



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA GEOMÁTICA EN EL
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE
LA FACHADA EN LA TORRE BBVA BANCOMER**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**I N G E N I E R O
G E O M Á T I C O**

P R E S E N T A:

OSVALDO GABRIEL MENDOZA COLLAZO



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en I. ADOLFO REYES PIZANO**

MÉXICO D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2015



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/049/15

Señor
OSVALDO GABRIEL MENDOZA COLLAZO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. ADOLFO REYES PIZANO, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO GEOMÁTICO.

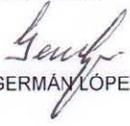
"APLICACIÓN DE LA GEOMÁTICA EN EL CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA EN LA TORRE BBVA BANCOMER"

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. EQUIPO TOPOGRÁFICO
- IV. CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA
- V. MEMORIA TÉCNICA DE CONTROL
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 28 de mayo del 2015.
EL PRESIDENTE


M.I. GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*gar.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios.

Por ser el que me dio la vida y me mantuvo hasta este momento

A mis padres.

Por ser la principal fuente de inspiración para lograr mis metas ya que apoyado por su amor y confianza pude terminar esta importante etapa de mi vida.

A mis hermanos.

Porque con ellos comencé a ejercer esta noble profesión siendo mis ayudantes y principal apoyo al momento de tomar decisiones.

A mi esposa.

Por creer en mí, apoyarme y darme estos tres lindos hijos que aunque por ahora solo conozco dos, hay uno(a) que viene en camino y se añadirá a mi felicidad.

A mis amigos y compañeros.

Porque siempre hubo amigos y colegas que supieron darme algún consejo para ser un mejor profesionalista y de ellos obtuve conocimiento que transforme en experiencia.

A mis profesores.

Por las enseñanzas que me brindaron en las aulas y en el campo y que ahora son parte indispensable de mí y por enseñarme a compartir el conocimiento con el que quiera aprender.

DEDICATORIA

Este esfuerzo lo quiero dedicar principalmente a 3 personitas: Lizeth Abigail, Alfonso Leonardo y al(a) pequeñito(a) que viene en camino y que cuando lean esto sabrán que su padre los amó más que nadie antes de que vinieran al mundo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	8
CAPITULO 1. ANTECEDENTES	10
1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA	10
1.2 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFIA EN LA OBRA CIVIL.....	13
1.3 FASES DE EJECUCION DE PROYECTO Y TOPOGRAFIA.....	13
1.3 ETAPAS DEL PROYECTO	14
1.5 LA REDACCION DE PROYECTOS Y SU RELACIÓN CON LA TOPOGRAFIA....	16
CAPITULO 2. EQUIPO TOPOGRÁFICO	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
2.1 ESTACION TOTAL	18
2.1.1 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA ESTACION TOTAL.....	18
2.1.1.1 EJES PRINCIPALES	18
2.1.1.2 TELESCOPIO.....	19
2.1.1.3 VERNIER (LIMBO) VERTICAL	21
2.1.1.4 VERNIER (LIMBO) HORIZONTAL	21
2.1.1.5 MEDICIÓN DE ÁNGULOS.....	21
2.1.2 SISTEMA DE TRABAJO DE UNA ESTACIÓN TOTAL.....	21
2.1.2.1 SISTEMAS BASADOS EN LA CONVERSIÓN ANÁLOGO-DIGITAL.....	21
2.1.2.2 SISTEMAS BASADOS EN CODIFICADORES ÓPTICOS	22
2.1.2.3 MOVIMIENTOS	22
2.1.3.1 CONDICIONES GEOMETRICAS.....	23
2.1.3.1.1 CONDICIONES QUE DEBE COMPLIR UN TEODOLITO	23
2.1.3.1.2 VERIFICACION Y CORRECCION DEL TEODOLITO	23
2.1.4.1.1 MEDICION ELECTRONICA DE DISTANCIAS.....	26
2.1.4.1.2 CALCULO DEL DESFASE.....	27
2.1.4.1.3 LIMITACIONES	29
2.1.4.1.4 DETERMINACIÓN DE C	30
2.1.4.1.5 CONSTANTE ADITIVA DEL INSTRUMENTO	30
2.1.4.1.6 CONSTANTE DEL PRISMA.....	31
2.1.4.1.7 CALIBRACION DE UNA ESTACION TOTAL	32
2.2 NIVEL TOPOGRÁFICO	37
2.2.1 TIPOS DE NIVEL	37
2.2.2 COMPROBACION Y AJUSTE DE UN NIVEL	39
CAPÍTULO 3. CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACION DE LA FACHADA	44
3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA FACHADA.....	44
3.2 INTERPRETACIÓN DE PLANOS	49
3.3 CONTROL HORIZONTAL DE INSTALACION.....	56
3.3.1 TRAZO DE EJES PARA PLACAS Y CONEXIONES DE MEGATRABE	56
3.3.1.1 TRAZO DE PLACAS UTILIZANDO COORDENADAS.....	57
3.3.1.2 REPLANTEO DE TRAZO MEDIANTE EL PROGRAMA “LÍNEA DE REFERENCIA” DE LA ESTACIÓN TOTAL.....	60

3.3.1.3	TRAZO DE LÍNEAS UTILIZANDO CINTA	65
3.3.2.1	TRAZO DE PAÑOS PARA POSTES DE ALUMINIO.....	68
3.3.2.2	TRAZO DE PAÑOS PARA ANCLAS DE MEGATRABE.....	72
3.4	CONTROL DE VERTICALIDAD (DESPLOME)	75
3.4.1	CONTROL CON ESTACIÓN TOTAL UTILIZANDO EL DISTANCIOMETRO LASER..	75
3.4.2	CONTROL MEDIANTE OCULAR ACODADO	77
3.5	CONTROL VERTICAL (NIVELACIÓN).....	78
3.5.1	TIPOS DE NIVELACION	80
3.5.2	PROCEDIMIENTO DE CAMPO	83
CAPITULO 4 MEMORIA TÉCNICA DE CONTROL		99
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES		99
BIBLIOGRAFIA.....		100

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por propósito describir los problemas geométricos que se presentan en obra, concretamente durante la instalación de la fachada acristalada del edificio en construcción Torre BBVA Bancomer, la Geomática tiene una participación importante en la resolución de estos problemas por lo que se abordarán las distintas opciones que existen para dar solución a estos problemas.

El capítulo I “Antecedentes” presenta datos relevantes del proyecto “Torre BBVA Bancomer” así como una breve descripción de la participación de la topografía en la obra civil.

El capítulo II “Equipo topográfico” describe el funcionamiento de una estación total así como de un nivel, se detallan los principios geométricos que rigen su funcionamiento así como las revisiones que se deben hacer para verificar que estén en óptimas condiciones.

El capítulo III “Control geométrico de la instalación de la fachada” abarca los distintos problemas presentados durante la ejecución del proyecto separándolos en control horizontal y control vertical así mismo se hace un apartado dedicado a la interpretación de planos .

El capítulo IV “Memoria técnica de control” presenta una muestra de los reportes que se entregan para la liberación por parte la empresa supervisora, conteniendo los elementos a revisar así como las características geométricas de estos.

El capítulo V “Conclusiones” Es un análisis de los resultados plasmados en los reportes de liberación.

OBJETIVOS

1. Describir la participación de la geomática en el desarrollo de la obra civil
2. Describir los principales problemas en la instalación de fachadas acristaladas que requieren la aplicación de los métodos topográficos.
3. Describir los métodos topográficos aplicados en la solución de los problemas del inciso anterior.
4. Describir de manera práctica las opciones que se tienen para dar solución a los problemas presentados en obra.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

CAPITULO I ANTECEDENTES

CAPITULO 1. ANTECEDENTES

1.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA

La obra se ubica en Av. Paseo de la Reforma 506, esquina con Lieja a un costado del bosque de Chapultepec (**Fig.1.1.**). La altura del edificio con antena serian 235 metros, sin antena 225 metros siendo 50 los niveles que compondrán la torre (**Fig. 1.2**). Su uso está destinado para oficinas por lo que se estima albergará 4500 empleados.



Fig.1.1 Croquis de ubicación del proyecto



Fig.1.2 Proyecto Torre BBVA Bancomer

Datos generales del proyecto:

Cliente: BBVA-Bancomer

Superficie: 6.620 m²

Superficie de oficinas: 78,600m²

Altura de la torre: 221m

Empresas participantes:

Arquitectura: LegoRogers (colaboración entre Rogers Stirk Harbour + Partners y Legorreta + Legorreta)

Ingeniería de estructuras: Arup/Colinas de Buen SA de CV

Ingeniería de saneamiento: Arup/Garza Maldonado

Ingeniería eléctrica: Arup/DEC Group

Ingeniería de control climático: Arup/DYPRO

Consultoría de iluminación: Fisher Marantz

Consultoría de costes: INPROS

Project Manager: Jones Lang LaSalle

El diseño del edificio en contraste a un espacio tradicional de oficinas ofrece una gran variedad de ambientes de trabajo. Este diseño promueve una interacción más intensa entre los empleados, además pretende la creación de un ambiente de trabajo más organizado en comparación con edificios corporativos tradicionales.

La geometría del sistema de protección solar utiliza un entramado que protegerá a cada una de las fachadas de la luz solar así como del calor a la vez que optimiza la entrada de luz natural. Todas las zonas recibirán una gran cantidad de luz natural y tendrán acceso a los jardines exteriores de triple altura. Los jardines se ubicarán cada nueve plantas, la planta baja conectará las operaciones bancarias para clientes privados con las operaciones comerciales que tienen lugar en las plantas superiores.

La planta baja estará comunicada con elevadores panorámicos con vista al Bosque de Chapultepec que llegaran hasta el sky lobby en el nivel 12 siendo este un vestíbulo elevado con vista hacia la ciudad y al parque.

1.2 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFIA EN LA OBRA CIVIL

Se cree que la topografía tuvo su origen en Egipto, ya que los primeros trabajos topográficos consistían en aplicar la geometría en las divisiones de parcelas con fines tributarios así como en la marcación de lindes para conservarlos durante las crecidas del río Nilo.

La topografía mediante métodos directos e indirectos logra la representación gráfica del terreno en estudio, siendo esta representación el punto de partida para arrancar proyectos que requieren información acerca de las dimensiones, posición y forma del terreno.

Para la obra civil los trabajos topográficos son fundamentales antes, durante y después de la construcción de la obra.

El objetivo de la topografía es el estudio de los métodos necesarios para representar un terreno con todos sus detalles, naturales o artificiales, así como el conocimiento y manejo de los instrumentos necesarios para tal fin.

1.3 FASES DE EJECUCION DE PROYECTO Y TOPOGRAFIA

1. ESTUDIO PREVIO

Se trata de la recopilación de datos con el propósito de definir diferentes soluciones a un problema. En el campo de la topografía con apoyo de los planos previos se puede recorrer un terreno utilizando instrumentos ligeros para diseñar una primera aproximación, de tal forma que se puede materializar en el terreno la solución propuesta constituyendo el eje provisional de proyecto.

2. ANTEPROYECTO

Es el estudio de las diversas soluciones al problema teniendo por objeto concretar la solución más óptima.

La participación de la topografía en esta etapa consiste en un levantamiento a gran escala a detalle, con curvas de nivel a pequeña equidistancia a ambos lados del eje provisional. En esta etapa se hará un estudio detallado del eje de trazo principal tratando de que las variaciones propuestas representen las mejores condiciones técnicas y económicas, el resultado de estos análisis se materializan en una solución única, el eje definitivo.

3. PROYECTO FINAL

En términos generales representa la exposición y desarrollo de la solución al problema que permite su construcción completa. Para la topografía esta etapa significa el trazo (replanteo) del eje definitivo en el terreno.

1.3 ETAPAS DEL PROYECTO

En obra civil la topografía está involucrada en toda la obra ya que la utilizan en: excavaciones, cimentaciones, instalaciones, etc...

De la topografía se exigen 3 premisas fundamentales para que la obra pueda desarrollarse dentro de su programa, estas 3 premisas son:

- **Responsabilidad**: Se hace notar que la obra se ejecuta en base a los trazos (referencias) que marca topografía, por lo que una marca mal hecha representa un doble trabajo para los trabajadores ya que de trabajar con esa marca sin corregir se tendrá que arreglar posteriormente el trabajo implicando un gasto triple (demoliciones, excavaciones y trabajos de albañilería).
- **Velocidad**: El retraso en el replanteo de referencias y marcas representa un retraso en la obra porque nadie puede realizar su tarea si no sabe dónde hacerla.
- **Sencillez**: Referencias complicadas de utilizar o comprender por lo general son causa de errores.

Existen 3 clases de levantamiento que se hacen a lo largo de todo el proyecto:

- **Preliminares:** Su objetivo es ser la base de los planos de la obra y se obtiene información acerca de:
 - Colindancias y topografía general del terreno
 - Calles, aceras y pavimentos.
 - Servicios públicos (drenajes, agua potable, tuberías de gas, energía eléctrica, etc...).
 - Construcciones existentes en el terreno o en cercanías.

En estos levantamientos se deben fijar las dimensiones del predio donde se ejecutará la obra y todo elemento existente como instalaciones y construcciones deben ser plasmados en el plano ya que permite hacer una adecuada planeación del proyecto ya que se podrá ver que elementos existentes se pueden conservar, reubicar o eliminar en el terreno. Es importante tener una idea bien clara respecto a qué ejes o puntos se referenciará el levantamiento (ejes de calle, paramentos, mojoneras o algún eje de referencia proporcionado por el cliente).

- **De construcción:** Replanteos de ejes de obra, niveles de referencia, etc.
- **Levantamientos As Built:** Estos son levantamientos a detalle que se realizan al término de la obra y su objetivo es representar la posición en la que queda cada elemento de la obra.

Para el caso de remodelaciones es importante levantar con precisión la posición de columnas, muros, vigas, etc...

1.5 LA REDACCION DE PROYECTOS Y SU RELACIÓN CON LA TOPOGRAFIA

Generalmente toda obra consta de 4 documentos: memoria, planos, pliego de condiciones y presupuesto.

El segundo documento, los planos, es el que está más directamente relacionado con la topografía

En general se distinguen los siguientes planos:

- **Plano detallado:** Con una escala mínima de 1:5000 con curvas de nivel representará cada unidad de la obra. Contendrán todos los accidentes topográficos planimétricos y altimétricos del terreno así como el trazo que se proyecte.
- **Perfil longitudinal:** Se realizara 1 también para cada unidad de obra en abscisas a la misma escala que el plano de detalle y en ordenadas 10 veces mayor.
- **Secciones transversales:** La escala de estos está comprendida entre 1:20 y 1:200, se utilizan para la cubicación de terraplenes, desmontes y cortes, esta información es fundamental para la realización del presupuesto.

Los documentos topográficos son el fundamento de todos los demás documentos del proyecto ya que determinan el trazo de los elementos del proyecto y permiten resolver los problemas técnicos que surjan por lo que el levantamiento topográfico es la base de todo proyecto de obra civil.

CAPÍTULO II

EQUIPO TOPOGRÁFICO

CAPITULO 2. EQUIPO TOPOGRÁFICO

2.1 ESTACION TOTAL

La estación total es el instrumento topográfico cuyo funcionamiento electro-óptico se apoya en la electrónica. Consiste en la integración de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

La estación total comparte similitudes con el teodolito ya que se compone de las mismas partes y funciones. El estacionamiento y nivelación son idénticos con la diferencia que para la estación total los niveles electrónicos simplifican la tarea.

En la estación total también están presentes los tres ejes así como sus errores:

- Verticalidad: Con la doble compensación reduce su influencia en las lecturas de ángulos horizontales.
- Colimación e inclinación: Tienen el mismo comportamiento que en un teodolito mecánico con la diferencia que el error de colimación se corrige mediante software mientras que el de inclinación es corregido por métodos mecánicos.

2.1.1 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA ESTACION TOTAL

2.1.1.1 EJES PRINCIPALES

❖ Eje Azimutal S – S

Eje principal o vertical, alrededor del cual gira la alidada, es el eje donde se miden los ángulos horizontales. El eje que sigue la trayectoria de la línea visual debe ser perpendicular al eje secundario y éste debe ser perpendicular al eje vertical. Los limbos son fijos y la alidada es la parte móvil.

❖ **Eje de Alturas K – K**

También conocido como eje secundario u horizontal, alrededor del cual gira el anteojo, en este eje se mueve el visor. Si se mide la altura del bastón se obtiene la distancia geométrica elevada y si se mide directamente al suelo se obtiene la distancia geométrica semielevada; las dos se miden a partir del eje de horizontal del teodolito.

❖ **Eje Óptico Z - Z (Línea de Colimación)**

Eje de colimación, o de puntería, coincidente con el eje geométrico del anteojo, es el eje donde se enfoca a los puntos.

Para que se diga que el aparato está estacionado se deben cumplir las siguientes condiciones:

El eje principal al ser vertical cortará en ángulo recto al eje horizontal en un punto, en ese punto pasa el eje de colimación; por lo tanto los tres ejes se intersectan en un punto llamado punto estación.

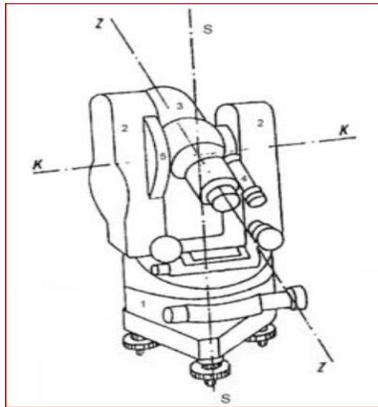


Fig. 2.1 Ejes principales

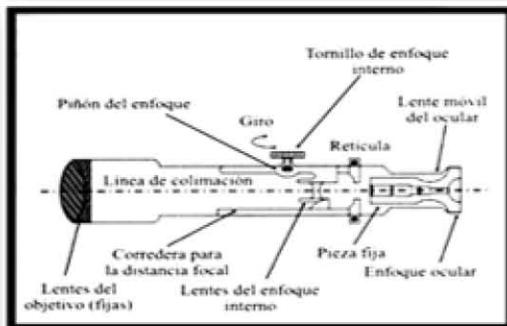
2.1.1.2 TELESCOPIO

Está constituido por una lente objetivo, una lente ocular y la línea de colimación la cual es una recta que atraviesa el eje óptico de las lentes e intersecta el cruce de los hilos horizontal y vertical de la retícula (**Fig.2.4**). Para ver nítidamente

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

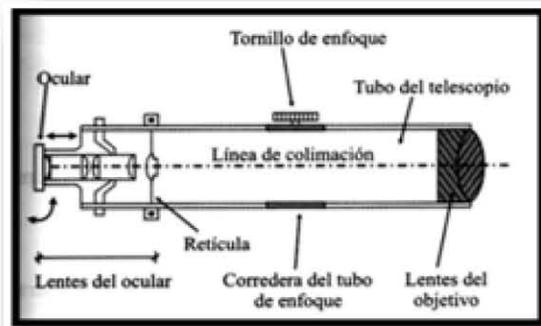
los hilos de la retícula así como el punto objetivo, se tiene que enfocar mover el tornillo del enfoque hasta lograr la nitidez deseada.

Existen telescopios de enfoque interno (**Fig.2.2**) así como de enfoque externo (**Fig. 2.3**)



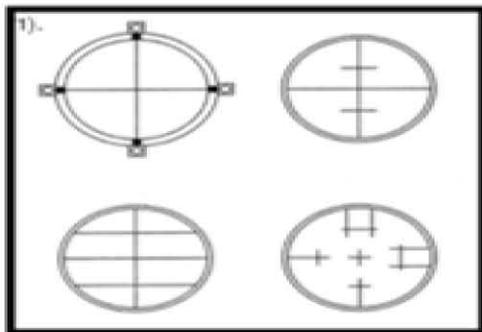
Telescopio de enfoque interno

Fig.2.2



Telescopio de enfoque externo

Fig.2.3



Tipos de Reticula

Fig.2.4

2.1.1.3 VERNIER (LIMBO) VERTICAL

El círculo vertical así como su vernier están integrados al anteojo; ambos giran sobre su eje de alturas. La fijación del movimiento vertical se hace a través del tornillo de presión vertical, por lo que los movimientos finos se hacen por medio del tornillo tangencial del movimiento vertical.

2.1.1.4 VERNIER (LIMBO) HORIZONTAL

El anteojo con su nivel se apoya en dos soportes que van sobre la caja, en esta se encuentra el círculo horizontal, graduado de 0 a 360. El movimiento del círculo horizontal puede ser frenado por el tornillo de presión general del movimiento horizontal.

2.1.1.5 MEDICIÓN DE ÁNGULOS

La medición de ángulos se realiza por medio de marcas en discos transparentes a través de captaciones dinámicas con exploración óptico-electrónica o mediante sistemas de evaluación incremental por vía óptica.

2.1.2 SISTEMA DE TRABAJO DE UNA ESTACIÓN TOTAL

2.1.2.1 SISTEMAS BASADOS EN LA CONVERSIÓN ANÁLOGO-DIGITAL

El código binario de una lectura angular se determina por medio de un codificador que hace la conversión del sistema análogo al sistema binario. Unos fotosensores leen la codificación del círculo asignando posiciones de luz y oscuridad paralelamente a los valores angulares por lo que el ángulo se calcula mediante la diferencia de lecturas.

2.1.2.2 SISTEMAS BASADOS EN CODIFICADORES ÓPTICOS

En este sistema la lectura angular es realizada por un sensor en un codificador incremental óptico, este codificador posee dos graduaciones: Una escala principal y una escala secundaria.

La variación de luz y sombra que se obtiene cuando la escala principal gira un paso, se convierte en señal sinusoidal que puede ser cuantificada y codificada. **Fig.2.5**

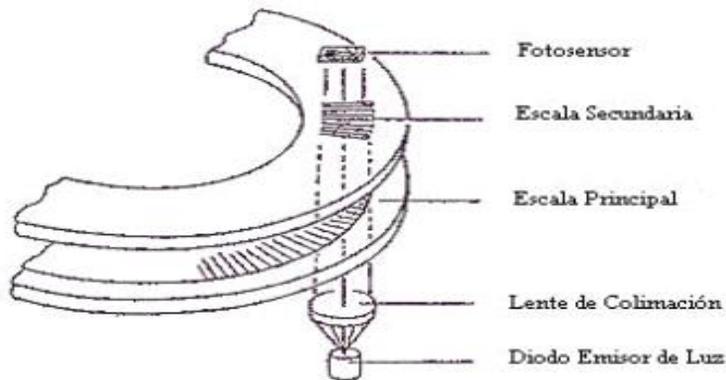


Fig.2.5 Sistema incremental

2.1.2.3 MOVIMIENTOS

El instrumento tiene dos movimientos:

a) *Movimiento superior*

Llamado también movimiento particular, este movimiento permite medir los ángulos horizontales y es activado mediante dos tornillos: tornillo de presión del movimiento particular y tornillo tangencial del movimiento particular.

b) *Movimiento inferior*

Conocido como movimiento general, este movimiento permite mover el anteojo dejando fijo el círculo horizontal, es controlado por los tornillos: tornillo de presión del movimiento general y tornillo tangencial del movimiento general.

2.1.3.1 CONDICIONES GEOMETRICAS

2.1.3.1.1 CONDICIONES QUE DEBE COMPLIR UN TEODOLITO

Estas condiciones son universales para los instrumentos topográficos por lo que la estación total está obligada a cumplir con estas condiciones y se clasifican en dos grupos:

- **Condiciones previas o de construcción:** Dependen del fabricante del instrumento
- **Condiciones de ajuste o corrección.**

El equipo debe satisfacer estas condiciones ya que la falla en estas ocasionaría errores sistemáticos los cuales son muy peligrosos en los trabajos de topografía.

2.1.3.1.2 VERIFICACION Y CORRECCION DEL TEODOLITO

La verificación consiste en comprobar que el funcionamiento del instrumento es correcto mientras que la corrección consiste en realizar todas las operaciones necesarias para que todos los elementos del instrumento estén en su posición.

VERIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE LAS CONDICIONES PREVIAS

1. Las directrices de los niveles del limbo horizontal deben ser perpendiculares al eje vertical o Azimutal

Con el instrumento nivelado, se gira 180° y si la burbuja se sale del centro, esa separación es el doble del error. Para corregirlo hay que mover la mitad de la burbuja con los tornillos de corrección del nivel y la otra mitad se ajusta con los tornillos niveladores. Esta operación debe repetirse las veces necesarias hasta que la burbuja no se salga del centro al girarlo 180° . **Fig.2.6**

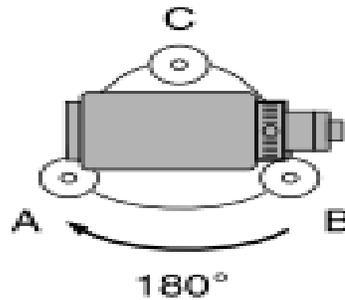


Fig.2.6 Revisión de la burbuja del nivel tubular

2. Los hilos de la retícula deben ser perpendiculares a los ejes respectivos

Esta rectificación no es necesaria cuando la retícula es de líneas grabadas en cristal, sin embargo es conveniente saber cómo se hace la operación.

Se enfoca un punto fijo haciéndolo coincidir en un extremo del hilo, mediante el movimiento particular se gira lentamente el aparato hasta llegar al otro extremo y el punto no tiene que separarse del hilo.

En caso de que el punto no coincida con la línea la retícula se endereza aflojando los tornillos que la sujetan al tubo.

3. No debe existir error de paralaje en el anteojo.

Este error se descubre, si observando a través del anteojo un objeto enfocado, este se desplaza con respecto a la retícula cuando el observador se mueve. Esto no es un desajuste del instrumento ya que se corrige ajustando el enfoque de la retícula y del objetivo.

4. La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de alturas

Se colocan dos puntos A y B, A estará separado 50 mts; para colocar el punto B se observa al punto A en posición directa, manteniendo fijo el movimiento horizontal se da vuelta de campana y se marca el punto B a 50 mts de la estación. Se gira el aparato 180° y se observa A en posición inversa, si al dar vuelta de campana para ver B en posición directa no se observa el mismo punto se marca un punto B', la distancia BB' es cuatro veces el error. A partir

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

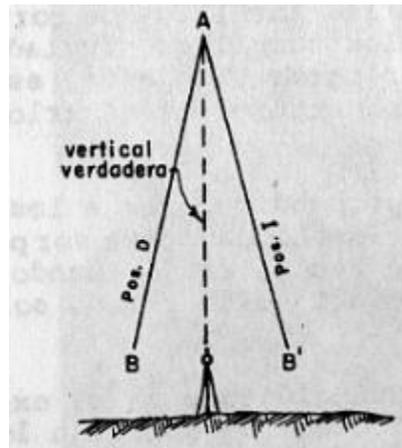


Fig.2.8 Revisión del eje de alturas

2.1.4.1.1 MEDICION ELECTRONICA DE DISTANCIAS

La medida electrónica de distancias (MED o EDM) se basa en las propiedades de una onda electromagnética que se propaga en la atmosfera y en la medición de su fase.

La medición tiene su fundamento en la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas que se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Distancia} = \text{Velocidad} \times \text{Tiempo}$$

$$(d = c \cdot t)$$

$$c = 299792.458 \text{ Km/s}$$

$$c \cong 300000.000 \text{ Km/s}$$

Las estaciones totales emplean distanciómetros de rayos infrarrojos, utilizando como fuente emisora un diodo de arseniuro de galio, con capacidad de medir distancias de hasta 4 Km con precisiones de $\pm (3 \text{ mm} + 3\text{ppm})$ esto significa que en una distancia de 1 km la precisión andaría en 6 mm.

Para determinar la distancia entre dos puntos A y B por medio de ondas electromagnéticas emitidas por la estación total estacionada en A y reflejadas por

el prisma en B, al no ser conveniente contabilizar el tiempo que tarda en ir y venir la señal se aplica la siguiente formula:

$$D = \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{2} + m \cdot \frac{\lambda}{2}$$

siendo $\frac{\Delta\Phi}{2\pi}$ el desfase

y $m = n^\circ$ de veces que se emite la onda

2.1.4.1.2 CALCULO DEL DESFASE

El desfase se puede medir con un error del orden de la milésima del valor de la longitud de onda. **Fig.2.9.** En la generación de ondas podemos llegar mucho más lejos, pues es del orden de la millonésima parte del valor de la longitud de la onda producida. La parte fija del error, corresponde al error en la medida del desfase y la parte proporcional (**P**) a la distancia, el error en la generación de la propia onda. La distancia entre el emisor y el reflector se expresa como:

$$L = \frac{n\lambda + p}{2}$$

Dónde:

L: Es la longitud a determinar

n: Es el número de longitudes de onda completas

λ : Es la longitud de onda.

p: Parte fraccionaria de longitud de onda

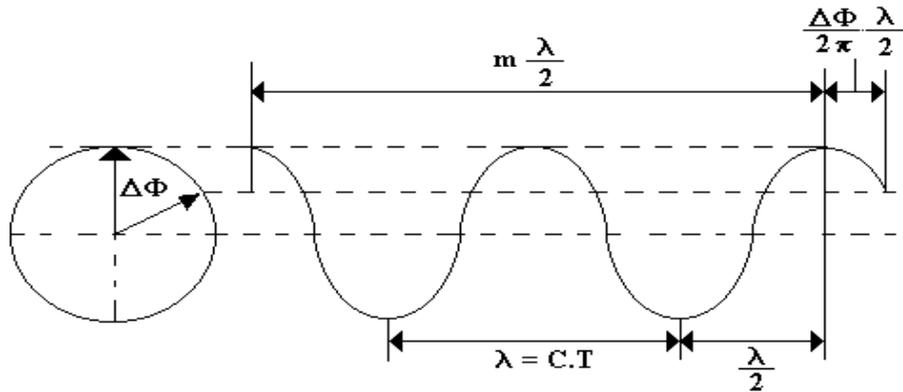


Fig. 2.9 Cálculo del desfase

Desde la estación A se transmite a B una señal portadora sobre la cual se sobrepone una frecuencia de referencia, esta señal regresa desde el prisma en B hasta el emisor, siendo su recorrido igual al doble que la distancia inclinada AB (**Fig.2.10**). La modulación en amplitud, consiste en hacer proporcional la amplitud de la portadora y la moduladora



Fig.2.10 Diagrama de la medición electrónica de distancias

La energía electromagnética se propaga en la atmosfera cumpliendo la siguiente ecuación:

$$V = f\lambda$$

Dónde:

V: Es la velocidad de la energía electromagnética en metros por segundo

f : Es la frecuencia de modulación de la energía en Hertz

λ : La longitud de onda en metros

Esta propagación se representa mediante una curva de la función SENO, en la que una longitud de onda o ciclo completo está representada por un ángulo de fase de 360° , entonces si un ángulo de fase de 180° representa media longitud de onda, una longitud de onda con ángulo de fase de 135° , es $135/360$ o 0.375 de una longitud de onda.

Es poco común que en la medición de una distancia haya exactamente un número entero de longitudes de onda ya que se tienen que añadir algunas fracciones de la longitud de onda.

2.1.4.1.3 LIMITACIONES

Existen factores que alteran la medición de una distancia, estos factores generan errores conocidos como ambigüedades los cuales obligan a hacer correcciones.

Estos factores son:

- Velocidad de propagación de la luz en la atmósfera **C**. Depende del índice de refracción **n**.
- Constante **K**, como suma de la constante aditiva del distanciómetro y de la constante del prisma, también llamada constante de “recorrido interno”.

2.1.4.1.4 DETERMINACIÓN DE C

El valor C es dependiente de las condiciones atmosféricas: presión (P) y temperatura (T) sin embargo las estaciones totales permiten la configuración de estas variables aunque los equipos más modernos permiten la medición automática de estos valores. La corrección de la velocidad se hará por medio de la fórmula de Gladstone:

$$\frac{n-1}{P} T = \frac{n_0-1}{P_0} T_0 \quad y \quad c = \frac{c_0}{n}$$

$$n = \left(\frac{n_0-1}{P_0} \cdot T_0 \right) * \frac{P}{T} + 1 \quad C_0 = 299792.458 Km/s$$

2.1.4.1.5 CONSTANTE ADITIVA DEL INSTRUMENTO

Esta constante tiene su origen en la coincidencia entre el centro geométrico del distanciómetro, que será el mismo que el centro del eje secundario sobre el que gira el telescopio, y el centro del prisma o reflector. El recorrido que hace el rayo entre estos dos centros provoca un incremento en la distancia medida que será diferente a la distancia real, por lo que la corrección se realiza por software utilizando el valor de la constante aditiva del instrumento.

Procedimiento

1. Busque un lugar plano en el que pueda seleccionar dos puntos que disten 100 m uno el otro. Monte el instrumento en el punto A y el prisma reflectante en el punto B. Determine un punto C en el punto medio entre A y B (**Fig.2.11**).

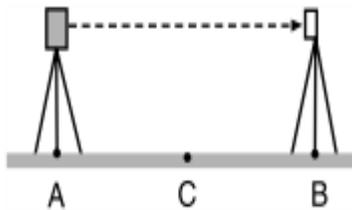


Fig. 2.11 Determinación del punto medio

- Mida 10 veces, con precisión, la distancia horizontal entre el punto A y el punto B. Calcule la distancia promedio.
- Coloque el instrumento en el punto C y el prisma reflectante en el punto A.

Fig.2.12

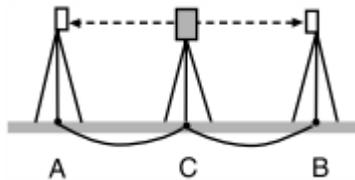


Fig.2.12

- Mida con precisión, 10 veces cada una, las distancias horizontales CA y CB. Calcule el promedio de cada una de las distancias.
- Calcule la constante de la distancia aditiva K como se indica a continuación.
$$K = AB - (CA+CB)$$
- Repita los pasos 1 al 5 dos o tres veces. Si la constante de la distancia aditiva K se encuentra dentro del intervalo ± 3 mm aunque sólo sea una vez, no es necesario ningún ajuste. Si siempre está fuera de dicho rango, el equipo debe revisarse en un taller para efectuar el ajuste.

2.1.4.1.6 CONSTANTE DEL PRISMA

En el prisma la onda recorre un camino hasta salir de regreso al distanciómetro. Dentro del prisma la onda experimenta tres reflexiones las cuales suponen una distancia adicional a la distancia real alterando el resultado final. Este recorrido adicional depende del tipo de onda del distanciómetro y del reflector, este valor se llama constante del prisma, comercialmente los valores son 30 mm y 35 mm, sin embargo también hay reflectores planos de constante 0.

Procedimiento para calcular la constante del prisma

K_p = constante del prisma

$$K_p = D - D'$$

1. Se mide una distancia corta, con buenas condiciones meteorológicas con el prisma a comprobar.
2. Se sustituye el prisma por un reflector plano o placa ($K_p = 0$).
3. Se coloca este reflector plano verticalmente en un extremo de la distancia a medir y se repite la medición.
4. La diferencia entre la Distancia medida con el prisma a comprobar (D) y la distancia medida con la placa reflectante (D') es la K_p
5. La constante K_p está dada por el fabricante y solo en casos concretos sería necesaria esta operación. La precisión del cálculo depende de la correcta colocación de los reflectores: perfectamente aplomados en el punto elegido y estabilizados por medio de trípodes.

2.1.4.1.7 CALIBRACION DE UNA ESTACION TOTAL

Hay condiciones que deben verificarse antes de utilizar un equipo, si estas condiciones se salen de tolerancia entonces el equipo debe calibrarse.

En campo el equipo debe revisarse de la siguiente manera:

1. Colimar en posición directa del anteojo un punto alto, situado a unos 100 m. Anotar las lecturas de los círculos horizontal (A_1) y vertical (B_1).
2. Colimar nuevamente el mismo punto ahora en posición inversa del anteojo y anotar las lecturas de los círculos horizontal (A_2) y vertical (B_2).
3. Realizar los siguientes cálculos $A_2 - A_1$ y $B_2 - B_1$
Si $A_2 - A_1$ está dentro de $180^\circ \pm 20''$ y $B_2 - B_1$ está en $360^\circ \pm 40''$, no es necesario ningún ajuste

Ejemplo

Posición directa

Angulo horizontal $A1=18^{\circ}34'00''$ Angulo vertical $B1=90^{\circ}30'20''$

Posición inversa

Angulo horizontal $A2= 198^{\circ}34'20''$ Angulo vertical $B2=269^{\circ}30'00''$

Cálculos

$A2-A1$ (ángulo horizontal)

$$=198^{\circ} 34' 20'' - 18^{\circ} 34' 00''$$

$$=180^{\circ} 00' 20''$$

$B2-B1$ (ángulo vertical)

$$=269^{\circ} 30' 00'' + 90^{\circ} 30' 20''$$

$$=360^{\circ} 00' 20''$$

La calibración consiste en la determinación de los siguientes errores instrumentales:

- **Colimación del ángulo horizontal (Hz).** Es la desviación (C) del ángulo recto formado por el eje de muñones y la visual **Fig.2.13**.

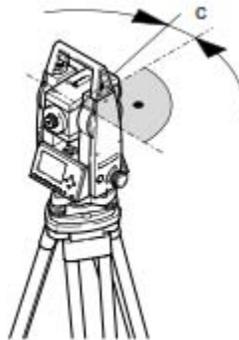


Fig.2.13

La influencia del error de colimación en el ángulo horizontal Hz aumenta con la altura sobre el horizonte. En visuales horizontales el error en Hz es igual al error de colimación.

- **Índice vertical.** En una visual horizontal la lectura del limbo vertical debe ser exactamente 90° . La desviación de este valor se llama error de índice vertical (i). **Fig.2.14.**

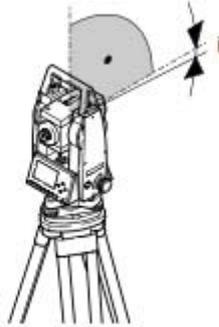


Fig.2.14 Índice vertical

La determinación de los errores de colimación Hz y de índice vertical requiere medir en las posiciones directa e inversa del anteojo. Los menús de calibración varían en cada equipo sin embargo los principios se deben cumplir independientemente de la marca por lo que en este caso se explica el menú de calibración de una estación total Leica serie 300.

DETERMINACIÓN DEL ERROR DE COLIMACIÓN (C)

1. Nivelar exactamente el instrumento.
2. Dirigir una visual a un punto alejado 100 m de distancia, que no se separe más de $\pm 5^\circ$ de la línea horizontal. **Fig.2.15**

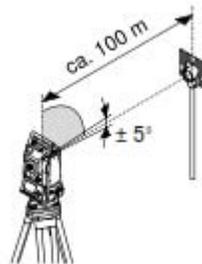


Fig.2.15 Error de colimación

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

3. Efectuar la medición

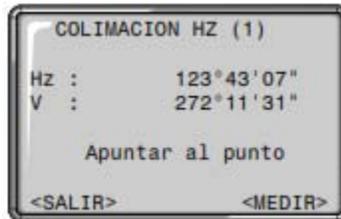


Fig.2.16

4. Cambiar a la otra posición del anteojo y visar de nuevo el punto.

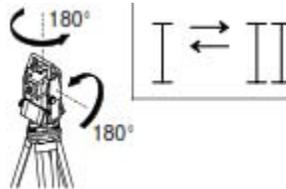


Fig..2.17

5. Volver a efectuar la medición con la tecla de pantalla

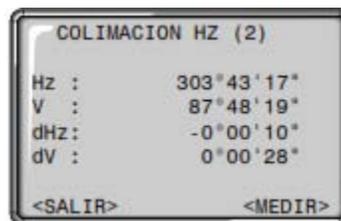


Fig.2.18

6. Visualización del antiguo error de colimación y del recién calculado.

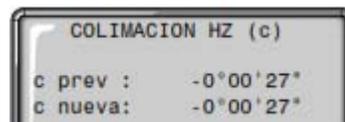


Fig.2.19

El nuevo valor se puede aceptar o rechazar

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

DETERMINACION DEL ERROR DE INDICE VERTICAL (i)

1. Nivelar exactamente el instrumento.
2. Dirigir una visual a un punto alejado 100 m de distancia, que no se separe más de $\pm 5^\circ$ de la línea horizontal.
3. Efectuar la medición



Fig.2.20

4. Cambiar a la otra posición del anteojo y visar de nuevo el punto.
5. Volver a efectuar la medición con la tecla de pantalla

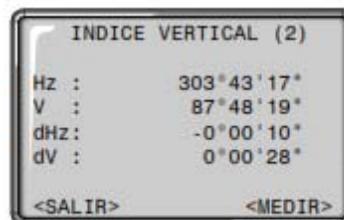


Fig.2.21

6. Visualización del antiguo error de índice V y del recién calculado

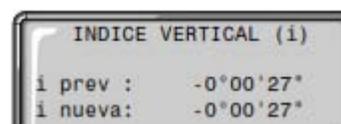


Fig.2.22

El nuevo valor se puede aceptar o rechazar

2.2 NIVEL TOPOGRÁFICO

El nivel topográfico también llamado equialtímetro, es un instrumento altimétrico diseñado específicamente para realizar visuales horizontales una vez puesto en estación. Su uso específico es la determinación del desnivel entre dos puntos mediante unas miras de nivelación “estadales”.

Consiste en un anteojo estadimétrico montado sobre una plataforma nivelante dotada de un nivel esférico. El anteojo gira horizontalmente sobre la plataforma alrededor del eje vertical sin la existencia del tornillo de presión teniendo únicamente el tornillo de coincidencia.



Fig.3.23 Nivel automático

2.2.1 TIPOS DE NIVEL

- **NIVELES DE LINEA**

La horizontalidad de la visual depende de un nivel tubular de aire “nivel principal”, que va acoplado al anteojo del nivel cumpliendo que el eje de colimación (HH') sea paralelo a la directriz del nivel principal (DD') Fig. (La directriz de un nivel es la recta tangente al nivel en un punto central de la burbuja. Cuando un nivel está centrado, su directriz es horizontal). **Fig.3.24**

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

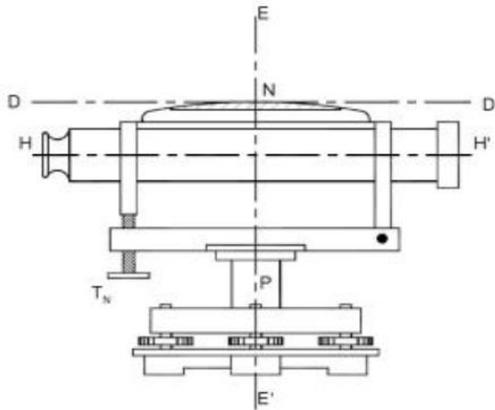


Fig.3.24 Ejes principales de un nivel

El nivel va montado sobre una plataforma (P) que dispone de un mecanismo basculante que permite centrar el nivel principal. Con esto se logra que la directriz del nivel así como el eje de colimación del anteojo sean horizontales. El centrado del nivel principal se hace con el tornillo de nivelación (Tn), girando adecuadamente este tornillo se consigue centrar la burbuja y obtener una visual horizontal.

- **NIVELES AUTOMÁTICOS**

La visual horizontal del eje de colimación se consigue automáticamente mediante un sistema de compensación interno.

La automatización del sistema consiste en quebrar el eje de colimación para que este permanezca horizontal aun cuando el anteojo del instrumento no lo esté. El sistema más común de automatización consiste en dos espejos fijos y uno móvil dentro del anteojo.

Los espejos fijos se ubican en la parte superior interna del anteojo. El espejo móvil está suspendido de la armadura interior mediante unos tirantes articulados formando un trapecio deformable. **Fig.3.25.**

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

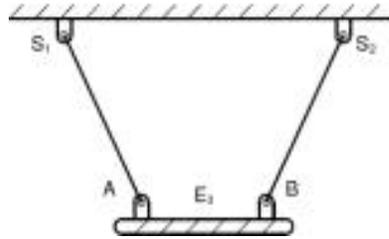


Fig.3.25

El espejo móvil en combinación con los fijos quiebra el eje de colimación del anteojo corrigiendo los errores de inclinación del instrumento. Con este sistema todas las visuales del anteojo serán siempre forzosamente horizontales.

2.2.2 COMPROBACION Y AJUSTE DE UN NIVEL

- **Nivel esférico**

1. Nivelar el instrumento.

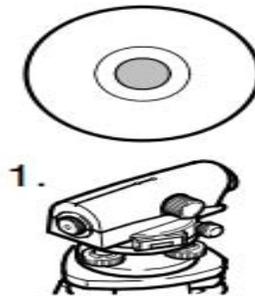


Fig.3.26 Nivel esférico

2. Girar 180° el instrumento.



Fig.3.27

3. Si la burbuja se sale del círculo, hay que ajustar el nivel esférico

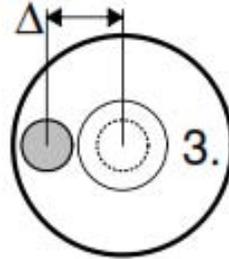


Fig.3.28

4. Con la llave Allen corregir la mitad del error; repetir los pasos 2 y 3 hasta que la burbuja quede centrada girando el anteojo en cualquier posición.

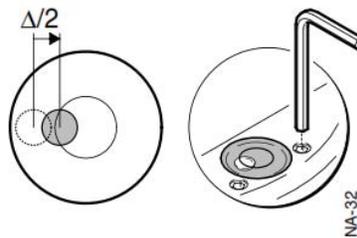


Fig.3.29

- **Comprobar / ajustar la línea de puntería**

Si el nivel esférico está ajustado y centrado, la línea de puntería debe ser horizontal la comprobación se hace como sigue:

Ejemplo

1. En un terreno llano elegir un tramo de 30 metros aproximadamente.

CAPITULO II
EQUIPO TOPOGRÁFICO

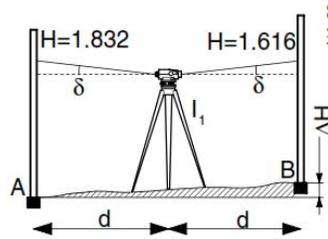


Fig.3.30

2. Colocar un estadal en los extremos (A , B).
3. Estacionar el nivel en el punto medio de AB, I₁, y nivelarlo.
4. Leer ambos estadales.

Lectura estadal A = 1.832 m

Lectura estadal B = 1.616 m

$\Delta H = A - B = 0.216 \text{ m}$

5. Colocar el nivel a 1 m aprox. del estadal A.
6. Leer estadal A (para el ejemplo: 1.604 m)

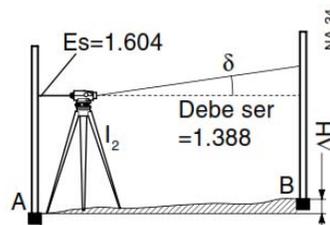


Fig.3.31

7. Calcular cual debería ser la lectura en B

Para el ejemplo:

$$A - \Delta H = 1.604 \text{ m} - 0.216 \text{ m} = 1.388 \text{ m}$$

8. Leer estadal B. Comparar el valor leído con el que debería de ser. Si la diferencia es mayor de 3mm, se debe ajustar la línea de puntería.
9. Con la llave Allen hay que girar el tornillo hasta que se alcance el valor que debería ser (p.ej. 1.388 m).

CAPITULO II EQUIPO TOPOGRÁFICO

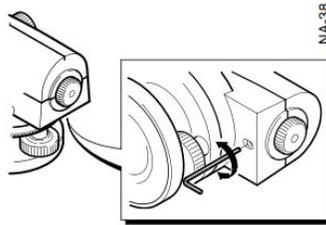


Fig.3.32

10. Comprobar nuevamente la línea de puntería.

- **Revisión del compensador automático**

1. Nivelar el instrumento mediante los tornillos niveladores haciendo coincidir la burbuja con el centro.

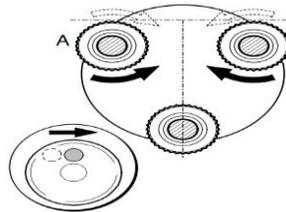


Fig.3.33

2. Apuntando el anteojo hacia una zona clara se debe mover 1/8 de vuelta uno de los tornillos niveladores, los hilos estadimétricos deberán hacer un suave movimiento vertical y después estabilizarse si esto no pasa el equipo debe llevarse a revisión a un taller especializado.

CAPÍTULO III

**CONTROL GEOMÉTRICO DE LA
INSTALACION DE LA FACHADA**

CAPÍTULO 3. CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACION DE LA FACHADA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA FACHADA

La fachada es una estructura independiente de la mega estructura del edificio, esta deberá soportar cargas permanentes y cargas variables. Como carga permanente la fachada deberá soportar el peso de los vidrios y de los perfiles de aluminio. Como carga variable la fachada soportará las acciones climatológicas, como el viento y la lluvia.

El desplante de la fachada viene desde el nivel 11 hasta el nivel 50, debido a que la estructura es modular; cada módulo abarca 3 niveles de 4.30 m de altura cada uno, esto implica que en cada nivel la fachada tenga el mismo arreglo de vidrios y postes de aluminio.

ELEMENTOS DE LA FACHADA

1. PLACAS
2. MEGATRABE
3. ZONA DE FUSIBLES
4. VIDRIO
5. POSTES HORIZONTALES DE ALUMINIO
6. POSTES VERTICALES DE ALUMINIO

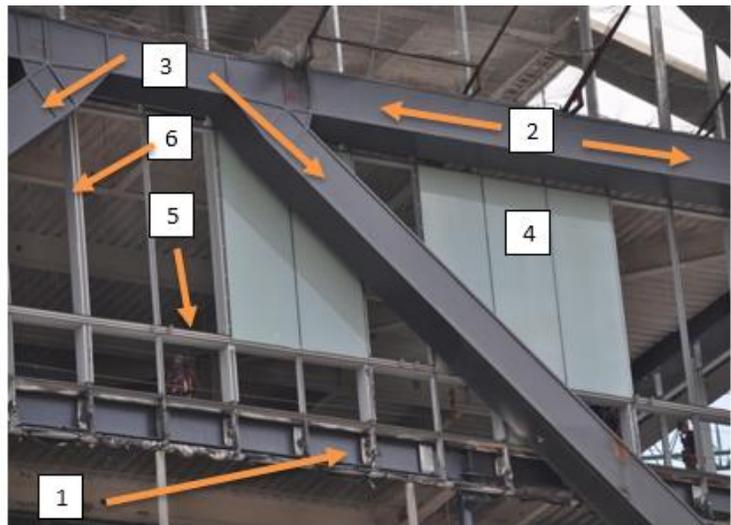


FIG. 3.1 Elementos de la fachada

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

El proyecto está concebido dentro de un cuadrado de 46.500 m de lado, sin embargo por cuestiones de diseño cada arista mide 35.500 m recortándose 11.000 m para dejar dos fachadas en diagonal de 15.556 m de longitud (**fig.3.2**).



Fig.3.2 Planta general

Existen 4 fachadas principales y 2 secundarias, distribuidas de la manera siguiente (**fig. 3.3**):

- Reforma: Se ubica del lado de la avenida Reforma esquina con Lieja abarca del eje TB al eje TF a lo largo del eje 1.
- Lieja: Ubicada sobre la avenida Lieja a lo largo del eje TA y abarca del eje 2 al 6.
- Anexo: Esta fachada es la posterior a Reforma y se desplanta a lo largo del eje 6 y abarca del eje TA al TE.
- Hotel: Colinda con el hotel Four Seasons a lo largo del eje TF y va del eje 2 al 5

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

- Las fachadas en las diagonales se llaman: Oficinas voladas y Núcleo satelital



Fig.3.3 Fachadas

En cada nivel del edificio, la estructura de la fachada acristalada está compuesta de perfiles de aluminio anclados a la mega estructura por medio de placas de acero que van soldadas en las vigas perimetrales. Por fachada se instalaron 23 placas así como igual número de postes verticales de aluminio formando 22 módulos.

Los perfiles de aluminio son los soportes para los cristales templados de 1.5 m x 3.0 m. siendo 22 el número de cristales tipo por fachada y en cada orilla habrá un vidrio de 48.5cm x 3.0 m. Los travesaños son los soportes inferiores de cada cristal y el eje de estos está referido al nivel de piso terminado (NPT), el soporte superior será el travesaño que está a 3 metros del soporte inferior.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

Los vidrios se colocan en el marco formado por los perfiles de aluminio, estos van atornillados a los canales y posteriormente son sellados con silicón para proteger el interior del edificio del viento y lluvia.

Celosía

La celosía es una estructura que sirve como primera piel de la fachada ya que esta cubre bloques de 3 niveles (**fig.3.4**) y cada lado de la fachada es cubierto por la celosía, esta va por fuera de la fachada de cristal. Se compone de perfiles y paneles de aluminio, los perfiles forman un marco que es soportado por unas conexiones de acero inoxidable que se conectan a la mega estructura del edificio por medio de unas anclas soldadas a la megatrabe **fig. 3.5**.

Cada módulo de mega estructura está formado por 3 niveles, las vigas diagonales se unen a la megatrabe en la llamada “zona de fusibles”. Cada tres niveles la megatrabe rodeara la torre **fig. 3.6**, siendo las megatrabe superior e inferior los apoyos que soportaran cada bloque de celosía



FIG. 3.4 MÓDULOS DE CELOSÍA



FIG.3.5 ANCLAS DE MEGATRABE

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

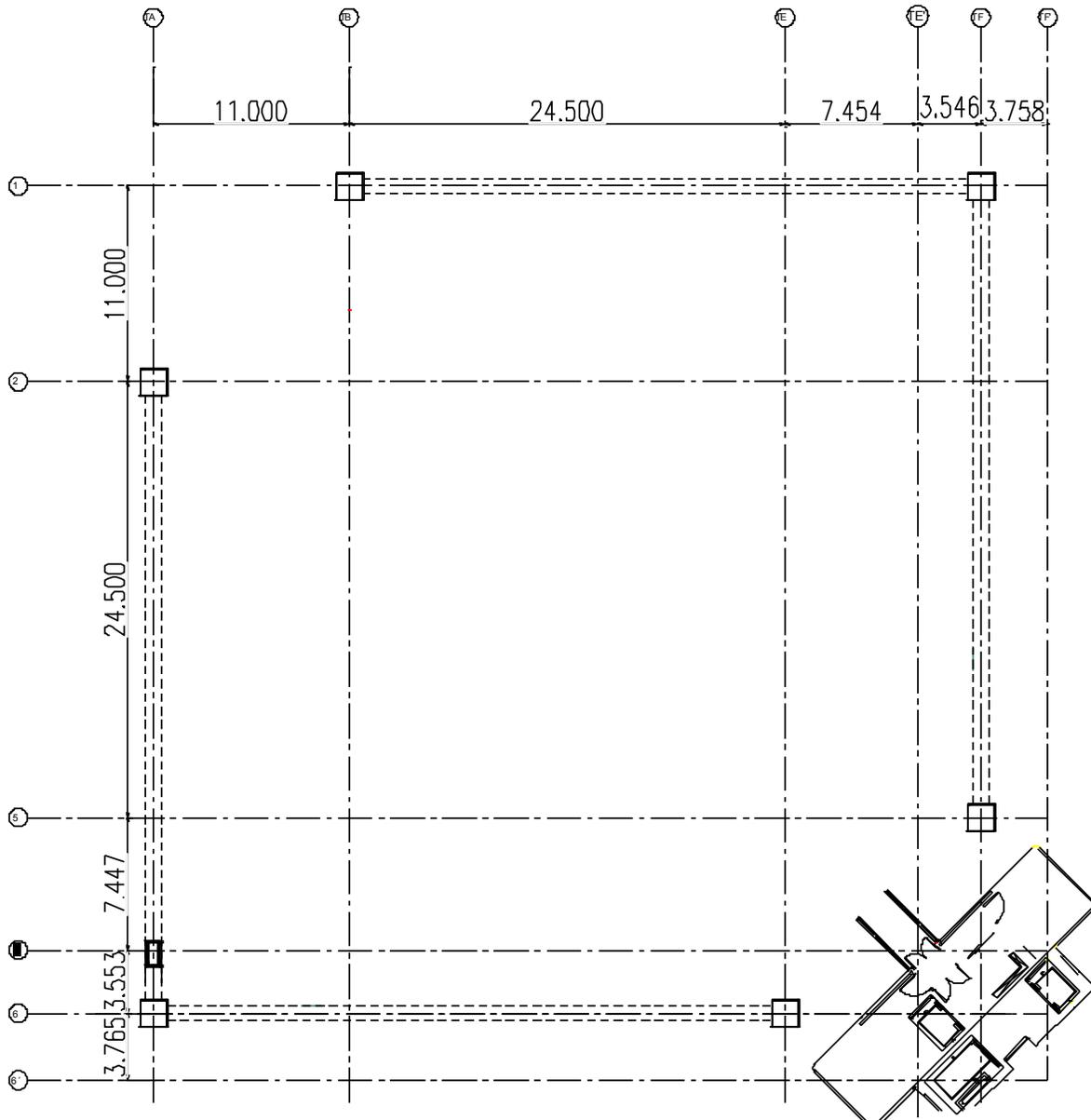


Fig.3.6 Plano de megatrabe

3.2 INTERPRETACIÓN DE PLANOS

En una obra los planos contienen toda la información relacionada al proyecto que se va a ejecutar, esta información está representada por símbolos y gráficas que se deben interpretar correctamente.

Los componentes principales de un plano son:

- Ejes
- Acotaciones
- Nombre de los espacios
- Representación gráfica
- Tipos de planos
- Clave y número de plano
- Escala
- Norte
- Simbología y especificaciones

EJES

Los ejes son líneas punteadas con una numeración consecutiva por un lado y con letras por el otro eje. **Fig.3.7**

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

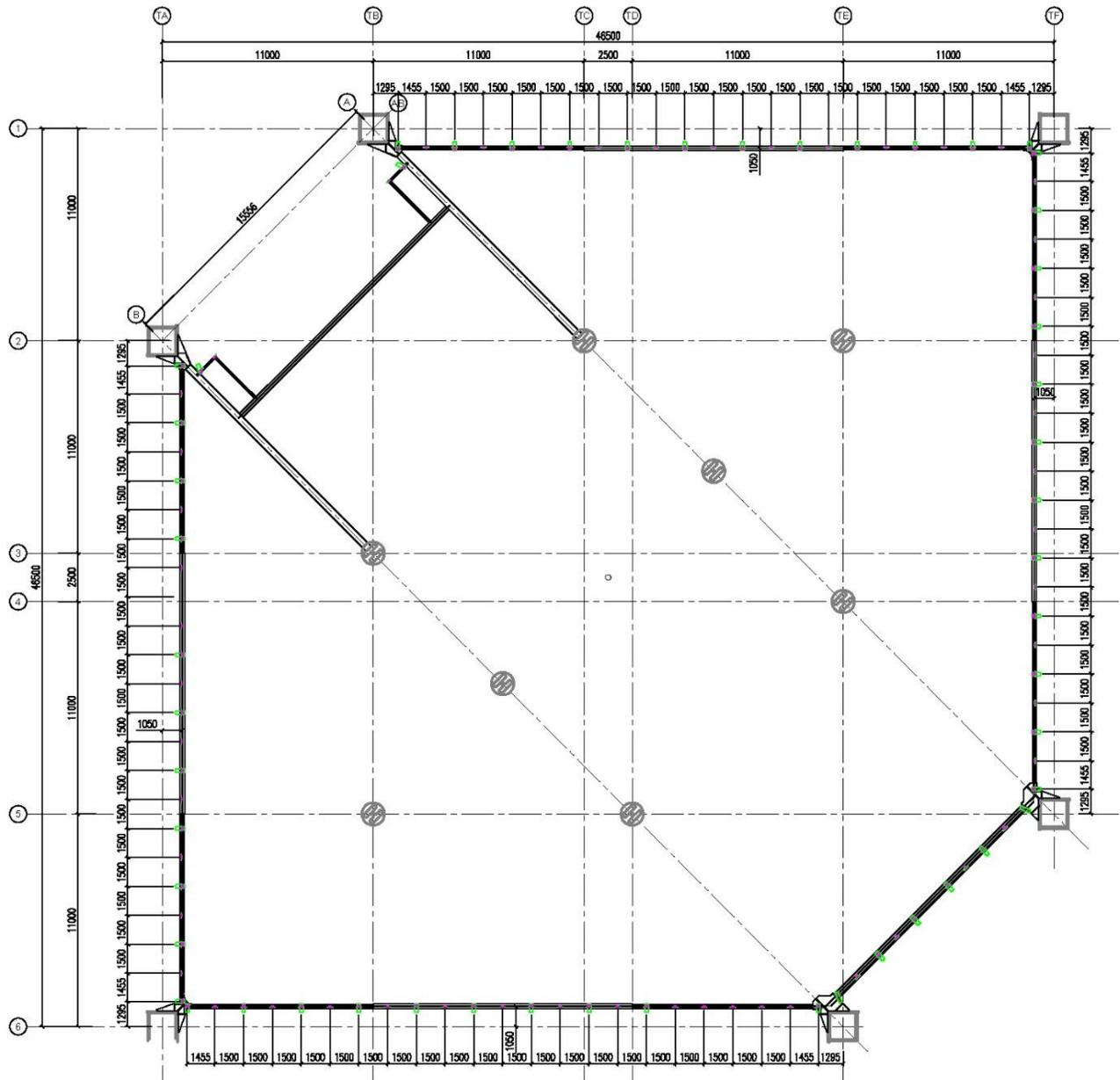


Fig. 3.7 Ejes de proyecto

Los ejes indicados en el plano coinciden con las líneas que se deben trazar en el proyecto para indicar elementos como muros, castillos, posición de anclas y placas para la fachada. Los ejes de las placas que soportan las anclas están referidos a los ejes.

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

Por lo general los ejes están a la mitad de cada elemento estructural, sin embargo en las colindancias los ejes están en el límite del terreno.

ACOTACIONES

Las acotaciones son líneas que aparecen en seguida de los ejes.

Las acotaciones son líneas continuas y se dividen en:

- Cotas generales
- Cotas parciales
- Cotas específicas

Las cotas generales proporcionan la distancia total del área a construir. **Fig. 3.8**

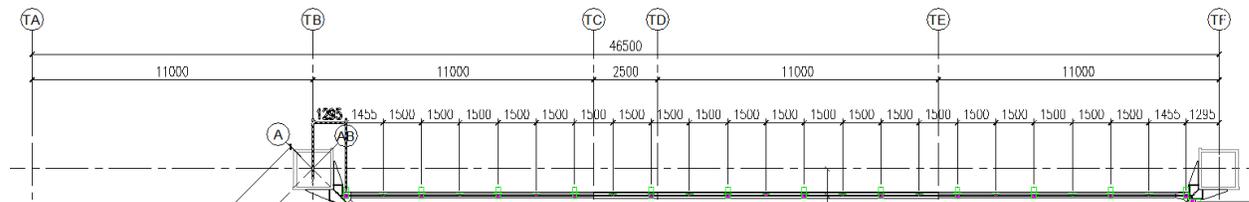


Fig. 3.8 Cotas

Las cotas parciales están debajo del renglón de las cotas generales y proporcionan la distancia entre ejes.

Las cotas específicas proporcionan las medidas de los elementos a construir.

NOMBRES DE LOS ESPACIOS

Es el nombre que le corresponde a cada área tales como la recamara, sala, cocina, oficina, etc. para indicar donde estarán las instalaciones de agua, luz, gas, etc.

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Se refiere a la forma en que se representaran los elementos como muros, ventanas. Por ejemplo las ventanas se representan con cuatro líneas delgadas (**fig.3.9**), los muros se representan con líneas gruesas (**fig.3.10**)

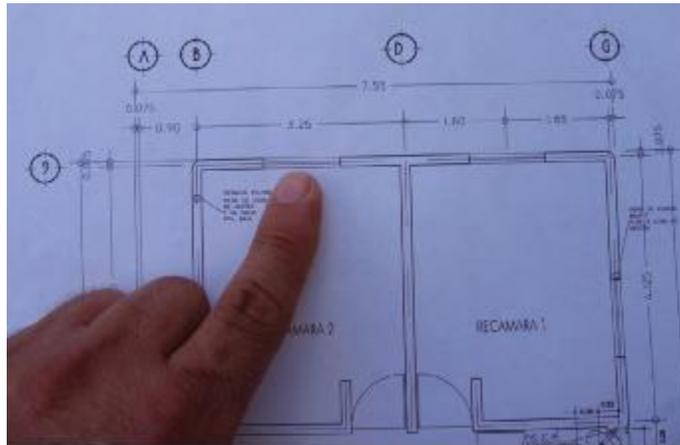


Fig.3.9

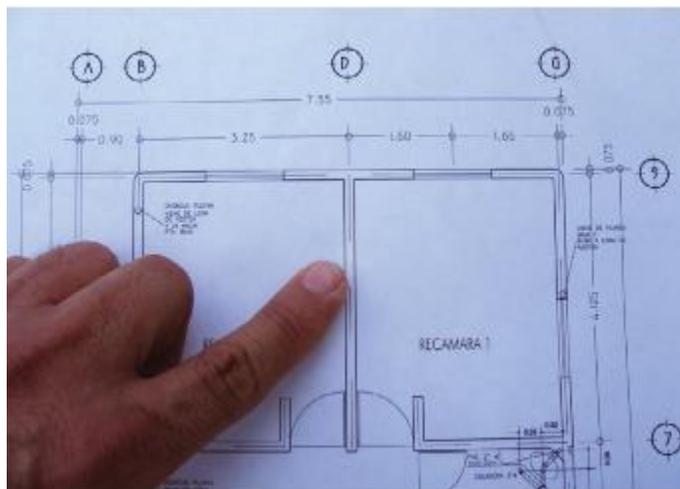


Fig.3.10

TIPOS DE PLANOS

- **Arquitectónico:** En este plano se muestra los espacios del proyecto y su distribución, se dibujan puertas, ventanas, escaleras, etc.
- **Estructural:** Contiene la información a detalle de los elementos estructurales como son zapatas, columnas, castillos, lozas, etc.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

- **De instalaciones:** Especifica las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, aire acondicionado, telecomunicaciones, etc.
- **Albañilería:** En los planos de albañilería se detallan las medidas de los muros muretes, medidas de las ventanas, columnas, etc.
- **Acabados:** En este se indicas el tipo de acabados que se darán en la obra como son pisos, muros, plafones, zoclo, etc.

CLAVE Y NUMERO DE PLANO

La clave y el número del plano por lo general aparecen en la parte de arriba del plano y están marcados con letras grandes. La letra indica el plano y el número indica cuántos planos hay con la misma clave. **Fig.3.11**

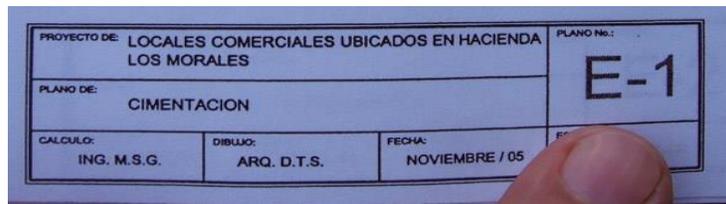


Fig.3.11 Clave y número de plano

ESCALA

La escala es la proporción que tiene un dibujo con respecto a las medidas reales. Por ejemplo en una escala de 1:100 quiere decir que 1 metro equivale a 100 mts o 1 cm equivale a 1 metro. **Fig. 3.12**



Fig.3.12 Escala de un plano

Para obtener la longitud real de algún elemento de la obra (muro, zapata, ancho de cimiento, etc.), hay que medirlo con una regla en el plano y aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{(Longitud en cm. x Escala) / 100}$$

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

NORTE

Es importante ubicar en el plano donde queda el norte, ya que así se puede aprovechar mejor la ventilación y la iluminación natural. **Fig 3.13**



Fig.3.13

k	Castillo
m	Muro
CC	Cadena de cerramiento
ZC	Zapata corrida
Z	Zapata aislada
CD	Cadena de despiante
CL	Cadena de liga
D	Dado
C	Columna
T	Trabe
CT	Contratrabe
TL	Trabe de liga
M	Mampostería
LC	Losa de cimentación
Ø	Díametro
E	Estribo
@	A cada
# o N	Número
'	Pulgada
cm	Centímetro
m	Metro
Kg	Kilogramo
1/4 L	1/4 de claro
1/5 L	1/5 de claro
NPT	Nivel de piso terminado
f _y	Resistencia del acero de refuerzo
f _c	Resistencia a la compresión de concreto
TMA	Tamaño máximo de agregado
A-A'	Corte del punto A al punto A'
B-B'	Corte del punto B al punto B'
Vrs	Varilla

SIMBOLOGÍA Y ESPECIFICACIONES MÁS COMUNES

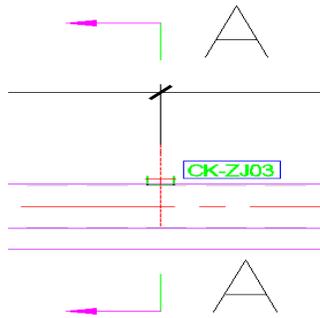
CORTES

El corte es una representación que muestra las partes interiores del cuerpo.

Fig 3.14

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA



Señalización de un corte

En la planta arquitectónica se señalan los cortes para observar en forma vertical el interior y el comportamiento estructural dado.

Fig. 3.14 Ejemplo de corte

DETALLES

Son los dibujos que específicamente describen un componente del sistema; para la justa descripción de un detalle podemos auxiliarnos de otros detalles.

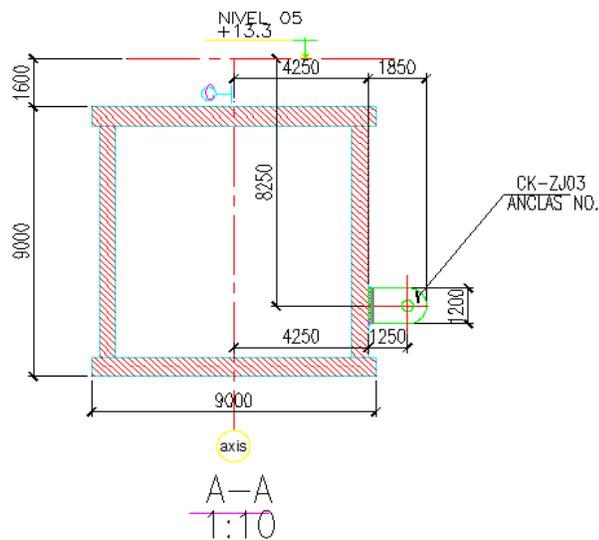


Fig.3.15 Ejemplo de detalle

3.3 CONTROL HORIZONTAL DE INSTALACION

3.3.1 TRAZO DE EJES PARA PLACAS Y CONEXIONES DE MEGATRABE

El trazo en obra de placas así como las conexiones de la megatrabe requiere de la aplicación de determinados procedimientos topográficos, dependiendo de las necesidades se puede utilizar un solo procedimiento o una combinación de varios.

La instalación de las placas requiere especial cuidado ya que el eje de posición de las placas que marcan los planos coincide con el eje de los postes verticales de aluminio

Al comenzar el trazo de una fachada, por lo general se marca un arranque dado que todas las placas están separadas 1.5m (**fig. 3.16**), situación diferente en los extremos donde hay un cambio en las medidas, como se observa en la imagen el arranque debe ser la primer marca en amarillo; así mismo se debe marcar el fin de la serie de placas de 1.5 m marcando la última placa resaltada en amarillo.

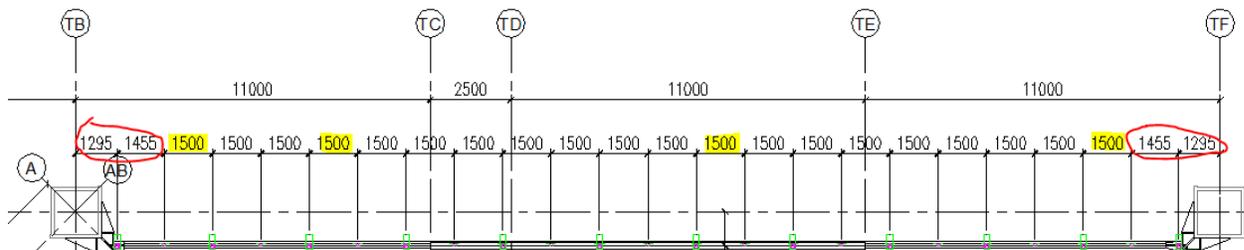


Fig.3.16 Elección del arranque para el trazo

Las placas tienen determinada tolerancia pero no se debe abusar de ella al momento de instalarlas ya que el desfase del arranque sin corregirse después, desfazaría la fachada en el mismo sentido del error del arranque.

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

3.3.1.1 TRAZO DE PLACAS UTILIZANDO COORDENADAS

El replanteo es el procedimiento inverso al levantamiento, ya que mientras en el levantamiento representamos en un plano todo lo que hay en el terreno, en el replanteo se tiene que plasmar todos los elementos de un plano en el terreno.

Para hacer un replanteo por coordenadas debemos tener nuestro plano de trabajo en un sistema de coordenadas, este sistema de coordenadas lo asigna la topografía del proyectista por lo general antes de elaborarse el proyecto se hace un levantamiento de la zona de trabajo, la entrega de este levantamiento incluye la poligonal física de control así como un banco de nivel. Se recomienda que cada contratista de topografía vaya sacando sus puntos al exterior de la zona de trabajo ya que con el tiempo y el avance de la obra posiblemente sea afectada la poligonal original por los trabajos de la maquinaria o empleados de la obra.

Del plano topográfico se obtienen las coordenadas (x,y) de los extremos de cualquier eje del proyecto, sin embargo en las diferentes etapas del proyecto las empresas participantes generan planos sin sistemas de coordenadas topográficas esto implica hacer un empalme de la planta topográfica con los planos de construcción proporcionados por los proyectistas, este procedimiento se realiza en AutoCAD y permite obtener las coordenadas de cualquier elemento.

Para la fachada del proyecto Torre BBVA Bancomer, el eje de cada placa está referida a los ejes estructurales del proyecto. El primer pasó es trazar el “arranque”, en las 4 fachadas, el arranque es la placa que está a la mitad de la fachada teniendo una separación de 17.750 m a los extremos. **Fig. 3.17**

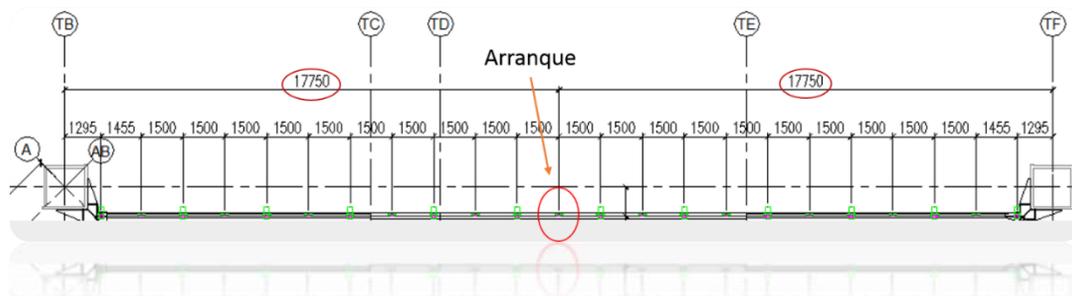


Fig.3.17 Localización en plano del arranque

Para replantear por coordenadas, del plano topográfico obtenemos las coordenadas del centro de la placa. **Fig. 3.18**

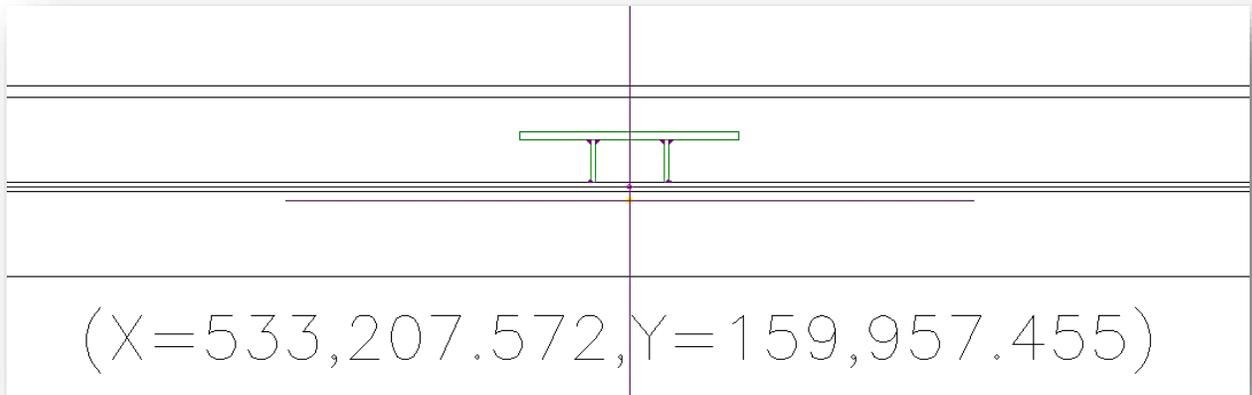


Fig.3.18 Coordenadas del arranque

Este punto se traza en la viga perimetral del piso y hacia los lados se trazan una serie de placas separadas 1.50 m.

Todos los cálculos de coordenadas se refieren siempre a la estación actualmente fijada. Para fijar la estación es necesario fijar al menos sus coordenadas (X,Y). Las coordenadas se pueden introducir a mano o leer de la memoria interna.

El procedimiento en campo es como sigue:

1. Centrar la estación total en un punto de coordenadas conocidas A.
2. Orientar la estación colimando un punto B de coordenadas conocidas.
3. Una vez orientado el instrumento se debe buscar el programa “replanteo” en el menú e introducir los datos del punto a replantear.

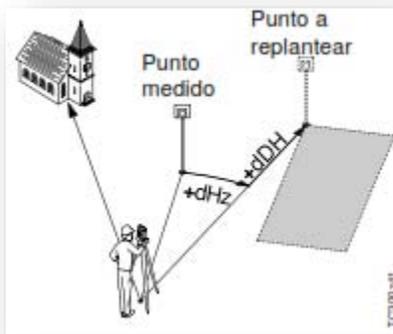
El programa calcula a partir de coordenadas o valores (ángulo, distancia horizontal, cota) introducidos a mano, los valores necesarios para el replanteo **polar**,

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

cartesiano u **ortogonal**. Las diferencias de replanteo se pueden visualizar continuamente. El programa de replanteo nos permite utilizar 3 modos de trabajo:

1. REPLANTEO POLAR

Presentación habitual de las diferencias de replanteo polar dH_z , dHD , dH .

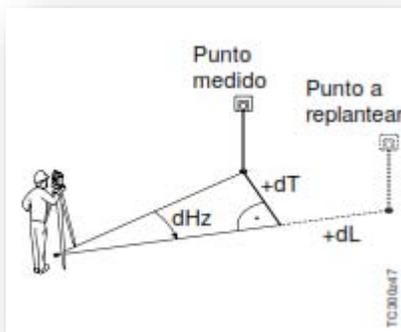


dH_z :	Diferencia angular: positiva, cuando el punto a replantear está a la derecha de la dirección actual.
dDH :	Diferencia longitudinal: positiva, cuando el punto a replantear está más lejos.
dZ :	Diferencia de cota: positiva, cuando el punto a replantear está más alto.

Fig 3.19 Ejemplo de replanteo polar

2. REPLANTEO ORTOGONAL

La diferencia de posición entre el punto medido y el punto a replantear se presenta mediante una componente longitudinal y otra transversal.



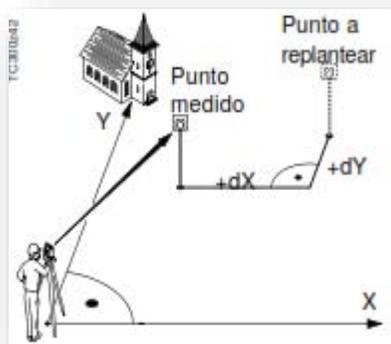
dL :	Diferencia longitudinal: positiva, cuando el punto a replantear está más lejos.
dT :	Diferencia transversal, perpendicular a la otra componente: positiva, cuando el punto a replantear está a la derecha del punto medido.

Fig. 3.20 Ejemplo de replanteo ortogonal

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

3. REPLANTEO CARTESIANO

El replanteo está ligado a un sistema de coordenadas y los elementos del replanteo son las respectivas diferencias de coordenadas de los puntos a replantear y medido.



dX	Diferencia de las coordenadas X del punto a replantear y del punto medido.
dY	Diferencia de las coordenadas Y del punto a replantear y del punto medido.

Fig. 3.21 Ejemplo de replanteo cartesiano

3.3.1.2 REPLANTEO DE TRAZO MEDIANTE EL PROGRAMA “LÍNEA DE REFERENCIA” DE LA ESTACIÓN TOTAL

Una línea es la unión de 2 o más puntos colineales, en obra es muy común que se tengan que trazar líneas (ejes) o referencias a línea, para construir una línea se deben tener dos puntos, ya sean los extremos o puntos intermedios; debido a que los planos proporcionados para la construcción de la fachada por lo general no vienen en un sistema de coordenadas topográfico, estos planos contienen referencias a los ejes del proyecto, esto permite que el ingeniero topógrafo sin necesidad de conocer las coordenadas de los elementos pueda hacer los trazos solicitados apegándose al proyecto.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

ALCANCES DEL PROGRAMA

Dado que el programa consiste en introducir una línea base que servirá como referencia para otras líneas o puntos; la línea puede ser girada, trasladada a la izquierda o a la derecha “X” medida, además este programa nos permite: trazo de líneas paralelas, perpendiculares, prolongaciones o recortes de la misma línea.

MANEJO DEL PROGRAMA EN LA ESTACION SET 630 RK DE SOKKIA

La línea de replanteo se utiliza para el replanteo de un punto determinado a una distancia determinada de la línea base y para calcular la distancia desde la línea base al punto medido.

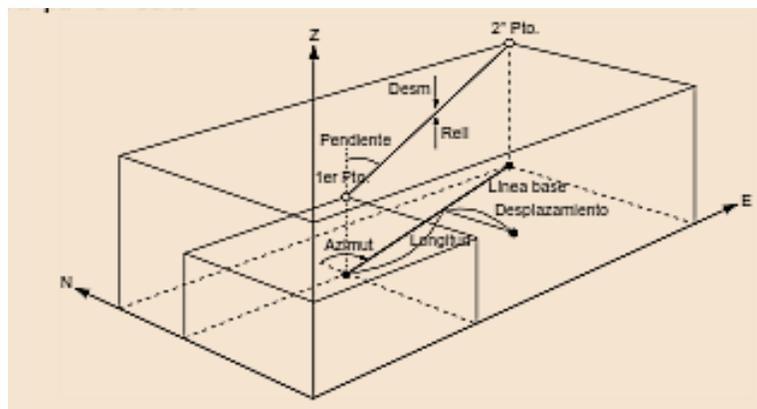


Fig.3.23 Descripción del programa

Para realizar una medición de la línea de replanteo, primero debe definir la línea de referencia. Puede definir la línea base introduciendo las coordenadas de los dos puntos o buscando en la memoria del instrumento.

Esta función informa de la distancia horizontal entre el punto medido y la línea base y de la distancia vertical entre el punto medido y la línea base. En caso necesario, puede desplazar la línea base en dirección horizontal. Antes de llevar a cabo la medición del punto debe definir una línea base. **Fig.3.24**

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

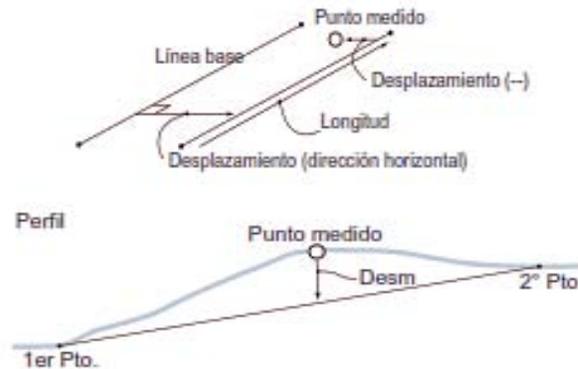
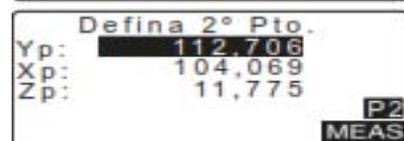
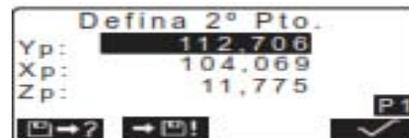
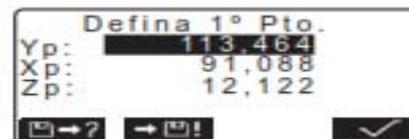
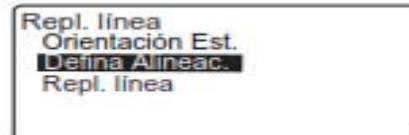
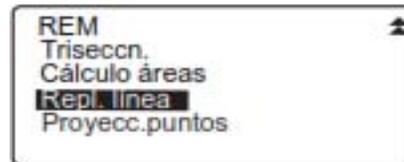


Fig.3.24

PROCEDIMIENTO

1. En la segunda página de la Pantalla del modo Medición, pulse **MENU** y, a continuación, seleccione “Línea de replanteo”.
2. Introduzca los datos de la estación del instrumento.
3. Seleccione “Definir línea base” en <Línea de replanteo>.
4. Introduzca los datos del primer punto y pulse.
5. Introduzca los datos del segundo Punto.
6. Pulse **MEAS** y aparecerá.
7. Pulse **MEAS** en la pantalla del paso 6 para pasar a la observación del primer punto.”.



CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

8. Observe el primer punto y pulse OBS Los resultados de la medición aparecerán en la pantalla.

9. Pulse para utilizar los resultados de la medición del primer punto.
• Pulse NO para volver a observar el primer punto.

Repl. línea	
S	525,450 m
ZA	80°30'15"
HAR	120°10'00"
Alt.P	1,400 m
NO YES	

10. Los resultados de la pantalla muestran la diferencia entre el punto medido y la línea base, se interpretan como sigue:

- Desplazamiento: Un valor positivo indica que el punto se encuentra a la derecha de la línea base y un valor negativo indica que está a la izquierda.
- "Desm" indica que el punto se encuentra por debajo de la línea base.
- "Rel" indica que el punto se encuentra por encima de la línea base.
- Longitud: Distancia, a lo largo de la línea base, entre el primer punto y el punto medido.
- Pulse NO para volver a observar el prisma.

Repl. línea	
Desplazamiento	-0,004 m
VAC	0,006 m a
Long.	12,917 m @
REC OBS	

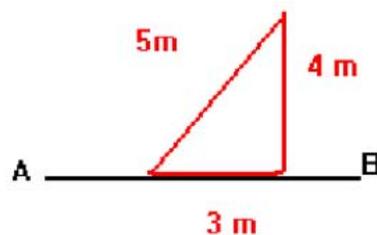
3.3.1.3 TRAZO DE LÍNEAS UTILIZANDO CINTA

La cinta es la herramienta más utilizada en obra, la utiliza el peón, el maestro y el cabo así que todo ingeniero debe ser diestro en el manejo de la cinta, los elementos más solicitados que se pueden trazar con la cinta son:

- **ESCUADRAS** Existen dos métodos muy comunes que son el 3-4-5 y el de la cuerda.

Método 3-4-5

Consiste en formar un triángulo rectángulo empleando una sola cinta. Se emplean lados de 3, 4 y 5 m o múltiplos de ellos, sostenida la cinta por tres personas, sobre la alineación se miden 3 m, otra en 7 y la lectura de 12 debe coincidir con 0. Si la cinta es metálica, se recomienda hacer rizados en las equinas para evitar dobleces y salir con un metro más, respetando siempre la proporción 3, 4, 5.



Todo triángulo cuyos lados estén en la proporción 3, 4, 5 es rectángulo.
 $(5n)^2 = (4n)^2 + (3n)^2$

Fig.3.25 Esquema de una escuadra a cinta

Método de la cuerda

Con este método es posible realizar perpendiculares de un punto dado a una línea de trabajo en la cual se traza una cuerda y se encuentran los dos puntos de intersección entre el punto dado y el punto medio de la cuerda. Por ejemplo: Se desea bajar una perpendicular del punto **C** a la línea **AB**. Primero se traza con un radio **r** un arco que corte **AB** en dos puntos **a b** y determinamos el punto medio de esta cuerda, al unir este punto con **C**, establecemos la perpendicular buscada.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

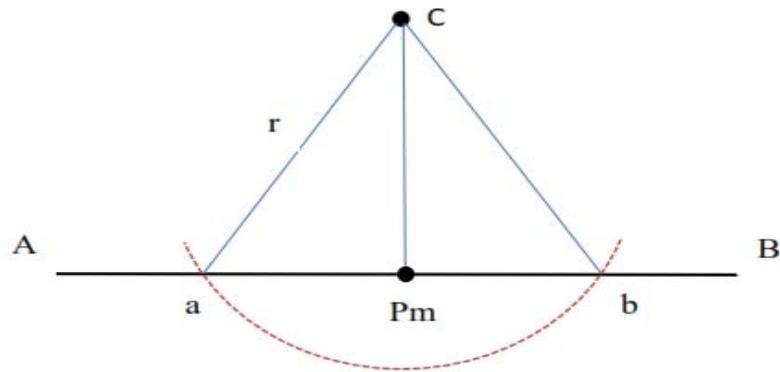


Fig.3.26 Trazo de cuerdas con cinta

- **LÍNEAS PARALELAS.** Por cualquiera de los métodos anteriores, trazar 2 líneas perpendiculares a AB de igual magnitud. La unión de estas dos líneas perpendiculares nos da la línea paralela a AB.

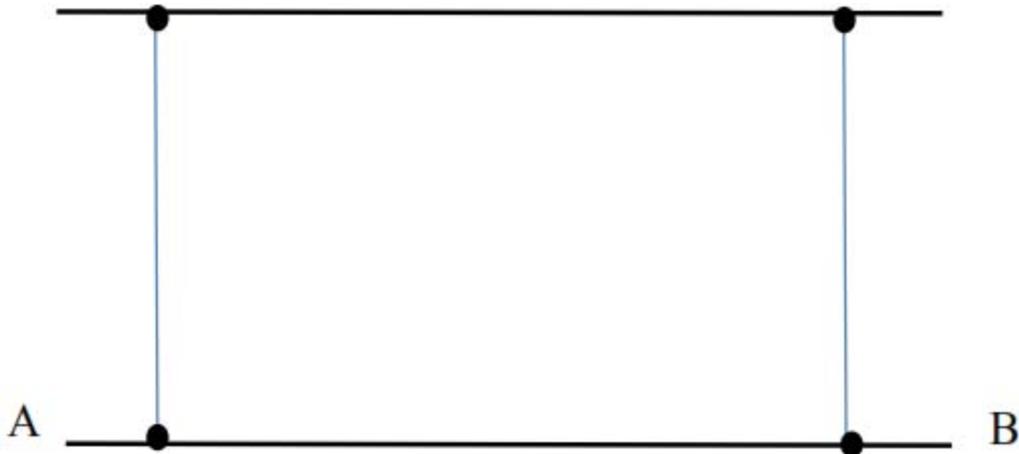


Fig.3.27

- **TRAZO DE ÁNGULOS.** Se puede trazar un ángulo, calculando los lados de un triángulo rectángulo, empleando las funciones naturales del ángulo por trazar desde el punto A.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

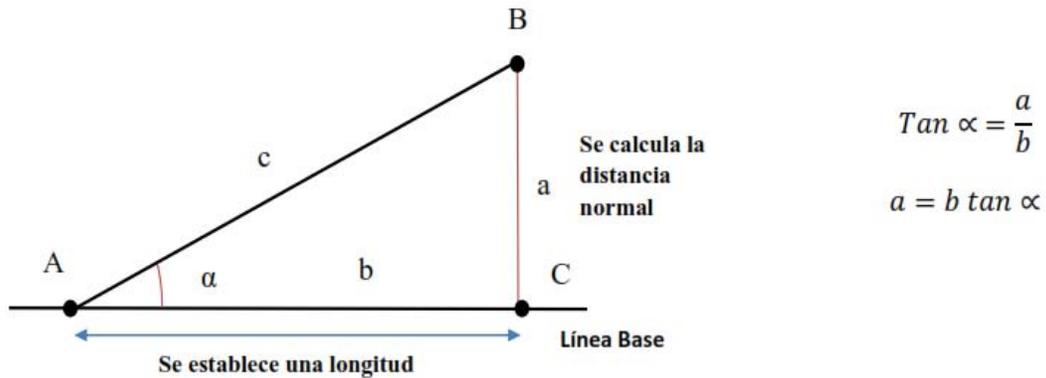


Fig.3.28

3.3.2 TRAZO DE PAÑOS

En obra el término “paño” se refiere a las caras verticales exteriores o interiores de elementos con respecto al proyecto, por ejemplo el paño exterior de un muro se refiere a la cara del muro que esta fuera de la construcción.

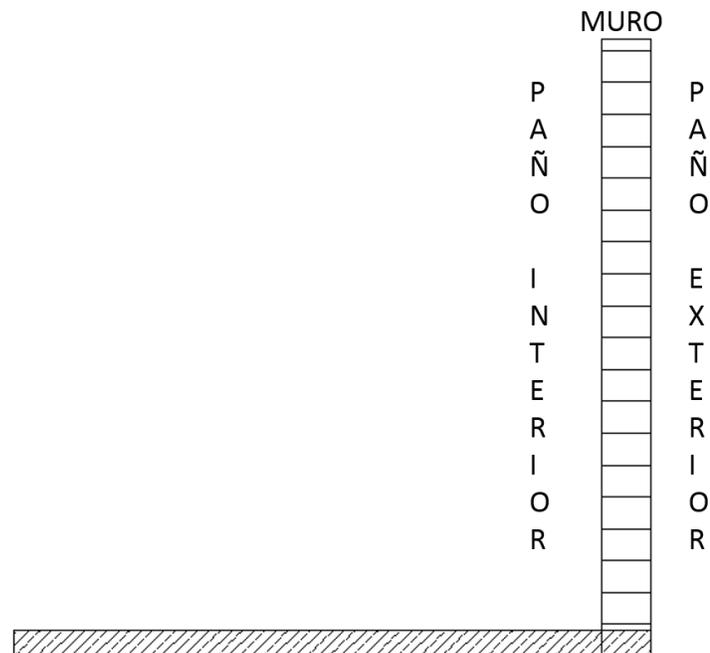


Fig.3.29 Ejemplificación de paño

CAPITULO III CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

Es común que los peones o los “maestros de obra” soliciten a topografía el trazo de paños para la colocación de sus elementos, en esta situación se debe analizar si el paño “cae” en un lugar físico, es decir el trazo puede materializarse exactamente dónde va el paño, en caso de no poder realizarse así, se debe referenciar este trazando una referencia a 1.000 m de donde tiene que quedar el paño. **Fig.3.30**

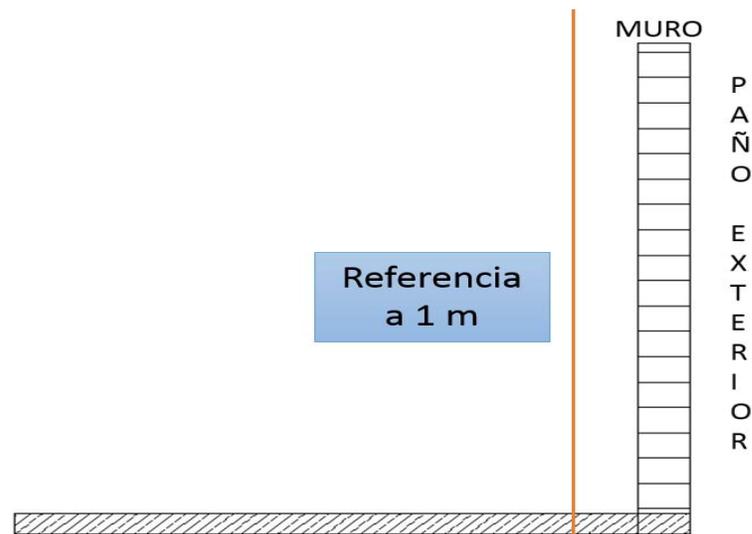


Fig.3.30

3.3.2.1 TRAZO DE PAÑOS PARA POSTES DE ALUMINIO

En el proyecto Torre BBVA los postes de aluminio tienen la función de ser el soporte de los cristales de la fachada, del plano de perfiles de aluminio se puede obtener la información del paño exterior del poste.

Para la fachada Reforma se observa que el paño exterior del poste de aluminio tiene una separación del eje (1) de 0.710 m, sin embargo por comodidad y prácticamente por costumbre los instaladores solicitan que se haga el trazo a 1.000 m del paño exterior.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

Esta situación se puede resolver de múltiples formas pero solo se destacarán dos:

1. Como el eje 1 coincide con el eje de la megatrabe en cualquiera de los distintos niveles para la fachada Reforma, de AutoCAD se obtienen las coordenadas de los extremos del eje 1, posteriormente utilizando el programa “línea de referencia” de la estación total se traza sobre la megatrabe el eje 1, posteriormente se traza una línea paralela a 1.710 m hacia dentro del edificio, quedando el trazo del paño solicitado.

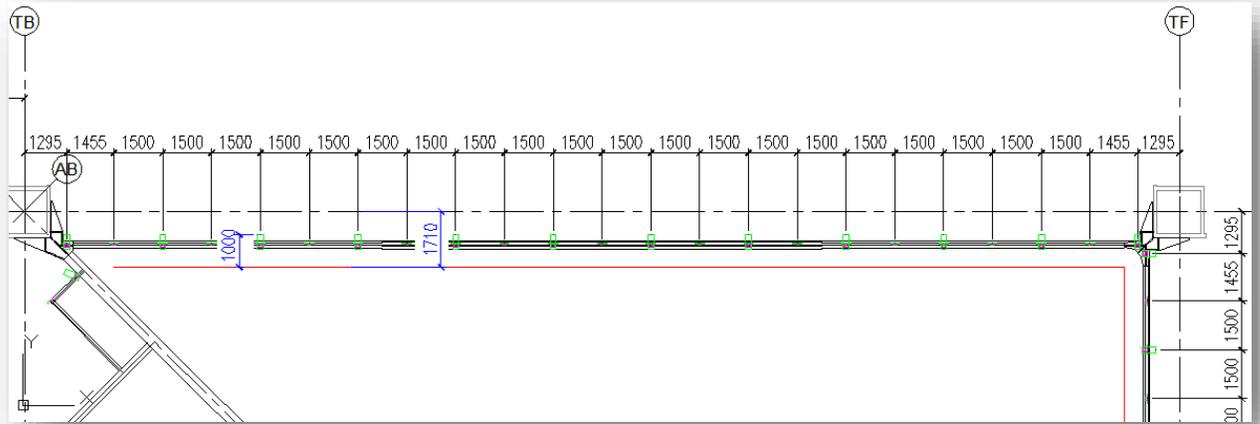


Fig.3.31 La línea roja representa la referencia del eje principal

2. En AutoCAD se pueden obtener las coordenadas del eje del paño de los postes de aluminio o mediante el programa línea de referencia del instrumento trazar el eje, el cual consiste en simplemente introducir las coordenadas de los extremos del eje 1 y pedirle al programa que replantee una línea paralela a la derecha de este, con una separación de 1.710 m.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA



Fig.3.32

Este trabajo se realizó en el piso 15 repitiéndose el procedimiento en las 3 fachadas restantes dejando en total 4 líneas rojas en el nivel, sin embargo en los demás pisos se debería conservar este trazo es decir “subir el trazo a plomo”, aunque una opción sería ir propagando el trazo por medio de poligonales entre pisos, este procedimiento podría causar errores en las coordenadas guardadas en el instrumento debido a diversos factores como el movimiento de la estructura o movimientos debidos al viento, siendo este perceptible a mayor altura de trabajo además de las fuertes ráfagas de viento.

Para subir los plomos a los demás niveles conservando el mismo eje de referencia (pañó de aluminio) se decidió hacerlo mediante “intersecciones” utilizando como apoyo los puntos A15 y B (**Fig. 3.33**), siendo su descripción como sigue:

DESCRIPCION DEL MÉTODO DE INTERSECCION DE VISUALES

1. Estacionar el aparato en un punto lejano a nivel de calle.
2. Colimar el punto A15 en el nivel 15 fijando el círculo horizontal del instrumento dejando libre el movimiento vertical.
3. En esta posición se sube la visual en bloques de 3 pisos marcándose un punto lo más próximo al punto A15 del nivel de arranque.
4. Después en cada nivel se marca un punto atrás o delante, separados 20 cms formando una línea en cada nivel.
5. Posteriormente se mueve el instrumento a otra posición en donde pueda ser visible el punto A15 original repitiéndose los pasos 1 al 4.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

6. Con este procedimiento en cada nivel tendremos dos líneas y la intersección de ellas será la proyección del punto A15 en los niveles superiores siendo A16, A17 etc.

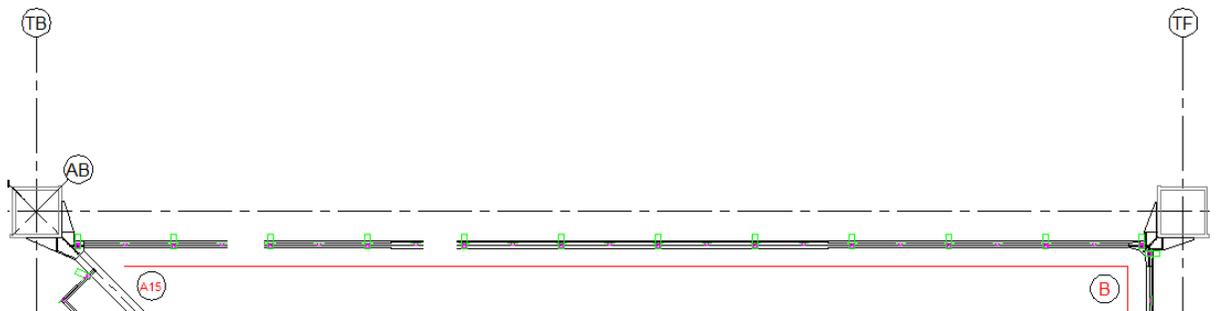


Fig. 3.33 Selección de puntos extremos

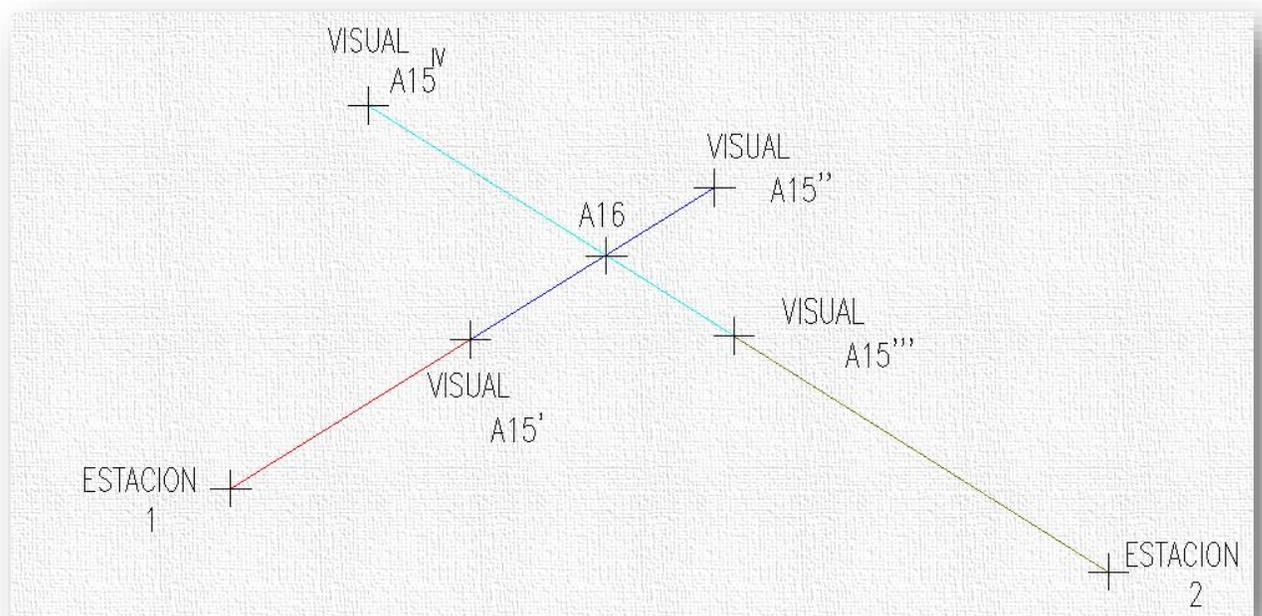


Fig.3.34 Ejemplo de una intersección de visuales

3.3.2.2 TRAZO DE PAÑOS PARA ANCLAS DE MEGATRABE

Las anclas de la megatrabe (**Fig.3.35.**) son el soporte para las conexiones entre la celosía y la megatrabe, ésta tiene unos barrenos cuya medida al centro está referida al eje de la megatrabe, la megatrabe es una estructura en forma de prisma cuadrangular que rodea las 4 fachadas principales de la torre. La posición de las anclas respecto al eje de la megatrabe está detallada en los cortes A,B,C,D,E., así mismo en el plano general de anclas se encuentra la información relacionada a la posición de éstas respecto a los ejes estructurales.

Para el trazo de paños en las 4 fachadas es necesario trazar los ejes **1, TF, TA y 6** en las respectivas megatrabes este trazo servirá de guía para los soldadores que tengan encomendado la colocación de las anclas, el procedimiento de trazo es el mismo que en el apartado anterior, sea mediante coordenadas o el programa línea de referencia.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

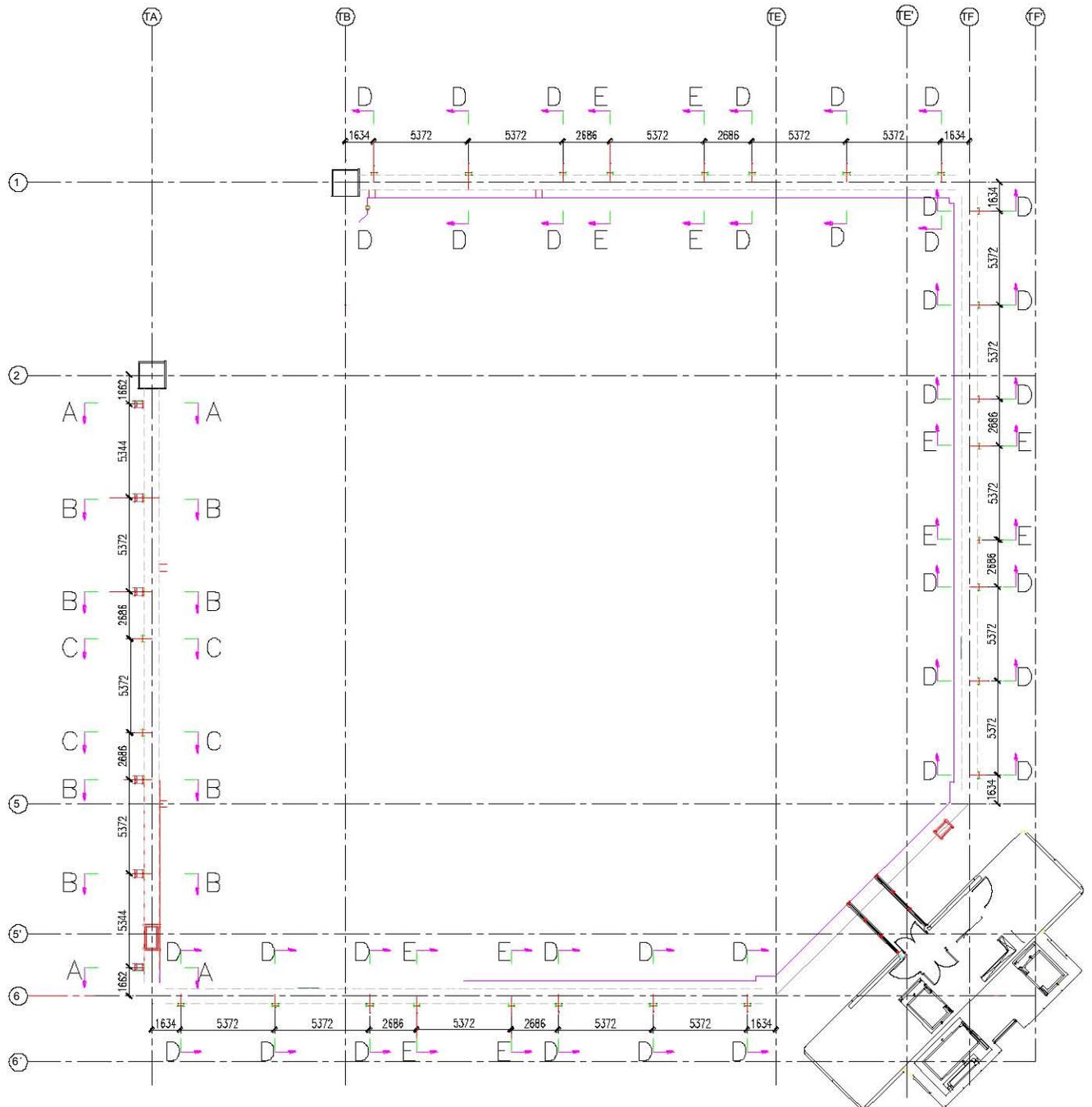


Fig.3.35 Planta general de las conexiones en las megatrabes

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

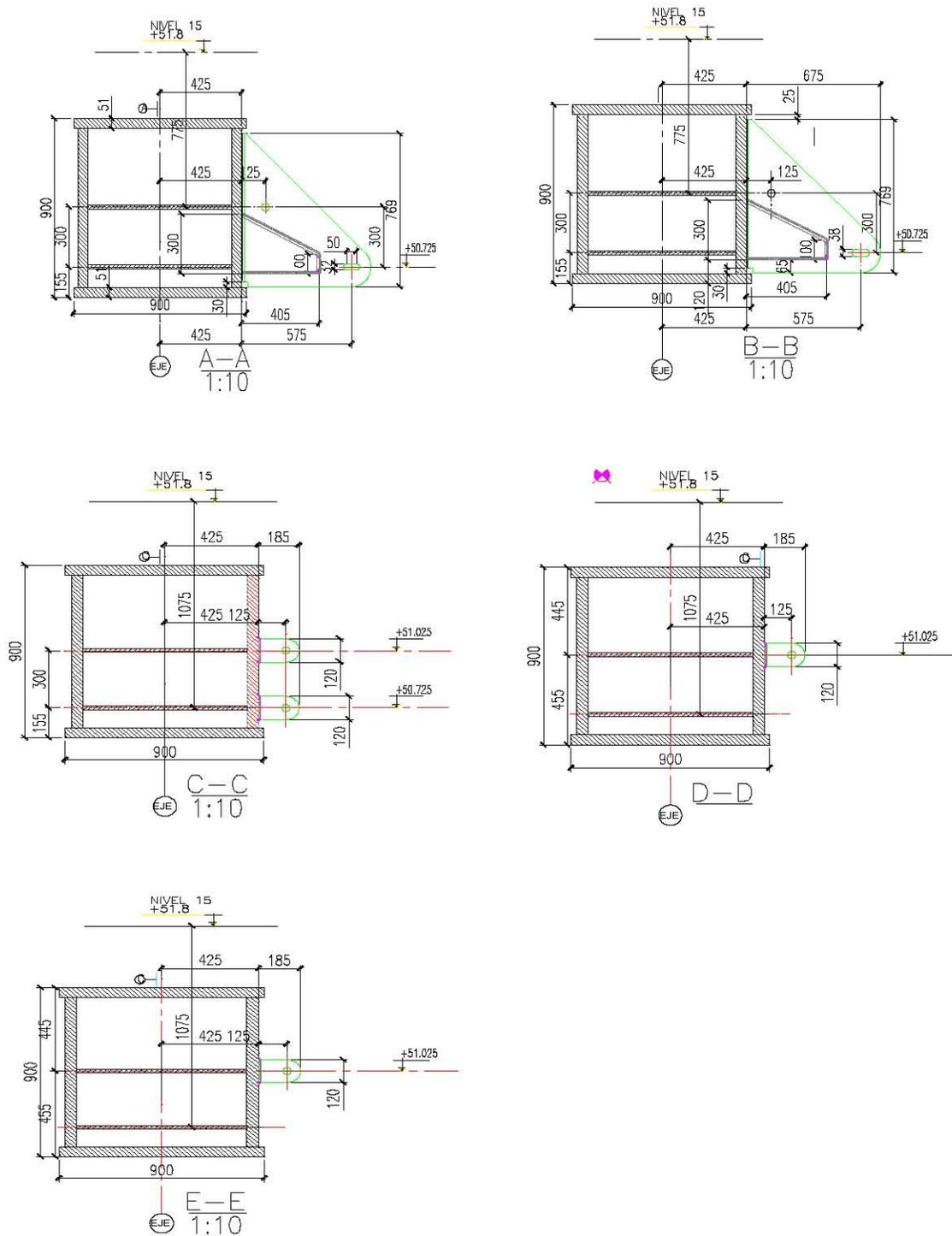


Fig.3.36 Detalles en corte

3.4 CONTROL DE VERTICALIDAD (DESPLOME)

El desplome tiene que ver con la desviación de la estructura respecto a un eje vertical (inclinación), esta anomalía se tiene que ir controlando durante la instalación de la fachada para evitar que los errores se vayan arrastrando provocando que estos se vuelvan acumulativos y en niveles superiores la fachada tenga un desplome considerable.

Para efectos del proyecto los elementos en los que se debe controlar el desplome son: Postes de aluminio y marcos verticales de la celosía.

3.4.1 CONTROL CON ESTACIÓN TOTAL UTILIZANDO EL DISTANCIOMETRO LASER

Un poste de aluminio tiene dos direcciones de desplome (**Fig.3.37**), para esta situación se puede utilizar la estación total Sokkia 630Rk aprovechando la incorporación al distanciómetro de un láser ReflectorLess (medición sin prisma) que permite medir distancias con solo hacer el disparo a un objeto sólido.

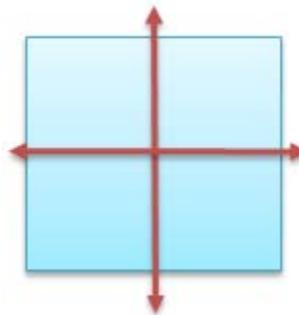


Fig.3.37. Direcciones de desplome

Para medir el desplome de un poste de aluminio mediante el rebote del láser se recomienda el siguiente procedimiento (**Fig.3.38**):

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

1. Trazar en el piso uno de los ejes de la pieza, este eje formado por dos puntos debe estar referido a cualesquier paño del poste, de preferencia uno de los puntos estará a 2 metros del paño interior del poste.
2. Marcar en el poste su eje teniendo el aparato estacionado sobre el eje y fijando el círculo horizontal se campaneá el telescopio recorriendo el eje del poste observándose si el eje del poste no se separa del hilo vertical la separación marcará la inclinación del eje.
3. Con el procedimiento anterior se verifica una dirección, la otra dirección se revisara midiendo la distancia horizontal del paño interior del poste a la estación, para lo cual se visa un punto en la parte baja del poste y se hace el disparo anotándose la distancia, si esta es inferior o mayor a 2 metros significará que el poste no está en su posición, se repite el procedimiento en un punto superior del eje vertical y se anotará la distancia horizontal entre la estación y el paño interior de este. El sentido de la desviación se calcula comparando la diferencia de distancias.
 - ✓ Distancia abajo > Distancia arriba = poste desplomado hacia dentro de la fachada.
 - ✓ Distancia abajo < Distancia arriba = poste desplomado hacia fuera de la fachada.
 - ✓ Distancia abajo = Distancia arriba = poste aplomo.

Esta técnica permite que en una sola puesta de aparato se puedan monitorear los dos sentidos del desplome.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

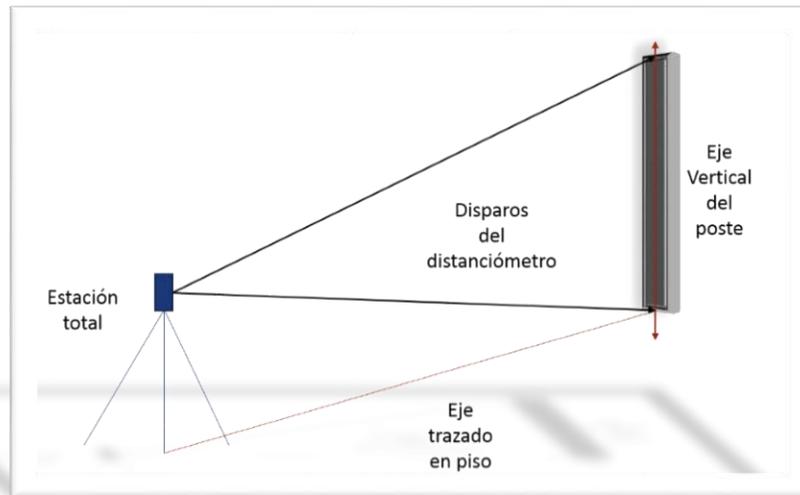


Fig.3.38. Monitoreo del desplome en dos sentidos

3.4.2 CONTROL MEDIANTE OCULAR ACODADO

El ocular acodado (**fig. 3.39**) es un accesorio para la estación total que permite mandar visuales a grandes alturas, su uso en el proyecto es principalmente para controlar los bloques de celosía que se van instalando e ir viendo el comportamiento de cada bloque.



Fig.3.39 Ocular acodado

El procedimiento consiste en:

1. Trazar en la calle los ejes paralelos a los ejes **1, TF, TA y 6**
2. En cada eje se traza una marca a la mitad del eje (punto A).
3. Se estaciona en A y se visa el punto extremo, del punto A sobre el eje de referencia se mide 32.385 metros y se marca un punto B.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

4. Estacionado en el punto B se visa hacia A y se gira 90° para observar el paño del marco de la celosía.
5. Se coloca el ocular acodado en el telescopio y se campanea este viendo que el paño del marco no se separe del hilo vertical para que el marco este aplomo.

3.5 CONTROL VERTICAL (NIVELACIÓN)

La nivelación (altimetría) es el procedimiento mediante el cual se conoce la diferencia de alturas de puntos en el terreno. **Fig. 3.40**

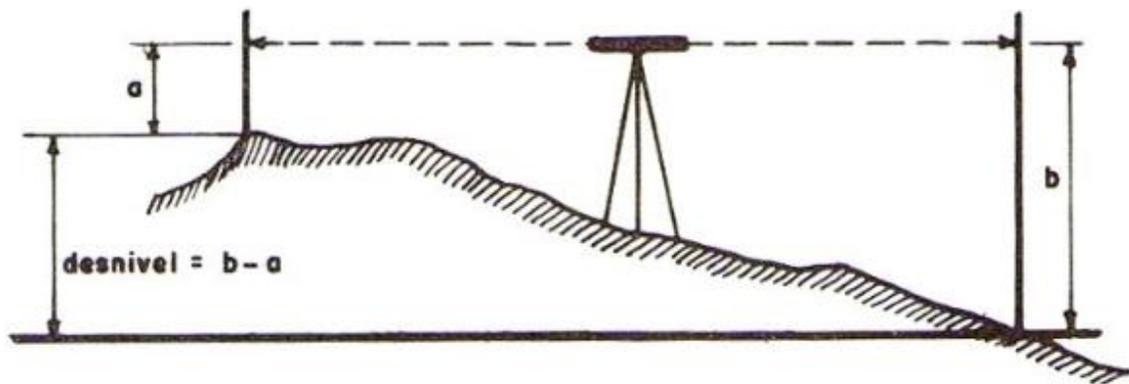


Fig.3.40 Representación de una nivelación

Las alturas de los puntos están referenciadas a un plano de comparación existente o personalizado, comúnmente se maneja como plano de comparación el nivel del mar. **(Fig. 3.41)**

Se llaman cotas, elevaciones y niveles a las alturas de los puntos sobre un plano de comparación.

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

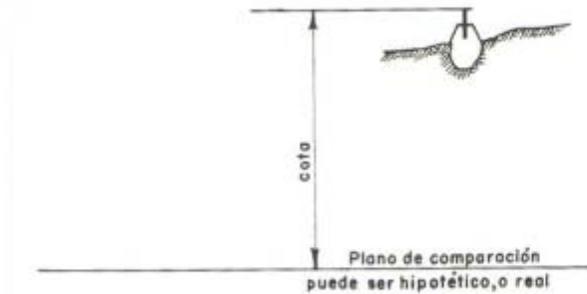


Fig. 3.41. Representación del plano de comparación.

Para tener puntos de control que permitan determinar las cotas de los puntos del terreno, se escogen o construyen puntos fijos, notables e inamovibles en lugares estratégicos, estos puntos denominados Bancos de Nivel (BN) y la cota de estos se calcula respecto a otros bancos conocidos o se les da una cota arbitraria.

Los bancos de nivel que se construyen generalmente de concreto (**Fig. 3.42**), son llamados mojoneras, estos llevan una varilla al centro que define el punto de elevación y su objetivo es que se pueda colocar un estadal para tomar lecturas

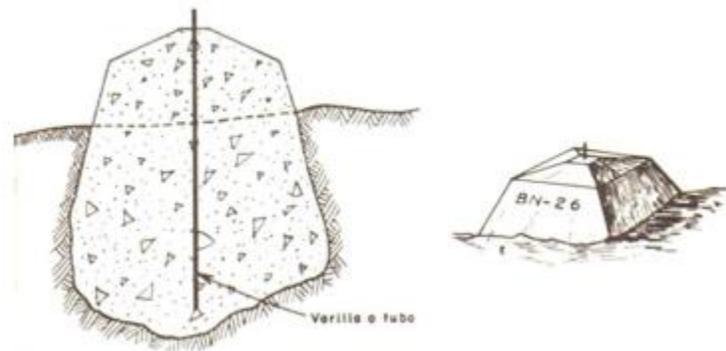


Fig. 3.42. Ejemplo de mojonera

3.5.1 TIPOS DE NIVELACION



NIVELACIÓN DIRECTA

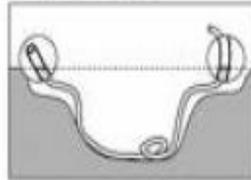
Es la que se lleva a cabo mediante los aparatos “niveles”, de los cuales en ingeniería hay diferentes tipos: de albañil, fijos o topográficos y de mano.

Niveles de albañil

Niveles de regla



Nivel de manouera



Nivel circular



Niveles topográficos

Nivel Fijo o Nivel Montado



Clisimetro

Nivel de Mano



Fig. 3.43 Ejemplos de niveles

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

La nivelación directa se clasifica en:

1. **Diferencial.** Su objetivo es conocer la diferencia de nivel entre dos puntos.

Cuando la nivelación se hace en una sola puesta de aparato se llama simple (**Fig.3.44**), sin embargo si se hacen varias puestas para determinar el desnivel entre los puntos la nivelación será compuesta (**Fig. 3.45**).

2. **De perfil.** Permite determinar las cotas de puntos separados en intervalos constantes sobre un eje de trazo para obtener el perfil de ese eje de trazo.

Cuando se trata de ejes para vías de comunicación estos intervalos por lo general son a cada 20 m aunque estos intervalos pueden ir variando dependiendo de los elementos del eje. Aunque la nivelación de perfil tiene semejanzas con la nivelación diferencial, ésta considera tomar las lecturas de los puntos intermedios entre los puntos de liga (PL' s) **Fig.3.46**.

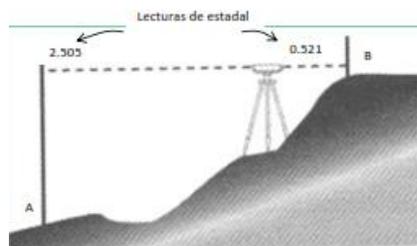


Fig.3.44 Nivelación simple

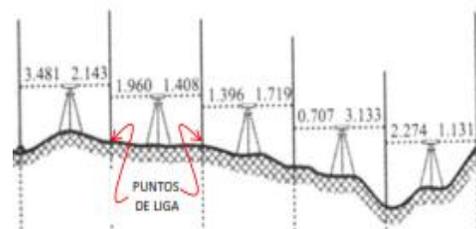


Fig.3.45 Nivelación compuesta

CAPITULO III
CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

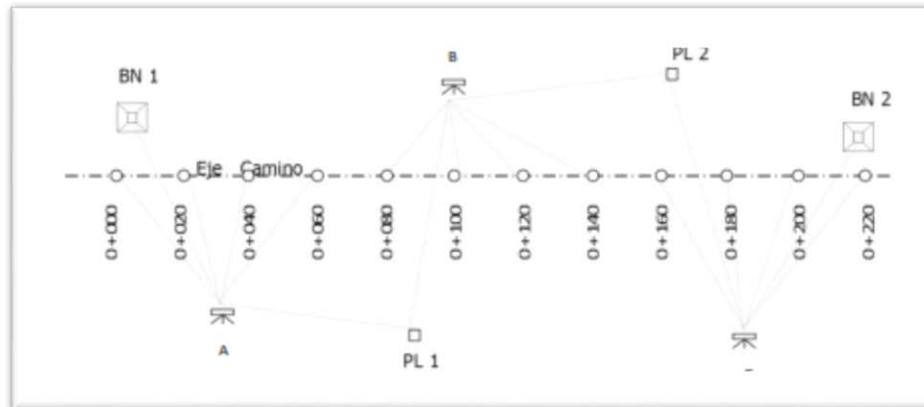


Fig. 3.46 Nivelación de un perfil

Toda nivelación requiere comprobarse para disminuir los errores humanos y así entregar un trabajo de calidad. La comprobación de una nivelación es otra nivelación, generalmente se utiliza el método de ida y regreso, utilizando los mismos o diferentes puntos de liga.

Para la nivelación de regreso se realiza la comprobación aritmética para verificar el cálculo; se determina el error E_h de la nivelación calculando la diferencia entre la cota de llegada menos la cota de partida, el cual se compara con la tolerancia T , que se calcula aplicando la fórmula:

$$T = \pm 0.01 \sqrt{K}$$

Donde:

T = tolerancia en la nivelación en metros

K = doble de la distancia recorrida en la nivelación en km.

Como se tienen dos nivelaciones (ida y regreso) se tienen dos desniveles, el desnivel promedio es el desnivel más probable entre los bancos, el cual se suma algebraicamente a la cota del BN 1 (emplear el signo correspondiente al desnivel de BN1 hacia BN2).

NIVELACIÓN INDIRECTA

Utiliza algunos elementos auxiliares para obtener los desniveles y las cotas, como ejemplos, tenemos la nivelación barométrica que tiene como base la medida de la presión atmosférica que varía según las altitudes de los lugares y la nivelación trigonométrica que se apoya en los cálculos trigonométricos a partir de distancias y ángulos verticales. **Fig 3.47.**

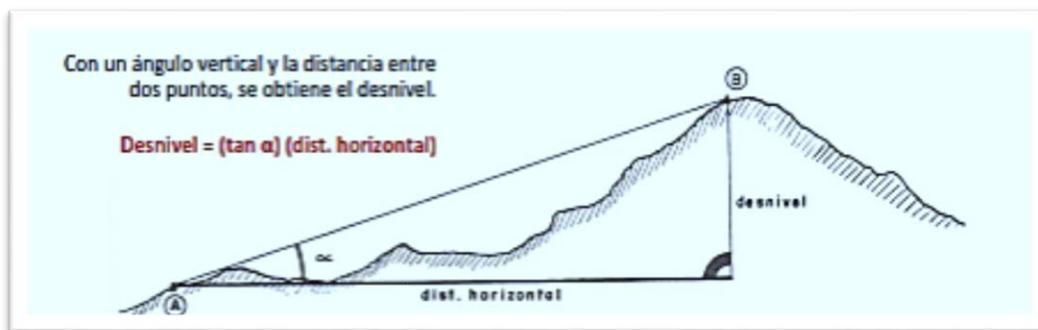


Fig.3.47 Nivelación indirecta

3.5.2 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Para el proyecto “Torre Bancomer” la nivelación se ejecuta en sentido vertical a lo largo del edificio, a diferencia de la nivelación que se corre para la construcción de vías de comunicación que se hace en sentido horizontal.

El primer paso en el levantamiento previo es establecer un banco de nivel cuya cota por costumbre es NPT +0.000 aunque puede tener cualquier valor y debe ubicarse a una distancia suficientemente lejana de la obra para que el BN no sea afectado por los movimientos de la construcción. A este banco principal se referirán todas las cotas de los elementos del proyecto.

Al momento de elegir el nivel “CERO” se debe considerar a que altura va a quedar la planta baja con respecto al nivel del terreno natural y la banquetta, se recomienda que el nivel de la planta baja quede por lo menos 0.16 m por encima

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

del terreno natural para evitar que el agua de lluvia ingrese al interior del proyecto o se tenga humedad en los muros.

La nivelación se puede correr por el área de escaleras colocando los PL's en los escalones, estacionando el aparato en los descansos sin embargo esta situación es incomoda y se opta por trasladar los niveles sobre las columnas de acero de la estructura, para esto se selecciona a conveniencia la columna 2 (**fig. 3.48**) sobre la que se irá corriendo la nivelación para todo el proyecto, una vez elegida se coloca una referencia a 1 metro del nivel de piso terminado (NPT +0.40) de la planta baja, siendo este el nivel de arranque para todo el proyecto.



Fig. 3.48 Colocación de arranque para nivelación

Cada planta tiene una separación de 4.30 m de piso terminado a piso terminado así que con cinta o flexo se medirá 4.30 m hacia arriba en cada planta para dejar una marca en la columna que permitirá la corrida de niveles para todo el nivel.

Para la corrida de niveles en cada planta se colocara el instrumento (nivel) a la altura de la paloma (BN) después se gira el instrumento y se visa la punta del lápiz en sentido vertical hasta llegar a la línea de nivel para de esta manera el ayudante colocara en las demás columnas los niveles.

Otra manera seria colocar el instrumento a cualquier altura posteriormente tomar la lectura del estadal en la paloma y trasladar esta lectura a las columnas de la planta y de esta forma en cada planta se tendrá una referencia a 1 m del NPT.

CAPITULO III

CONTROL GEOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN DE LA FACHADA

En los planos de edificación se acostumbra referir los niveles de los proyectos a nivel de piso terminado y en campo es común colocar una referencia a 1 metro del nivel de piso terminado ya que esto permite que otras áreas del proyecto como albañiles carpinteros, alumineros, etc. puedan ubicar sus elementos sin necesidad de que se haga el control topográfico tan frecuentemente además que permite a supervisión verificar que los elementos estén en la posición determinada por el proyecto.

Para la instalación de la fachada se tuvo que hacer el control vertical de postes transversales de aluminio así como de las anclas de megatrabe, el lecho superior de los postes transversales según planos coincide con el nivel de piso terminado en cada planta por lo que será suficiente marcar en cada lado del proyecto un nivel situado a 1m por arriba del NPT. El nivel **(fig. 3.49)** de los barrenos de las anclas para celosía está referido a 0.775 m por debajo del NPT, entonces para evitar el trazo sobre la megatrabe se deja de referencia a 1 m del NPT y se le indica a los instaladores que de ese nivel a 1.775 está el centro del barreno.

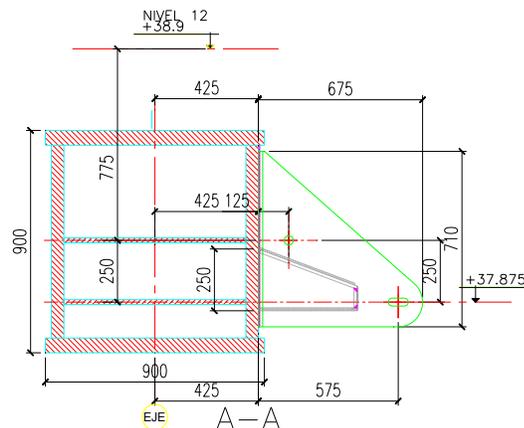


Fig.3.49 Detalle de niveles para las Anclas

CAPÍTULO VI

MEMORIA TÉCNICA DE CONTROL

CAPITULO 4 MEMORIA TÉCNICA DE CONTROL

Los reportes de trazos de elementos se entregan clasificándose por fachada y por nivel para facilitar la revisión y dar más claridad a la información presentada, el propósito del reporte es demostrar al cliente que el trabajo fue realizado cumpliendo con las dimensiones del proyecto. En el reporte de liberación todo elemento trazado en obra debe indicarse en un croquis donde se señalen las medidas a ejes que tiene el elemento con el propósito de que la empresa supervisora pueda hacer el levantamiento de revisión y detectar si el elemento cumple con la posición de proyecto o está fuera de tolerancia, en el reporte por lo general se anotara si se autoriza o no la colocación de placas, postes de aluminio y anclas de celosía, en caso de que el elemento no cumpla con las tolerancias fijadas por la dirección de obra este deberá corregirse de lo contrario se la contratista se hará acreedora a una sanción llamada “inconformidad”, la cual implica que el trabajo no será pagado por el cliente a la contratista hasta que se corrija el elemento o ésta dé una solución satisfactoria al problema.

Los reportes se clasifican en: Reportes de trazo horizontal y Reporte de trazo vertical, los elementos que se reportan son placas para postes, anclas de megatrabe y travesaños de aluminio. Para el reporte de las megatrabes en control vertical se debe anexar la planta ya que en cada corte los niveles para la conexión cambian.



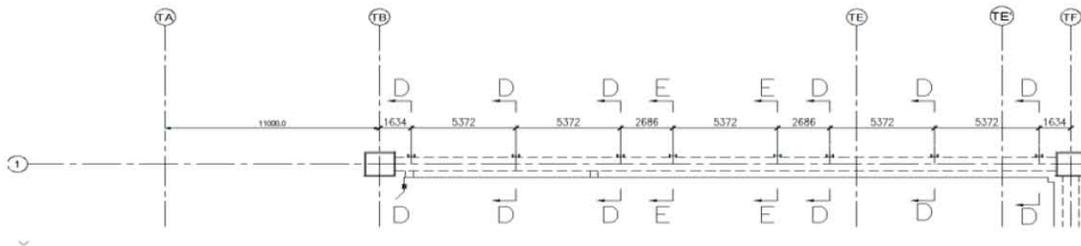
TORRE BANCOMER

REPORTE DE TRAZO DE CONEXIONES DE CELOSÍA EN MEGA TRABE NIVEL15 FACHADA REFORMA

TORRE EJECUTIVA BANCOMER

FECHA: 31/10/2013

PLANOS AUTORIZADOS



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA TUNER
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA
TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA DYLSA
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA

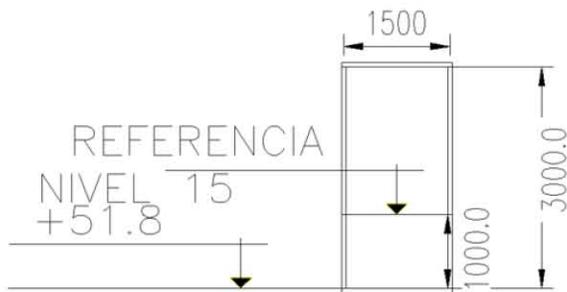
TORRE BANCOMER

TRAZO DE NIVELES PARA POSTES DE ALUMINIO EN NIVEL 15

TORRE EJECUTIVA BANCOMER

FECHA: 31/10/2013

PLANOS AUTORIZADOS



OBSERVACIONES: LAS COTAS SON EN MILIMETROS

RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA TUNER
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA
TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA DYLSA
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA



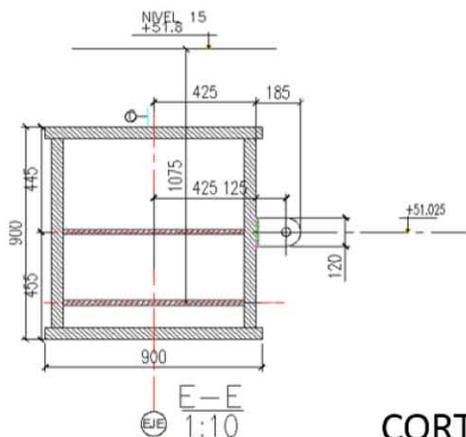
TORRE BANCOMER

TRAZO DE NIVELES PARA CONEXIONES DE MEGATRABE EN NIVEL 15 REFORMA

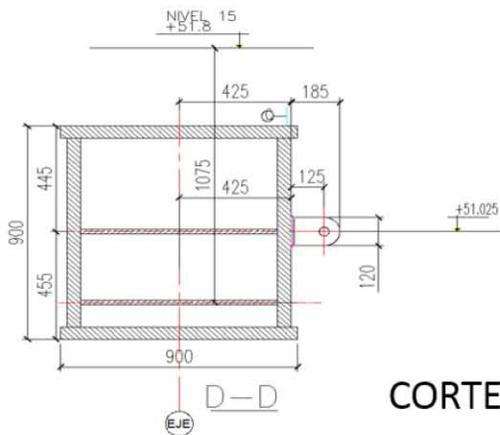
TORRE EJECUTIVA BANCOMER

FECHA: 31/10/2013

PLANOS AUTORIZADOS

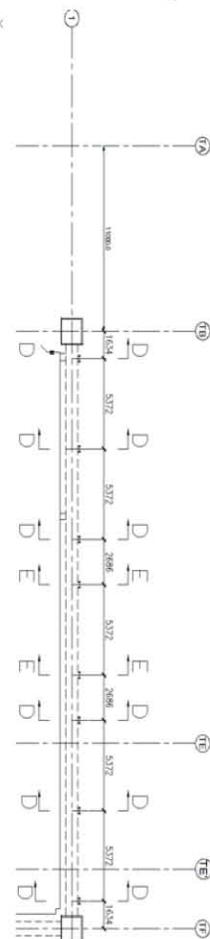


CORTE E



CORTE D

CROQUIS



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA TUNER
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA
TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA DYLSA
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA



TORRE BANCOMER
REPORTE FOTOGRAFICO NIVEL 15

TORRE EJECUTIVA BANCOMER

FECHA: 31/10/2013

PLANOS AUTORIZADOS



TRAZO DE PLACAS



TRAZO DE CONEXIONES EN MEGATRABE

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA TUNER
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA
TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA DYLSA
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA



TORRE BANCOMER

REPORTE FOTOGRAFICO DE COLOCACIÓN DE NIVELES EN PISO 15 FACHADA REFORMA

TORRE EJECUTIVA BANCOMER

FECHA: 31/10/2013

PLANOS AUTORIZADOS



NIVEL A 1 METRO DEL PAÑO DEL POSTE
TRANSVERSAL DE ALUMINIO



COLOCACIÓN DE NIVEL EN LA MEGATRABE PARA ANCLAS DE CELOSIA

OBSERVACIONES: LAS COTAS SON EN MILIMETROS

RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA YUANDA	RESPONSABLE DE OBRA TUNER
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA
TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA YUANDA	TOPOGRAFÍA DYLSA
NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA	NOMBRE/FECHA/FIRMA

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

Las técnicas descritas en este trabajo permitieron cumplir con las expectativas del cliente ya que los trazos al ser revisados por la empresa supervisora estos estaban dentro de las especificaciones del proyecto.

Los problemas que se abordaron aquí son muy específicos porque cada proyecto tiene sus propias necesidades sin embargo los procedimientos descritos no solo se limitan a la instalación de fachadas acristaladas ya que pueden aplicarse en edificación en general.

En ocasiones para realizar un trazo se tuvo que hacer una combinación de técnicas por lo que un solo procedimiento no representa una solución única para un problema por lo que el ingeniero Geomático debe ser hábil en el uso de la geometría ya que es la principal herramienta para la topografía y hay problemas que se pueden resolver sin el uso de equipo.

Personalmente considero que los objetivos propuestos en este trabajo escrito se cumplieron satisfactoriamente y que se describió de forma práctica la participación de la Geomática en el desarrollo de la obra civil además de que en la ejecución de la obra se pudo realizar los trazos con la precisión requerida por el cliente.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de operación de la estación total Sokkia 630 rk
2. Manual de operación del nivel automático NA-2 de Leica
3. *Apuntes de elementos de topografía*, Zamarripa M. Manuel, UNAM, 2013
4. *Instrumentos topográficos*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
5. *Guías de aprendizaje*, Consejo Nacional de Educación para la Vida y el Trabajo, SEP, 2008.
6. *Topografía aplicada a la construcción*. B Austin, Barry. Ed. Limusa. México 1982
7. *El topógrafo descalzo*, García M. Fernando, Ed. Pax. México 2005
8. <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=633339>
9. <http://noticias.arq.com.mx/cgi-bin/search.cgi?bool=and&limpio=1&substring=0&mh=25&sb=Prioridad&so=DESC&Keywords=Torre+Bancomer>