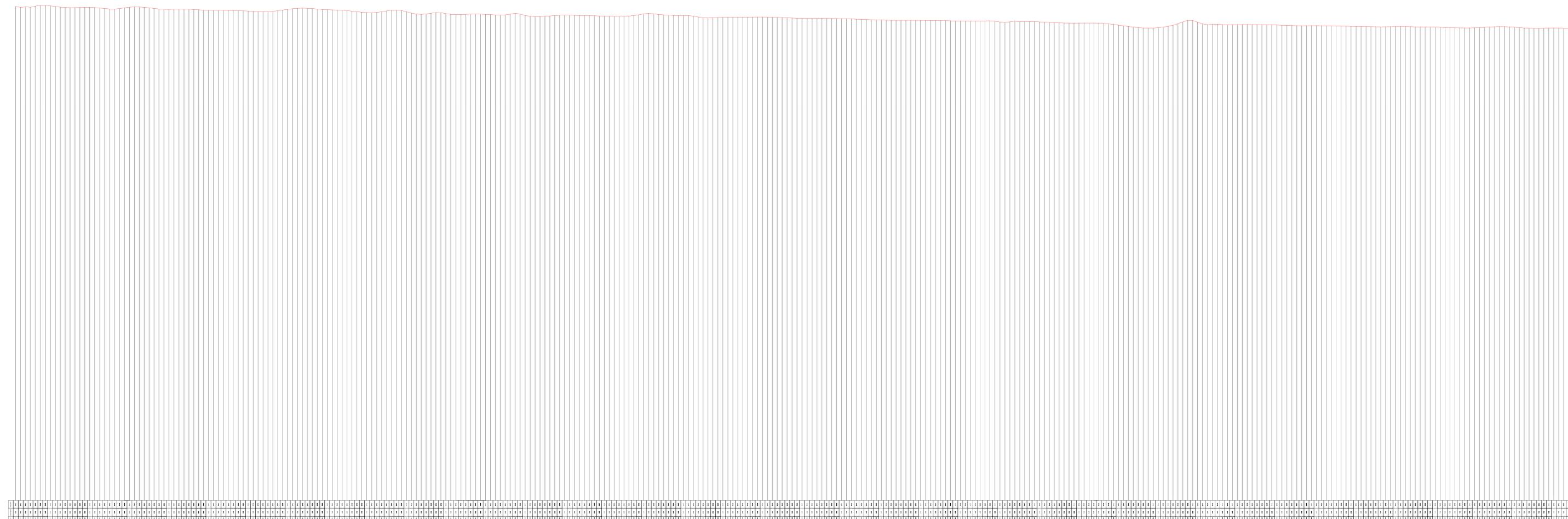
MONTES DE OCA ALCARAZ, Miguel.
“Topografía”
Representaciones y servicios de ingeniería,
S.A., México, 1970.

PEÑA ALCALÁ, Benjamín.
“Apuntes de topografía”
3ª.Reimpresión., México, 1994.

GARCIA MARQUEZ, Fernando.
“Curso básico de topografía”
Editorial concepto, S.A.,
México, 1981.

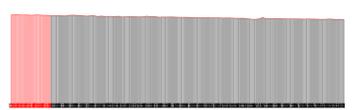
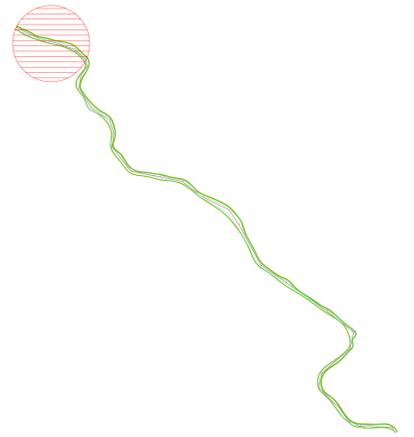
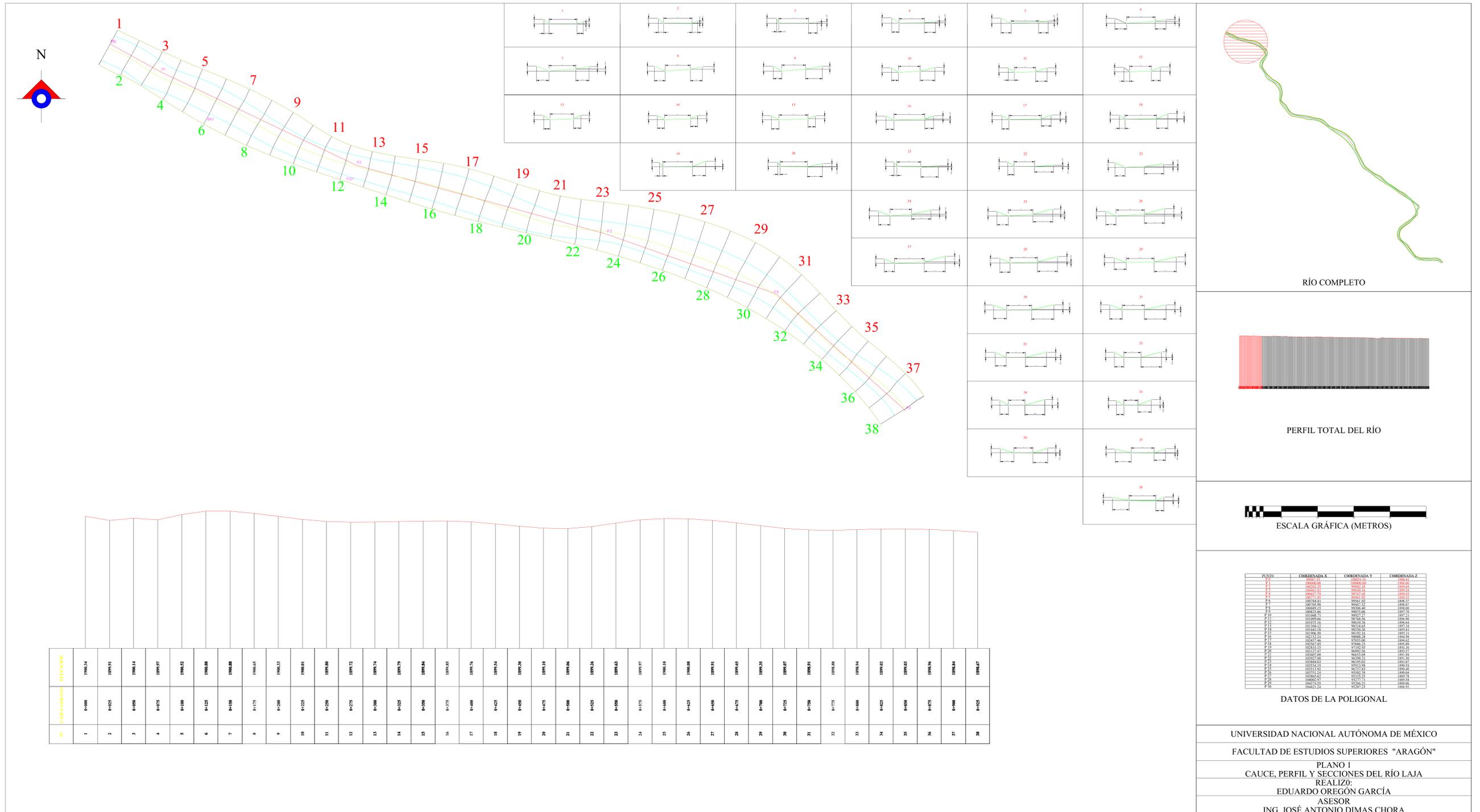
BRINKER, C. RUSSEL 6& WOLF, Paul. E.
“Topografía moderna”
Editorial Harla, México. 1982.

HIGASHIDA MIYABARA, Sabro.
“Topografía general”
Av. Repúblicas No. 69, col. Portales,
Benito Juárez, D.F, 1971.



PERFIL

PLANO 1



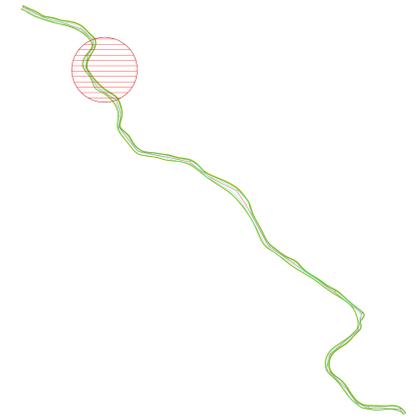
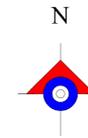
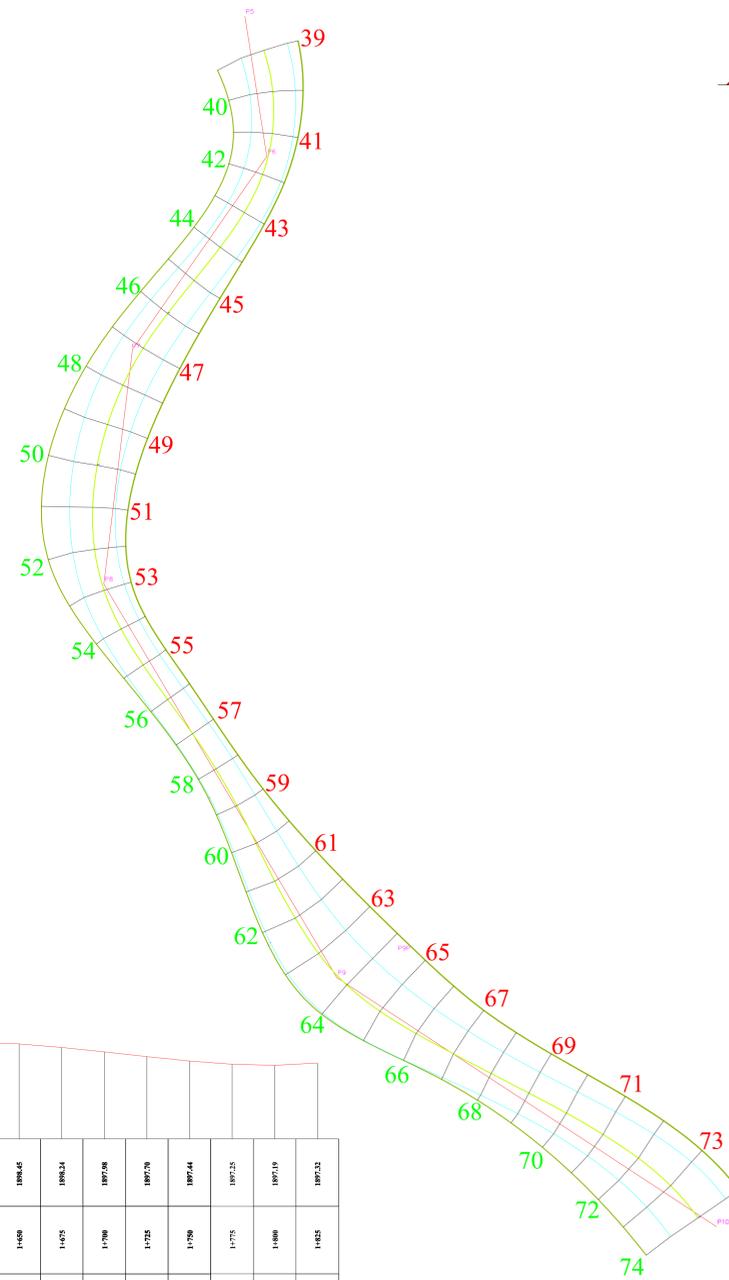
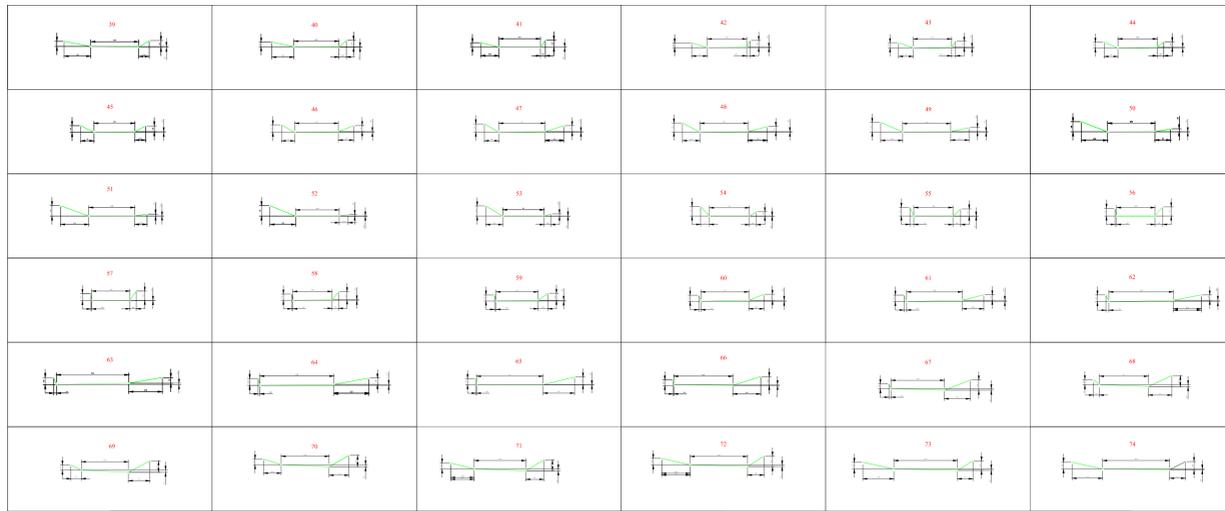
PUNTO	CORRDSADAX	CORRDSADAY	CORRDSADAZ
P-1	0000.00	0000.00	0000.00
P-2	0000.00	0000.00	0000.00
P-3	0000.00	0000.00	0000.00
P-4	0000.00	0000.00	0000.00
P-5	0000.00	0000.00	0000.00
P-6	0000.00	0000.00	0000.00
P-7	0000.00	0000.00	0000.00
P-8	0000.00	0000.00	0000.00
P-9	0000.00	0000.00	0000.00
P-10	0000.00	0000.00	0000.00
P-11	0000.00	0000.00	0000.00
P-12	0000.00	0000.00	0000.00
P-13	0000.00	0000.00	0000.00
P-14	0000.00	0000.00	0000.00
P-15	0000.00	0000.00	0000.00
P-16	0000.00	0000.00	0000.00
P-17	0000.00	0000.00	0000.00
P-18	0000.00	0000.00	0000.00
P-19	0000.00	0000.00	0000.00
P-20	0000.00	0000.00	0000.00
P-21	0000.00	0000.00	0000.00
P-22	0000.00	0000.00	0000.00
P-23	0000.00	0000.00	0000.00
P-24	0000.00	0000.00	0000.00
P-25	0000.00	0000.00	0000.00
P-26	0000.00	0000.00	0000.00
P-27	0000.00	0000.00	0000.00
P-28	0000.00	0000.00	0000.00
P-29	0000.00	0000.00	0000.00
P-30	0000.00	0000.00	0000.00
P-31	0000.00	0000.00	0000.00
P-32	0000.00	0000.00	0000.00
P-33	0000.00	0000.00	0000.00
P-34	0000.00	0000.00	0000.00
P-35	0000.00	0000.00	0000.00
P-36	0000.00	0000.00	0000.00
P-37	0000.00	0000.00	0000.00
P-38	0000.00	0000.00	0000.00

DATOS DE LA POLIGONAL

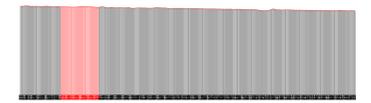
N°	CAMBIANDO ELEVACION	ELEVACION
1	0+000	1906.34
2	0+025	1899.01
3	0+050	1906.14
4	0+075	1899.07
5	0+100	1906.52
6	0+125	1906.08
7	0+150	1906.08
8	0+175	1906.67
9	0+200	1906.33
10	0+225	1906.01
11	0+250	1899.09
12	0+275	1899.72
13	0+300	1899.74
14	0+325	1899.79
15	0+350	1899.84
16	0+375	1899.65
17	0+400	1899.76
18	0+425	1899.54
19	0+450	1899.29
20	0+475	1899.19
21	0+500	1899.06
22	0+525	1899.24
23	0+550	1899.63
24	0+575	1899.07
25	0+600	1906.19
26	0+625	1906.08
27	0+650	1899.01
28	0+675	1899.65
29	0+700	1899.35
30	0+725	1899.07
31	0+750	1898.01
32	0+775	1898.08
33	0+800	1906.14
34	0+825	1899.02
35	0+850	1899.03
36	0+875	1898.66
37	0+900	1898.84
38	0+925	1898.07

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 1
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZO:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

PLANO 2



RÍO COMPLETO



PERFIL TOTAL DEL RÍO



ESCALA GRÁFICA (METROS)

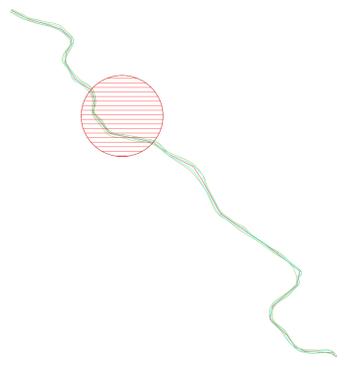
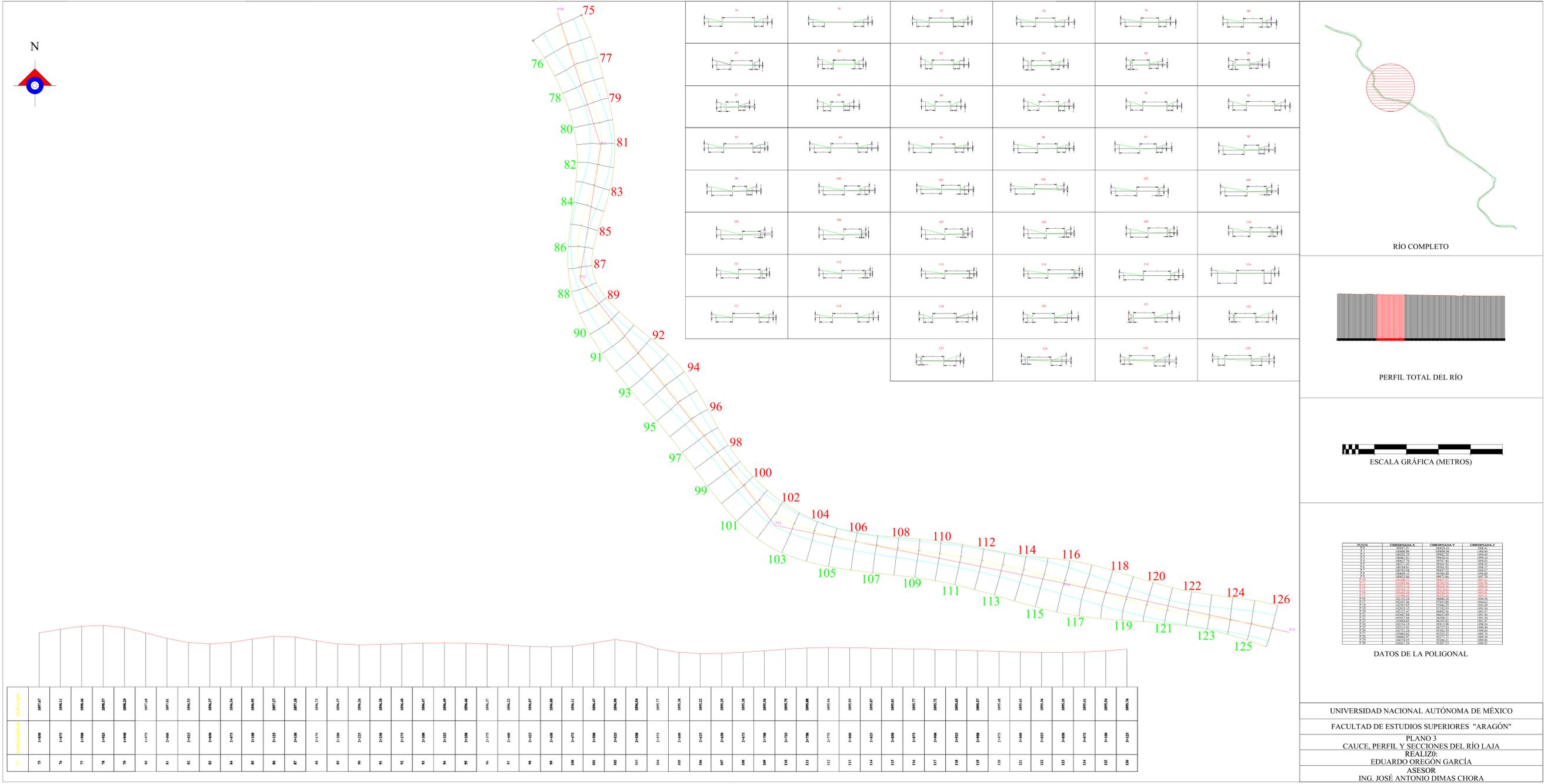
PRM	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
P-1	10000.00	10000.00	100.00
P-2	10000.00	10000.00	100.00
P-3	10000.00	10000.00	100.00
P-4	10000.00	10000.00	100.00
P-5	10000.00	10000.00	100.00
P-6	10000.00	10000.00	100.00
P-7	10000.00	10000.00	100.00
P-8	10000.00	10000.00	100.00
P-9	10000.00	10000.00	100.00
P-10	10000.00	10000.00	100.00
P-11	10000.00	10000.00	100.00
P-12	10000.00	10000.00	100.00
P-13	10000.00	10000.00	100.00
P-14	10000.00	10000.00	100.00
P-15	10000.00	10000.00	100.00
P-16	10000.00	10000.00	100.00
P-17	10000.00	10000.00	100.00
P-18	10000.00	10000.00	100.00
P-19	10000.00	10000.00	100.00
P-20	10000.00	10000.00	100.00
P-21	10000.00	10000.00	100.00
P-22	10000.00	10000.00	100.00
P-23	10000.00	10000.00	100.00
P-24	10000.00	10000.00	100.00
P-25	10000.00	10000.00	100.00
P-26	10000.00	10000.00	100.00
P-27	10000.00	10000.00	100.00
P-28	10000.00	10000.00	100.00
P-29	10000.00	10000.00	100.00
P-30	10000.00	10000.00	100.00

DATOS DE LA POLIGONAL

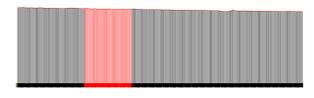
N°	COORDENADA X	ELEVACION
39	10000.00	1000.00
40	10000.00	1000.00
41	10000.00	1000.00
42	10000.00	1000.00
43	10000.00	1000.00
44	10000.00	1000.00
45	10000.00	1000.00
46	10000.00	1000.00
47	10000.00	1000.00
48	10000.00	1000.00
49	10000.00	1000.00
50	10000.00	1000.00
51	10000.00	1000.00
52	10000.00	1000.00
53	10000.00	1000.00
54	10000.00	1000.00
55	10000.00	1000.00
56	10000.00	1000.00
57	10000.00	1000.00
58	10000.00	1000.00
59	10000.00	1000.00
60	10000.00	1000.00
61	10000.00	1000.00
62	10000.00	1000.00
63	10000.00	1000.00
64	10000.00	1000.00
65	10000.00	1000.00
66	10000.00	1000.00
67	10000.00	1000.00
68	10000.00	1000.00
69	10000.00	1000.00
70	10000.00	1000.00
71	10000.00	1000.00
72	10000.00	1000.00
73	10000.00	1000.00
74	10000.00	1000.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 2
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZO:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

PLANO 3



RÍO COMPLETO



PERFIL TOTAL DEL RÍO



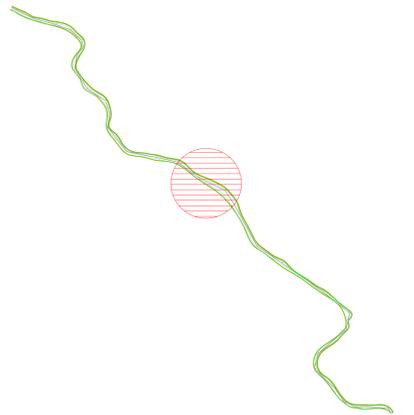
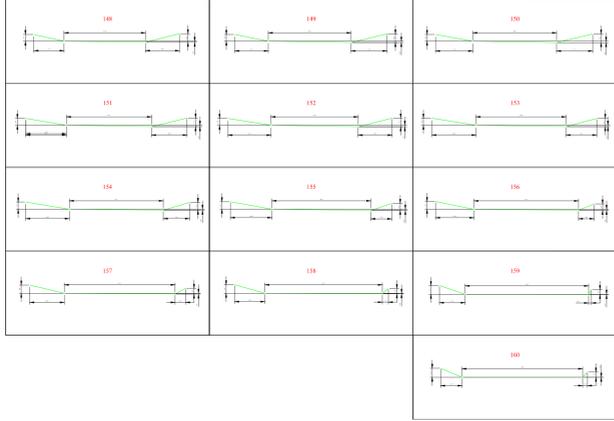
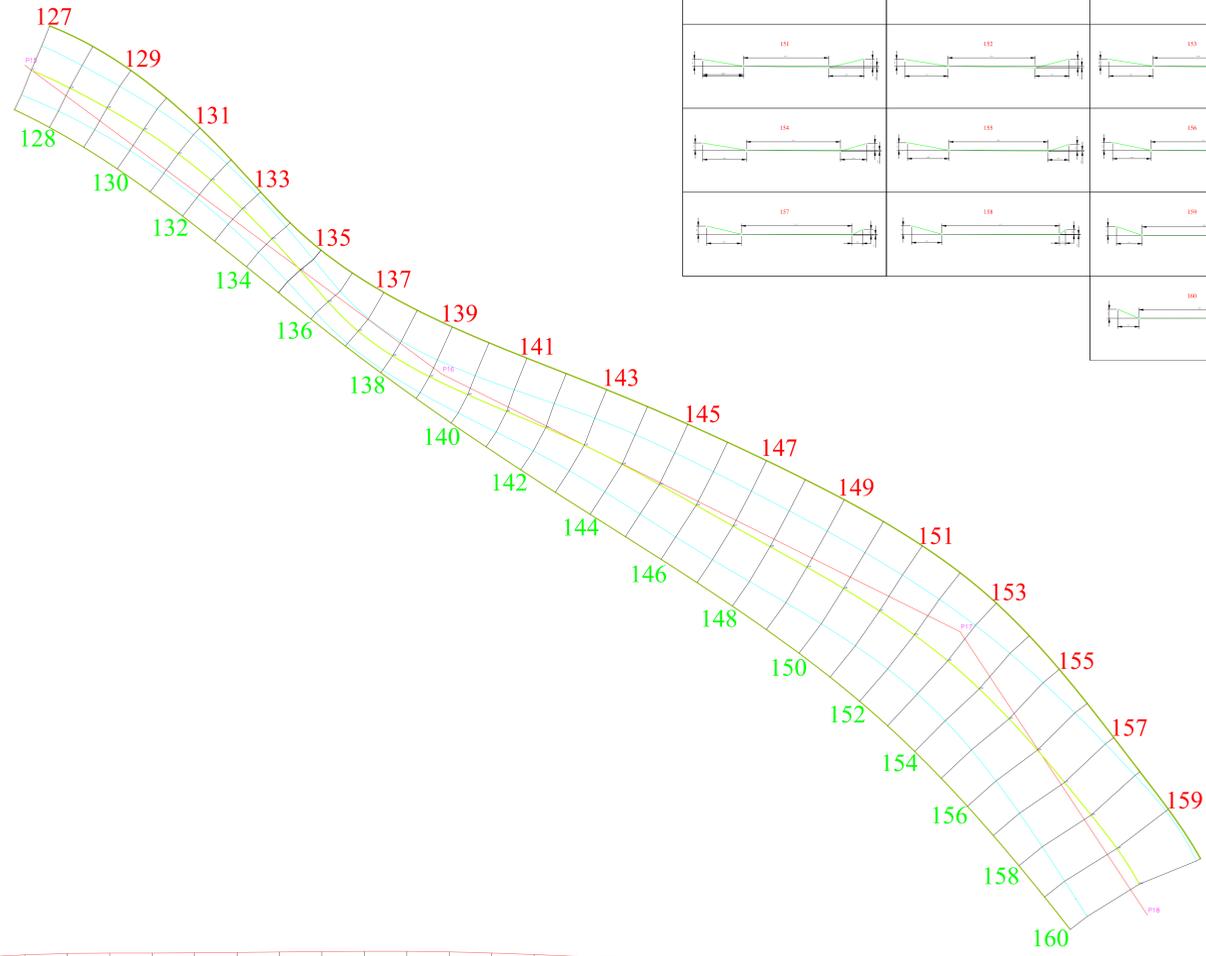
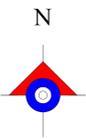
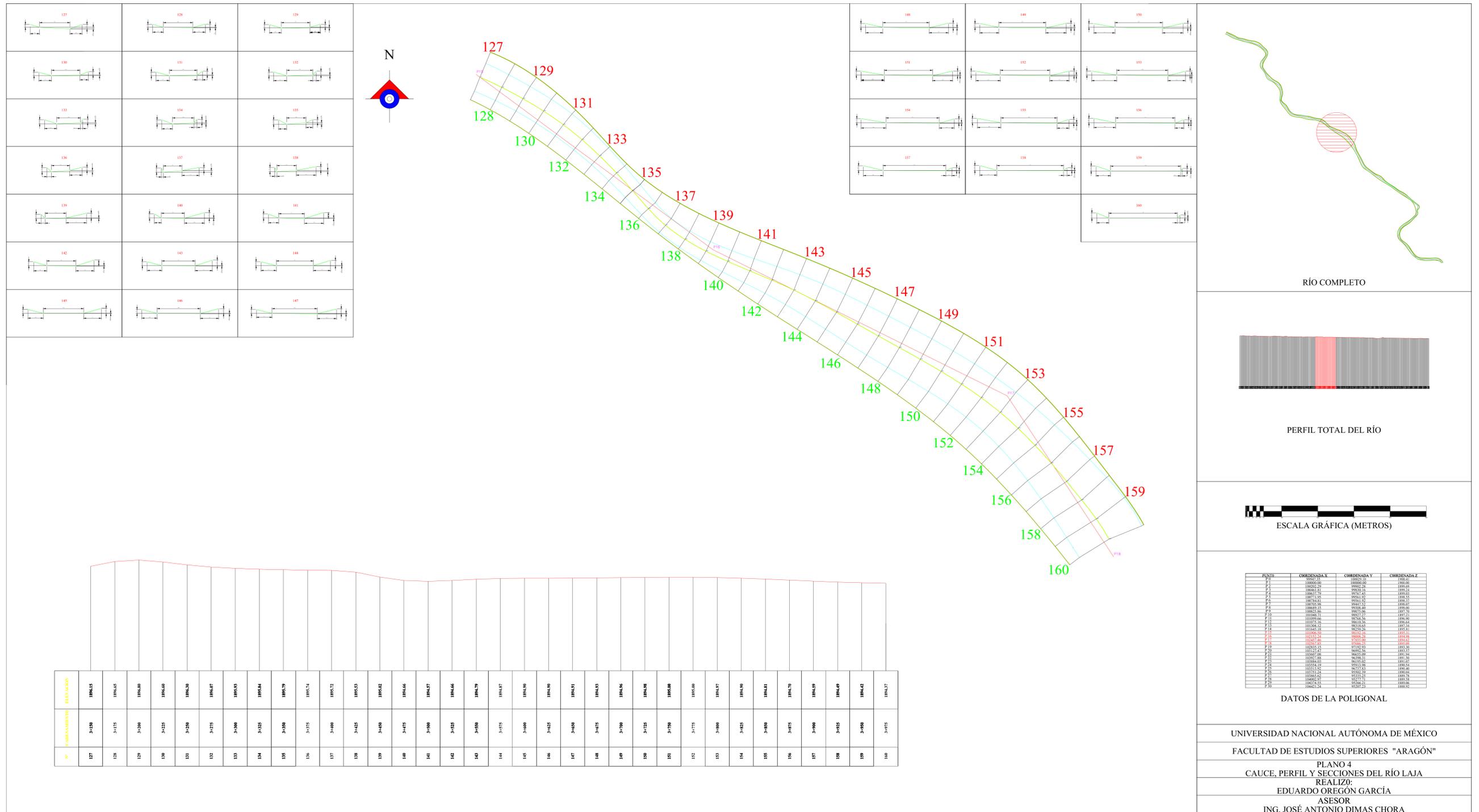
ESCALA GRÁFICA (METROS)

POLIGON	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
75	1897.67	1897.67	1897.67
76	1898.11	1898.11	1898.11
77	1898.44	1898.44	1898.44
78	1898.57	1898.57	1898.57
79	1898.29	1898.29	1898.29
80	1897.58	1897.58	1897.58
81	1897.81	1897.81	1897.81
82	1898.53	1898.53	1898.53
83	1898.27	1898.27	1898.27
84	1898.54	1898.54	1898.54
85	1898.95	1898.95	1898.95
86	1899.27	1899.27	1899.27
87	1899.18	1899.18	1899.18
88	1898.21	1898.21	1898.21
89	1898.27	1898.27	1898.27
90	1898.28	1898.28	1898.28
91	1898.29	1898.29	1898.29
92	1898.49	1898.49	1898.49
93	1898.47	1898.47	1898.47
94	1898.49	1898.49	1898.49
95	1898.46	1898.46	1898.46
96	1898.37	1898.37	1898.37
97	1898.22	1898.22	1898.22
98	1898.87	1898.87	1898.87
99	1898.89	1898.89	1898.89
100	1898.11	1898.11	1898.11
101	1898.47	1898.47	1898.47
102	1898.89	1898.89	1898.89
103	1898.54	1898.54	1898.54
104	1898.37	1898.37	1898.37
105	1898.38	1898.38	1898.38
106	1898.25	1898.25	1898.25
107	1898.25	1898.25	1898.25
108	1898.28	1898.28	1898.28
109	1898.26	1898.26	1898.26
110	1898.25	1898.25	1898.25
111	1898.88	1898.88	1898.88
112	1898.74	1898.74	1898.74
113	1898.93	1898.93	1898.93
114	1898.87	1898.87	1898.87
115	1898.81	1898.81	1898.81
116	1898.77	1898.77	1898.77
117	1898.22	1898.22	1898.22
118	1898.66	1898.66	1898.66
119	1898.57	1898.57	1898.57
120	1898.58	1898.58	1898.58
121	1898.41	1898.41	1898.41
122	1898.26	1898.26	1898.26
123	1898.35	1898.35	1898.35
124	1898.41	1898.41	1898.41
125	1898.54	1898.54	1898.54
126	1898.26	1898.26	1898.26

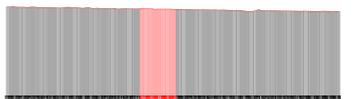
DATOS DE LA POLIGONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 3
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZO:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

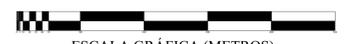
PLANO 4



RÍO COMPLETO



PERFIL TOTAL DEL RÍO



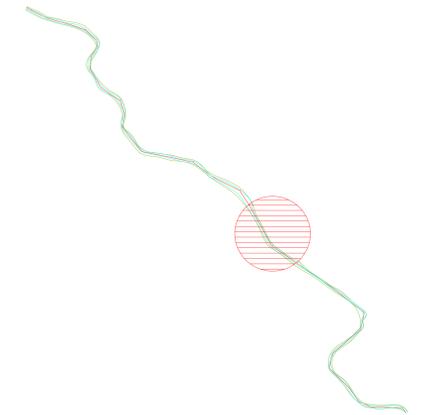
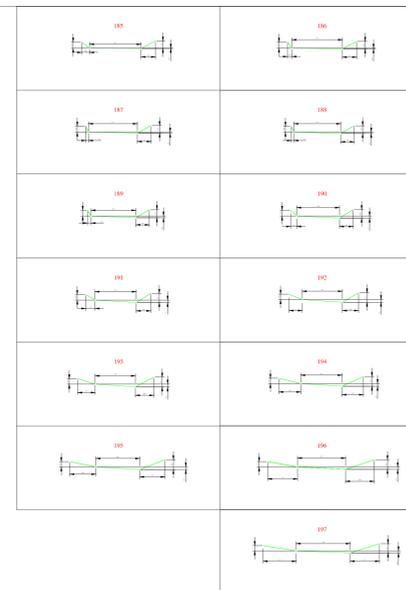
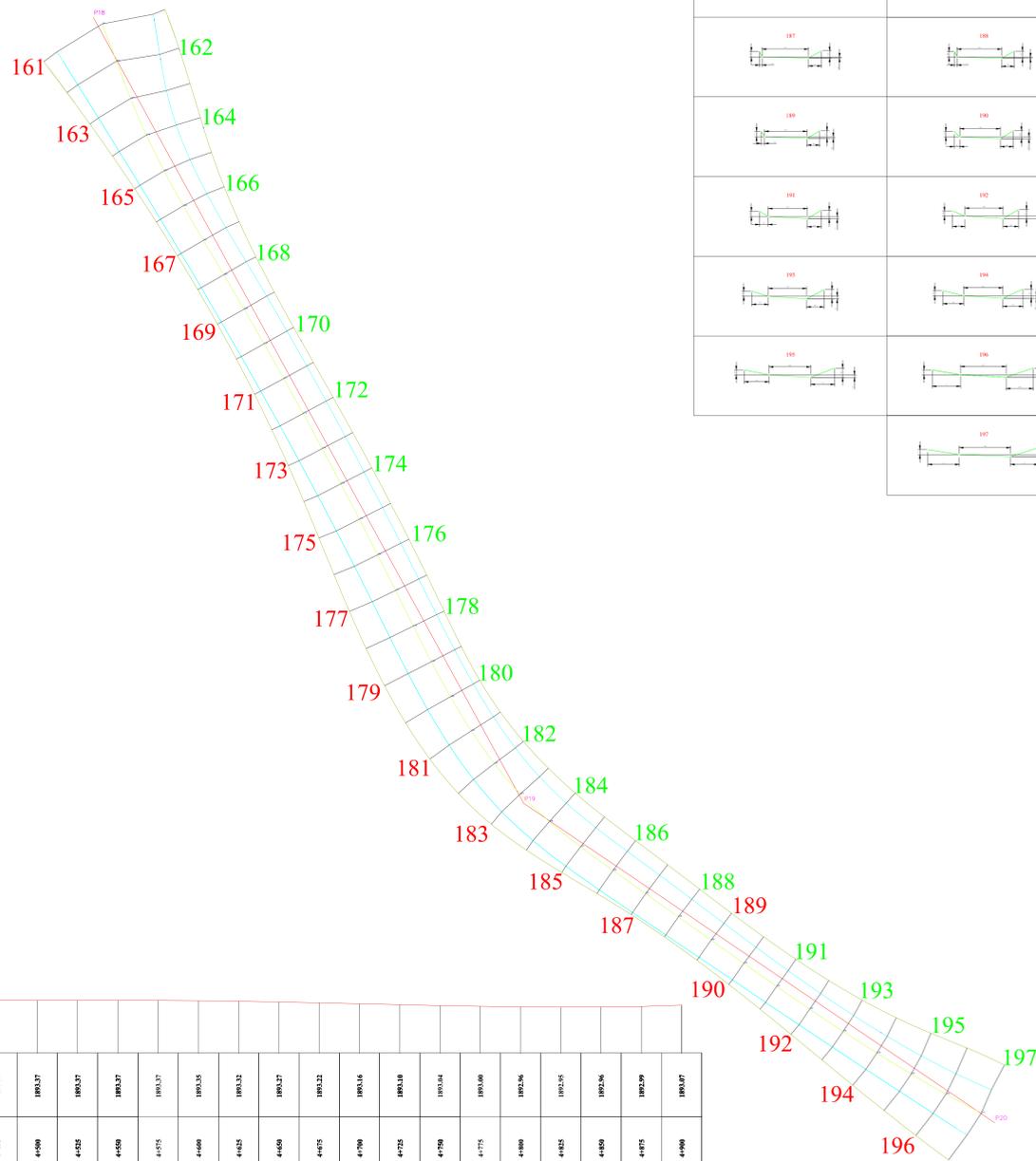
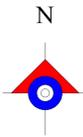
ESCALA GRÁFICA (METROS)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
P1	10000.00	10000.00	1000.00
P2	10000.00	10000.00	1000.00
P3	10000.00	10000.00	1000.00
P4	10000.00	10000.00	1000.00
P5	10000.00	10000.00	1000.00
P6	10000.00	10000.00	1000.00
P7	10000.00	10000.00	1000.00
P8	10000.00	10000.00	1000.00
P9	10000.00	10000.00	1000.00
P10	10000.00	10000.00	1000.00
P11	10000.00	10000.00	1000.00
P12	10000.00	10000.00	1000.00
P13	10000.00	10000.00	1000.00
P14	10000.00	10000.00	1000.00
P15	10000.00	10000.00	1000.00
P16	10000.00	10000.00	1000.00
P17	10000.00	10000.00	1000.00
P18	10000.00	10000.00	1000.00
P19	10000.00	10000.00	1000.00
P20	10000.00	10000.00	1000.00
P21	10000.00	10000.00	1000.00
P22	10000.00	10000.00	1000.00
P23	10000.00	10000.00	1000.00
P24	10000.00	10000.00	1000.00
P25	10000.00	10000.00	1000.00
P26	10000.00	10000.00	1000.00
P27	10000.00	10000.00	1000.00
P28	10000.00	10000.00	1000.00
P29	10000.00	10000.00	1000.00
P30	10000.00	10000.00	1000.00
P31	10000.00	10000.00	1000.00
P32	10000.00	10000.00	1000.00
P33	10000.00	10000.00	1000.00

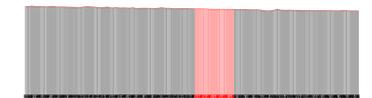
DATOS DE LA POLIGONAL

N°	CURVAMENTO	ELEVACION
127	3+150	1006.15
128	3+175	1006.05
129	3+200	1006.20
130	3+225	1006.60
131	3+250	1006.50
132	3+275	1006.67
133	3+300	1006.90
134	3+325	1006.64
135	3+350	1006.79
136	3+375	1006.74
137	3+400	1006.72
138	3+425	1006.53
139	3+450	1006.02
140	3+475	1006.66
141	3+500	1006.27
142	3+525	1006.66
143	3+550	1006.29
144	3+575	1006.37
145	3+600	1006.50
146	3+625	1006.20
147	3+650	1006.71
148	3+675	1006.05
149	3+700	1006.40
150	3+725	1006.20
151	3+750	1006.60
152	3+775	1006.00
153	3+800	1006.27
154	3+825	1006.40
155	3+850	1006.21
156	3+875	1006.70
157	3+900	1006.50
158	3+925	1006.40
159	3+950	1006.42
160	3+975	1006.27

PLANO 5



RÍO COMPLETO



PERFIL TOTAL DEL RÍO



ESCALA GRÁFICA (METROS)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
P1	10000.00	10000.00	1000.00
P2	10000.00	10000.00	1000.00
P3	10000.00	10000.00	1000.00
P4	10000.00	10000.00	1000.00
P5	10000.00	10000.00	1000.00
P6	10000.00	10000.00	1000.00
P7	10000.00	10000.00	1000.00
P8	10000.00	10000.00	1000.00
P9	10000.00	10000.00	1000.00
P10	10000.00	10000.00	1000.00
P11	10000.00	10000.00	1000.00
P12	10000.00	10000.00	1000.00
P13	10000.00	10000.00	1000.00
P14	10000.00	10000.00	1000.00
P15	10000.00	10000.00	1000.00
P16	10000.00	10000.00	1000.00
P17	10000.00	10000.00	1000.00
P18	10000.00	10000.00	1000.00
P19	10000.00	10000.00	1000.00
P20	10000.00	10000.00	1000.00
P21	10000.00	10000.00	1000.00
P22	10000.00	10000.00	1000.00
P23	10000.00	10000.00	1000.00
P24	10000.00	10000.00	1000.00
P25	10000.00	10000.00	1000.00
P26	10000.00	10000.00	1000.00
P27	10000.00	10000.00	1000.00
P28	10000.00	10000.00	1000.00
P29	10000.00	10000.00	1000.00
P30	10000.00	10000.00	1000.00

DATOS DE LA POLIGONAL

N	COTAMIENTO	ELEVACION
101	41000	1004.34
102	41025	1004.32
103	41050	1004.31
104	41075	1004.29
105	41100	1004.29
106	41125	1004.26
107	41150	1004.23
108	41175	1004.17
109	41200	1004.11
110	41225	1004.02
111	41250	1003.93
112	41275	1003.83
113	41300	1003.73
114	41325	1003.63
115	41350	1003.54
116	41375	1003.47
117	41400	1003.42
118	41425	1003.38
119	41450	1003.37
120	41475	1003.37
121	41500	1003.37
122	41525	1003.37
123	41550	1003.37
124	41575	1003.37
125	41600	1003.35
126	41625	1003.32
127	41650	1003.27
128	41675	1003.22
129	41700	1003.16
130	41725	1003.10
131	41750	1003.04
132	41775	1002.98
133	41800	1002.96
134	41825	1002.93
135	41850	1002.86
136	41875	1002.79
137	41900	1002.67

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"

PLANO 5

CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA

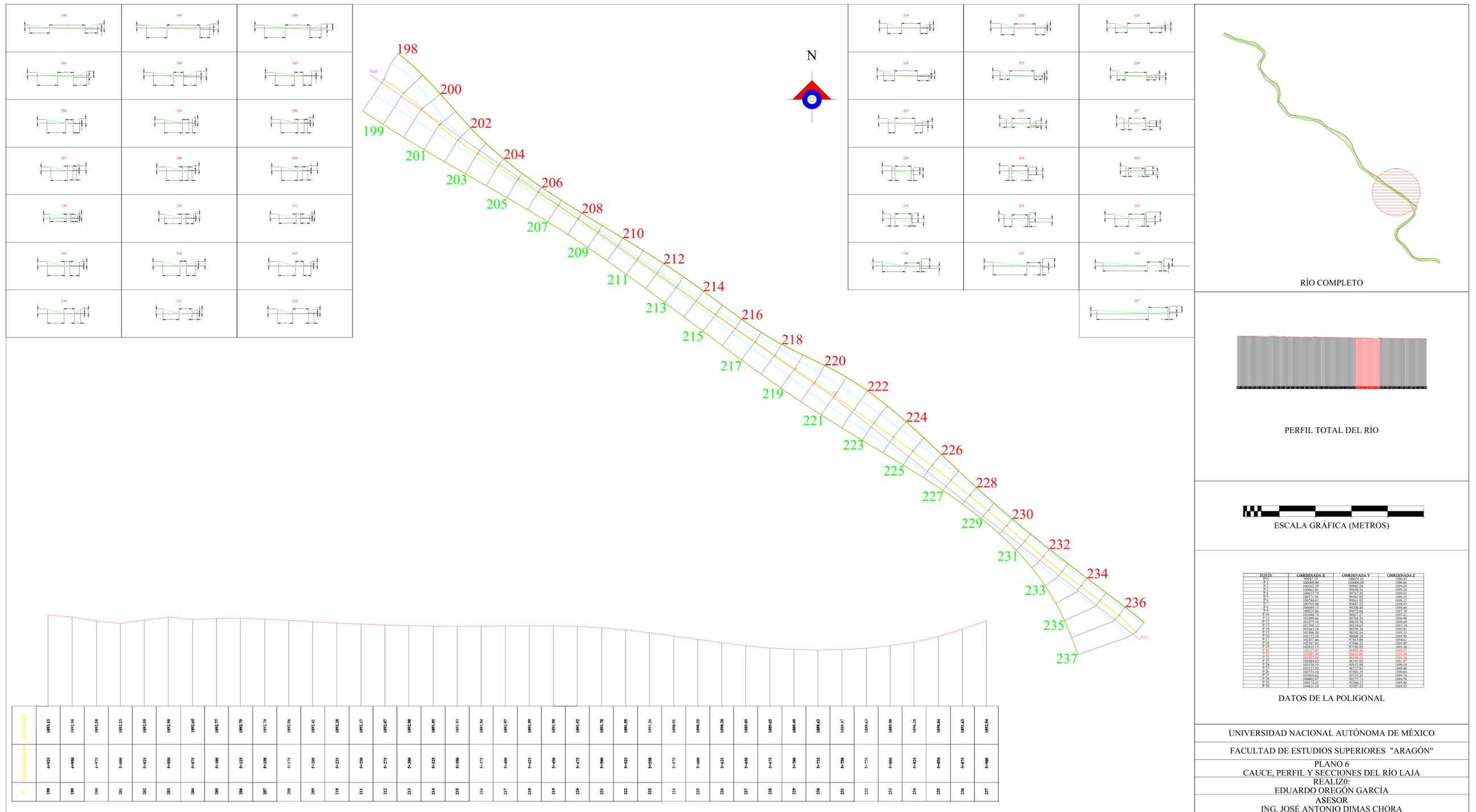
REALIZÓ:

EDUARDO OREGÓN GARCÍA

ASESOR

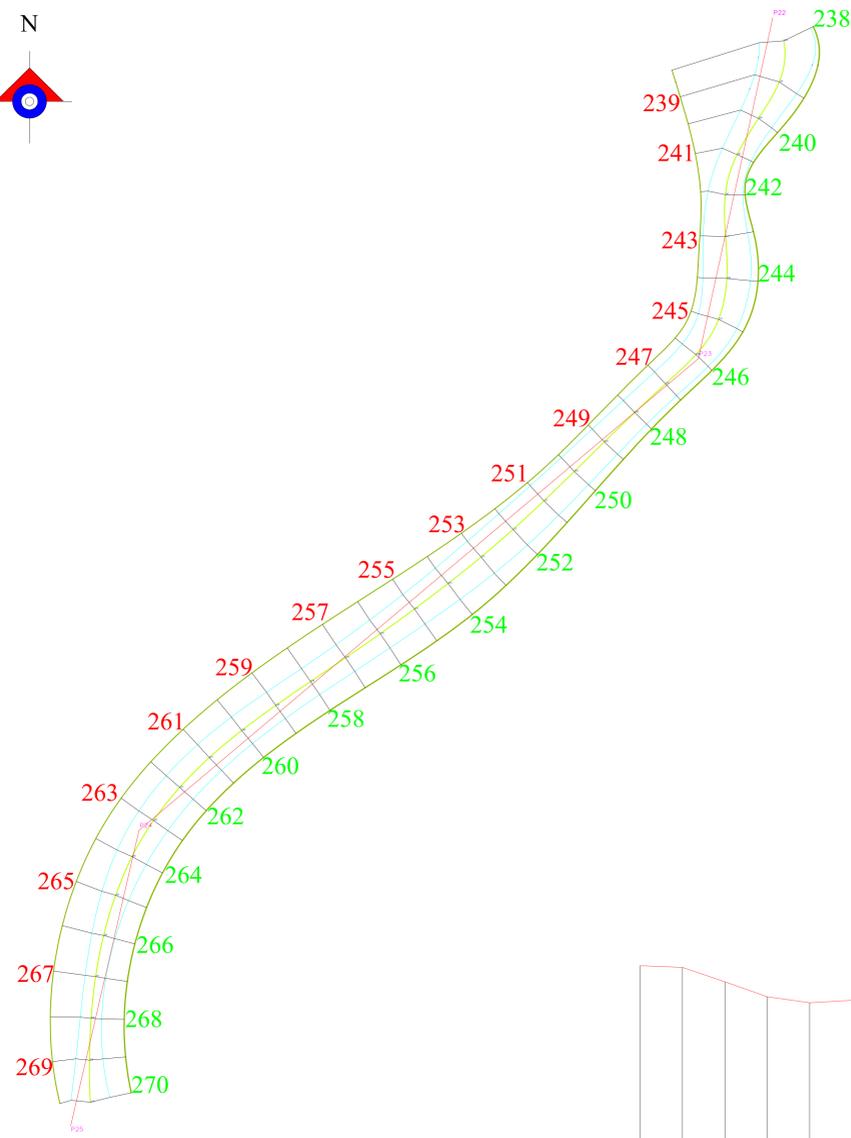
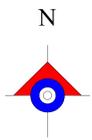
ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

PLANO 6

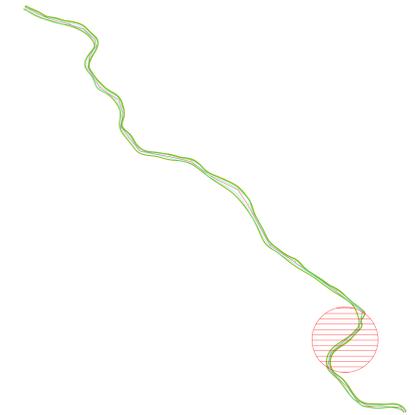
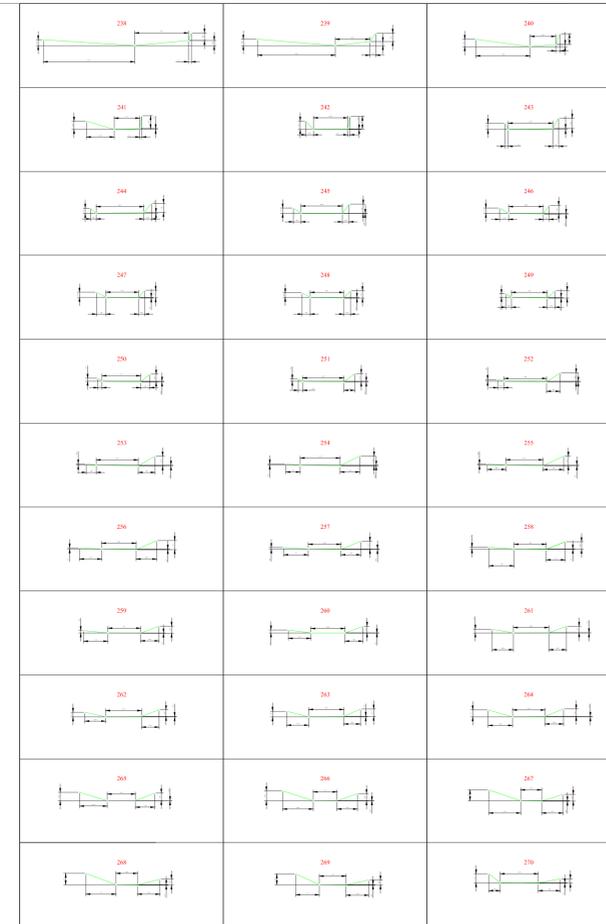


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 6
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZÓ:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

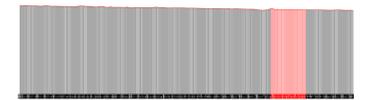
PLANO 7



N°	COORDENADA X	ELEVACION
238	64925	1890.36
239	64900	1890.26
240	64875	1890.08
241	64850	1890.51
242	64825	1890.15
243	64800	1890.28
244	64775	1890.36
245	64750	1890.14
246	64725	1890.01
247	64700	1890.07
248	64675	1890.14
249	64650	1890.18
250	64625	1890.28
251	64600	1890.19
252	64575	1890.17
253	64550	1890.13
254	64525	1890.09
255	64500	1890.03
256	64475	1890.05
257	64450	1890.07
258	64425	1890.78
259	64400	1890.69
260	64375	1890.61
261	64350	1890.57
262	64325	1890.59
263	64300	1890.62
264	64275	1890.61
265	64250	1890.56
266	64225	1890.49
267	64200	1890.43
268	64175	1890.40
269	64150	1890.38
270	64125	1890.36



RÍO COMPLETO



PERFIL TOTAL DEL RÍO



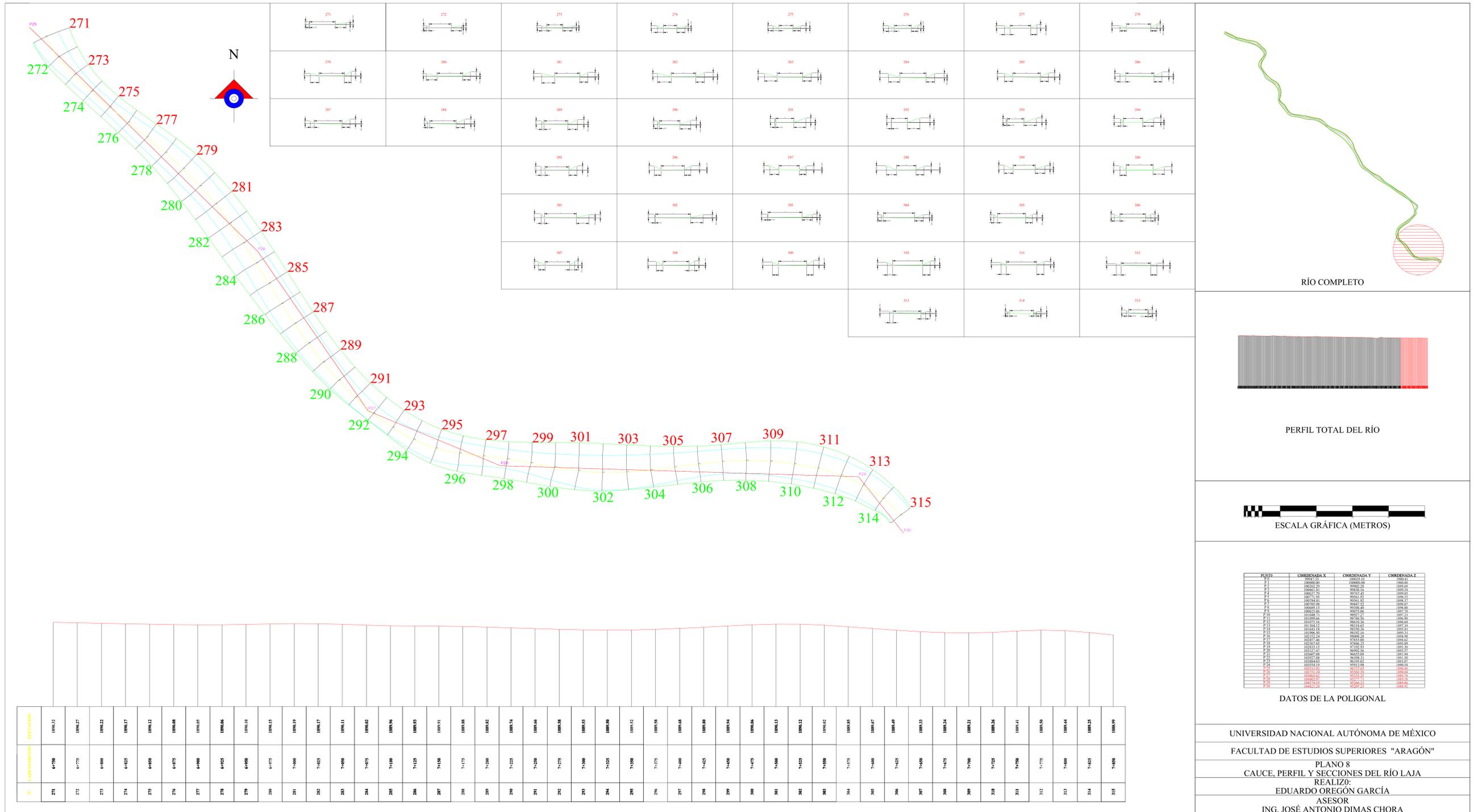
ESCALA GRÁFICA (METROS)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
P-1	100000.00	100000.00	1000.00
P-2	100000.20	99999.80	1000.00
P-3	100000.40	99999.60	1000.00
P-4	100000.60	99999.40	1000.00
P-5	100000.80	99999.20	1000.00
P-6	100001.00	99999.00	1000.00
P-7	100001.20	99998.80	1000.00
P-8	100001.40	99998.60	1000.00
P-9	100001.60	99998.40	1000.00
P-10	100001.80	99998.20	1000.00
P-11	100002.00	99998.00	1000.00
P-12	100002.20	99997.80	1000.00
P-13	100002.40	99997.60	1000.00
P-14	100002.60	99997.40	1000.00
P-15	100002.80	99997.20	1000.00
P-16	100003.00	99997.00	1000.00
P-17	100003.20	99996.80	1000.00
P-18	100003.40	99996.60	1000.00
P-19	100003.60	99996.40	1000.00
P-20	100003.80	99996.20	1000.00
P-21	100004.00	99996.00	1000.00
P-22	100004.20	99995.80	1000.00
P-23	100004.40	99995.60	1000.00
P-24	100004.60	99995.40	1000.00
P-25	100004.80	99995.20	1000.00
P-26	100005.00	99995.00	1000.00
P-27	100005.20	99994.80	1000.00
P-28	100005.40	99994.60	1000.00
P-29	100005.60	99994.40	1000.00
P-30	100005.80	99994.20	1000.00
P-31	100006.00	99994.00	1000.00

DATOS DE LA POLIGONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 7
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZO:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

PLANO 8



PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z
P-1	100000.00	100000.00	1000.00
P-2	100000.00	100000.00	1000.00
P-3	100000.00	100000.00	1000.00
P-4	100000.00	100000.00	1000.00
P-5	100000.00	100000.00	1000.00
P-6	100000.00	100000.00	1000.00
P-7	100000.00	100000.00	1000.00
P-8	100000.00	100000.00	1000.00
P-9	100000.00	100000.00	1000.00
P-10	100000.00	100000.00	1000.00
P-11	100000.00	100000.00	1000.00
P-12	100000.00	100000.00	1000.00
P-13	100000.00	100000.00	1000.00
P-14	100000.00	100000.00	1000.00
P-15	100000.00	100000.00	1000.00
P-16	100000.00	100000.00	1000.00
P-17	100000.00	100000.00	1000.00
P-18	100000.00	100000.00	1000.00
P-19	100000.00	100000.00	1000.00
P-20	100000.00	100000.00	1000.00
P-21	100000.00	100000.00	1000.00
P-22	100000.00	100000.00	1000.00
P-23	100000.00	100000.00	1000.00
P-24	100000.00	100000.00	1000.00
P-25	100000.00	100000.00	1000.00
P-26	100000.00	100000.00	1000.00
P-27	100000.00	100000.00	1000.00
P-28	100000.00	100000.00	1000.00
P-29	100000.00	100000.00	1000.00
P-30	100000.00	100000.00	1000.00

DATOS DE LA POLIGONAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"
 PLANO 8
 CAUCE, PERFIL Y SECCIONES DEL RÍO LAJA
 REALIZO:
 EDUARDO OREGÓN GARCÍA
 ASESOR
 ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA