



LA OBRA DE INGENIERÍA
... en el instituto.

IX CONVOCATORIA PUBLICACIONES
DELEGACIÓN PROVINCIAL DE EDUCACIÓN DE CÓRDOBA

LA OBRA DE INGENIERÍA ...en el instituto

Juan Morales Larrubia

Presentación

El libro que presentamos, ganador de uno de los premios de la IX Convocatoria de Publicaciones de la Delegación Provincial de Educación, es un claro ejemplo del trabajo de investigación llevado a cabo con rigor y precisión sin perder el carácter divulgativo y didáctico del mismo.

El profesor D. Juan Morales Larrubia ha sabido transmitir al profesorado de forma clara y pedagógica tanto los contenidos como los ejercicios que contienen este texto. Todo ello llevado a cabo con el conocimiento científico y tecnológico que requiere un estudio como éste.

Se ha realizado, por tanto, un trabajo encomiable sobre la didáctica y aprendizaje de lo que supone toda obra de ingeniería, dirigido al alumnado de Bachillerato y Ciclos Formativos.

En este libro el profesorado que imparta materias relacionadas con la obra de ingeniería puede encontrar la información que necesita, convirtiéndose así en un elemento de consulta imprescindible.

Este trabajo es, sin duda, fruto de la ilusión, esfuerzo y preparación que son necesarios en proyectos encaminados a una mejor formación del alumnado y profesorado. De esta manera, con este premio pretendemos difundir obras que, como ésta, contribuyan a la mejora de la práctica docente.

María Dolores Alonso del Pozo
Delegada de la Consejería de Educación en Córdoba

DEDICATORIA.

Guardo un entrañable recuerdo del lugar donde me eduqué y de las personas con las que compartí gran parte de mi vida entre los años 1967 y 1974. Era un gran centro educativo, formado por seis colegios residencia con unas magníficas instalaciones: comedores, salas de estudio, bibliotecas, talleres, laboratorios, gimnasios, piscinas, campos de deportes..., donde se hermanaban 1.800 alumnos procedentes de todos los rincones de nuestra geografía, becados tras un examen de conocimientos, para iniciarse en los estudios de Oficialía o Bachillerato y continuar con Maestría o Ingeniería Técnica Industrial.

Deseo dedicar este trabajo a los padres dominicos, a los profesores y compañeros que integraron mi segunda familia; a aquella organización y clima de convivencia que nos inculcó la disciplina, el esfuerzo en el trabajo, el respeto y la gratitud, para nuestro provecho y para corresponder a aquellos trabajadores españoles cuya contribución económica, a través de las Mutualidades Laborales, hizo posible nuestra privilegiada enseñanza.

El centro al que me refiero se llamaba Universidad Laboral de Córdoba (1956-1976) que, actualmente, tras su rehabilitación y expansión se ha convertido en nuestro campus de Rabanales.

LA OBRA DE INGENIERÍA.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I	
LA GRAN OBRA.....	5
El proyecto.....	5
Dirección de construcción.....	6
Tipos de departamentos.....	6
Cuadro 1: La interacción entre los protagonistas de la obra.....	8
PROCESO CONSTRUCTIVO.....	9
Cuadro 2: Plano de referencia.....	10
Cuadro 3: Mediciones.....	11
Cuadro 4: Diagrama de planificación.....	12
Cuadro 5: Certificación.....	13
Cuadro 6: Progreso porcentual.....	14
Cuadro 7: Gráfico general de construcción.....	15
Cuadro 8: Curva de horas-hombre directas.....	16
CAPÍTULO II	
INICIACIÓN A LA TOPOGRAFÍA.....	17
El emplazamiento de las instalaciones.....	17
El taquímetro.....	17
Medida de ángulos.....	17
Medida de longitudes.....	18
Medida de altura o desniveles.....	20
Conocimientos matemáticos necesarios.....	21
Ejercicios tipo.....	22
Levantamiento de planos.....	25
❑ Método de radiación.....	25
❑ Método de coordenadas cartesianas.....	25
❑ Método de itinerario o poligonal.....	26
❑ Método de triangulación o intersección.....	27
Correcciones.....	27
❑ Corrección de un triángulo.....	27
❑ Corrección de una parcela poligonal.....	29
❑ Corrección gráfica.....	30
Replanteo.....	30
❑ Replanteo por coordenadas polares.....	30
❑ Replanteo de curvas circulares.....	31
Fotos: Ejercicios prácticos de topografía.....	33

CAPÍTULO III

EL DIBUJO Y LA MAQUETA.....	34
Diagrama de flujo.....	34
Planos de composición y secciones.....	34
Isométrico general.....	35
Isométricos de prefabricación.....	35
El encuentro con la realidad.....	35

DOCUMENTOS GRÁFICOS:

Diagrama de flujo.....	36
Plano de composición.....	37
Plano de secciones.....	38
Isométrico general.....	39
Isométrico de prefabricación 1.....	40
“ “ 2.....	41
“ “ 3.....	42
“ “ 4.....	43
“ “ 5.....	44
Fotos: Proceso de instalación de la maqueta.....	45
Fotos: El contacto con planos reales.....	46

CAPÍTULO IV

LA EMPLEABILIDAD.....	47
-----------------------	----

LA OBRA DE INGENIERÍA.

INTRODUCCIÓN.

Cuando accedemos a un puesto de trabajo tenemos que utilizar los recursos aprendidos en los centros educativos, para adaptarlos a las necesidades y objetivos de la empresa. La capacidad de adaptación y el buen hacer serán determinantes para abrirnos un hueco en el ámbito profesional.

A esto tuve que enfrentarme en enero de 1977, cuando ingresé en la empresa constructora de la Central Nuclear de Almaraz (Cáceres), para contribuir, como Ingeniero Técnico Industrial, a la supervisión de construcción de la misma.

De pronto, me vi con unas botas de seguridad y un casco sobre la cabeza, acompañando a mi jefe en un recorrido por el interior de los edificios donde, entre chisporroteos de soldaduras y ruido de radiales, innumerables técnicos y operarios de diversas empresas se ocupaban del emplazamiento de equipos, cableado eléctrico, instalación de tuberías, bombas, válvulas, instrumentos de medida...

Tras el primer impacto, se me ofreció una mesa de trabajo en la oficina técnica, ubicada en una caseta prefabricada, a pie de obra. Inmediatamente, me presentaron cientos de planos en formato ISO A0 que, al desplegarlos, me provocaron un choque casi traumático: aquello era un auténtico laberinto. Pero pronto, con la ayuda de los compañeros veteranos y echando mano de lo aprendido, pude descifrar aquel intranquilizante escollo para adquirir confianza y consolidarme en lo que sería mi actividad laboral durante diez años.

El recuerdo de esta experiencia me ha permitido, ahora como profesor, desarrollar una didáctica específica, en la materia de Dibujo Técnico, con la que pretendo ofrecer una perspectiva sobre aquella actividad, haciendo accesible lo complejo y acercando al aula la realidad del mundo laboral.

Así pues, con la publicación de este trabajo aspiro llegar a los demás institutos para que, a través de mis compañeros, profesores de Dibujo, se puedan difundir, entre los estudiantes de Bachillerato orientados a carreras técnicas o con los alumnos de Ciclos Formativos relacionados con la construcción o las instalaciones industriales, los entresijos de la instalación de una gran obra de ingeniería (Central Nuclear, Refinería de Petróleo, Presa Hidráulica...), para que les sirva de guía y de estímulo en el aprendizaje de las materias de carácter técnico industrial.

Naturalmente, se trata de una presentación elemental, sin profundizar en detalles, aunque no exenta de rigor.

En primer lugar, veremos la organización de una gran empresa constructora, con sus departamentos y secciones debidamente coordinados, a pie de obra; y los documentos esenciales para llevar a cabo la construcción. En la segunda parte, nos iniciaremos en la topografía, con el objeto de dotar a los alumnos de los conocimientos básicos que les permitan manejar un taquímetro para levantar planos o realizar replanteos. Después, abordaremos la instalación, en el aula, de una maqueta, preparada por el profesor, sobre una hipotética instalación industrial, para que los estudiantes puedan ejercitar la interpretación de planos diédricos e isométricos. Finalmente, veremos los otros requisitos que, además de los técnicos, son esenciales para desempeñar tareas en equipo. Se trata del comportamiento y las habilidades de comunicación, precisas para acceder a la empleabilidad.

El Autor.

CAPÍTULO I

LA GRAN OBRA.

Toda actividad económica va precedida de una iniciativa encaminada a generar riqueza. No obstante, la determinación de construir un gran proyecto de ingeniería es algo que está al alcance de muy pocos.

Una gran empresa eléctrica, pongamos por caso, puede prever una fuerte demanda de energía en un futuro próximo; y podría estar en disposición de emprender la instalación de una Planta generadora. Sin embargo, no sabe construirla. Tiene que buscar a alguien que la ejecute en condiciones de calidad, tiempo y economía convenientes.

Cuando surge la idea, lo normal es que se busque información sobre el coste y rendimiento de construcciones recientes; así como de la posible financiación mediante aportaciones propias, créditos bancarios o ampliaciones de capital en Bolsa.

Para que la idea madure, se requiere definir la localización de la obra y el trazado de distribución eléctrica mediante cableado aéreo. Naturalmente, se requiere la adquisición de terrenos y licencias pertinentes por parte de la Administración del Estado, que dedicará especial atención al impacto medioambiental.

Este estudio lo desarrolla el Consejo de Administración de la Sociedad, que suele estar asesorado por expertos economistas, ingenieros y abogados.

Si con las estimaciones iniciales se considera viable el proyecto, sería el momento de buscar la empresa idónea que lleve a cabo la construcción e instalación.

Habitualmente, al tratarse de proyectos con tecnología compleja y de presupuesto elevado, suelen ser grupos de empresas las que se constituyen como Constructor.

La responsabilidad del Constructor es la de contratar a las empresas especializadas en el diseño, fabricación de componentes, construcción y montaje de todo el equipamiento; coordinar y supervisar la construcción, gestionar los pagos e informar al cliente (la empresa eléctrica promotora) sobre la evolución de la obra.

El proyecto.

Generalmente, en obras de envergadura, el Constructor no dispone de tecnología propia y tiene que adquirir el proyecto a empresas de ingeniería especializadas que, a su vez, suelen estar vinculadas a los fabricantes de equipos y elementos constructivos de mayor importancia.

El proyecto contempla toda la documentación técnica y económica que se precisa para acometer la obra. No puede quedar nada para la improvisación, aunque pueden surgir modificaciones a lo largo de su desarrollo.

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- 📄 Memoria: En la que se describe detalladamente la obra, auxiliándose en Anejos donde se recogen gráficos, ábacos y todo tipo de cálculos para demostrar algún determinado concepto.
- 📄 Planos: En los que consta la ubicación de la obra (plano de situación). Planos de obra civil: cimientos, drenajes, estructura y cerramientos. Planos de composición, donde se indica la situación de los equipos y conductos de los distintos sistemas, junto a sus alzados y secciones. Diagramas de flujo, donde se esquematiza el funcionamiento.
- 📄 Pliego de condiciones: En el que se detallan éstas, tanto de las cualidades y calidades de los materiales, como lo relativo al contrato.
- 📄 Presupuesto económico: Desglosándose en:
 - Mediciones: En este documento se reflejan, por capítulos homogéneos de obra: excavación, transporte de tierras, hormigones, encofrado, etc., cada una de las operaciones que las integran, indicando el número de partes

iguales y dimensiones de las mismas, concretándose numéricamente las unidades, m/l, m², o m³ correspondientes.

- Justificación de precios: se presenta el desglose de la cantidad de materiales, mano de obra, y repercusión de la maquinaria empleada por unidad de obra definida, estableciendo un precio unitario expresado en números.
- Hoja de los anteriores precios expresados en letra.
- Presupuesto de ejecución material: relación de todas las operaciones o unidades de obra, donde se multiplican las mediciones por los precios unitarios correspondientes, para obtener, mediante la suma de todos ellos, el coste estimado.

Este gran proyecto de construcción y montaje adjunta también los proyectos o especificaciones técnicas de todos los equipos electro-mecánicos, que facilitan los respectivos fabricantes.

Dirección de Construcción.

La responsabilidad de la organización y funcionamiento de la empresa constructora reside en la dirección de construcción, de la que dependen los departamentos y secciones que se estructuran según el tipo de actividad laboral y especialidades.

Los departamentos, directamente relacionados con la construcción e instalaciones, como: Obra Civil, Montajes Mecánicos, Instalaciones Eléctricas, etc. se ocuparán de orientar y supervisar el trabajo de las empresas contratadas.

De la coordinación entre los distintos departamentos, y entre estos y las distintas empresas contratistas, depende el éxito de la construcción.

Tipos de departamentos.

El organigrama de la empresa constructora nos ofrece una relación esquematizada sobre la jerarquía de mandos y personal que compone los distintos departamentos y secciones, los cuales se responsabilizan de los siguientes cometidos:

- **Infraestructuras.** Este departamento es el primero que interviene en la construcción. Se responsabiliza de las instalaciones precisas para acomodar al personal de obra: oficinas portátiles, vestuarios, comedores, acometidas de agua, electricidad, teléfono, saneamientos; servicios médicos, prevención de accidentes y vigilancia.
- **Planificación.** Es el más importante (como el director de orquesta) porque debe anticiparse a la ejecución buscando el camino de mayor eficiencia, coordinando las distintas tareas para que fluyan escalonadamente sin interrupciones ni interferencias.
Se utilizan diagramas para establecer la secuencia participativa de las diferentes labores a lo largo del tiempo. Las posibles interrupciones, debido a inclemencias del tiempo o a cualquier otro imponderable, forzarán a reconsiderar otro camino de producción alternativo que ahorre, en la medida de lo posible, costes y retrasos excesivos.
- **Control de Costes.** La principal función de este departamento consiste en determinar el valor económico que representa la obra ejecutada cada mes, así como la realizada o acumulada desde el inicio. Para ello, comprueba en qué medida se han realizado las unidades de obra previstas en los diagramas de planificación, realizando mediciones, aplicando los precios unitarios contractuales correspondientes y obteniendo las posibles desviaciones de coste. Estas mediciones, afectadas de sus precios unitarios, permiten, a su vez, realizar las certificaciones mensuales que justifican el pago a los diferentes contratistas.

También existen unidades de obra, como la instalación de grandes equipos o máquinas, donde no intervienen precios unitarios, sino una partida alzada; es decir, un precio cerrado que se certifica por porcentajes establecidos contractualmente, según el proceso de instalación: recepción en obra, ubicación en su lugar de destino, anclaje, conexiones y pruebas.

En otras ocasiones se recurre a precios por administración; esto es, se valoran las horas/hombre empleadas, generalmente en trabajos extras imprecisos.

La certificación contempla los precios de contrato que, con el paso del tiempo, se resienten por la inflación. Para actualizar el valor, se realiza un documento de revisión, mediante la aplicación de una fórmula polinómica convenida, que refleja, ponderadamente, el incremento del IPC en los precios de mano de obra, materiales y energía.

- **Administración.** Este departamento es propio de cada empresa, difícilmente interactúa con otras. Se encarga de la contabilidad, del registro de personal: admisión, cese por terminación del contrato o por otra eventualidad; control de horarios, partes de accidentes si se producen, reclamaciones, nóminas, notas de gastos, etc. También suele encargarse del control del almacén, anotando la entrada y salida de materiales, equipos, vestuario, etc.
- **Obra Civil.** Se ocupa de supervisar el desarrollo de la obra: movimiento de tierras, explanación, rellenos, excavación en zanjas y pozos; encofrado y hormigonado de canales, arquetas y cimentaciones; carreteras, estructura de hormigón, forjados..., edificaciones en general.
- **Montajes Mecánicos.** Este departamento conduce e inspecciona la instalación y puesta en marcha de equipos mecánicos como: turbinas, dosificadores, intercambiadores de calor..., y el montaje de estructuras metálicas, tuberías, válvulas, bombas...

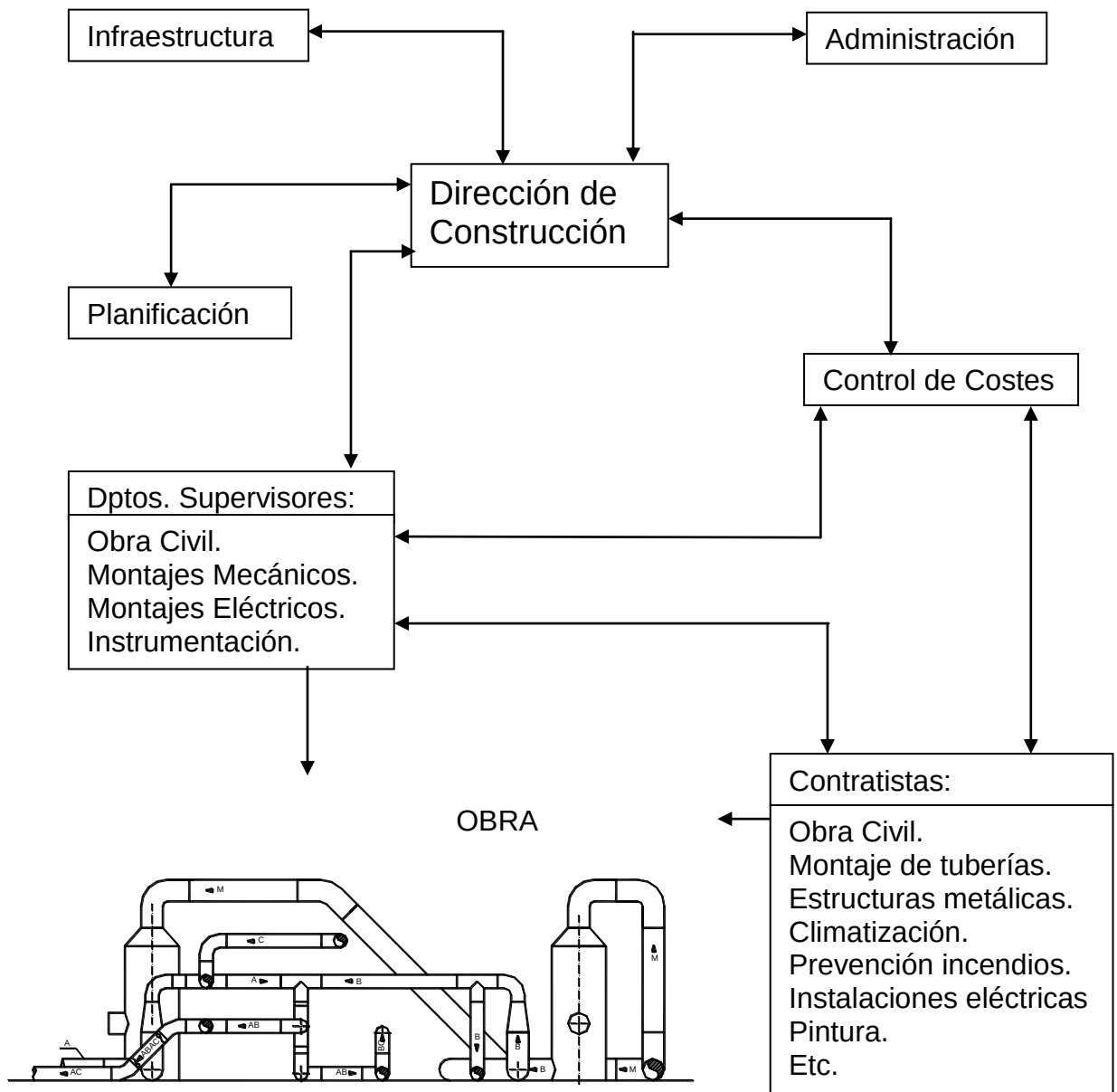
Entre las secciones más importantes destacan:

- **Oficina técnica.** Conserva los planos originales. Realiza modificaciones para solventar los inevitables problemas constructivos y distribuye la información a los técnicos ejecutantes. Elabora el trazado isométrico de tuberías, a partir de las proyecciones diédricas, para facilitar la prefabricación y montaje. Dimensiona los soportes de tuberías...
- **Montaje de equipos y tuberías.** Comprueba el emplazamiento y las especificaciones de los equipos, tuberías, bombas, válvulas, soportes, etc.
- **Estructuras metálicas.** Observa la construcción e instalación de elementos metálicos, como: pilares, vigas, escaleras, plataformas, soportes, etc.
- **Soldaduras.** Inspecciona los procedimientos empleados en la ejecución de soldaduras, según las especificaciones de los fabricantes, y la calidad de las mismas mediante radiografías.
- **Seguridad contra incendios.** Supervisa la instalación de sistemas de detección y dispositivos automáticos contra incendios, las barreras pasivas y el sellado de compartimentos.
- **Aislamientos térmicos.** Se ocupa del revestimiento de tuberías para salvaguardar la temperatura del fluido respecto al ambiente y de ignifugar los conductos para contrarrestar los efectos de un posible incendio.
- **Aire climatizado.** Verifica la colocación de los equipos y conductos de ventilación y climatización.
- **Pintura.** Supervisa la preparación de superficies (decapados), imprimaciones y aplicación de pinturas.
- **Montajes Eléctricos.** Este departamento se encarga de conducir y verificar la correcta instalación de equipos eléctricos, como: transformadores, generadores,

motores eléctricos..., así como, el cableado en bandejas o conduits, conexiones, redes de tierra y accesorios en general.

- ❑ **Instrumentación.** Comprueba la adecuada instalación de todos los instrumentos indicadores de presión, temperatura, flujo, voltaje...

En el cuadro 1 podemos ver un esquema sobre la interacción entre los distintos protagonistas de la obra.



Cuadro 1.

PROCESO CONSTRUCTIVO.

Los técnicos de planificación de la empresa constructora conocen, por la experiencia de obras anteriores, los rendimientos de horas-hombre para las distintas actividades; así como, la capacidad de trabajo de las distintas máquinas.

Teniendo como referencia las mediciones, reflejadas en el proyecto, estos profesionales diseñan un plan general de construcción, secuenciando las distintas labores que requiere la obra y definiendo las fechas a las que deben ajustarse las planificaciones de detalle que desarrollan los diferentes contratistas.

Tomando como ejemplo los planos de Obra Civil, pertenecientes a la construcción de una hipotética instalación subterránea, contemplados en el cuadro 2, y las mediciones respectivas, presentadas en el cuadro 3. El contratista correspondiente presenta un “diagrama de planificación”, cuadro 4, en el que aparece el tipo de actividad, las unidades correspondientes (separando los números enteros de los decimales, mediante una línea, para evitar confusiones) y la indicación sobre el calendario del desarrollo de ejecución previsto (líneas gruesas horizontales).

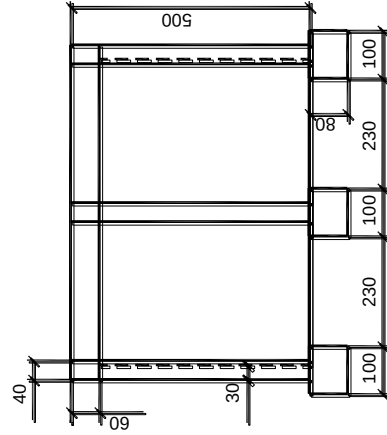
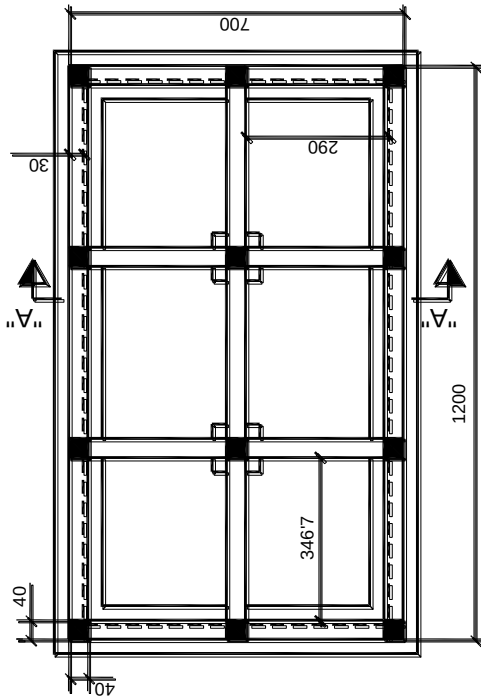
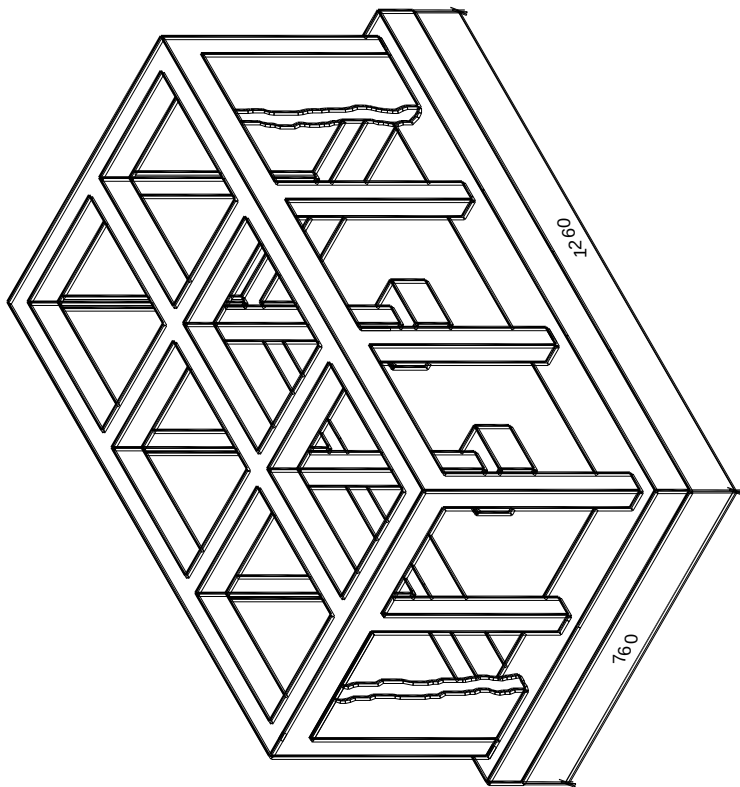
La eficiencia y, por tanto, la rentabilidad económica de la empresa contratista que acomete esta labor, depende del cumplimiento de este plan y de la posible rebaja de los tiempos de ejecución, ya que las unidades de obra y los precios están pactados. Para ello, como es lógico, debe optimizar los rendimientos disponiendo de la organización, procedimientos, personal, máquinas de construcción y herramientas adecuadas.

Si observamos las mediciones de la excavación podemos comprobar que el agujero se corresponde con las medidas teóricas: longitud, latitud y altura. En realidad, el volumen de la cavidad es mayor ya que existen taludes laterales y una posible rampa de acceso externa, que se prepara con la misma máquina. Este trabajo adicional se estima en el precio unitario de m^3 teórico excavado. Naturalmente, la tierra extraída en exceso no se transporta a vertedero ya que será utilizada, posteriormente, para el relleno y compactación de los huecos sobrantes.

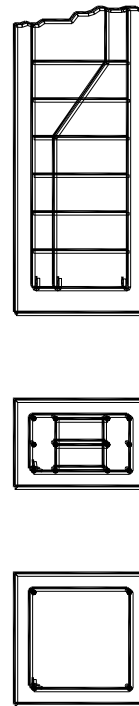
La disponibilidad de camiones para transportar el material excavado nos condiciona el ritmo de trabajo, ya que la máquina no puede producir mientras no tenga un camión donde depositar la tierra y piedra sacadas. Los metros cúbicos que hay que transportar son superiores a los extraídos, en torno al 25%, por el esponjamiento que experimenta el material al desmoronarse y verse libremente sobre la plataforma del vehículo de transporte.

En el mismo cuadro 3, observamos el empleo de 100 kg. de acero corrugado que quedará embebido en el hormigón. Se trata de la armadura metálica que preparan y colocan los ferrallistas, mientras los encofradores instalan las superficies que recibirán y moldearán la pasta de hormigón. Ésta será debidamente vibrada con el objeto de que no aparezcan oquedades o coqueras después de la solidificación.

Al finalizar la primera fase de Obra Civil, o incluso antes, intervienen otros contratistas con nuevas planificaciones para instalar equipos, tuberías, aislamiento, cableado, instrumentos, pintura, etc.



SECCIÓN "A"-A"



Detalle de armadura
en pilares y vigas

ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA

Cuadro 2

MEDICIONES.

Indicación de la clase de obra y partes en que debe ejecutarse	Nº de partes iguales	UNIDADES				
		DIMENSIONES			CÚBICAS	
		Longitud	Latitud	Altura	Parciales	Totales
<u>EXCAVACIÓN</u>						
Excavación para hueco de sótano	1	12'60	7'60	5'00	478'80	478'80
Id. Para cimientos muro de cierre y pilares periféricos (frentes).	2	12'60	1'00	0'80	10'08	20'16
Id. id. (laterales).	2	5'00	1'00	0'80	4'00	8'00
Id. id. para pilares centrales.	2	1'00	1'00	0'80	0'80	1'60
					Total	508'56
<u>TRANSPORTE</u>						
Igual excavación más 25% de esponjamiento.					Total	635'70
<u>HORMIGONES</u>						
M ³ de hormigón para armar de 300 kg. de cemento para cimientos.		(Igual a excavación para cimientos)			Total	29'76
Id. para muro de cierre de sótano (frentes).	6	3'467	0'30	4'40	4'58	27'48
Id. para muro de cierre de sótano (laterales).	4	2'90	0'30	4'40	3'83	15'32
M ³ de hormigón para armar de 350 kg. cemento para pilares.	12	0'40	0'40	4'40	0'70	8'40
Id. para vigas riostra.	3	12'00	0'40	0'60	2'88	8'64
Id. para vigas de atado.	4	6'20	0'40	0'60	1'49	5'96
<u>ENCOFRADO</u>						
M ² . de encofrado en pilares.	12	(Superf. lateral) 1'6 x 4'4			7'04	84'48
M ² . encofrado en muro de cierre.	1	(Superficie lateral) 64'8 x 4.40				285'12
M ² . de encofrado para vigas riostra	9	(Base más superficie lateral) 3'467 (2x0'6+0'4)			5'55	49'95
Id. id. para vigas de atado.	8	(Base más superficie lateral) 2'90 (2x0'6+0'4)			4'64	37'12
<u>ARMADURAS METÁLICAS</u>						
Kg. de barra de acero corrugado.		(media de 100 kg. de acero por m ³ de hormigón instalado en obra				9.556

Cuadro 3

DIAGRAMA DE PLANIFICACIÓN

ACTIVIDADES	UNIDADES DE OBRA		FEBRERO										MARZO									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
EXCAVACIÓN	508	56 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TRANSPORTE	635	70 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ARMADURA DE ACERO	9.556	00 Kg	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HORMIGÓN CIMENTOS	29	76 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ENCOFRADO PILARES	84	48 m ²	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HORMIGÓN PILARES	8	40 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ENCOFRADO MURO	285	12 m ²	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HORMIGÓN MURO	42	50 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ENCOFRADO VIGAS	87	07 m ²	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HORMIGÓN VIGAS	14	60 m ³	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Cuadro 4

El contratista marca sucesivamente las unidades de obra realizada, con una línea delgada, justo debajo de los tramos planificados, como podemos ver en el cuadro 4. De esta manera se pueden detectar los posibles retrasos y adoptar soluciones.

Mensualmente, las unidades de obra ejecutadas por los diversos contratistas son comprobadas, cuantitativa y cualitativamente, por los supervisores de construcción de los diferentes departamentos de la empresa constructora. Las cantidades son enviadas al departamento de Costes, donde se realizan las certificaciones aplicando dichas cantidades a los precios contratados.

El resultado permite conocer el coste de la obra realizada en el mes y el acumulado desde el origen (cuadro 5). Lo cual nos permite realizar los pagos a los contratistas correspondientes, observar el progreso de construcción en coste y las posibles desviaciones.

Hay que observar, que el coste y el tiempo de ejecución no tienen por qué ser lineales. Por ejemplo, el 80% de coste en obra ejecutada no significa que quede el 20% de tiempo para finalizar. Generalmente, una vez instalados los equipos costosos, quedan los remates finales que suelen ser de escasa cuantía relativa pero de larga duración.

CONSTRUCTORA AL-ANDALUS

PLANTA SOLAR DE CÓRDOBA.

CERTIFICACIÓN (Marzo - 2003)

Obra civil:

Estructura subterránea.

Nº UNIDADES DE OBRA				DESIGNACIÓN	PRECIO UNIDAD	IMPORTE EUROS				
AL ORIGEN		EN EL MES				ORIGEN		MES		
508	56	508	56	M³ excavación mecánica.	5	00	2.542	80	2.542	80
635	70	635	70	M³ transporte de tierras a vertedero	3	00	1.907	10	1.907	10
9.556	00	448	00	Kg. armadura metálica colocada.	0	60	5.733	60	268	80
29	76	29	76	M³ hormigón en cimientos.	60	00	1.785	60	1.785	60
84	48	84	48	M² montaje de encofrado en pilares	15	00	1.267	20	1.267	20
8	40	8	40	M³ hormigón en pilares	74	00	621	60	621	60
285	12	137	00	M² montaje de encofrado en muro	15	00	4.276	80	2.055	00
42	50	15	00	M³ hormigón en muro	62	00	2.635	00	930	00
87	07	40	00	M² montaje de encofrado en vigas	18	00	.1567	26	720	00
14	60	9	00	M³ hormigón en vigas	74	00	1.080	40	666	00
					TOTAL		23.417	36	12.764	10

Cuadro 5

Para obras de larga duración, se establecen contractualmente unas cláusulas que permiten la actualización de los precios de las unidades de obra, considerando la posible inflación o deflación de los elementos que los conforman. Este documento de “revisión de precios”, que acompaña al de certificación, se obtiene aplicando una fórmula polinómica que relaciona los índices de coste, en el momento de ejecución, con los contemplados originalmente. Cada modalidad de construcción o instalación requiere una fórmula específica que suele ser acordada y editada por las asociaciones de empresarios o por el Ministerio de Hacienda.

Para el ejemplo que nos ocupa, modalidad de obras de hormigón armado, se suele aplicar la siguiente fórmula-tipo:

$$K_t = 0.28 \frac{H_t}{H_o} + 0.11 \frac{E_t}{E_o} + 0.32 \frac{C_t}{C_o} + 0.14 \frac{S_t}{S_o} + 0.15$$

K_t= Coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución *t*.

H_t= Índice de coste de la mano de obra en el momento de ejecución *t*.

H_o= Índice de coste de la mano de obra en el momento de licitación.

E_t= Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución *t*.

E_o= Índice de coste de la energía en el momento de licitación.

C_t= Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución *t*.

C_o= Índice de coste del cemento en el momento de licitación.

S_t= Índice de coste de materiales siderúrgicos el momento de la ejecución *t*.

S_o= Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de licitación.

Como podemos apreciar, el coeficiente de revisión *K_t*, que se observa mensualmente, puede variar según lo hagan los costes laborales, energéticos o de materias primas. Este es el coeficiente que se aplica a las unidades afectadas para regularizar los precios.

El ejemplo que hemos visto, aunque detallado, no deja de ser una insignificancia en el cómputo global de la obra. Se precisa de un sistema de organización que, aglutinando todas las modalidades de construcción y montaje, pueda ofrecer una perspectiva general sobre la evolución de los trabajos.

Desde comienzos de los años 80 del siglo pasado, con la irrupción de las nuevas tecnologías, se emplea en los grandes proyectos un procedimiento más ágil, integrador y eficiente. Se trata de un programa informático (accesible con la hoja de cálculo) en el que se presenta la doble entrada, localización y actividad, en cuya intersección los técnicos marcarán el porcentaje de obra ejecutada correspondiente.

En el cuadro 6 podemos ver los porcentajes acumulados (se añaden cada mes) de las distintas actividades en las diferentes localizaciones para las estructuras de hormigón. Obviamente, al iniciarse la construcción todos los cuadros tienen un 0%.

Implícitamente, cada cuadro se corresponde con una medición, y ésta se relaciona con un tiempo de ejecución y con un precio. Por tanto, en cualquier momento, el programa nos puede facilitar el progreso en coste, el progreso en tiempo y el importe a certificar para cada contratista asignado a los diferentes departamentos supervisores. Igualmente, se obtiene el progreso general de las actividades asignadas a cada departamento. La suma de los porcentajes de los departamentos, ponderados, nos permitirá conocer el tanto por ciento general de obra ejecutada.

En La actualidad el programa informático “Presto” es la herramienta más utilizada para llevar a cabo estos registros.

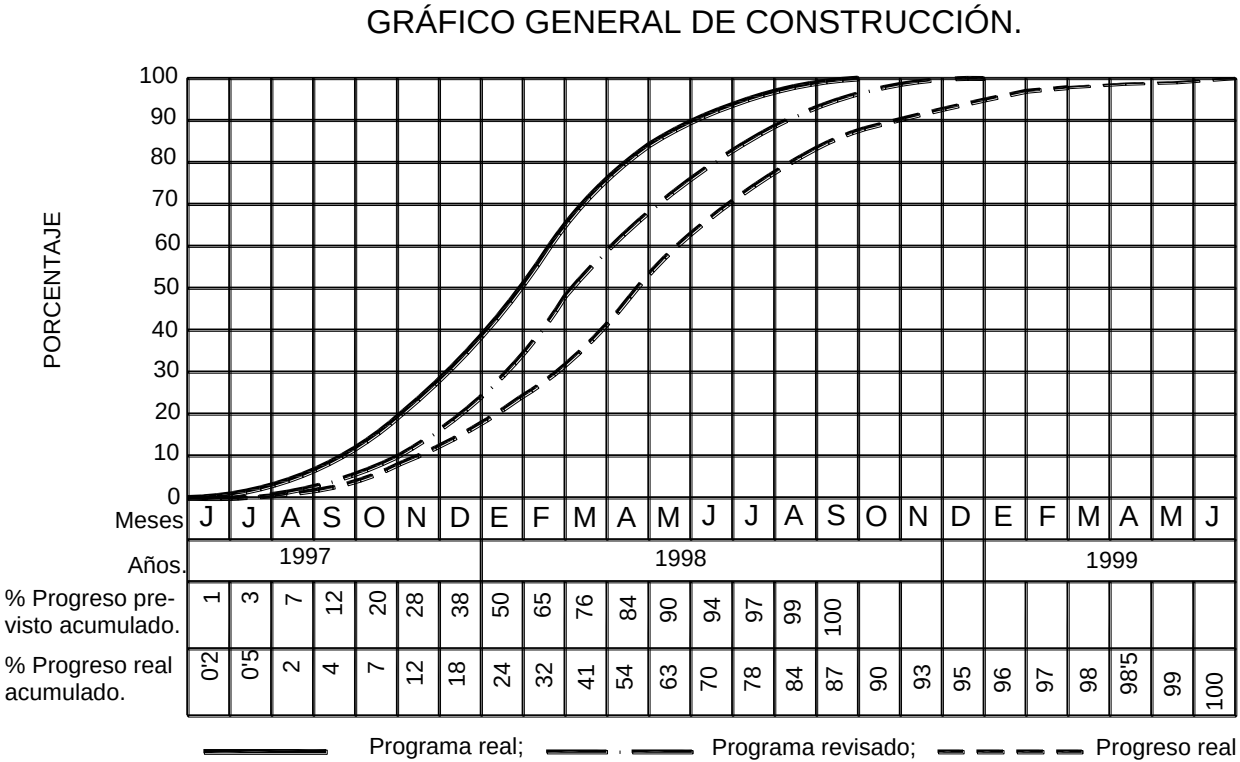
DEPARTAMENTO DE OBRA CIVIL

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Actividades→ Localización↓	Excavación	Transporte	Armadura	Hormigón en cimientos	Encofrado pilares	Hormigón pilares	Encofrado muro	Hormigón muro	Cerramiento ladrillo	Encofrado vigas	Hormigón vigas	Forjado	Cubierta
Estructura subterránea	100	100	96	100	100	100	57	23	☐	46	35	☐	☐
Edificio de contención	100	100	50	100	30	10	☐	☐	0	0	0	0	0
Edificio eléctrico	100	100	25	100	15	0	☐	☐	0	0	0	0	0
Nave almacén	100	100	100	100	100	100	☐	☐	100	100	100	☐	100
.....													

Cuadro 6

Mediante el “Gráfico General de Construcción” de una obra ya realizada (cuadro 7), podemos analizar la evolución de la misma en el tiempo. Observamos una curva perteneciente al programa inicial definida por el progreso previsto acumulado; aparece una curva de progreso revisado y; finalmente, la curva real dibujada a partir de los porcentajes de obra concluida, reales y acumulados, a lo largo de cada uno de los meses de construcción.



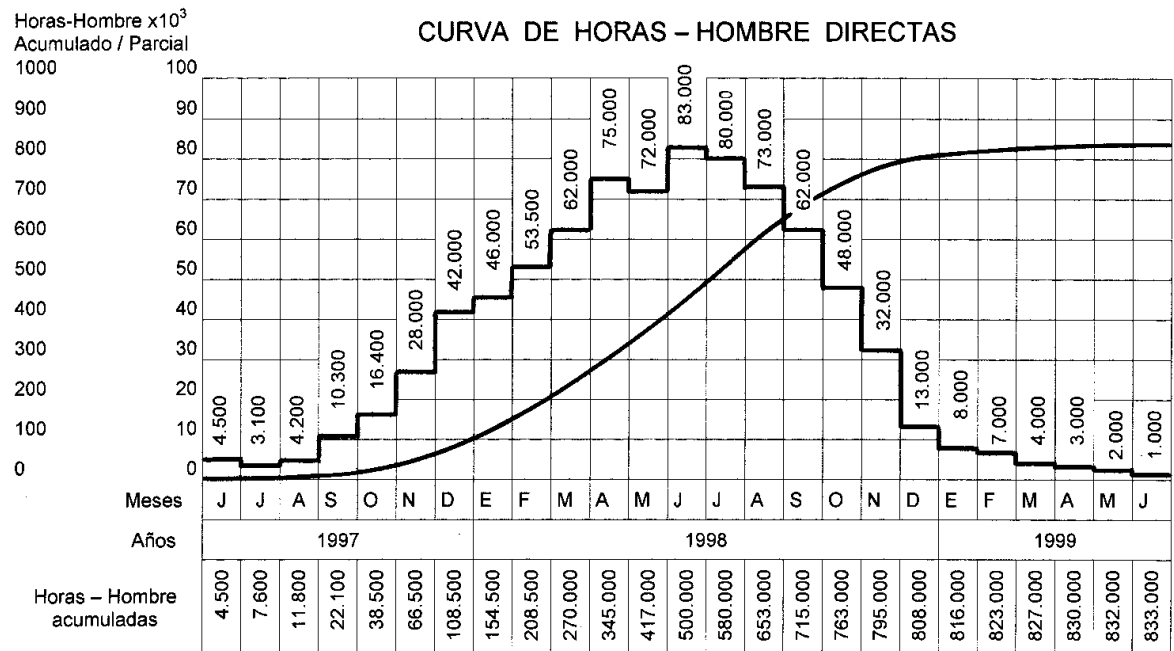
Cuadro 7

Otro indicador de interés, que nos confirma la eficiencia con la que se construye, es el denominado, “Curva de Horas-Hombre Directas”, cuadro 8.

La totalidad de horas-hombre directas que van a ser necesarias se estiman antes de iniciarse la obra. Debido a que se conocen los rendimientos estándar (nº de horas-hombre empleadas por m³ de hormigón o por m. de tubería de 12”, etc.) se pueden sumar hasta conseguir la cantidad total de horas-hombre directas necesarias.

Con el cruce de datos, entre las horas-hombre empleadas y el porcentaje de obra realizada en un momento determinado, observamos los rendimientos.

Podemos ver en el gráfico una línea quebrada donde se indica el número de horas que se han aportado mensualmente; la máxima actividad la observamos en el mes de junio-98 donde unos 500 hombres nos aportan 83.000 horas directas. La línea curva nos muestra la totalidad de horas que se han ido acumulando a lo largo del proceso, cuyas ordenadas se relacionan con la escala de la columna lateral izquierda.



Cuadro 8

No podemos olvidar el interés y la repercusión de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El drama humano y la imagen negativa de los accidentes de trabajo deben evitarse por todos los medios. Para ello, las empresas contratan a técnicos cualificados que estudian y acometen la instalación de los dispositivos de seguridad adecuados a cada tarea: vallas de protección, tomas de tierra, salidas de emergencia, señalizaciones...

Los trabajadores reciben cursillos para que adopten las medidas de seguridad requeridas en cada momento. En general, están provistos de botas y casco, siendo también obligatorio el uso de arneses y cinturón de seguridad cuando se trabaja en altura.

En la gran obra existen vigilantes con la función de detectar y apercibir a aquellos operarios que se relajan en el uso de la normativa.

También debemos pensar en las dificultades añadidas que surgen cuando los proyectos de ingeniería se levantan en lugares alejados de la población, a veces en sitios exóticos o inhóspitos, por lo que las empresas deben dedicar especial atención a los servicios médicos, al abastecimiento de alimentos y al alojamiento adecuado del personal; pensemos en la construcción de una refinería de petróleo en un país tropical, con escasas infraestructuras, con insectos y alimañas, y con enfermedades desconocidas; o en el desierto, con las temperaturas extremas y vientos de arena.

Dicho así podría desanimaros, pero nada más alejado de la realidad. Yo estuve dos años en ese país tropical y guardo uno de los recuerdos más gratos de mi pasado.

Os animo a que os preparéis para trabajar en el ámbito del montaje. La Ingeniería Técnica Industrial es una carrera media muy demandada, se adapta a una amplia diversidad de campos profesionales, y es ideal para la construcción e instalaciones.

CAPÍTULO II

INICIACIÓN A LA TOPOGRAFÍA.

Pretendemos, con esta sección, vincular las enseñanzas teóricas, de geometría y trigonometría, con aplicaciones prácticas que refuercen en los alumnos el interés por los estudios técnicos. Para ello, disponemos de un taquímetro óptico, elemental, idóneo para el aprendizaje, con el que llevaremos a cabo mediciones planimétricas y altimétricas para el levantamiento de planos y replanteos.

El emplazamiento de las instalaciones.

Con anterioridad a la realización del proyecto debemos conocer las dimensiones y el relieve del terreno; para ello, necesitamos realizar un levantamiento topográfico mediante trabajos de planimetría, para determinar el contorno y la superficie, y operaciones de altimetría para obtener las alturas y protuberancias del suelo.

Posteriormente, realizaremos la operación de replanteo que consiste en dibujar sobre el terreno los planos de situación de las instalaciones, referidas en el proyecto, con el objeto de nivelar el solar y excavar las zanjas para las cimentaciones.

El taquímetro.

Es el aparato que nos permite trabajar planimetría, mediante la determinación de distancias y ángulos horizontales, y altimetría por medio de distancias y ángulos verticales.

Consiste en un anteojo articulado que, sobre una base giratoria, se apoya en un trípode. Dispone de un nivel de burbuja para establecer la horizontalidad en el estacionamiento; y de dos discos, horizontal y vertical, llamados limbos, graduados en grados centesimales para calcular ángulos acimutales y cenitales respectivamente.

Medida de ángulos.

En el esquema de la figura 1 vemos cómo el eje C, llamado de colimación, que coincide con el eje longitudinal del anteojo, puede bascular alrededor del eje horizontal H arrastrando en su movimiento a la aguja m que nos señala el ángulo recorrido en el disco vertical, tomando como origen el cenit o punto en que la vertical corta a la esfera celeste. Éste es el llamado ángulo cenital.

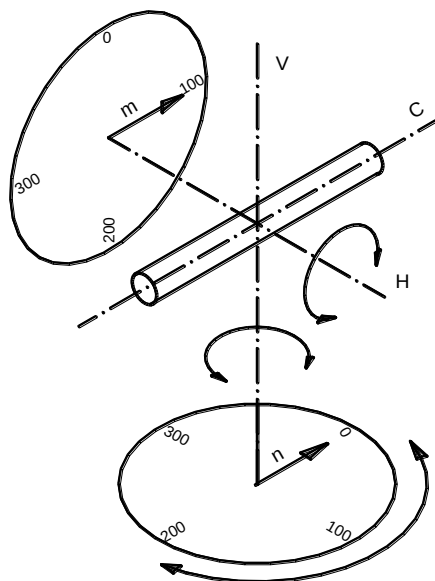


Fig. 1

Todo el conjunto puede girar alrededor de un eje vertical V desplazando otra manecilla n sobre el disco horizontal, previamente bloqueado respecto a la base de apoyo, para obtener la lectura de ángulos acimutales u horizontales.

El eje del anteojo C debe ser perpendicular al de basculación H, y éste perpendicular al eje vertical V.

La operación de estacionamiento la llevamos a cabo sobre el punto elegido del terreno; para ello, colocamos el aparato encima de la plataforma de un trípode extensible, a una altura del suelo cómoda para el operador. La posición y verticalidad se ajustarán mediante plomada óptica y nivel de burbuja.

Medida de longitudes.

Para calcular longitudes también necesitamos de una mira. La mira es una regla plegable de cuatro metros de longitud dividida en fracciones hasta de un centímetro, con colores vivos: blanco, negro y rojo, para que resalten y faciliten la lectura (figura 2). La porta un operario que la sitúa verticalmente, sobre un punto elegido a la distancia del taquímetro que pretendemos medir.

El anteojo del aparato dispone de una retícula de hilos, que consiste en dos diámetros perpendiculares entre sí y dos líneas paralelas horizontales, S superior e I inferior, equidistantes del diámetro horizontal con una distancia h establecida entre ellas (figura 3).

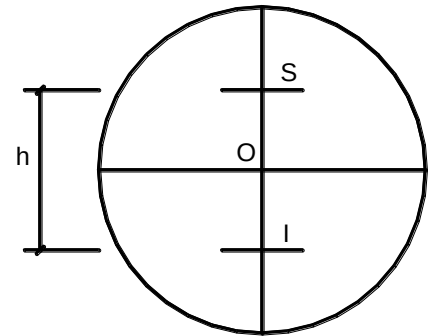


Fig. 3

Si pretendemos calcular una distancia horizontal entre los puntos A y B, situamos el taquímetro en uno y la mira en el otro, como vemos en la figura 4.

Al mirar por el anteojo observamos los hilos S e I proyectados sobre la mira. La altura H nos permite deducir la distancia D .

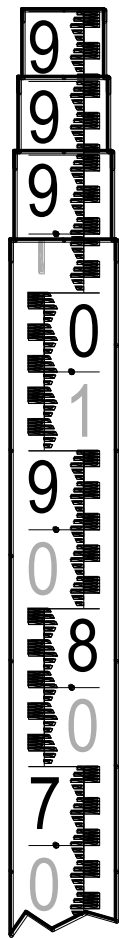


Fig. 2

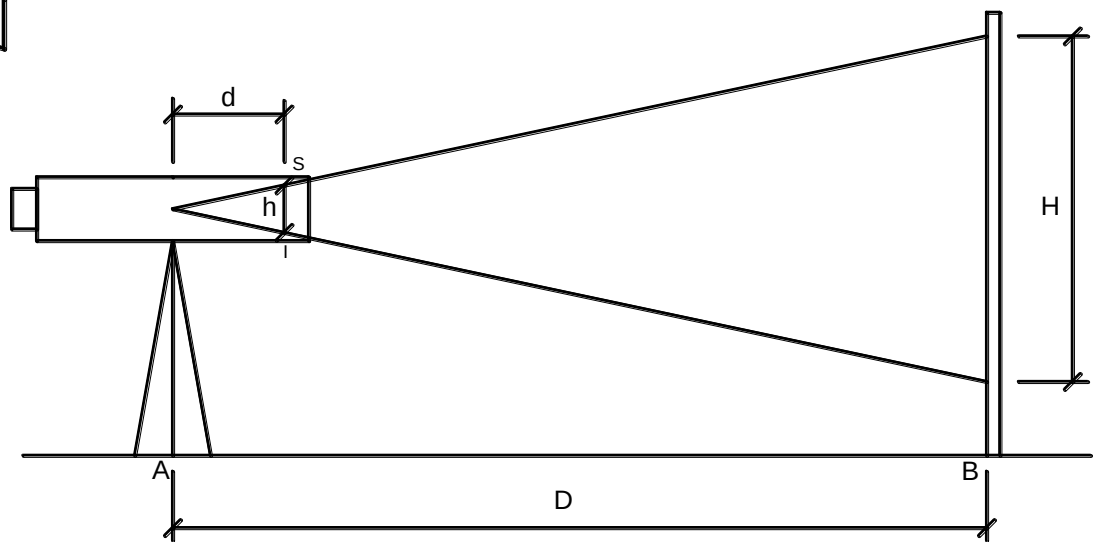


Fig. 4

Por semejanza de triángulos, podemos decir:

$$\frac{D}{H} = \frac{d}{h};$$

$$D = H \frac{d}{h};$$

$$\text{Siendo } \frac{d}{h} = k$$

K, es la llamada constante diastimométrica que, para los taquímetros, es igual a 100. Por tanto, la medida H multiplicada por 100 nos permitirá leer directamente la distancia D.

Por ejemplo, si el hilo superior coincide en la mira con la lectura 2'70 m., mientras el hilo inferior lo hace con 0'50 m., la diferencia es 2'70-0'50=2'20m. Si esta cantidad la multiplicamos por 100 obtendremos la longitud o distancia entre el aparato y la mira, es decir, 220 m.

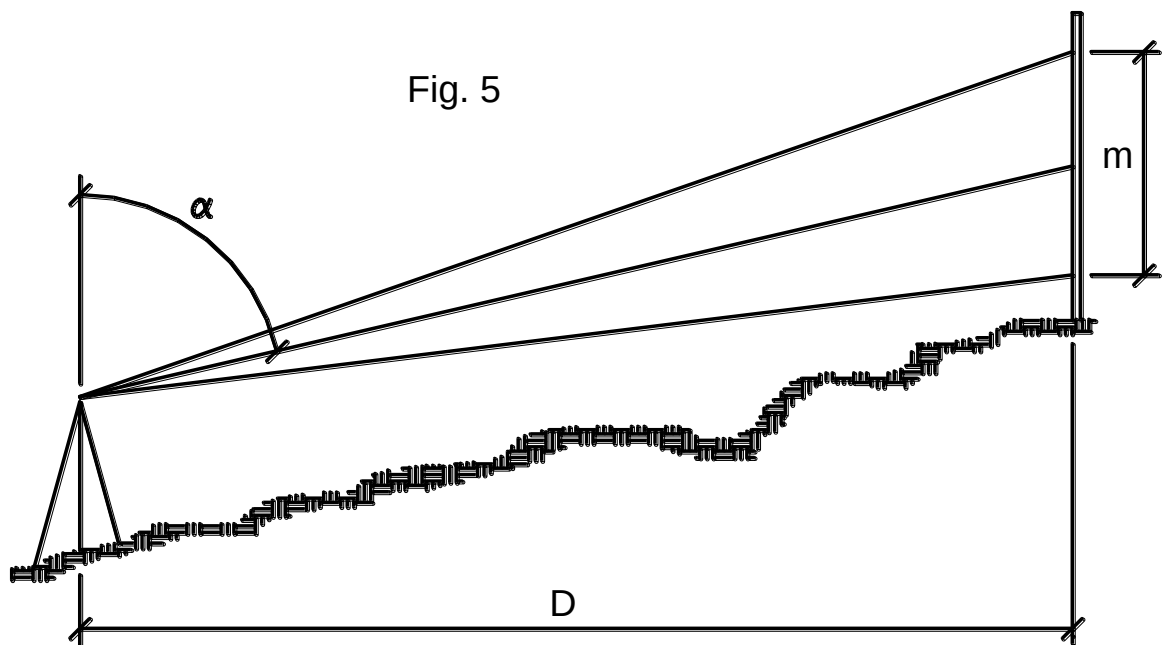
Cuando el terreno es inclinado, la distancia D, que debe ser siempre horizontal, no se extrae directamente sino reduciendo o proyectando horizontalmente la medida inclinada que, coincidiendo con el eje longitudinal del anteojo (eje de colimación), es la que realmente medimos observando la diferencia de lecturas sobre la mira.

Tomando como referencia la figura 5 se demuestra que $D = G \cdot \text{sen}^2 \alpha$.

$G = m \cdot k$, es el llamado número generador; es decir: $G = m \cdot 100$.

$m =$ a la distancia abarcada sobre la mira expresada en metros.

$\alpha =$ al ángulo cenital, el hallado entre la vertical y el eje de colimación.



Con el objeto de facilitar los cálculos, los ángulos se miden en grados centesimales; esto es, la circunferencia de cada limbo viene dividida en 400 partes y no en 360, como en el conocido sistema sexagesimal.

Ejemplo: Para calcular la distancia D (reducida), cuando $\alpha = 80g$. y $m = 2'20m$., Aplicamos $D = G \cdot \text{sen}^2 \alpha$, donde $G = 2'20 \cdot 100 = 220m$.

En la calculadora científica común situamos inicialmente el modo "GRA", que nos permite operar directamente con grados centesimales; seguidamente, introducimos los datos con el siguiente orden:

$80 \sin \text{INV } x^2 \times 220 = 198'99m$., que es la distancia D que buscamos.

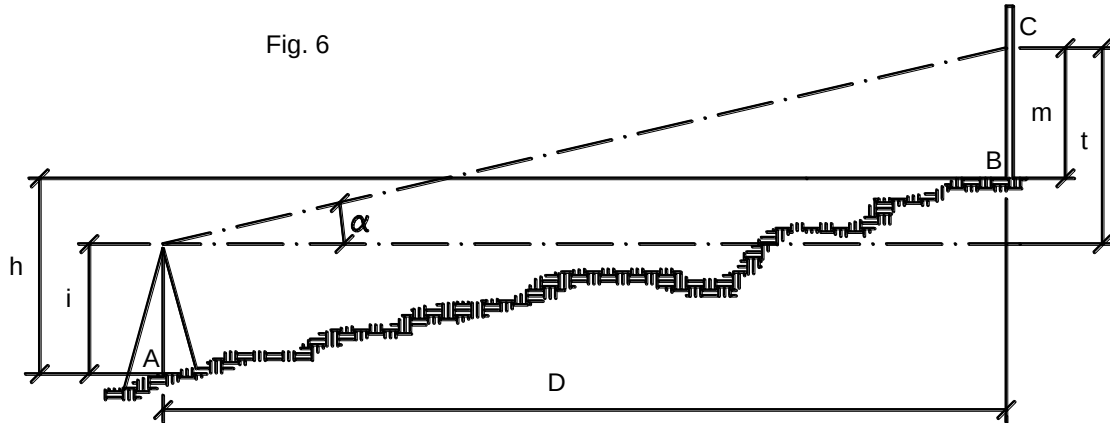
Operaríamos de la misma manera si la pendiente fuera contraria.

Medida de alturas o desniveles.

▪ Ascenso.

Describimos en la figura 6 el estacionamiento del taquímetro en el punto A y la posición de la mira en el punto B del terreno.

Pretendemos calcular la altura h o diferencia de nivel entre los puntos A y B.



Conocemos la distancia D , calculada según el proceso antes mencionado.

Con el punto central del anteojo buscamos en la mira un punto C de referencia; con esto determinamos la medida de m , p.e., 1'5m. desde el suelo al punto elegido.

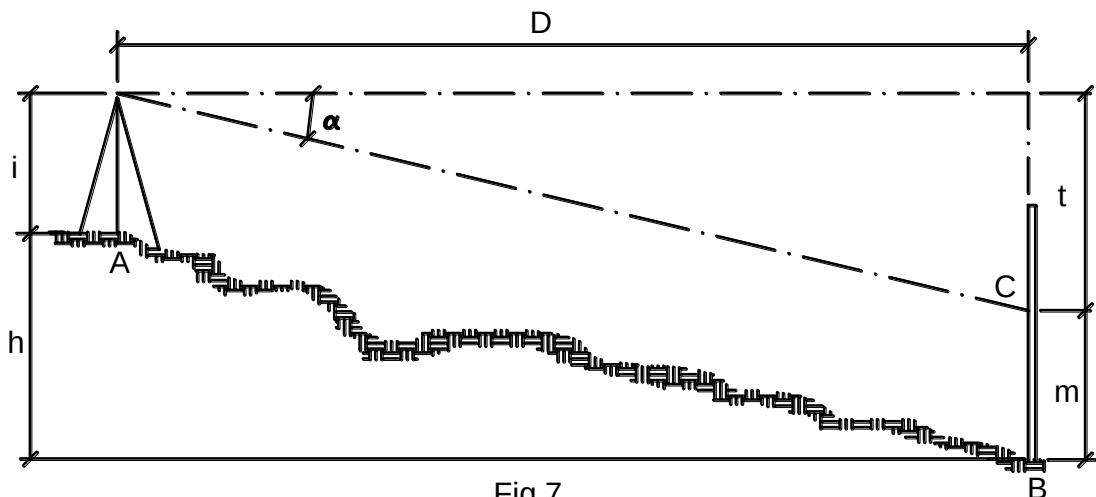
La distancia t la calculamos midiendo el ángulo α desde la horizontal al punto C, ya que $\text{Tg } \alpha = t/D$; de donde $t = D \text{ tg } \alpha$. Tomemos, p.e., $t = 2\text{m}$.

La altura del anteojo la hemos fijado con la colocación del aparato, p.e., $i = 1'4\text{m}$.

Por tanto $h = i + t + m$. Con nuestros supuestos datos, $h = 1'4 + 2 + 1'5 = 4'9\text{m}$.

▪ Descenso.

Igual que en el caso anterior, aplicamos la igualdad $h = i + t + m$ pero ahora t es negativo porque está debajo del horizonte y h es igualmente negativa por medirla en sentido descendente, $-h = i - t - m$ o bien, $h = t + m - i$, como podemos observar en la figura 7.



Cuando los desniveles son poco acentuados, bastaría con disponer el anteojo horizontalmente. El desnivel sería la diferencia entre la altura marcada en la mira y la del propio aparato.

Conocimientos matemáticos necesarios.

En topografía se trabaja, fundamentalmente, con longitudes, ángulos y composición de triángulos. Por tanto, debemos conocer las funciones básicas de trigonometría, los teoremas fundamentales y el cálculo de superficies de triángulos.

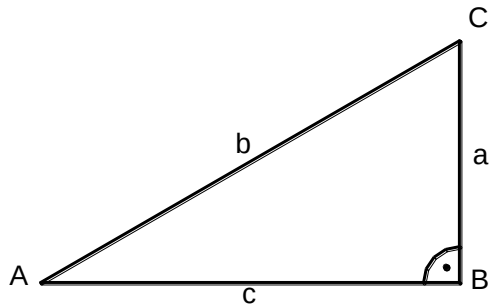


Fig.8

$$\operatorname{sen} A = \frac{a}{b}; \quad a = b \cdot \operatorname{sen} A = b \cdot \cos C$$

$$\cos A = \frac{c}{b}; \quad c = b \cdot \cos A = b \cdot \operatorname{sen} C$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{a}{c}; \quad a = c \cdot \operatorname{tg} A$$

En todo triángulo la suma de sus tres ángulos es igual a dos rectos, 200g. centesimales.

Como norma general, la suma de los ángulos interiores de cualquier polígono en el sistema centesimal es: $S = 200(n-2)$; donde n es el número de lados del polígono.

Teorema de los senos (figura 9)

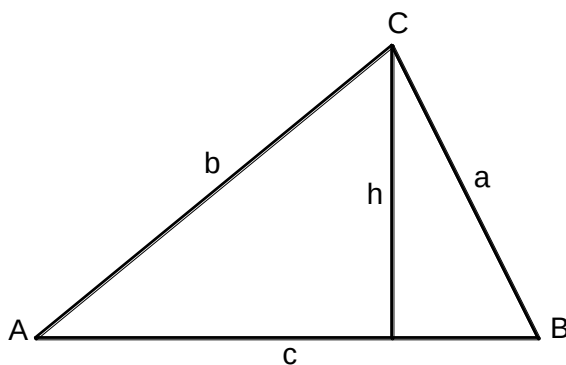


Fig. 9

$$\frac{a}{\operatorname{sen} A} = \frac{b}{\operatorname{sen} B} = \frac{c}{\operatorname{sen} C}$$

Teorema del coseno (figura 9)

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$$

Superficie de un triángulo (figura 9)

$$S = \frac{c \cdot h}{2}; \quad \text{como } h = b \cdot \operatorname{sen} A; \quad \text{sustituyendo, } S = \frac{1}{2} c \cdot b \cdot \operatorname{sen} A$$

Esta función nos permite calcular la superficie de un triángulo cuando conocemos dos lados y el ángulo comprendido.

Teniendo como dato la longitud de los tres lados, aplicamos la fórmula de Herón.

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}; \quad \text{donde } p = \text{semiperímetro} = \frac{a+b+c}{2}$$

Ejercicios tipo.

A) Determinar la distancia entre dos puntos A y C, separados por un río, sin necesidad de cruzarlo (figura 10).

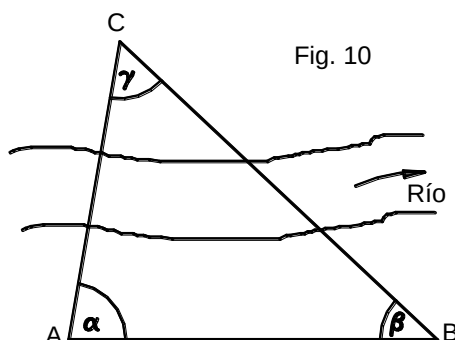


Fig. 10

Se elige una línea base AB y formamos el triángulo ACB.

Medimos α y β .

Por diferencia, el ángulo $\gamma = 200 - (\alpha + \beta)$

Aplicando el teorema de los senos:

$$\frac{AB}{\text{sen}\gamma} = \frac{AC}{\text{sen}\beta}; \quad AC = AB \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}\gamma}$$

B) Desde una orilla, calcular la distancia CD entre dos puntos del otro lado del río.

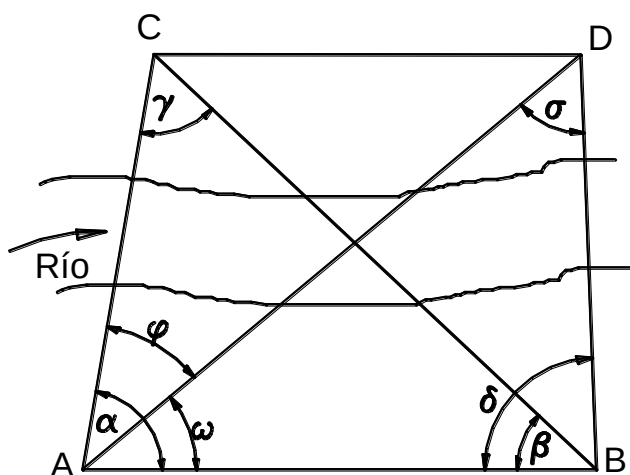


Fig. 11

En la figura 11 establecemos la base AB desde cuyos puntos calculamos la distancia AC; para ello, al igual que en el ejercicio anterior, medimos α y β para obtener γ y aplicar el teorema de los senos:

$$AC = AB \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}\gamma}$$

Del mismo modo calculamos AD. Midiendo los ángulos ω y δ obtenemos σ , y por el teorema de los senos:

$$\frac{AB}{\text{sen}\sigma} = \frac{AD}{\text{sen}\delta}; \quad AD = AB \frac{\text{sen}\delta}{\text{sen}\sigma}$$

Conociendo AC, AD y el ángulo comprendido $\varphi = \alpha - \omega$, aplicamos el teorema del coseno para calcular la distancia CD, objeto del problema.

$$CD^2 = AC^2 + AD^2 - 2.AC.AD.\cos\varphi$$

C) Determinar la altura de un árbol situado en terreno nivelado (figura 12).

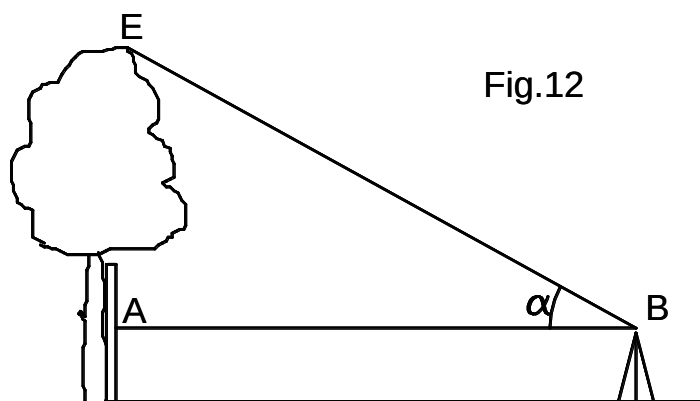


Fig.12

Estacionamos el taquímetro y colocamos la mira, apoyada en el tronco del árbol, para determinar la distancia AB.

Medimos el ángulo α desde la horizontal, punto A, hasta el enfoque de la copa en el punto E.

$$\text{tg}\alpha = \frac{EA}{AB}; \quad EA = AB.\text{tg}\alpha$$

Hay que añadir la altura del aparato.

D) Determinar la altura de un edificio, al que no se puede acceder, disponiendo de un terreno nivelado.

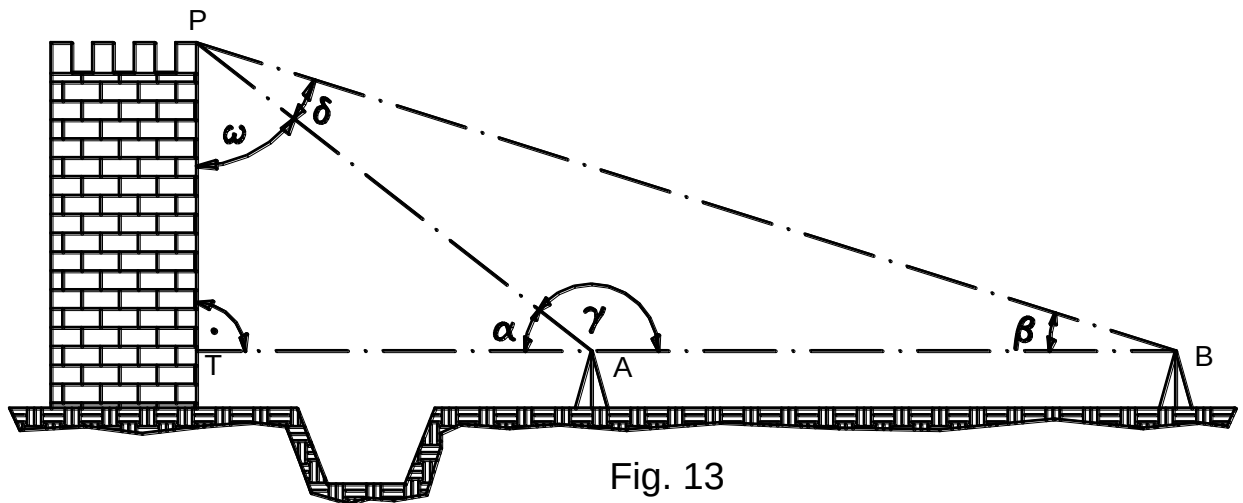


Fig. 13

Dado que no podemos cruzar el foso para apoyar la mira sobre la pared de la torre y realizar la medición, como en el ejercicio anterior, tenemos que recurrir a un procedimiento más ingenioso (figura 13).

Estacionamos en A y B, alineados con la torre, y obtenemos la distancia AB y los ángulos α y β .

Deducimos los ángulos γ , δ y ω ; y calculamos la distancia AP utilizando el teorema de los senos.

$$\gamma = 200 - \alpha; \quad \delta = 200 - \beta - \gamma; \quad \omega = 200 - 100 - \alpha; \quad \frac{AP}{\text{sen}\beta} = \frac{AB}{\text{sen}\delta}; \quad AP = AB \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}\delta};$$

Finalmente, aplicamos de nuevo el teorema de los senos para calcular la distancia PT.

$$\frac{PA}{\text{sen}100} = \frac{PT}{\text{sen}\alpha}; \quad PT = PA \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}100};$$

Naturalmente, tenemos que añadir la altura del aparato.

E) Determinación de la altura de una montaña.

El ejercicio anterior o la altura de una montaña, podemos resolverlo fácilmente tomando dos estacionamientos laterales sin estar necesariamente al mismo nivel, como observamos en la figura 14.

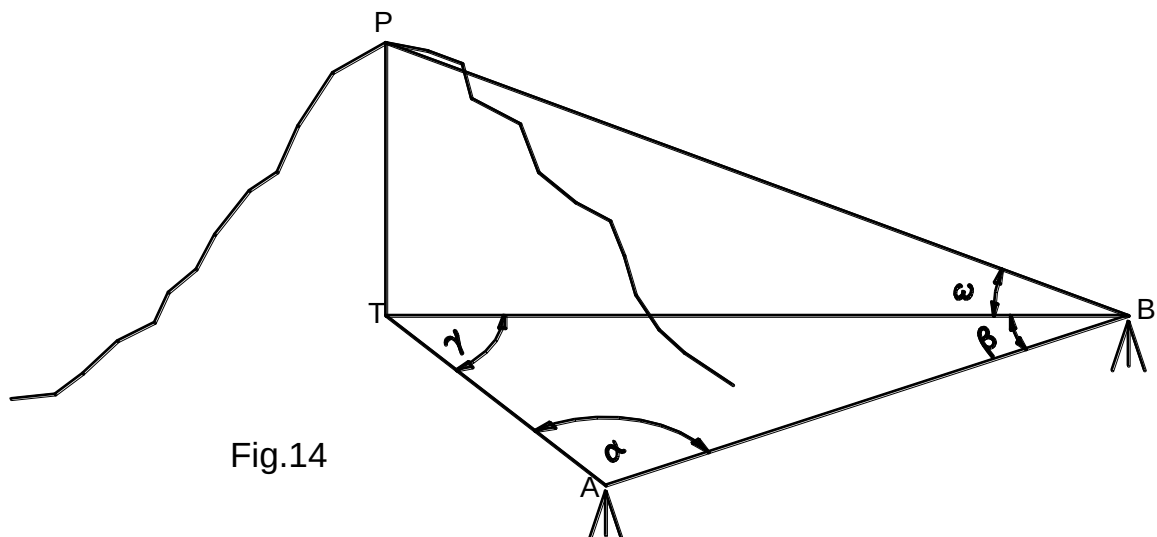


Fig.14

Situados en la posición A, medimos la distancia reducida AB. Después, medimos el ángulo horizontal α comprendido entre la posición B y la cima P.

Igualmente, estacionando en B, obtenemos el ángulo horizontal β y el vertical ω .

Deducimos $\gamma = 200 - (\alpha + \beta)$; y calculamos la distancia BT para finalizar obteniendo la altura PT.

$$\frac{BT}{\text{sen}\alpha} = \frac{AB}{\text{sen}\gamma}; \quad BT = AB \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}\gamma}; \quad \text{tg}\omega = \frac{PT}{BT}; \quad PT = BT.\text{tg}\omega$$

F) Prolongar una alineación con un obstáculo en medio.

La banderola emplazada en A pretendemos alinearla con la situada en B, a pesar de la barrera. Para ello, nos servimos de un punto C desde donde se divisen ambas banderolas (figura 15).

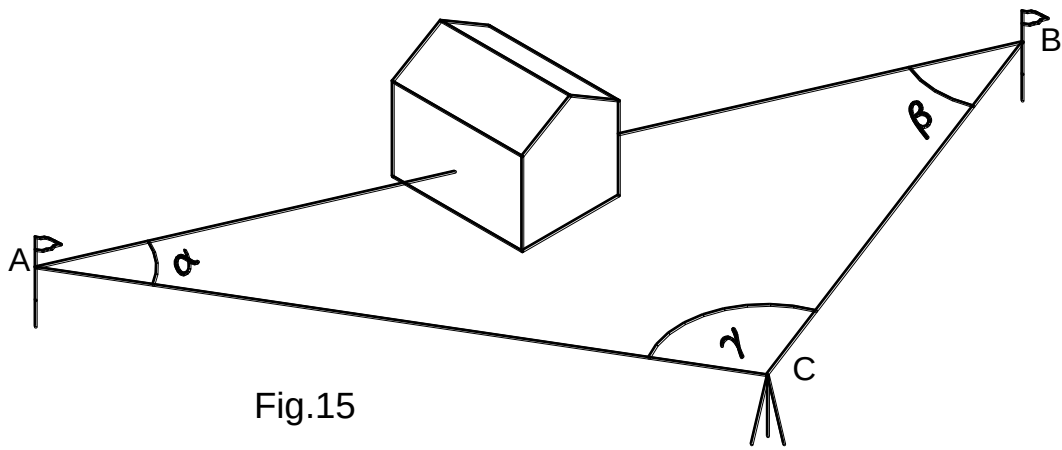


Fig.15

Estacionados en C, medimos las distancias CA, CB y el ángulo γ comprendido entre ellas. Naturalmente, si los puntos están en niveles diferentes, las distancias serán reducidas.

Calculamos la distancia AB utilizando el teorema del coseno:

$$AB^2 = AC^2 + CB^2 - 2.AC.CB.\cos\gamma$$

Conocida AB, podemos calcular los ángulos α y β mediante el teorema de los senos:

$$\frac{AB}{\text{sen}\gamma} = \frac{CA}{\text{sen}\beta} = \frac{CB}{\text{sen}\alpha}; \quad \text{sen}\alpha = \frac{CB}{AB} \text{sen}\gamma; \quad \text{sen}\beta = \frac{CA}{AB} \text{sen}\gamma$$

Utilizando la calculadora obtenemos los valores de α y β .

Si estacionamos en A y B podemos determinar la dirección entre ambos puntos midiendo los ángulos α y β referidos a C, respectivamente.

Levantamiento de planos.

Para dibujar un plano topográfico, en planta y a escala, necesitamos determinar previamente, sobre el terreno, las medidas angulares y las distancias necesarias.

Cuando el terreno no sea llano, habrá que indicar las cotas de cada punto (alturas relativas o referidas al nivel del mar) por los procedimientos de medida de alturas descritos con las figuras 6 y 7.

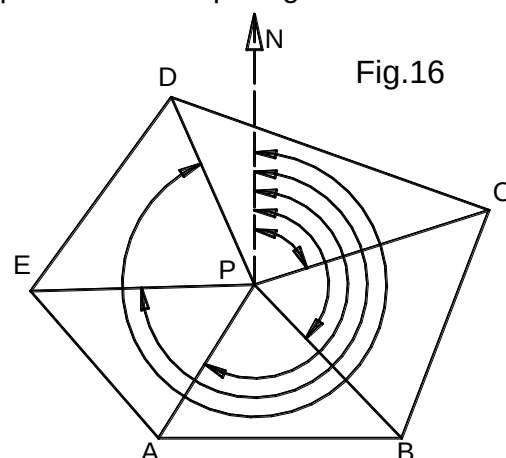
Los métodos topográficos más utilizados en planimetría son: radiación, coordenadas cartesianas, itinerario y triangulación o intersección.

❑ Método de radiación.

Es el método planimétrico más importante y está basado en la determinación topográfica de un punto por medio de coordenadas polares. Se emplea generalmente en superficies pequeñas.

Se estaciona el taquímetro en una parte centrada P donde se dividen los puntos que delimitan el terreno (figura 16).

Se orienta el aparato para que el cero del limbo horizontal coincida con la orientación del norte magnético o cualquier referencia fija. A continuación, se miden los ángulos NPC, NPB, NPA, etc. y las distancias PC, PB, PA, etc.



Tradicionalmente, estos datos recogidos en campo se llevaban al gabinete para representarlos en un plano a escala; se utilizaba un transportador de ángulos centesimales, la regla y un lápiz bien afilado. En la actualidad lo hacemos con el ordenador.

❑ Método de coordenadas cartesianas.

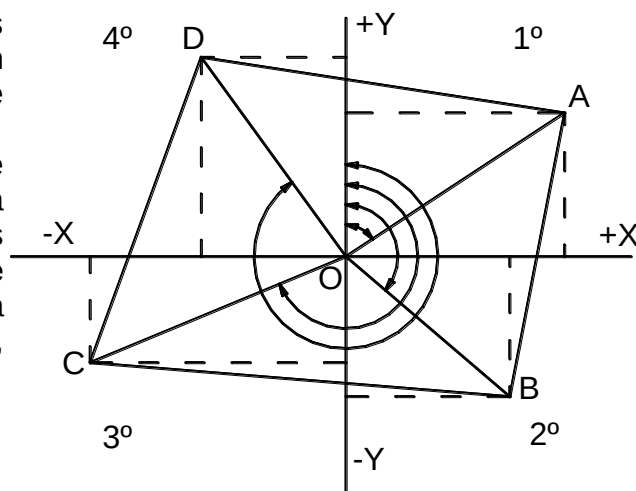
Es una derivación del anterior. Los puntos se obtienen igualmente por coordenadas polares para traducirlos después a coordenadas cartesianas, tomando como referencia ejes coordenados.

Efectivamente, estacionados en el punto O, adoptamos unos ejes coordenados de referencia X e Y según la orientación deseada.

La superficie quedará dividida en cuatro cuadrantes, y las coordenadas de los puntos que delimitan el terreno serán positivas o negativas según el cuadrante donde se hallen (figura 17).

Si llamamos d a la distancia de cualquier radio vector (distancia reducida desde el centro a cualquiera de los puntos periféricos), y α al ángulo o acimut de cualquier radio vector referido a la ordenada positiva, tendremos, de manera general, para cada punto:

$$X = d \cdot \sin \alpha; \quad Y = d \cdot \cos \alpha.$$



A modo de ejemplo representamos, en el siguiente cuadro, los datos tomados en campo por coordenadas polares y la correspondiente transcripción a coordenadas rectangulares, para posteriormente reflejarlas en el plano definitivo.

Las operaciones las podemos realizar con calculadora, con una hoja de calculo preparada o midiendo las coordenadas cartesianas después de representar los puntos por coordenadas polares. También, con el conocido AutoCAD siguiendo la pauta Herramientas → Consultar → Distancia.

Punto	Distancia d	Acimut α	$X = d \cdot \sin \alpha$	$Y = d \cdot \cos \alpha$
A	170 m.	63 g.	142'0873	93'3339
B	140 m.	145 g.	106'4568	-90'9227
C	180 m.	275 g.	-166'2983	-68'8830
D	160 m.	360 g.	-94'0456	129'4427

□ Método de itinerario o poligonal.

Fijamos unos puntos de interés, clavando estacas previamente o sobre la marcha (figura 18a), y estacionamos, paulatinamente, en cada uno de ellos, tomando las distancias AB, BC, CD, DE y EA, así como los ángulos comprendidos entre estas y el norte, midiéndolos en el sentido de las agujas del reloj.

Naturalmente, el norte, o la dirección de cualquier referencia fija, solo lo tomaríamos en el primer estacionamiento para medir el ángulo en A, pongamos por ejemplo 80g. (figura 18b). Al estacionar en el punto B, orientamos el anteojo hacia el punto A fijando el limbo en un ángulo igual al medido anteriormente en A más 200g., es decir, 280g.; por tanto, el cero del limbo estará orientado al norte (figura 18c) permitiéndonos medir el ángulo en B, y así sucesivamente hasta completar el cierre.

También se puede abordar midiendo las distancias de los lados y los ángulos comprendidos entre ellos.

La poligonal podría ser una línea quebrada abierta.

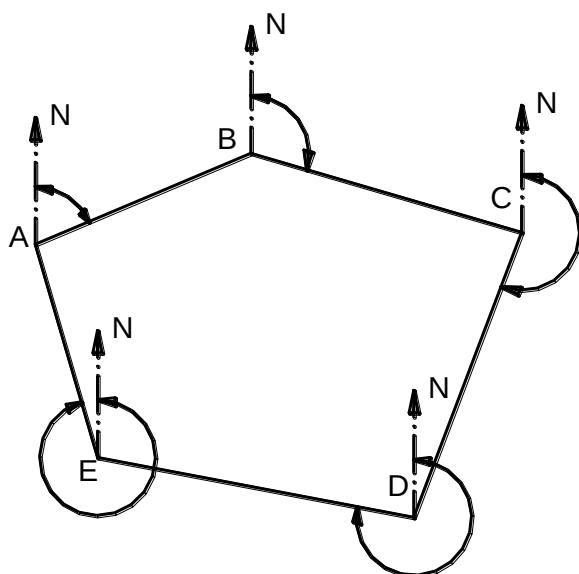


Fig. 18a

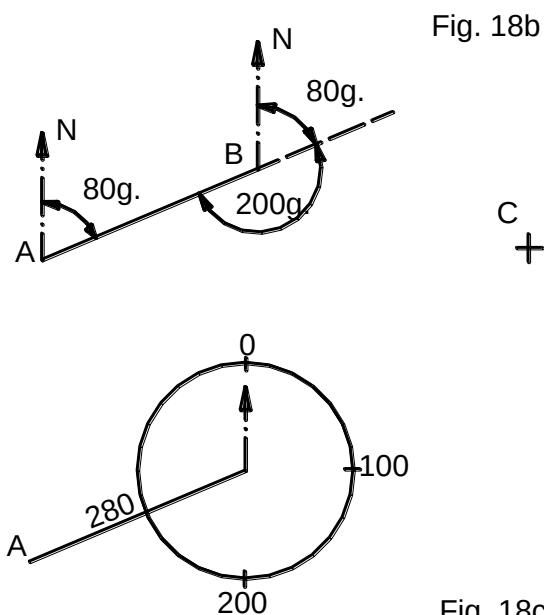


Fig. 18b

Fig. 18c.

Método de triangulación o intersección.

Es el más preciso de todos los conocidos. Se inicia tomando una base o alineación perfectamente medida, p.e. la distancia PQ de la figura 19.

Se estaciona el aparato en P y se enfoca a cada punto para delimitar los ángulos respecto a la dirección PQ. Así obtenemos QPC, QPB y QPA. Igualmente, estacionamos en Q y anotamos los ángulos PQA, PQB, y PQC.

Con estos datos, obtenemos triángulos en los que conocemos un lado y dos ángulos adyacentes, perfectamente reproducibles a escala.

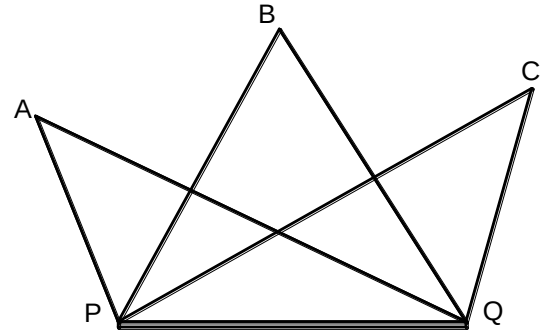


Fig. 19

Correcciones.

Los resultados de las mediciones no pueden ser perfectos. La vista y el manejo de los aparatos provocan errores que necesitan comprobarse para determinar si son tolerables. Si así lo fueran, se restituirán las medidas prorrateando las desviaciones.

□ Corrección de un triángulo.

Si en campo nos hubiéramos limitado a tomar el ángulo en A y las distancias de los lados adyacentes, podríamos deducir la distancia "a" y el valor de los ángulos en B y C. Sin embargo, podríamos haber incurrido en errores de medida que, inevitablemente, se trasladarían a los cálculos posteriores. Para paliar esta situación, realizamos mediciones de otros ángulos y distancias. Naturalmente, con todos estos datos es muy difícil que pudiéramos cerrar el polígono; así pues, recurrimos a la corrección por compensaciones.

Partimos del croquis de la figura 20 y de los datos tomados en campo.

$$\left. \begin{array}{l} a = 56 \text{ m.} \\ b = 31.5 \text{ m} \\ c = 60 \text{ m.} \end{array} \right\} \text{Perímetro} = 147'5 \text{ m.}$$

$$\hat{A} = 74'9815 \text{ g.}$$

$$\hat{B} = 35'1023 \text{ g.}$$

$$\hat{C} = 89'9408 \text{ g.}$$

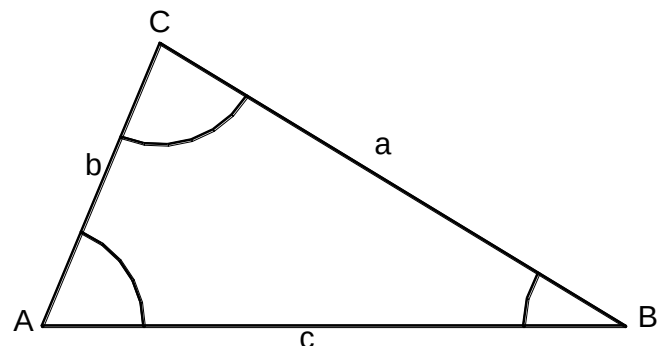


Fig. 20

1º) Corrección angular.

Sabemos que la suma de los tres ángulos debe ser 200 g. Por tanto, comprobamos.

$$74'9815 + 35'1023 + 89'9418 = 200'0246;$$

Existe un exceso de $0'0246 \text{ g} = 2'46 \text{ minutos}$.

El error tolerable ε viene definido por la fórmula $\varepsilon = 3\sqrt{n}$; expresada en minutos centesimales, donde $n = n^\circ$ de ángulos.

Por consiguiente, el máximo admisible sería $\varepsilon = 3\sqrt{3} = 5'20 \text{ minutos}$

Como vemos, la diferencia 2'46 es menor que 5'20, luego no hay por qué repetir mediciones. Sin embargo, debemos repercutir el error proporcionalmente a cada ángulo medido.

$$\left. \begin{array}{l} 200 \text{ g.} - 0'0246 \text{ g.} \\ 1 \text{ g.} - X \end{array} \right\} X = 0'000123 \text{ g.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 74'9815 \times 0'000123 = 0'0092 \\ 35'1023 \times 0'000123 = 0'0043 \\ 89'9408 \times 0'000123 = 0'0111 \end{array} \right\} \text{Suman } 0'0246$$

$$\left. \begin{array}{l} \hat{A} = 74'9815 - 0'0092 = 74'9723 \\ \hat{B} = 35'1023 - 0'0043 = 35'0980 \\ \hat{C} = 89'9408 - 0'0111 = 89'9297 \end{array} \right\} \text{Suman } 200'0000$$

Ya tenemos los ángulos corregidos.

Si la suma de los ángulos hubiera sido menor de 200 g. las cantidades a corregir, obviamente, habría que sumarlas en lugar de restarlas.

2º) Corrección lineal.

Aplicamos el teorema de los senos para adecuar las distancias a los ángulos corregidos.

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}} = \text{Constante}$$

$$\frac{56}{\sin 74'9723} = \frac{31.5}{\sin 35'0980} = \frac{60}{\sin 89'9297}; \quad 60'6249 \approx 60'1362 \approx 60'7585;$$

Los cocientes, naturalmente, son dispares; por tanto, tomamos la media y corregimos las distancias.

$$\frac{60'6249 + 60'1362 + 60'7585}{3} = 60'5065$$

$$\frac{a}{\sin 74'9723} = \frac{b}{\sin 35'0980} = \frac{c}{\sin 89'9297} = 60'5065$$

Corregidos	Datos	Diferencia
a=55'8906	56	-0'1094
b=31'6939	31'5	+0'2489
c=59'7510	60	-0'2489
Suma total	145'7	-0'1644

El error máximo admisible en la corrección lineal, para distancias inferiores a 150m. es: $\epsilon = 0'004 D$; Donde D= perímetro inicial. Por tanto, $\epsilon = 0'0004 \cdot 145'7 = 0'5828$

Este número debe ser mayor que el valor absoluto de la suma algebraica de las diferencias surgidas.

Dado que $0'5828 > 0'1644$, podemos dar por buenos los datos de las distancias a, b y c corregidas.

□ Correcciones de una parcela poligonal.

Partimos de un croquis donde observamos una formación de triángulos concurrentes en un punto central O (figura 21).

Conocemos, por medición en campo, cada uno de los ángulos centrales, las distancias de los radios vectores y los ángulos V

1ª Corrección.

La suma de los ángulos de cada uno de los triángulos formados tiene que ser: $I_N + D_N + V_N = 200\text{ g.}$

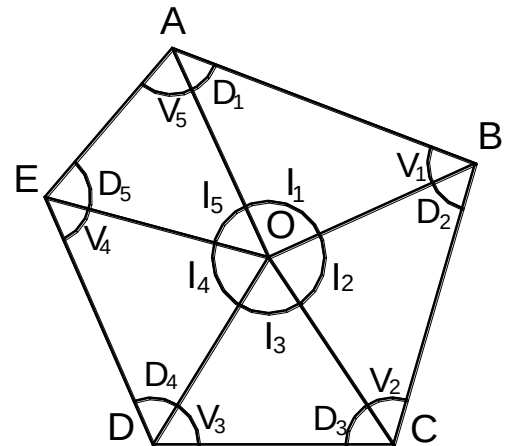


Fig. 21

Si el error de cierre en cada uno de ellos es tolerable, $\varepsilon = 3\sqrt{3} = 5'20$ minutos, como vimos en el caso anterior, se repercute entre los tres ángulos (proporcionalmente o por igual si los ángulos son parecidos). Si el error supera el límite de 5'20 minutos habría que repetir la medición en la finca.

2ª Corrección.

Aplicada la 1ª corrección, obtenemos unos nuevos ángulos centrales I_1, I_2, I_3, I_4 e I_5 cuya suma nos dará una cifra aproximada a los 400 g. teóricos.

La diferencia ε' , por exceso o defecto, la repercutimos por igual sobre los cinco ángulos centrales para que la suma de estos sea, efectivamente, de 400 g.

$$\frac{\varepsilon'}{5} = \lambda$$

3ª Corrección.

Los ángulos centrales sufren una modificación como consecuencia de la corrección anterior. Consecuentemente, se habrán descorregido los triángulos.

Dado que I_1 ha aumentado o disminuido según el valor de λ , tendremos que disminuir o aumentar por igual, $\lambda/2$, cada uno de los ángulos V_1 y D_1 para que la suma de los tres vuelva a ser 200 g.

La misma operación se realiza con el resto de los triángulos, quedando éstos corregidos al igual que los ángulos centrales.

4ª Corrección.

La reparación de las distancias de cada triángulo se aborda como en la corrección lineal del triángulo visto anteriormente.

Se corrige sucesivamente cada triángulo, apoyándose en el anterior hasta completar el polígono, teniendo en cuenta que el lado del primero tiene que coincidir con el lado del último.

Como vemos, se trata de una tarea ardua, aunque fácilmente superable por la hoja de cálculo o con otras aplicaciones específicas de topografía por ordenador.

❑ Corrección gráfica.

Utilizando AutoCAD podemos simplificar el proceso de corrección, siempre que tengamos la certeza de que las medidas tomadas son tolerables.

Para ello, dibujamos el perímetro de la parcela según los datos de campo, resultando una poligonal abierta debido a los inevitables errores.

Con el objeto de facilitar la explicación, representamos, intencionadamente exagerada y con líneas de trazos, la poligonal abierta A, B', C', D', E' y A' (figura 22).

Damos por bueno el punto A, que permanecerá inamovible. Por esta razón, este procedimiento se presta mejor a correcciones del método Itinerario.

Unimos A y A' formando un segmento, que dividimos en cinco partes iguales debido a que son cinco los puntos periféricos.

El error de cierre AA' lo compensamos tomando paralelas al segmento AA' en cada uno de los vértices B', C', D' y E' y tomando, sobre dichas paralelas, la quinta parte de AA' en B', dos quintas partes en C', etc.; obteniendo los nuevos vértices rectificados B, C, D, y E que con el A forman el polígono modificado.

La nueva medición de distancias y ángulos en la poligonal rectificada la podemos leer en AutoCAD, siguiendo la pauta: Herramientas → Consultar → Lista.

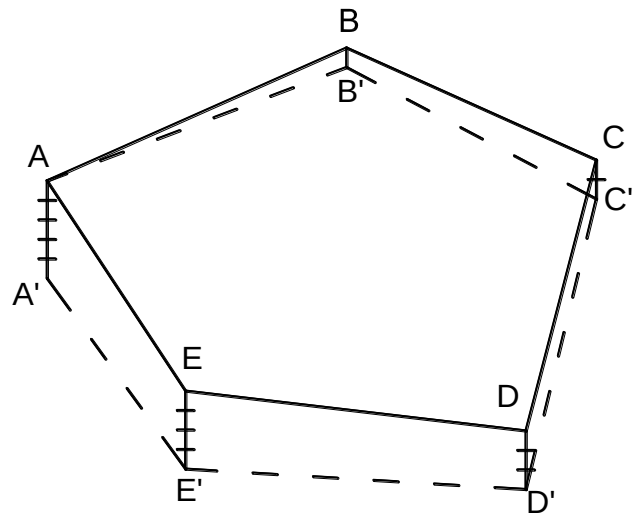


Fig.22

Replanteo.

Es la operación inversa al levantamiento de planos.

Con el replanteo se pretende dibujar, sobre el terreno, los planos de planta proyectados.

Los cálculos se realizan previamente en el gabinete y se trasladan a los terrenos de la obra para marcar los puntos significativos.

❑ Replanteo por coordenadas polares.

Este método consiste en localizar los puntos sobre el terreno por medio de ángulos y distancias. En general, se realiza por triangulación, aunque suele ser habitual el uso de la cinta para distancias cortas en terrenos llanos.

Supongamos que estamos en campo con la intención de replantear el plano de la figura 23.

Los datos que acompañan este croquis se refieren a las distancias y ángulos desde el punto A a cada uno de los puntos significativos, que pudieran ser centros de pilares, y que, como podemos ver, se consiguen aplicando Pitágoras y trigonometría elemental con ángulos centesimales.

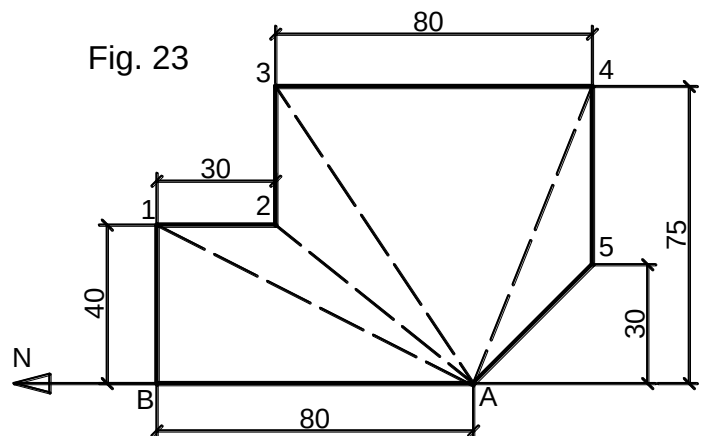


Fig. 23

Punto 1.-	$D = \sqrt{80^2 + 40^2} = 99'44\text{m.}$	$\text{Tg } \alpha = \frac{40}{80} = 0'5;$	$\alpha = 29'5167\text{g.}$
Punto 2.-	$D = \sqrt{50^2 + 40^2} = 64'03\text{m.}$	$\text{Tg } \alpha = \frac{40}{50} = 0'8;$	$\alpha = 42'9553\text{g.}$
Punto 3.-	$D = \sqrt{50^2 + 75^2} = 90'14\text{m.}$	$\text{Tg } \alpha = \frac{75}{50} = 1'5;$	$\alpha = 62'5666\text{g.}$
Punto 4.-	$D = \sqrt{-30^2 + 75^2} = 80'78\text{m.}$	$\text{Tg } \alpha = \frac{75}{-30} = -2'5;$	$\alpha = -75'7762\text{g.}$
		Corregido: $200 - 75'7762 = 124'2238\text{g.}$	
Punto 5.-	$D = \sqrt{-30^2 + 30^2} = 42'43\text{m.}$	$\text{Tg } \alpha = \frac{30}{-30} = -1;$	$\alpha = -50\text{g.}$
		Corregido: $200 - 50 = 150\text{g.}$	

Con estos datos estacionamos en el punto A, perfectamente definido, y fijamos el punto B a 80 m., según la dirección N elegida. El punto A es el origen de los ángulos tomados desde la orientación N.

Seguidamente, determinamos el punto 1 por triangulación utilizando dos aparatos estacionados en los puntos A y B con los ángulos $29'5167\text{g.}$ y 100g. respectivamente, hasta que la banderola portada por un operario quede interceptada por ambas direcciones. En ese momento, se clava una estaca y se procede, por el mismo procedimiento, a la localización de los restantes puntos.

Debemos observar que las distancias desde A en sentido N son positivas y, por tanto, negativas en sentido contrario. Consecuentemente, los ángulos correspondientes a los puntos 4 y 5 se han corregido para que aparezcan positivos, según la orientación N.

El replanteo de zapatas y anchos de pilares se realizan con camillas de madera y cordeles para trazar líneas.

□ Replanteo de curvas circulares.

En principio, representar la curva ADC sobre el terreno (fig. 24) sería sencillo si disponemos de las alineaciones BA y BC y los puntos A y C. Para ello, bastaría con levantar perpendiculares, por A y C, sobre las direcciones correspondientes, para obtener en el cruce el punto O, centro de la curva. Haciendo centro en O, por el extremo de un cordel de longitud igual al radio calculado, podemos trazar fácilmente la curva sobre el suelo.

Esta solución es viable cuando el radio es corto, no más de 25m., pero en el trazado de carreteras podemos encontrarnos con radios superiores a 1000m.; así pues, tenemos que servirnos de la geometría y de los aparatos topográficos para abordar este problema.

En primer lugar, definamos y calculemos los parámetros que intervienen en la curva circular:

Los técnicos establecen el ángulo β y las direcciones y longitudes de las tangentes BA y BC; a partir de las cuales, deducimos el radio R y dibujamos el cuadrilátero ABCO. La

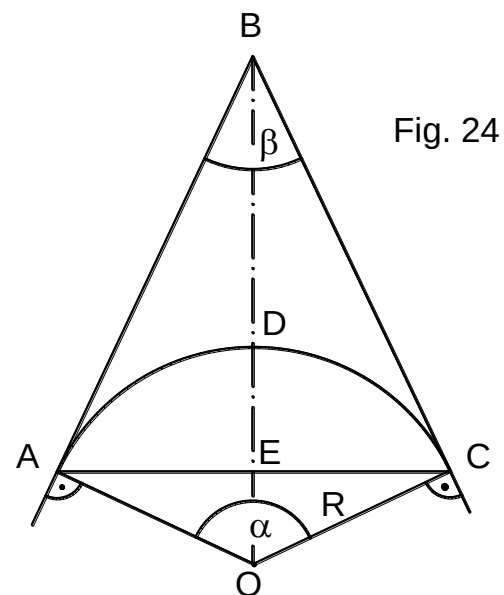


Fig. 24

diagonal BO corta a la cuerda AC en E y a la curva en D. La distancia DE es la flecha $F = R - OE$.

Puesto que la suma de los ángulos de un cuadrilátero es igual a 400^g y dado que los ángulos en A y C son rectos, debido a que los lados son radio y tangente a una curva, tenemos que:

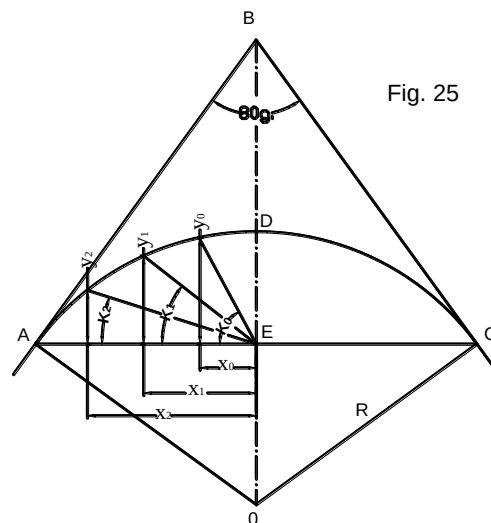
$$\alpha = 200 - \beta; \quad OE = \cos \frac{\alpha}{2} R; \quad F = R - \cos \frac{\alpha}{2} R, \quad \text{o bien:} \quad F = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

Pongamos un ejemplo práctico para replantear, por el procedimiento de abcisas y ordenadas sobre la cuerda principal AC, calculando ángulos K para triangulaciones.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Datos:} \\ \beta = 80^g \\ BA = BC = 200\text{m.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} R = BC \cdot \tan \frac{\beta}{2} = 200 \cdot \tan 40^g = 145'31. \\ \alpha = 200 - \beta = 120^g. \\ F = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 145'31(1 - 0'588) = 59'90 \end{array}$$

Como apreciamos en la figura 25, tomamos valores de “x”, sobre la cuerda, para obtener los correspondientes valores de “y” que nos determinan los puntos sobre la curva, según la función:

$y = F - \left(R - \sqrt{(R^2 - x^2)} \right)$. Los ángulos K toman el punto E como origen y forman triángulos rectángulos cuyos catetos son las coordenadas elegidas “x” e “y”. Por ejemplo, para los valores en “x” elegidos obtenemos los correspondientes valores en “y” y ángulos K:



$x_0 = 30\text{m.}$	$y_0 = 56'77\text{m.}$	$\tan K_0 = \frac{y_0}{x_0} = 1'892$	$K_0 = 69'05^g.$
$x_1 = 60\text{m.}$	$y_1 = 46'93\text{m.}$	$\tan K_1 = \frac{y_1}{x_1} = 0'782$	$K_1 = 42'25^g.$
$x_2 = 90\text{m.}$	$y_2 = 28'67\text{m.}$	$\tan K_2 = \frac{y_2}{x_2} = 0'318$	$K_2 = 19'63^g.$

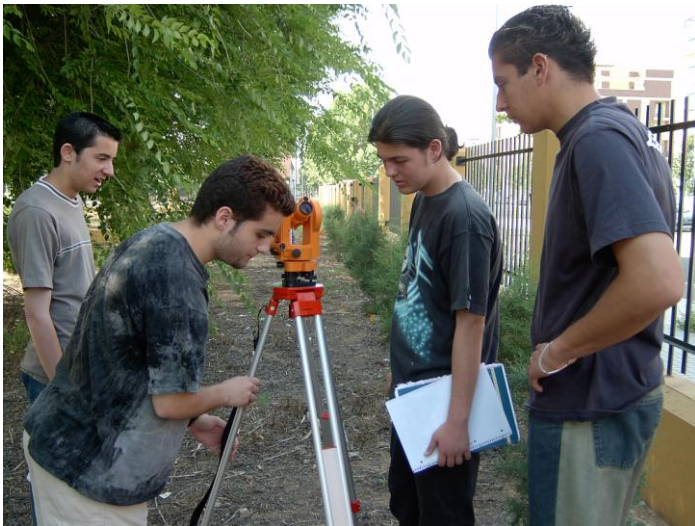
Con estos valores, estacionamos un taquímetro en E y, tomando como referencia el punto A, enfilamos un ángulo $K_0 = 69'05^g$. Con otro aparato, situado sobre la cuerda a 30m de distancia de E, guiamos la visual en posición perpendicular a dicha cuerda. En la intersección de las dos orientaciones un operario clava una estaca, quedando definido un punto de la curva. De manera similar se obtienen los demás.

Naturalmente, con los aparatos modernos, auxiliados por satélites y la informática, el trabajo se simplifica enormemente; pero estos fundamentos siempre quedarán.

Fotos: Ejercicios prácticos de topografía.

En las fotografías podemos ver a los estudiantes haciendo prácticas en el patio del instituto y en un parque cercano.

Es una experiencia motivadora y gratificante para los alumnos: descubren que los conocimientos, adquiridos en la pizarra, comienzan a ser útiles; se retroalimenta la curiosidad y adquieren confianza.



CAPÍTULO III

EL DIBUJO Y LA MAQUETA

En esta tercera parte abordamos las tareas propias de oficina técnica: el diseño y realización de planos para que, a partir de estos, los alumnos puedan ejercitarse construyendo una maqueta, con los materiales ya preparados, de una hipotética fábrica de productos fluidos.

Estos materiales son asequibles y baratos por ser habituales en las instalaciones de aire acondicionado y fontanería. Se trata de tubos de material plástico de 2 y 3´2 cm. de diámetro exterior, codos, tes y reductores que se ajustan fácilmente con una ligera presión.

Razonaremos la utilidad de cada documento gráfico en el proceso constructivo, tanto en la fabricación real como en el ensamblaje de la maqueta.

Los planos, que a continuación podemos ver, se han construido siguiendo el mismo criterio y proceso que en los proyectos reales; así, diseñamos un diagrama de flujo para continuar con los planos diédricos, el isométrico general y los isométricos de prefabricación y montaje.

Suelen ser habituales, en el proceso de instalación, algunas modificaciones al diseño original. Estos cambios, debidos a cualquier imponderable, se redibujan, sobre los planos originales, dando lugar a sucesivas actualizaciones. Al final de la obra, se entregan al propietario los planos corregidos según la instalación definitiva (planos as-built). Esto, no suele ser muy habitual en los edificios de viviendas donde, los propietarios a veces no tienen planos o, si los tienen, habitualmente no reflejan las posibles modificaciones acaecidas. Cualquier avería en el futuro podría ocasionar grandes costes.

Diagrama de flujo.

Este documento gráfico nos muestra, esquemáticamente, el concepto, la idea y la ingeniería de base donde se definen las características de los distintos equipos y componentes, así como, las conexiones y el recorrido teórico de los diferentes sistemas.

En nuestro proyecto de aula, por simplificar, hemos eliminado válvulas, bombas, dosificadores, instrumentación, etc., ya que dificultaría y encarecería la adquisición de los materiales y, sin embargo, no añadiría valor a nuestro objetivo.

Nuestra idea, como podemos ver en el diagrama, es transformar una materia prima M (como el petróleo p.e.) en otros productos mediante transformaciones físico-químicas y combinaciones entre ellos.

Así, el fluido M se conduce a los equipos donde se transforma en productos A,B y C; parte de los cuales, progresivamente, se combinan para obtener otros productos: AB, ABAC, ABBC, AC, ACBC y BC.

Planos de composición y secciones.

Con el diseño establecido en el diagrama, los ingenieros calculan los edificios, el emplazamiento de los equipos, el trazado de tuberías, las estructuras soporte...

Una vez establecidas las dimensiones y especificaciones técnicas, se trazan los primeros bocetos y se elaboran los planos en proyección diédrica: planos de composición (vistas de planta generales) a distintos niveles, si los hubiera, acompañados de vistas en alzado o secciones.

En nuestro caso, presentamos un plano de composición, y otro donde aparecen dos secciones.

El nivel cero corresponde al plano de la superficie de la mesa donde se apoya la maqueta; por tanto, tomamos como elevaciones de los tubos apoyados horizontalmente las correspondientes a sus ejes; es decir, elevación 1 cm. para los tubos de 2 cm. de diámetro exterior, y elevación 1´6 para los tubos de 3´2 cm.

Isométrico General.

El isométrico general se presenta con el objeto de ofrecer, en perspectiva, trazados amplios para facilitar la interpretación de los recorridos de tuberías.

Sobre este plano, en el ámbito interno de nuestro ejercicio de Bachillerato, señalamos la numeración de los tramos de tubo que se corresponden con los ya preparados, reduciendo considerablemente el tiempo del ensamblaje.

En el montaje de la maqueta, como podemos apreciar en las fotos, elegimos mesas suficientemente grandes para poder seleccionar y clasificar holgadamente los materiales.

Los alumnos, individualmente o por grupos reducidos, acoplan por separado los isométricos de prefabricación ayudándose también de los planos diédricos y del isométrico general. Después, se conectan definitivamente todos los tramos.

Isométricos de prefabricación.

Normalmente, ya en obra, a partir de los isométricos generales y de los planos de composición y secciones, se elaboran unos planos isométricos menores, que tienen por objeto la prefabricación de tramos de tubería en los talleres de los contratistas, donde se cortan los tubos, se biselan los bordes, se sueldan codos, se embridan válvulas, etc. Estos tramos prefabricados se transportan a su lugar de destino para su montaje definitivo. Naturalmente, estos dibujos en perspectiva, a veces ramificados, deben indicar la numeración de los planos isométricos contiguos para facilitar la continuidad de la instalación.

El dibujo isométrico no se realiza a escala. Se pretende representar el recorrido de la tubería en tres dimensiones, prevaleciendo la simplicidad en la interpretación. Habitualmente se acompaña un listado enumerando los carretes (tramos rectos de tubería) con sus especificaciones técnicas: tipo de material, diámetro, schedule, etc.; número de soldaduras según sus características, cantidad de codos, bridas, válvulas etc., con el objeto de facilitar la labor a los operarios.

El encuentro con la realidad.

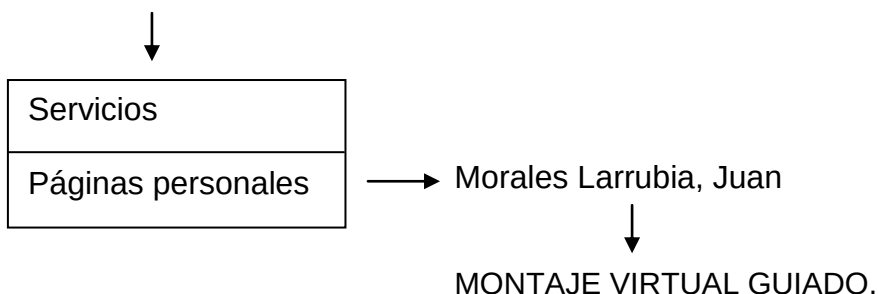
Completamos este capítulo con el enfrentamiento a planos auténticos.

El despliegue de formatos ISO A0 produce en los alumnos asombro e incredulidad. Los primeros minutos se sienten desbordados, como no podría ser de otra manera. Sin embargo, con una breve explicación empiezan a reconocer que lo que allí hay no es, en esencia, mucho más de lo que ya conocen.

Vuelve la calma, y transmiten la sensación de que han dado un gran paso adelante. Ya no hay miedo porque comprenden, y se apoderan de la confianza que les permita prosperar.

Nota: El lector puede ejercitar la lectura de los planos, impresos en las páginas siguientes, utilizando una guía virtual disponible en la siguiente dirección de internet:

<http://www.iestrassierra.com>



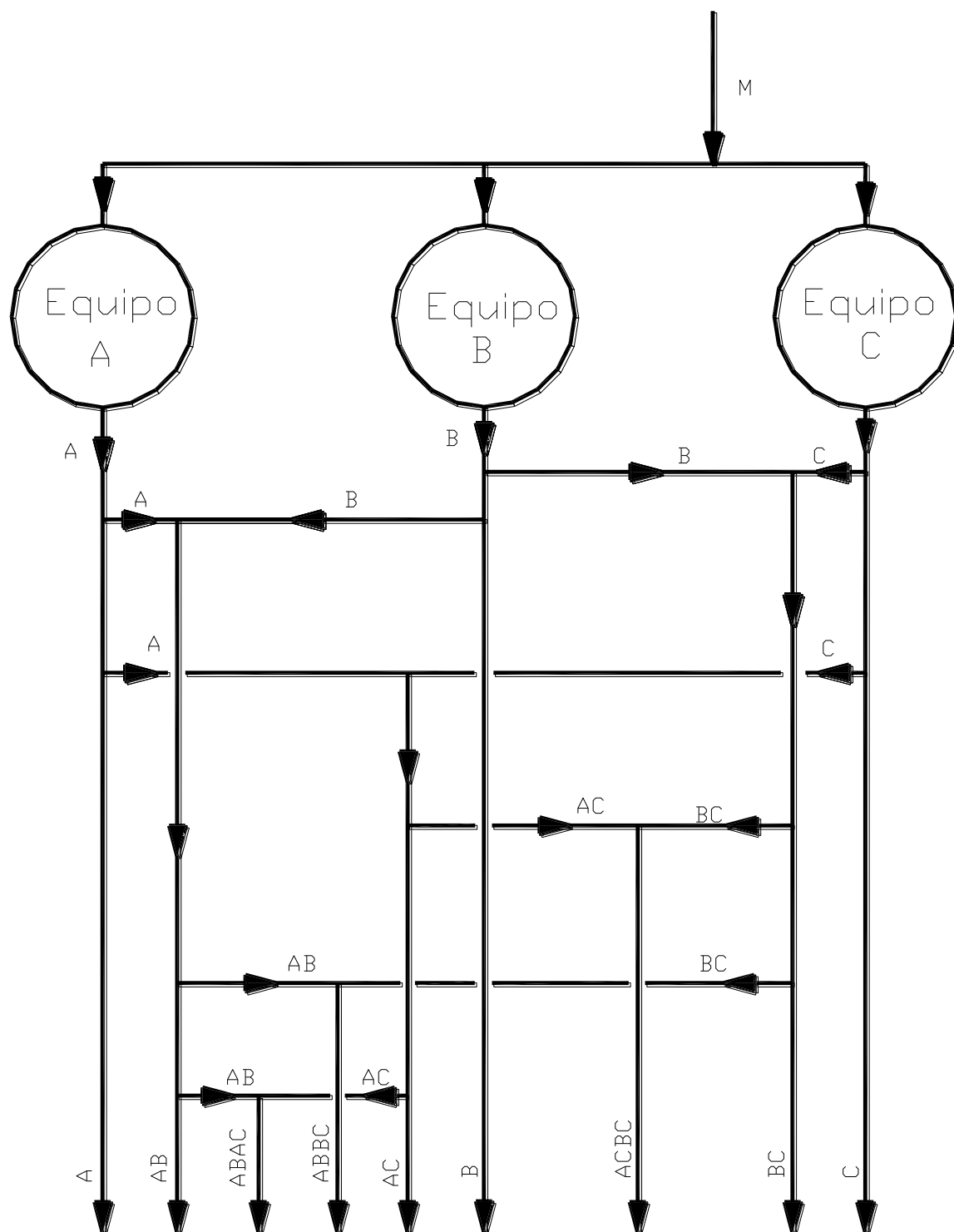
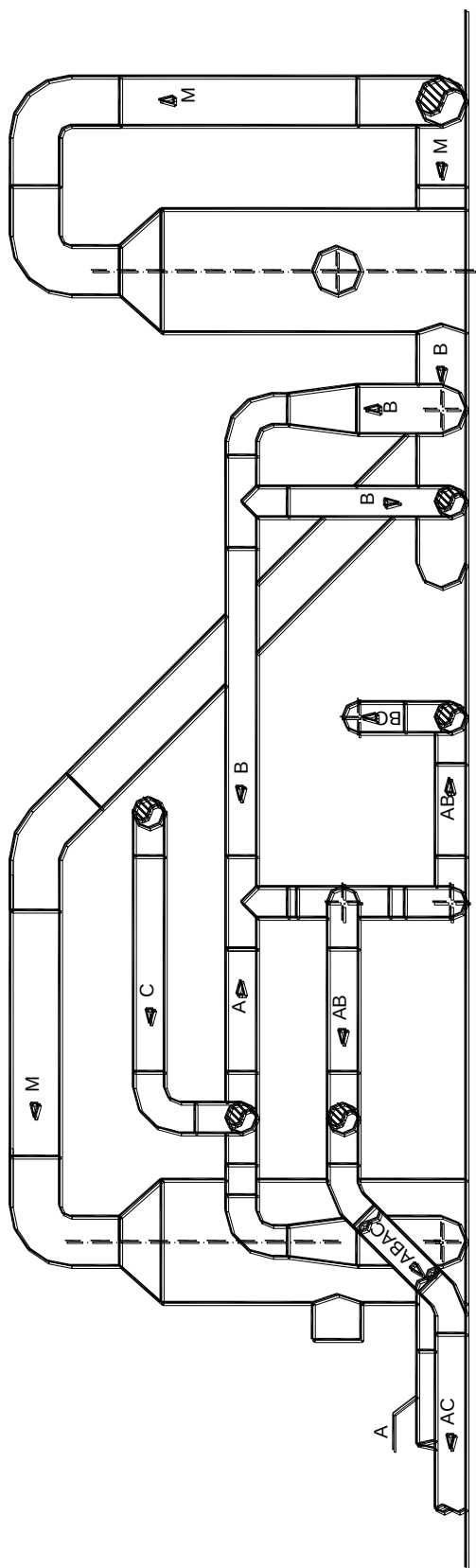
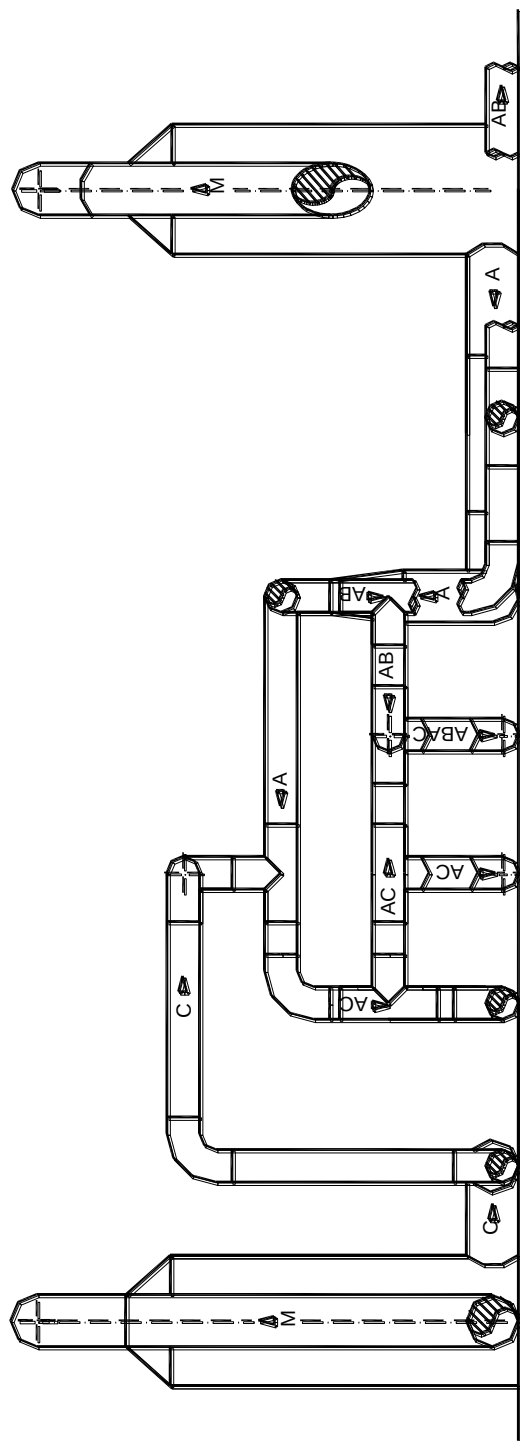


DIAGRAMA DE FLUJO



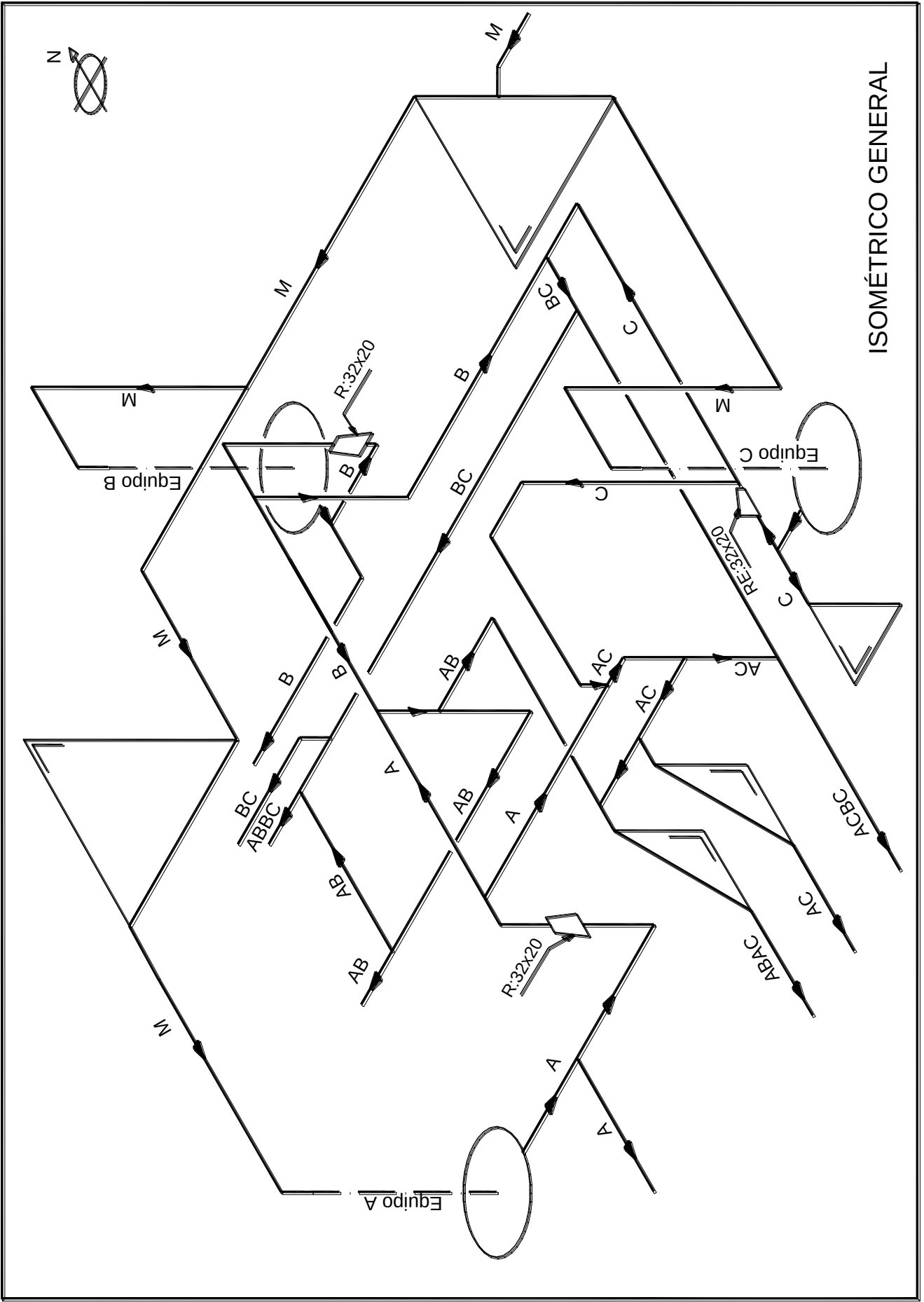
SECCIÓN "S"-"S"



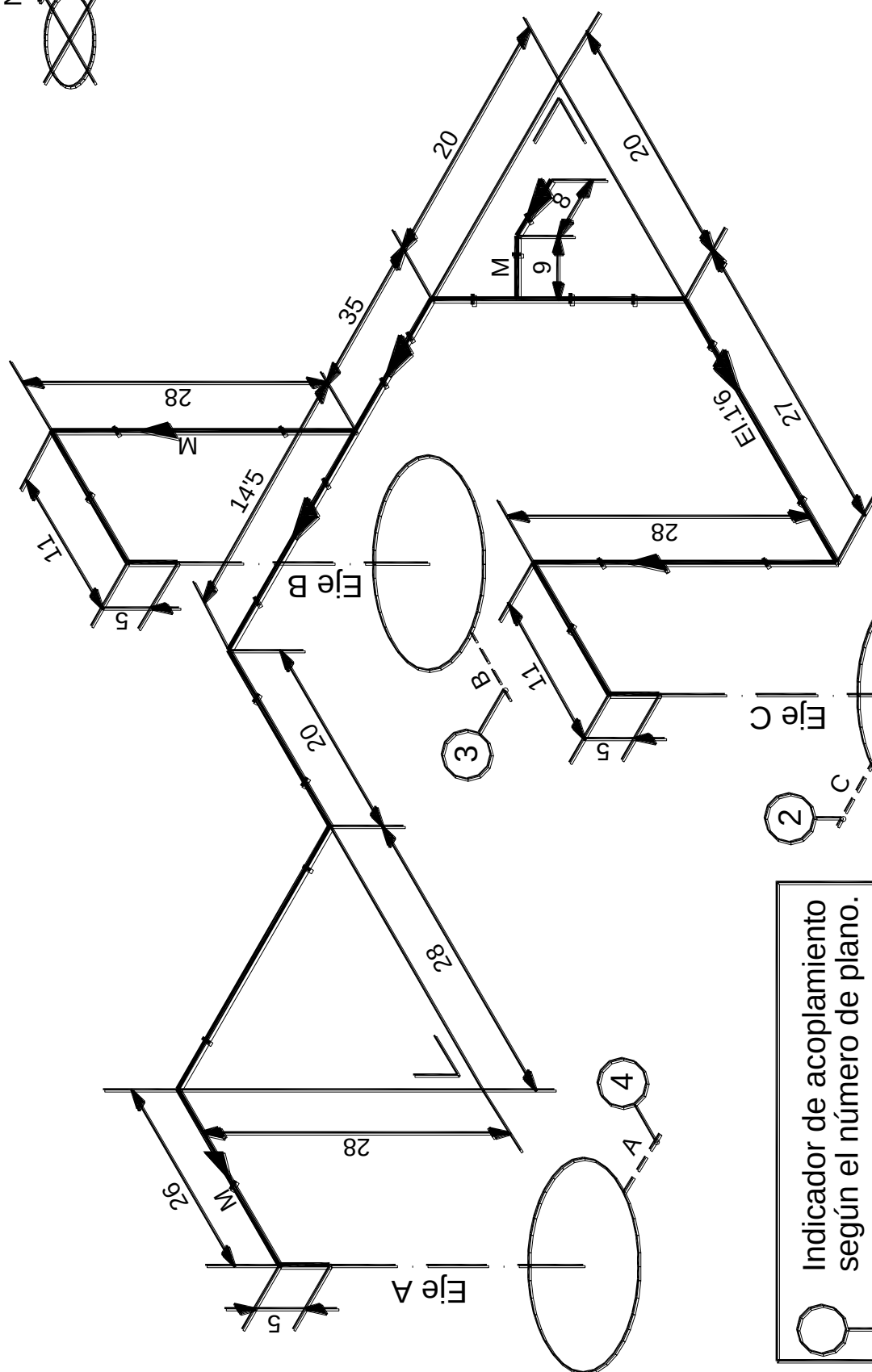
SECCIÓN "T"-"T"

Escala: 2 : 9

PLANO DE SECCIONES



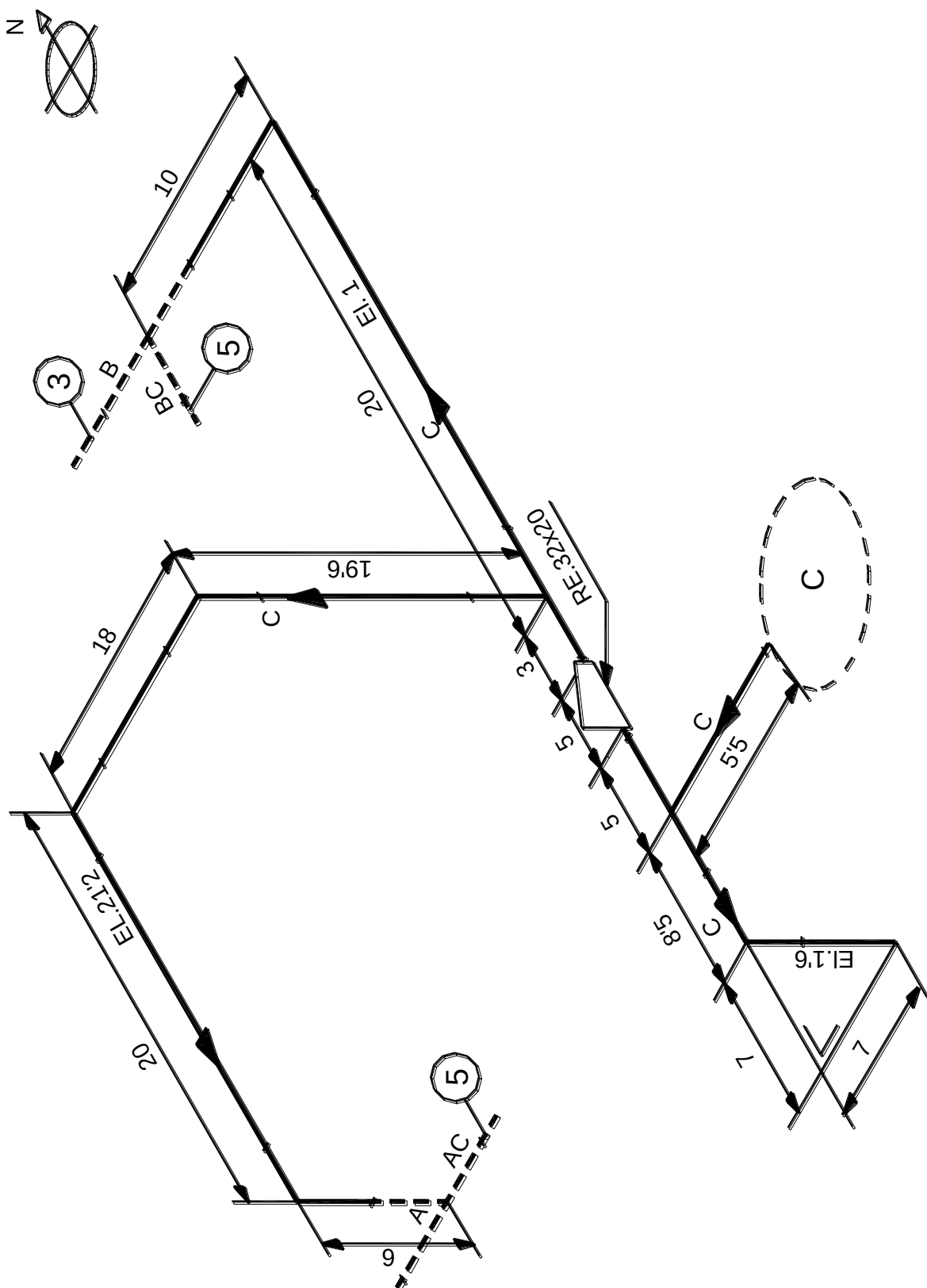
ISOMÉTRICO GENERAL

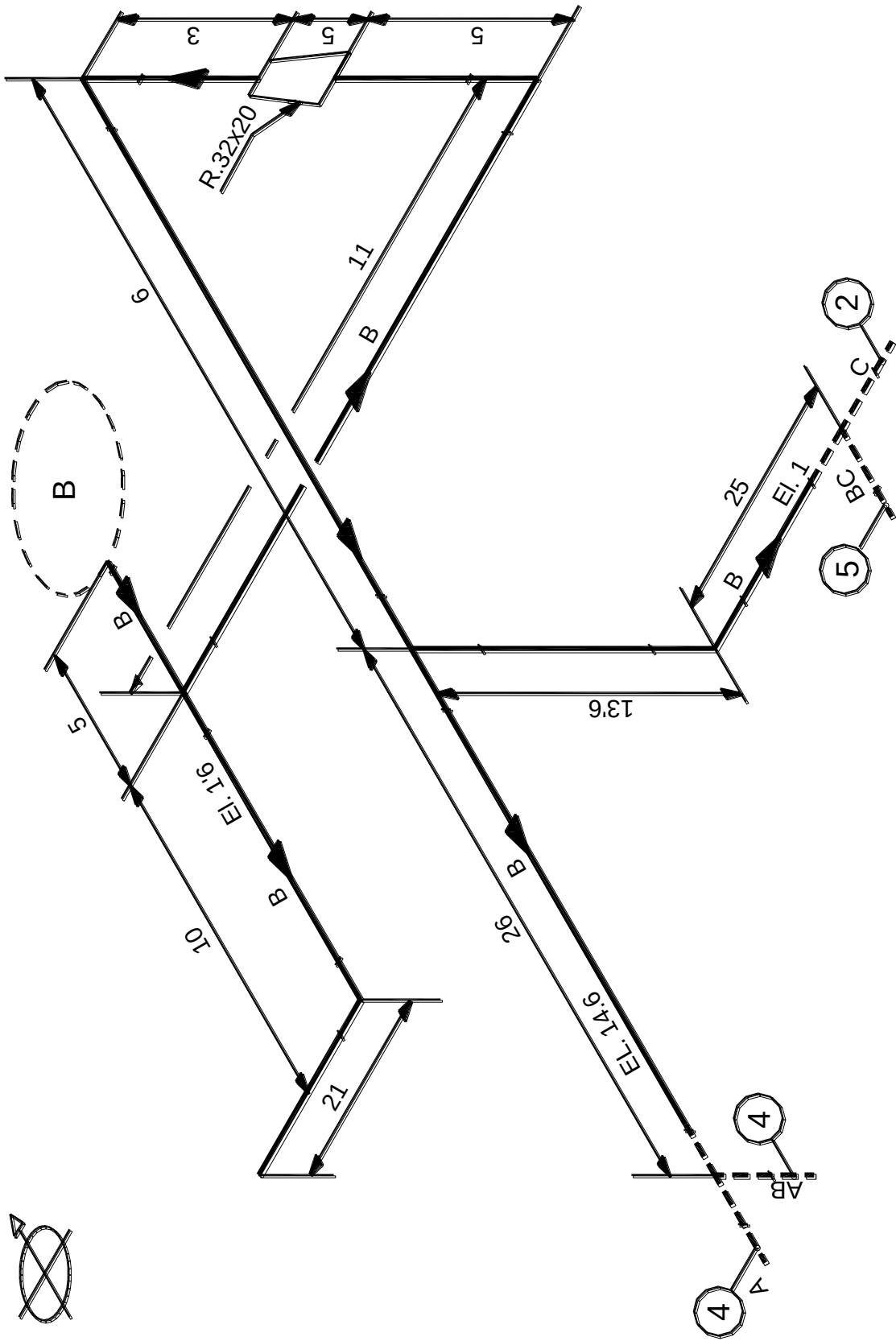
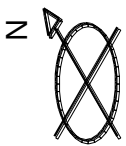


ISOMÉTRICO DE PREFABRICACIÓN 1

Indicador de acoplamiento
según el número de plano.

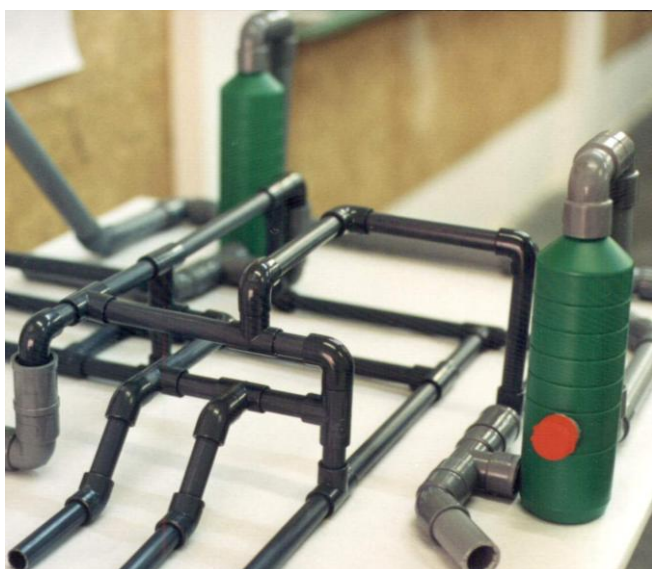
ISOMÉTRICO DE PREFABRICACIÓN 2





ISOMÉTRICO DE PREFABRICACIÓN 3

Fotos: La instalación de la maqueta.



Fotos: El contacto con planos reales.



CAPÍTULO IV

LA EMPLEABILIDAD.

No puedo terminar este trabajo sin incluir este concepto tan importante para conocer lo que se espera de nosotros en el mercado laboral.

Todos sabemos que el empleo está cambiando y que ya no es posible hablar de una sola línea de carrera o de una sola trayectoria profesional. Y mucho menos del desarrollo de toda la vida laboral en un mismo puesto en el seno de la misma organización. Si sirve como ejemplo, yo he trabajado en cuatro empresas antes de ingresar en la función pública.

En el artículo “*personas empleables*” de Pablo García de Sola (El País 15/2/98.) podemos leer que: “Para mantenerse en el empleo, el directivo, el cuadro intermedio o el trabajador de a pie no tienen suficiente apoyo propio con sus conocimientos y habilidades. Por muy buen matemático que se sea o destrezas muestre ante el ordenador, por ejemplo, necesita otras cosas que medirán sus superiores o los *Head hunters* responsables de la tarea y que determinarán si se queda o se marcha. Este tipo de cosas son las que conforman la empleabilidad.

Empleabilidad es la capacidad de una persona de aportar valor a una organización, esto es, de contribuir a la empresa en mayor medida que la compensación de esta a la persona.

La empleabilidad depende de una serie de cualidades intrínsecas de las personas relacionadas con el desempeño de su actividad laboral. El perfil común de las personas empleables es un conjunto de competencias formado, de una parte, por conocimientos y habilidades básicas; y de otra, por comportamientos. Si un economista tiene conocimientos y además reúne una serie de aptitudes y actitudes, será empleable. Además de saber, uno debe querer para hacer.

Gráficamente, la empleabilidad puede dibujarse como un iceberg en el que la punta, lo que asoma al exterior, son los conocimientos y habilidades y que se encuentra en el currículum. Lo que no se ve del iceberg, lo que se encuentra bajo la superficie del mar, son los rasgos de la personalidad, la autoimagen, los valores y las motivaciones. No están en el currículum pero son observables y marcan la diferencia.

Estos valores sumergidos son los que han investigado los máximos expertos en la materia: David McClelland y Daniel Goleman de la Universidad de Harvard. El modelo, llamado coeficiente emocional, es la resultante de poseer estos cinco dominios: **autocontrol, iniciativa, perseverancia, capacidad de motivar e influir y empatía.**

Estos dominios, asumidos por “cazatalentos” españoles de prestigio, como Ignacio Gasset de Egon Zehnder, Enrique de Mulder de Hay group y José Medina de Ray & Berndtson, son ampliados por Manuel Márquez, de Spencer Stuart, con estos otros de carácter más humanístico: **Integridad, respeto a los demás y ética profesional.**

Javier Fañanas, de Dow Chemical Ibérica, afirma que “las personas deben desarrollar y mejorar continuamente su perfil de competencias para incrementar su capacidad de empleabilidad presente y futura”.

Ignacio Gasset asegura que lo más importante para el éxito, según se ha comprobado con los datos estadísticos que ilustran el análisis de las trayectorias profesionales, es el coeficiente de inteligencia emocional. Con esta cualidad triunfas; sin ella, aunque tengas un elevado grado de inteligencia e incluso experiencia, tienes muchas posibilidades de fracasar.

El perfil de empleabilidad de los españoles se distingue por mostrar estas competencias:

a) Autoconfianza: Tener seguridad en uno mismo es básico, aunque no es tan frecuente como se desearía. Sin confianza en las propias posibilidades se hace muy difícil aportar valor.

b) Identificación con la compañía: significa creer en el proyecto de empresa, hacerlo propio, interiorizarlo.

c) Pensamiento analítico: es la capacidad de separar un problema en partes y descubrir las relaciones causa – efecto.

d) Pensamiento conceptual: es la cualidad de integrar piezas de información aparentemente dispersas para obtener respuestas. En ocasiones lo llamamos intuición o sentido común.

e) Orientación a resultados: supone marcarse metas, establecer objetivos y perseverar hasta su consecución.

f) Impacto e influencia: es la capacidad de influir en los demás, de convencerles, de persuadirles. A veces lo llamamos “carisma”.

g) Iniciativa: es actuar proactivamente, con motor propio, sin esperar constantemente a instrucciones ajenas. Supone probar, intentarlo, aprender.

h) Comprensión interpersonal (empatía): es la capacidad de ponerse en el lugar de la otra persona entendiendo qué piensa y qué siente y por qué. Va más allá de la escucha activa, que es una mera habilidad, porque incluye respeto e interés.

Con los pensamientos analítico y conceptual se obtiene la capacidad cognitiva; con la autoconfianza y la orientación a resultados e iniciativa se logra el espíritu emprendedor, y con la comprensión interpersonal, se consigue identificación con la compañía e impacto e influencia”.

Tal vez, en las Facultades de Ciencias del Trabajo o en las Escuelas de negocios se contemple la enseñanza de estas habilidades, pero la mayoría de los aspirantes a un empleo las desconocen. Por esta razón, podemos pensar en la urgencia de acometer contenidos didácticos de esta naturaleza para introducirlos en nuestras aulas.

¿Qué podemos hacer mientras? Situarnos, analizar con perspectiva y prepararnos para ser útiles.

Como podemos observar, detrás del concepto de empleabilidad subyace el de “competitividad”: todos los valores citados son requeridos con el objeto de ser más eficientes. Tenemos que convencernos, y no olvidarnos, de que estamos en este mundo para vender algo. Dicho de otra manera: tenemos que contribuir a satisfacer las necesidades y apetencias de los demás para complacer al mismo tiempo las nuestras. Y para conseguirlo, precisamos competir; necesitamos innovar para mejorar la calidad y utilidad de los productos y servicios, para reducir costes y mejorar los procesos de fabricación y comercialización.

No olvidemos, tampoco, la utilización de la cortesía para facilitar la comunicación con nuestros interlocutores. Habituémonos a usar palabras como: usted, gracias, por favor, disculpe, lo siento, enhorabuena... Cultivemos la bondad, amabilidad y aprecio para con el prójimo: tendremos más puertas abiertas.