



GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Teoría y Práctica



Geometría Descriptiva: Teoría y Práctica

Geometría Descriptiva

TEORÍA Y PRÁCTICA

Geometría Descriptiva

TEORÍA Y PRÁCTICA

Arq. Janeth Augusta Cedeño Villavicencio, Mgs.

Arquitecta título obtenido en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí
Magister en Administración Ambiental título obtenido en la Universidad de Guayaquil
Docente de la Facultad de Arquitectura de ULEAM

PhD. Wilfrido Palacios

Doutor em Educacao; Mestre em Educacao; Mestre em Filosofia;
Licenciado en Ciencias de la Educación y Profesor de Segunda Enseñanza
en la Especialización de Filosofía; Docente Titular de la Universidad Central del Ecuador

Arq. Pablo Henry García Delgado, Mgs.

Arquitecto título obtenido en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí
Magister en Planificación Legal y Regional título obtenido en la Universidad Central del Ecuador
Docente de la Facultad de Arquitectura de ULEAM

Datos de Catalogación

Autores: Cedeño-Villavicencio JA; Palacios W; García-Delgado PH

Título: Geometría Descriptiva:

Subtítulo: Teoría y práctica

Descriptor: Arquitectura; geometría; teoría; practica.

1ra Edición

Mawil Publicaciones de Ecuador, 2017

Área: Educación Superior

Formato: 21 x 29 cm

Páginas: 93

Geometría Descriptiva: Teoría y práctica

Texto para estudiante de arquitectura y Arquitectos

El proyecto didáctico Geometría Descriptiva: Teoría y práctica es una obra colectiva creada por sus autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

Desde la antigüedad se ha considerado a la representación gráfica como un lenguaje universal que ha podido ser interpretado por las diversas civilizaciones a lo largo del tiempo, por lo que, la necesidad del hombre por graficar y darle medida a todos los objetos que encontraba en su entorno para transformarlos de acuerdo con sus necesidades y requerimientos, según ha manifestado (Díaz Zuñiga, 2012), da paso a la creación de la geometría, ciencia que al ser analizada, ha permitido su desarrollo en varios ámbitos que derivan de las matemáticas y su relación con el espacio. El perfeccionamiento de la inteligencia espacial mediante la adquisición de conocimientos, desarrollo de ejercicios y manejo de proyecciones en dos y tres dimensiones, se vuelve una necesidad imperante y un requisito indispensable para todo aquel que pretenda crear algo nuevo, puesto que primero tiene que imaginarlo, luego expresarlo gráficamente y por último, construirlo, de ahí la importancia de establecer conceptos claves para construir una *"Geometría para arquitectos"*. Normalmente los conceptos que recibimos están basados en la geometría métrica, sin embargo, el tipo de geometría que puede ayudarnos a "Entender el espacio" es la geometría descriptiva, por ello, el método empleado en el desarrollo de este libro será el razonamiento de los conceptos básicos y normativas establecidas; desarrollo de ejercicios gráficos, y asimilación, en este caso, de las vistas de un objeto en los diferentes planos de proyección, lo que permitirá al lector adquirir la capacidad de analizar el espacio tridimensional y relacionarlo con el entorno, para poder crear mentalmente, luego transmitir las ideas basadas en las medidas y proporciones adecuadas y de esta manera concretar el producto deseado.

Antecedentes Históricos 1

El origen de la geometría data desde 3000 a.C., cuando en civilizaciones como la Sumeria, que es considerada una de las más antiguas, se encontraron vestigios de grafologías que trataban de representar la planta arquitectónica de uno de sus templos. Por la misma época, la civilización babilónica inventa la rueda y los cálculos para conocer la longitud de la circunferencia y el área de un círculo, lo cual se convirtió en uno de los aportes más importantes para el desarrollo de los pueblos, puesto que no solo sirvió como elemento para concretar nuevos inventos, sino que dio facilidad a la aplicación de nuevas técnicas constructivas. (Crespo Crespo, Farfán, & Lezama, 2009) (Conde, 1989) (Di Pietro, 1981)

Es así que los egipcios como Heródoto, Estrabón y Diodoro, logran establecer el cálculo de áreas y volúmenes para así obtener las medidas longitudinales de sus parcelas e inclusive, muchos autores dan crédito a que sus conocimientos de geometría para el cálculo de ángulos de pendientes y la utilización de la rueda, les permitieron construir las monumentales pirámides. (Palmas, 2012) (Godino & Ruíz, 2002)

Sin embargo, el término geometría proviene del vocablo griego *geo* que significa Tierra y *metría* que significa medida, y son precisamente los griegos Tales de Mileto y Euclides quienes son los autores de dos aportes muy importantes para esta ciencia. El primero, presenta teorías para el desarrollo de una geometría demostrativa basada en el razonamiento lógico de ejercicios y el segundo, logra definir la geometría plana y del espacio, mediante su libro titulado *Los Elementos* donde explica su teoría de la proporción. (Godino & Ruíz, 2002) (Izquierdo Asensi, 1993)

Más tarde aparece Vitruvio, un arquitecto romano quien escribió en su IX libro, las bases de la utilización de la geometría basada en problemas geométricos y astronómicos, debido a que tomaban a esta ciencia como un instrumento fundamental para resolver problemas matemáticos y estudiar la astrología. Luego en la Edad Media no hay mayores aportaciones a esta ciencia, no obstante, en el Renacimiento aparecen varios humanistas como *Luca Pacibli*, *Leonardo D'Vinci*, *Alberto Durer*, *Leoni Battista*, quienes, con la finalidad de representar la realidad, crean la geometría proyectiva y surge la perspectiva como nueva forma de representación. (Calatrava, 1991)

En la Edad Moderna, el filósofo, científico y matemático francés *René de Descartes* sistematiza la geometría analítica, pero es recién en la Edad Contemporánea cuando *Gaspar Monge*, un ingeniero militar francés, quien siendo muy joven pudo trazar el plano de su ciudad natal y luego mediante resolución de representaciones tridimensionales ayudó a desarrollar estrategias de guerra que fueron manejadas como secreto gubernamental, pero es en 1788 donde realiza su primera publicación relacionada a sus teorías de geometría descriptiva, donde desarrolla representaciones de objetos en dos y tres dimensiones, por lo que se le denomina como el forjador de esta ciencia. (Fernández S, Cárdenas A, & Fernando, 2006)

¿Qué es la Geometría Descriptiva?

1

Según (Sánchez Gallego, 1997), es la ciencia que deriva de las matemáticas consistente en la relación y análisis del espacio tridimensional, mientras que para (Pérez G, 1997) la define como la gramática del lenguaje gráfico, la expresión clara y precisa que permite sintetizar objetos tridimensionales en gráficos bidimensionales, por lo que se la podría definir como una **expresión gráfica que nos permite precisar la realidad espacial de un determinado entorno de acuerdo con sus diferentes vistas.** (Gómez Vargas , 2016)

La importancia de esta ciencia está en aprender a “*entender el espacio*”, de tal manera, que sin observar un objeto tridimensional, podamos apreciar su representación en dos dimensiones, esto es lo que ocurre cuando observamos los planos, implantaciones, fachadas y cortes arquitectónicos de una edificación o las diferentes vistas de un pieza mecánica o de un mueble, entre otros, cuya representación es bidimensional y es la base para construir y por tanto concretar un proyecto nuevo. De ahí se desprende la idea de que quien se esté formando para desenvolverse en profesiones que tengan relación con la actividad de *diseñar*, debe tener un amplio desarrollo de su inteligencia espacial mediante la geometría descriptiva. (Izquierdo Asensi, 1993) (Montero López, 1993)

Para desarrollar la capacidad del manejo del espacio, empezaremos a definir los conceptos básicos que se convertirán en las piezas fundamentales para el conocimiento de esta ciencia.

FIGURAS GEOMÉTRICAS DEL ESPACIO

Según (Sepúlveda Tabares, 2014) se definen como figuras geométricas al conjunto determinado de elementos geométricos tales como el punto, la línea, el plano, los cuales pueden disponerse de manera aislada o relacionados entre sí. Se los puede clasificar de acuerdo con sus dimensiones en:

- *Adimensional*, cuando no tienen dimensión, en este caso nos referimos al punto.
- *Unidimensional*, cuando tienen una dimensión, y está representado por los diferentes tipos de líneas.
- *Bidimensional*, cuando tienen dos dimensiones conocidas como largo y ancho o forman una figura delimitada por el área de un plano no vacío; Según su forma se clasifican en polígonos y figuras cónicas, y según su ubicación en plano vertical, plano horizontal y plano de perfil.
- *Tridimensional*, cuando tienen tres dimensiones conocidas como largo, ancho y profundidad o forman cuerpos que nos permiten calcular volumen, y según su forma se clasifican en poliedros y sólidos de revolución.

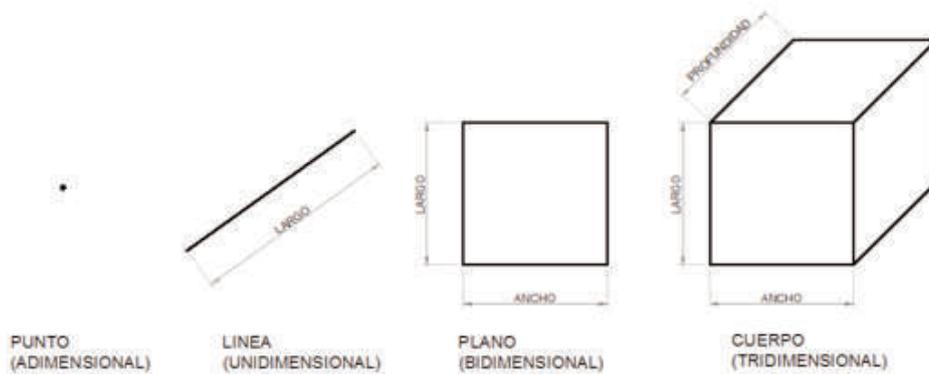


FIG. N°1.- CLASIFICACIÓN DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS

EL PUNTO

Se lo define como el elemento gráfico de mínima expresión, también como un lugar en el espacio, como una figura geométrica adimensional porque no tiene dimensión ni forma, ciertos autores creen que su medida es menor a 2mm, pues de 2mm en adelante ya se lo considera línea.

LA LÍNEA

La conceptualización más antigua de la línea la define como figura geométrica unidimensional que está compuesta de un conjunto de puntos que siguen una misma dirección.

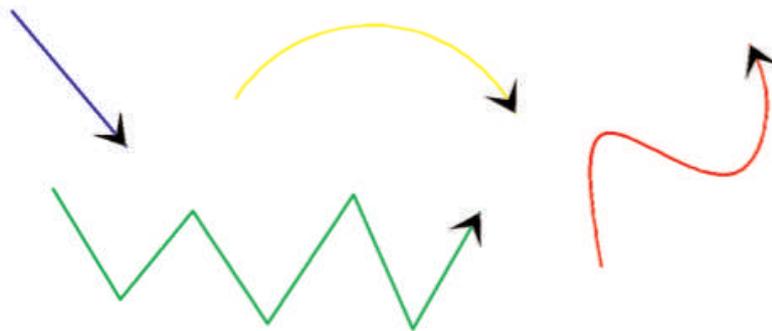
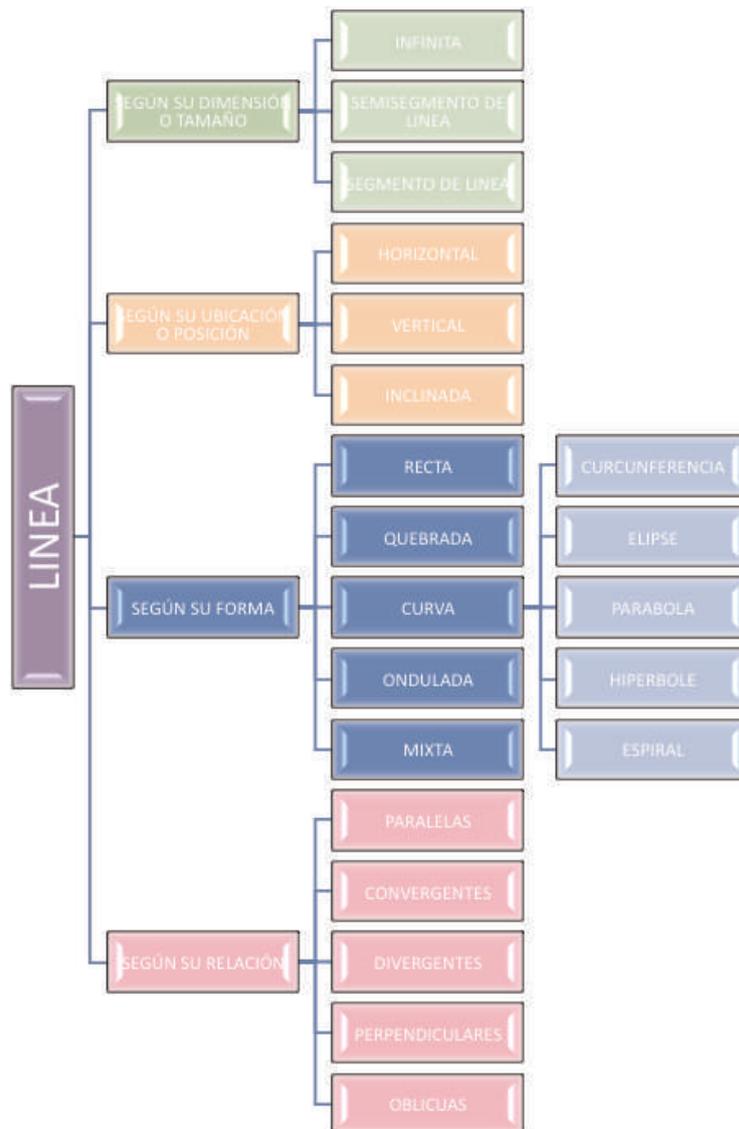


FIG. N°2.- LA LÍNEA

LA LÍNEA Y SU CLASIFICACIÓN

Las líneas se las puede clasificar de acuerdo con varias características: según su dimensión o tamaño; su ubicación o posición; su forma; y según su relación.



1.- SEGÚN SU DIMENSIÓN O TAMAÑO. -

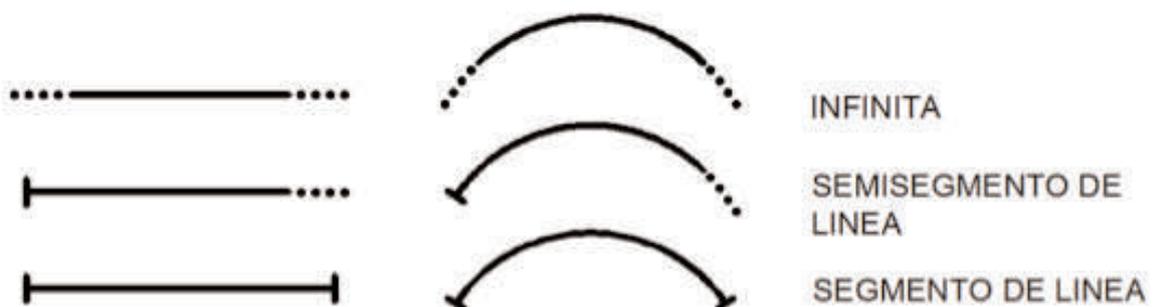


FIG. N°3.- LÍNEAS SEGÚN SU TAMAÑO

- 1.1.- **INFINITA.** - Cuando una línea no tiene principio ni fin.
- 1.2.- **SEMISEGMENTO DE LÍNEA.** - Cuando una línea tiene principio, pero no tiene fin.
- 1.3.- **SEGMENTO DE RECTA.** - Cuando una línea tiene principio y tiene fin.

2.- SEGÚN SU UBICACIÓN O POSICIÓN. -

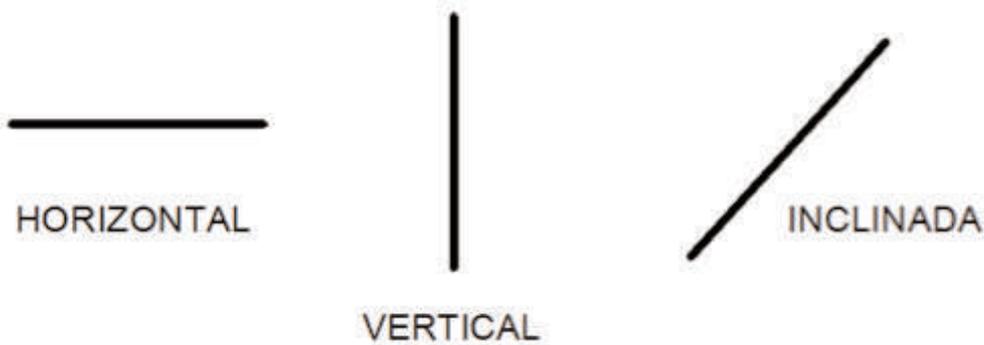


FIG. N°4.- LÍNEAS SEGÚN SU POSICIÓN

- 2.1.- **HORIZONTAL.** - Es aquella que es paralela a la Línea de Horizonte (línea imaginaria que divide la tierra del cielo).
- 2.2.- **VERTICAL.** - Es aquella que sigue la dirección de la plomada. También se la define como la línea que es perpendicular a la Línea de Horizonte.
- 2.3.- **INCLINADA.** - Es aquella que no es ni horizontal ni vertical.

3.- SEGÚN SU FORMA. -

- 3.1.- **RECTA.** - Es la línea que se forma de la unión de dos puntos en su menor distancia.

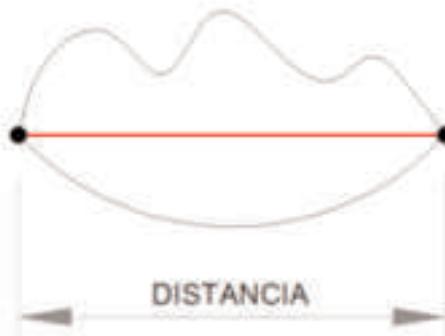


FIG. N°5.- LÍNEA RECTA

- 3.2.- **QUEBRADA.** - Es aquella que está formada por un conjunto de líneas rectas en diferentes direcciones.

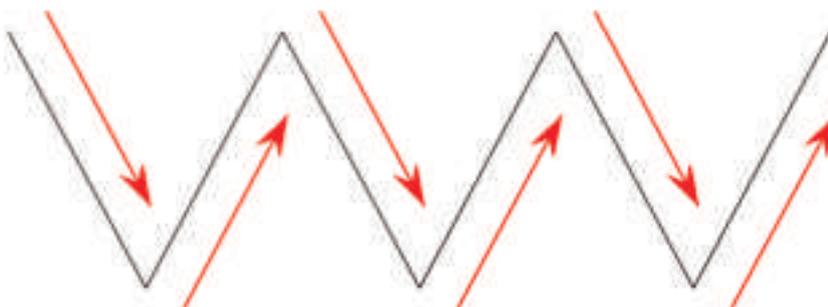


FIG. N°6.- LÍNEA QUEBRADA

3.3.- **CURVA**. - Es aquella que no presenta ningún segmento de línea recta. Está se divide a su vez en: circunferencia, elipse, parábola, hipérbola y espiral.

3.3.1.-**CIRCUNFERENCIA**. - Es una línea curva cerrada que se forma al seccionar un cono con un plano paralelo al plano horizontal, por lo que su ángulo va a ser igual a 0° , respecto al ángulo del cono.

3.3.2.-**ELIPSE**. - Es una línea curva cerrada que se forma al seccionar un cono con un plano oblicuo al plano horizontal y por lo tanto su ángulo va a ser menor respecto al ángulo del cono.

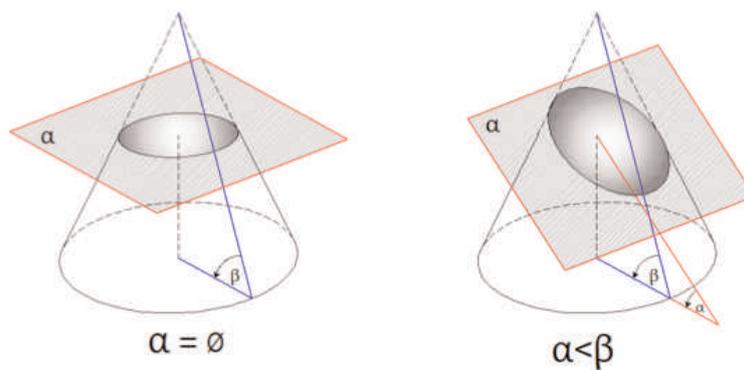


FIG. N°7.- CIRCUNFERENCIA Y ELIPSE

3.3.3.- **PARÁBOLA**. - Es una línea curva abierta que se forma al seccionar un cono y atravesarlo con un plano que tiene un ángulo igual al ángulo del cono.

3.3.4.- **HIPÉRBOLA**. - Es una línea curva abierta que se forma al seccionar un cono y atravesarlo con un plano que tiene un ángulo mayor al ángulo del cono.

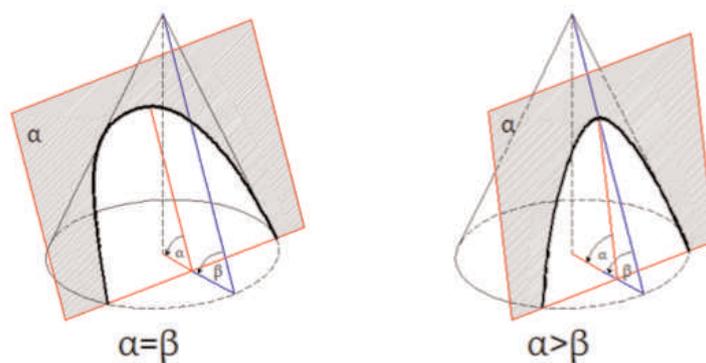


FIG. N°8.- PARÁBOLA E HIPÉRBOLA

3.3.5.- **ESPIRAL**. - Es una línea curva abierta que para formarse parte de un punto del cual va a desarrollar una trayectoria concéntrica y mientras más se separe de este, más grande se hace.

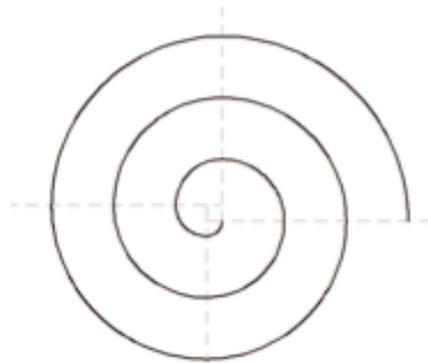


FIG. N°9.- ESPIRAL

3.4.- **ONDULADA.** - Es aquella que está formada por un conjunto de líneas curvas en diferentes direcciones.



FIG. N°10.- LÍNEA ONDULADA

3.5.- **MIXTA.** - Es aquella que está formada por la unión de líneas curvas y líneas rectas.



FIG. N°11.- LÍNEA MIXTA

4.- SEGÚN SU RELACIÓN. -

4.1.- **PARALELAS.** - Son líneas que se encuentran equidistantes entre sí y por más que se prolonguen, nunca se van a unir.



FIG. N°12.- LÍNEAS PARALELAS

4.2.- **CONVERGENTES.** - Son líneas que no se encuentran equidistantes y al prolongarse se van a unir o converger en un punto.

4.3.- **DIVERGENTES.** - Son líneas que no se encuentran equidistantes y mientras más se prolongan más se separan.

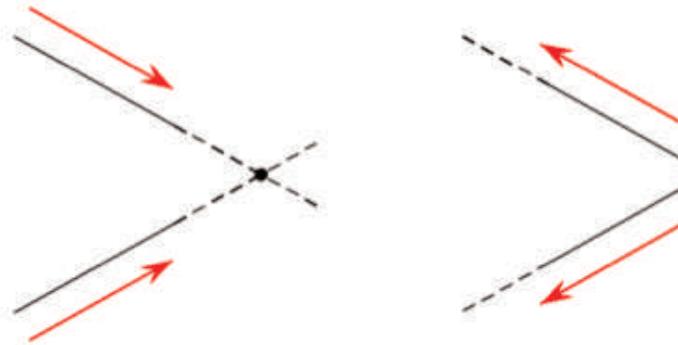


FIG. N°13.- LÍNEAS CONVERGENTES Y DIVERGENTES

4.4.- **PERPENDICULARES.** - Son aquellas que al intersectarse forman un ángulo recto (90°).

4.5.- **OBLICUAS.** - Son aquellas que al intersectarse no forman un ángulo recto (90°).

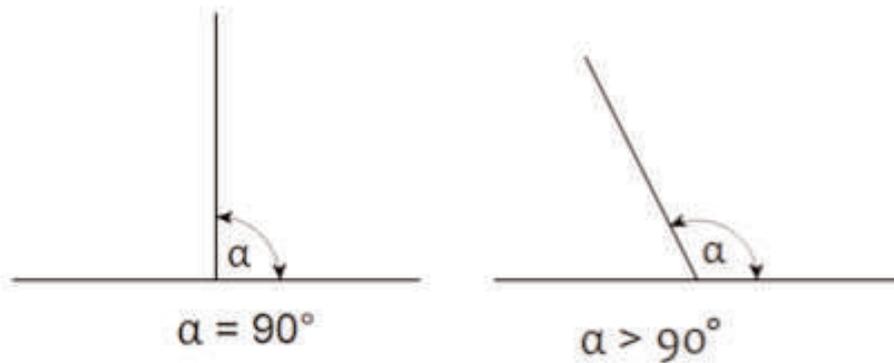


FIG. N°13.- LÍNEAS PERPENDICULARES Y OBLICUAS

EL PLANO

Es una figura geométrica bidimensional que está delimitado por líneas curvas o por más de tres líneas rectas. Se lo clasifica en dos grandes grupos según su posición y según su forma.



1.- SEGÚN SU FORMA. -

1.1.- POLÍGONOS. - Son figuras geométricas planas que están delimitadas por segmentos de líneas rectas. Estos se clasifican según sus ángulos y según sus lados.

1.1.1.- POLÍGONOS SEGÚN SUS ÁNGULOS.

1.1.1.1.- CONVEXOS. - Cuando los ángulos internos que lo conforman son menores a 180° .

1.1.1.2.- CÓNCAVOS. - Cuando por lo menos uno de los ángulos internos que lo conforman es mayor a 180° .

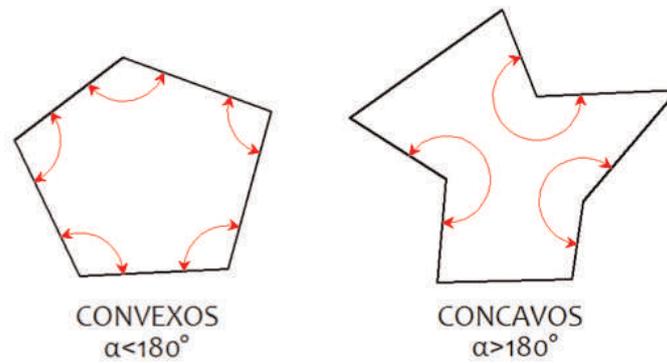


FIG. N°14.- POLÍGONOS SEGÚN SUS ÁNGULOS

1.1.2.- POLÍGONOS SEGÚN SUS LADOS

1.1.2.1.- REGULARES. - Cuando todos sus lados y sus ángulos son iguales entre sí. De acuerdo al número de lados tienen nombres específicos que provienen de prefijos griegos como *penta*, *hexa*, *hepta*, entre otros que indicarán su número de lados, solo a partir de los trece lados se denominarán polígonos de "n" lados.

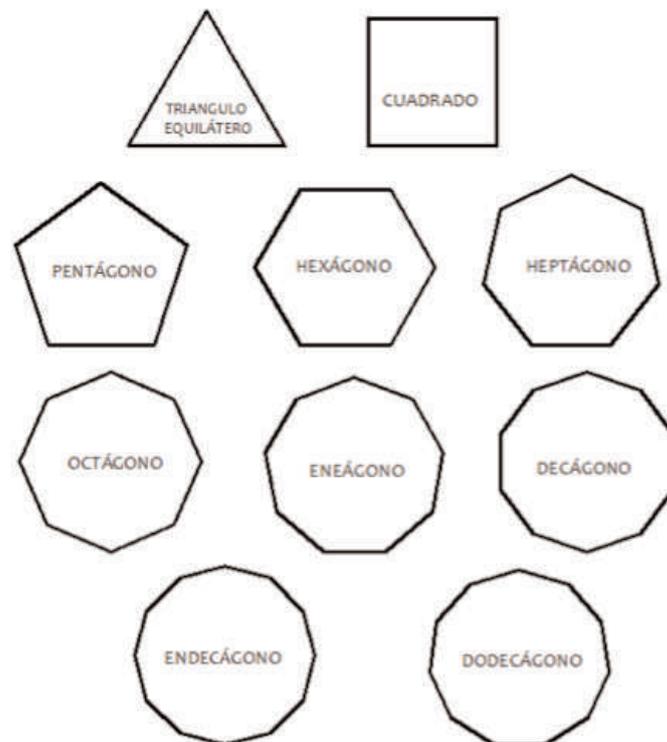


FIG. N°15.- POLÍGONOS SEGÚN SUS LADOS

1.1.2.2.- IRREGULARES. - Cuando así sea uno de sus lados y de sus ángulos no son iguales entre sí. Se los clasifica en tres grupos: los triángulos, cuadriláteros y polígonos irregulares de "n" lados.

1.1.2.2.1.- TRIÁNGULOS IRREGULARES.

SEGÚN SUS LADOS:

- **TRIÁNGULO ISÓSCELES.** - Es aquel que posee dos lados iguales y uno desigual
- **TRIÁNGULO ESCALENO.** - Es aquel que posee sus tres lados desiguales.

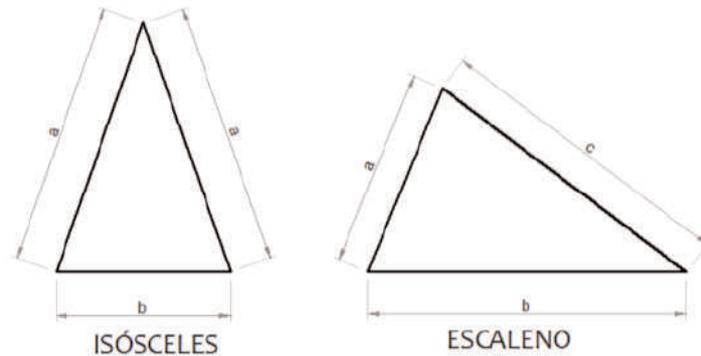


FIG. N°16.- TRIÁNGULOS IRREGULARES SEGÚN SUS LADOS

SEGÚN SUS ÁNGULOS:

- **TRIÁNGULO ACUTÁNGULO.** - Es aquel que todos sus ángulos internos son agudos.
- **TRIÁNGULO RECTÁNGULO.** - Es aquel que tiene un ángulo recto interno y los otros dos son agudos.
- **TRIÁNGULO OBTUSÁNGULO.** - Es aquel que tiene un ángulo obtuso interno y los otros dos son agudos.

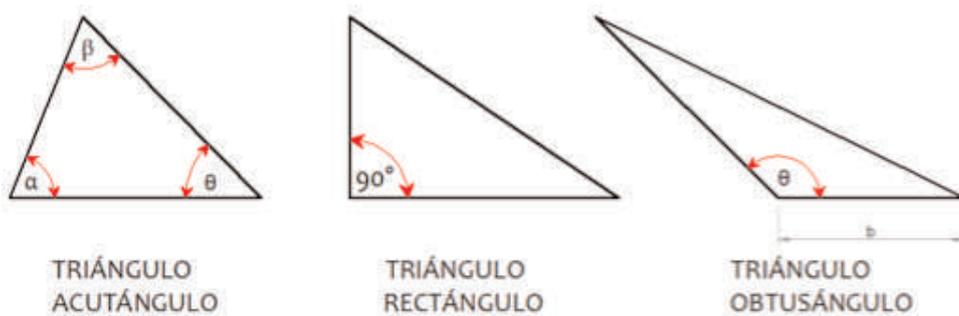


FIG. N°17.- TRIÁNGULOS IRREGULARES SEGÚN SUS ÁNGULOS

1.1.2.2.2.- CUADRILÁTEROS IRREGULARES. -

PARALELOGRAMOS. - Se denominan *paralelogramos* a los cuadriláteros que poseen por lo menos dos de sus lados paralelos entre sí, y se clasifican en rectángulo, rombo, romboide y trapecio. Cabe indicar que el cuadrado también es un paralelogramo, pero es un cuadrilátero regular porque todos sus lados son iguales.

- **RECTÁNGULO.** - Paralelogramo que posee sus lados iguales de dos en dos y sus cuatro ángulos internos son de 90° .

- **ROMBO.** - Paralelogramo que posee sus cuatro lados iguales pero sus ángulos no son iguales a 90° .
- **ROMBOIDE.** - Paralelogramo que posee sus lados iguales de dos en dos pero sus ángulos internos no son de 90° .
- **TRAPECIO.** - Paralelogramo que resulta de seccionar un triángulo para transformar la figura de tres lados en una de cuatro lados, de ahí que de acuerdo con el tipo de triángulo que se seccione, puede denominárselo trapecio equilátero, trapecio isósceles, trapecio rectángulo, trapecio escaleno.

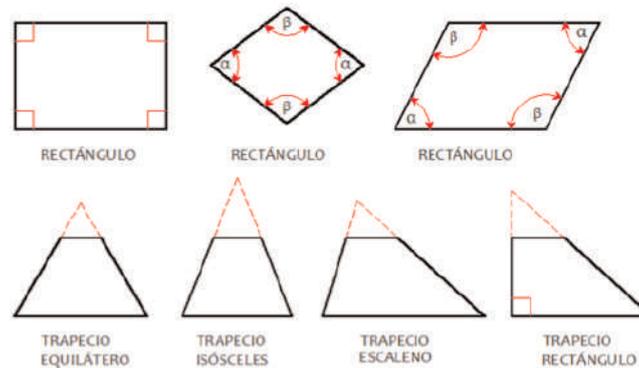


FIG. N°18.- CUADRILÁTEROS IRREGULARES PARALELOGRAMOS

NO PARALELOGRAMOS. - Se denominan a los cuadriláteros que no posee ninguno de sus lados paralelos entre sí, a este grupo solo pertenece en trapecoide.

- **TRAPEZOIDE.** - Es un cuadrilátero no paralelogramo cuyos lados y ángulos son desiguales y no son paralelos entre sí.

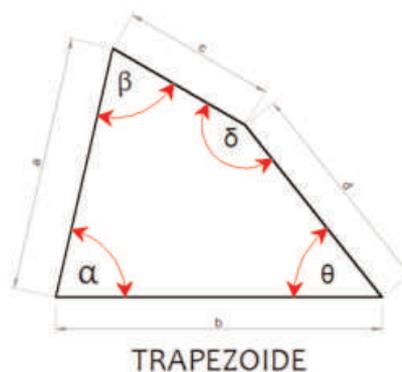


FIG. N°19.- CUADRILÁTERO IRREGULAR NO PARALELOGRAMO

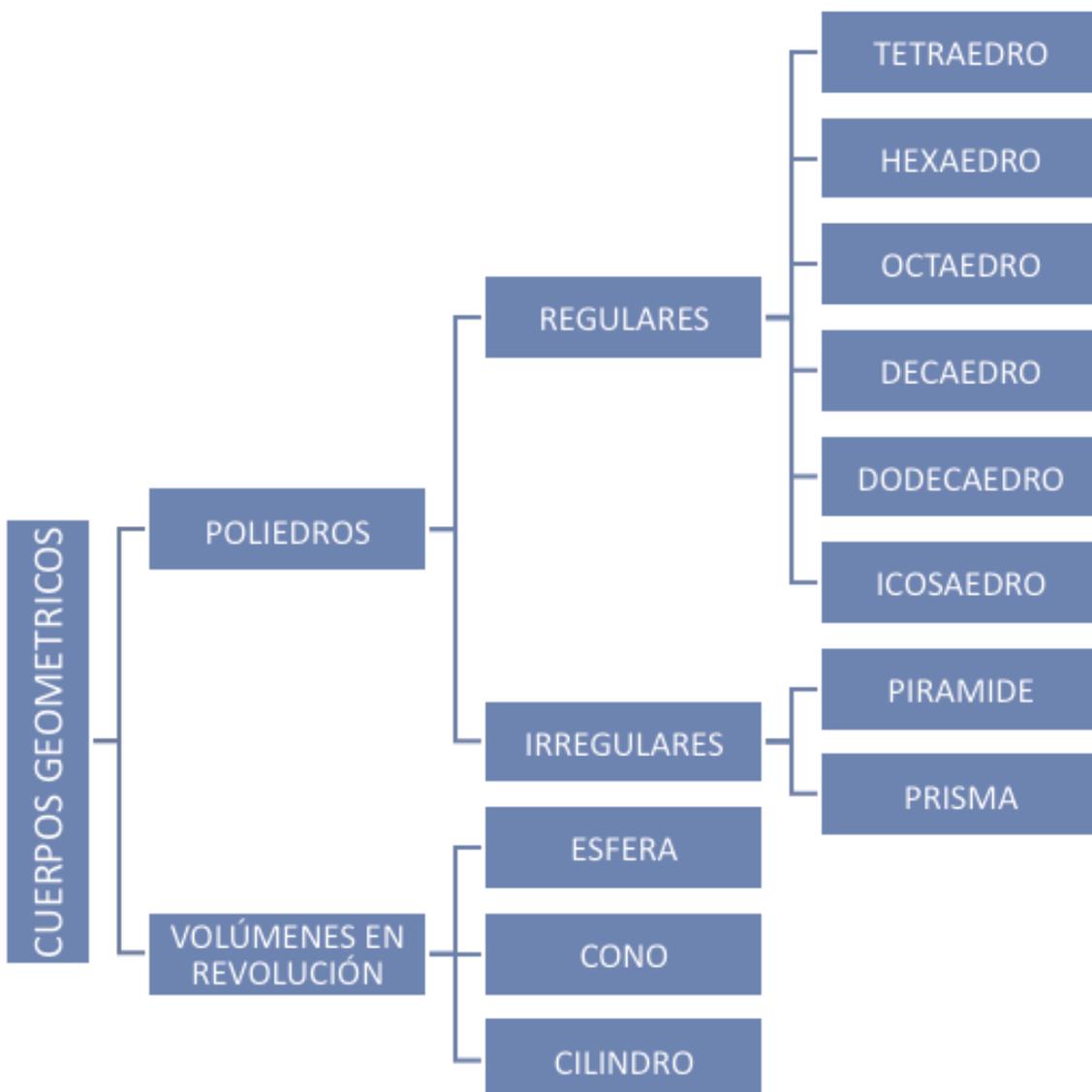
1.1.2.2.3.- POLÍGONOS IRREGULARES DE "N" LADOS. - Son aquellas figuras planas que no poseen sus lados iguales, se les puede denominar iguales que los polígonos regulares de cinco lados en adelante siempre y cuando se le complete con la palabra irregular, por ejemplo, pentágono irregular, hexágono irregular y así sucesivamente.



FIG. N°20.- POLÍGONOS IRREGULARES DE "N" LADOS

CUERPOS GEOMÉTRICOS. -

Son figuras geométricas tridimensionales que poseen volumen, estos se clasifican en poliedros o volúmenes en revolución.



1.- POLIEDROS. - Son cuerpos geométricos que están formados por la unión de figuras geométricas planas. Son regulares cuando todas las caras que lo conforman tienen la misma forma y dimensión, e irregulares cuando no lo son.

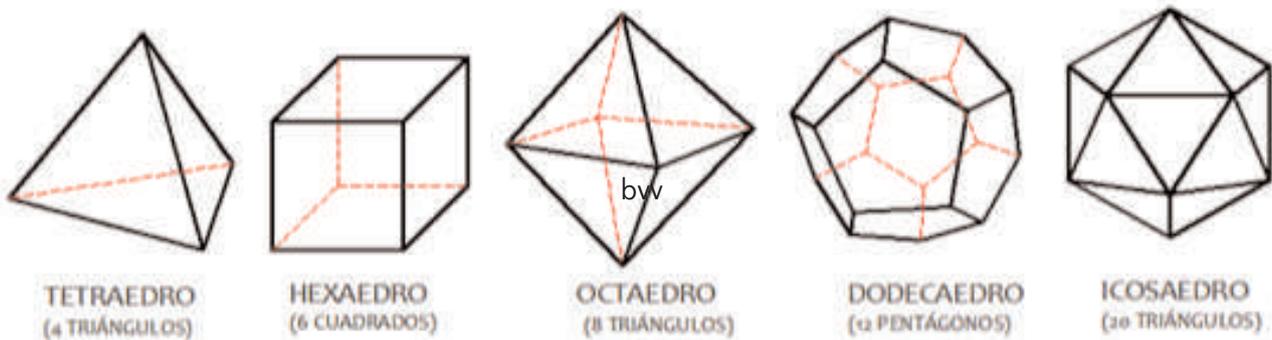


FIG. Nº21.- POLIEDROS REGULARES

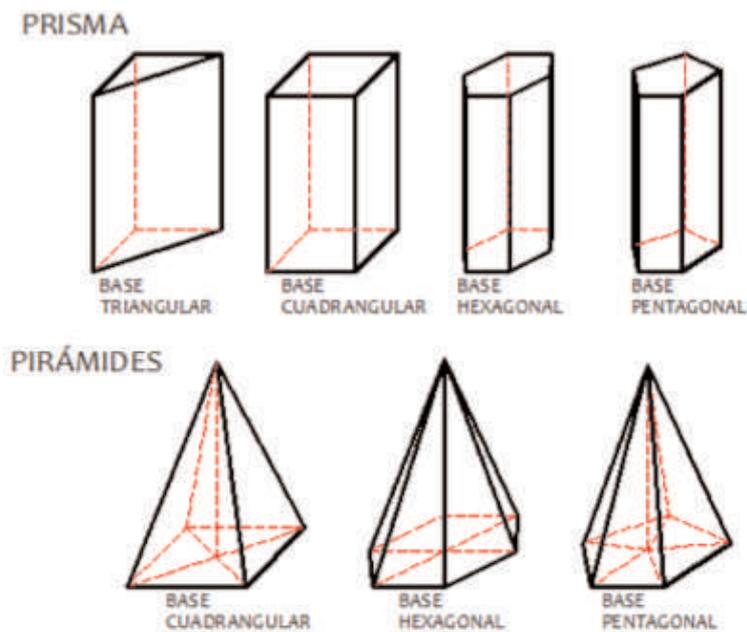


FIG. Nº22.- POLIEDROS IRREGULARES

2.- VOLUMENES EN REVOLUCIÓN. - Son cuerpos geométricos que se forman de la rotación de una sección de un plano a partir de un punto de referencia.

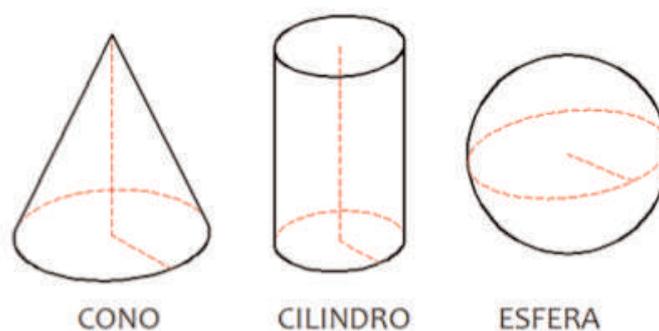


FIG. Nº23.- VOLÚMENES EN REVOLUCIÓN

EJERCICIOS

- 1.- Con el uso de los diferentes tipos de líneas, elaborar una composición y resaltar la ubicación de las líneas utilizadas.
- 2.- Investigar los métodos técnicos para la graficación de los diferentes tipos de triángulos.
- 3.- Trazar un triángulo equilátero cuyos lados midan 5 cm. cada uno.
- 4.- Trazar un triángulo escaleno cuya base mida 6 cm. y sus lados midan 5cm. y 7cm. respectivamente.
- 5.- Investigar los diferentes métodos técnicos para la graficación de polígonos regulares.
- 5.- Trazar un pentágono inscrito en una circunferencia de 4 cm. de radio.
- 6.- Trazar un octágono inscrito en una circunferencia de 10 cm. de diámetro.
- 7.- Trazar el desarrollo de diez cuerpos geométricos.
- 8.- Construir con base en el desarrollo de los cuerpos, diez maquetas y formar una composición.

CAPITULO II

Sistemas de Proyección

1

Un sistema de proyección es un conjunto de normas y procedimientos por medio de las cuales podemos definir la representación de un objeto que proyectamos sobre una determinada superficie.

Para el desarrollo de un sistema de proyección intervienen cuatro elementos que los denominaremos de la siguiente manera:

- 1.- OBJETO. – Es toda aquella forma o cosa material que se quiere representar gráficamente en una o varias dimensiones.
- 2.- SUPERFICIE DE PROYECCIÓN. – Se denomina así al área donde se proyectará el gráfico producto del tipo de proyección empleado.

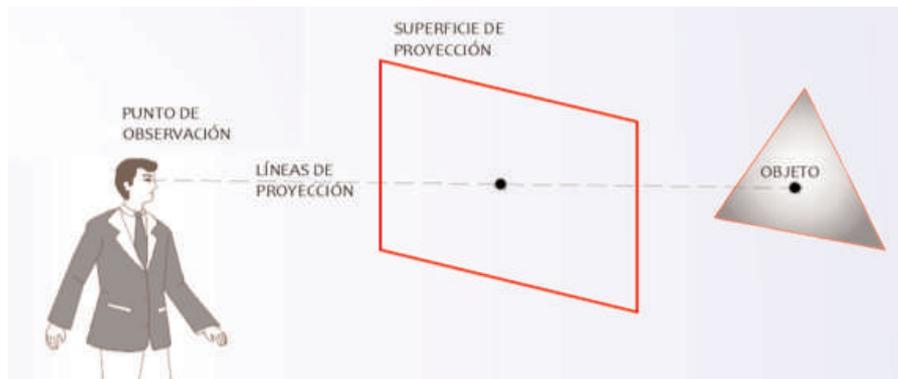


FIG. N°24.- ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROYECCIÓN

- 3.- PUNTO DE OBSERVACIÓN. - Es ubicación de un lugar de referencia donde estaría situado quien está observando el objeto.
- 4.- LÍNEAS DE PROYECCIÓN. – Son las líneas imaginarias de referencia o también denominadas rayos proyectantes que parten del punto de observación y llegan hasta el objeto, dando como resultado la conformación del gráfico del objeto.

TIPOS DE PROYECCIÓN

1.- PROYECCIÓN CILÍNDRICA ORTOGONAL O PARALELA

Una proyección se la considera cilíndrica ortogonal o paralela, cuando todas sus líneas de proyección son paralelas a los planos de proyección, y asimismo sus líneas proyectantes son paralelas entre sí; Se la puede clasificar de acuerdo con la cantidad de planos de proyección que se empleen en la representación gráfica. Así se la clasifica en: Acotada, Diédrica y Triédrica.

Este tipo de proyección se la utiliza para realizar perspectivas axonométricas y oblicuas y además permite desarrollar ejercicios de Geometría Descriptiva utilizando el método de depurado de planos lo que nos

puede dar como resultado la generación de las diferentes vistas de una figura de tres dimensiones en proyecciones bidimensionales, por lo que, aprender el manejo de este tipo de ejercicios se vuelve la herramienta indispensable para un diseñador que constantemente tiene que representar implantaciones, plantas, fachadas y cortes de los objetos bosquejados.

1.1.- PROYECCIÓN ORTOGONAL ACOTADA, es aquella que solo se representa en el plano de proyección horizontal y por lo tanto la ubicación de puntos será definida mediante cotas de medida. Generalmente los ingenieros le utilizan para representar levantamientos topográficos donde las líneas trazadas indican las cotas en las denominadas *curvas de nivel* del terreno.

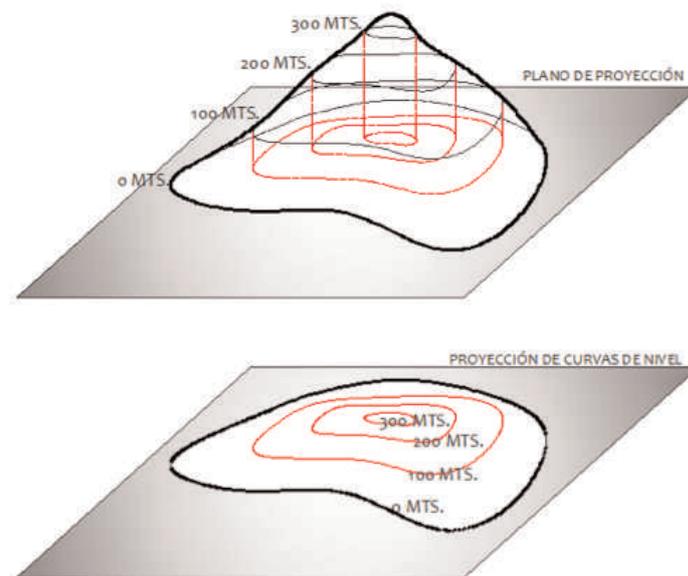


FIG. N°24.- PROYECCIÓN ORTOGONAL ACOTADA

1.2.- PROYECCIÓN ORTOGONAL DIÉDRICA, es aquella que se grafica mediante dos planos de proyección que se encuentran perpendiculares entre sí y que se unen en una línea denominada Línea de Tierra. Los planos que la conforman se los define como plano vertical y plano horizontal. Este tipo de proyección permite definir la vista superior y lateral de un objeto.

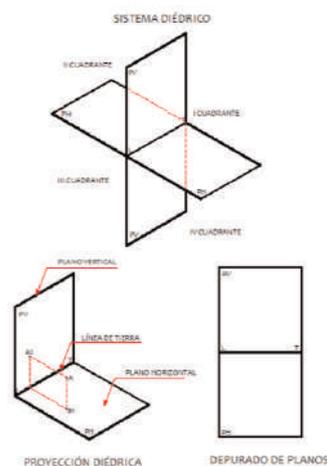


FIG. N°24.- PROYECCIÓN ORTOGONAL DIÉDRICA

1.3.- PROYECCIÓN ORTOGONAL TRIÉDRICA, es aquella que se grafica mediante tres planos de proyección perpendiculares entre sí y que se unen mediante una línea denominada Línea de Tierra. Los planos que la conforman se los define como plano vertical, plano horizontal y plano de perfil. Este tipo de proyección permite definir la vista superior, lateral y frontal de un objeto.

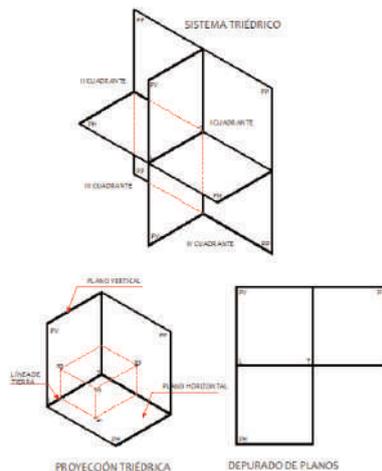


FIG. N°25.- PROYECCIÓN ORTOGONAL TRIÉDRICA

2.- PROYECCIÓN CÓNICA

Su creación se la adjudican a los maestros del Renacimiento, los cuales se caracterizaron por buscar métodos técnicos para elaborar sus obras, con la finalidad de plasmar retratos, paisajes y bodegones tal como los veían o imaginaban, es así que Durero crea el método de la cuadrícula para elaborar paisajes y retratos, mientras que Leonardo D'Vinci aplicó criterios de perspectiva cónica central en su famoso cuadro de la *Ultima Cena*.

Una proyección es cónica cuando sus líneas proyectantes parten de uno o varios puntos que se encuentran en la llamada Línea de Horizonte, que es una línea de referencia para ubicar la posición del ojo del observador respecto al objeto a proyectarse.

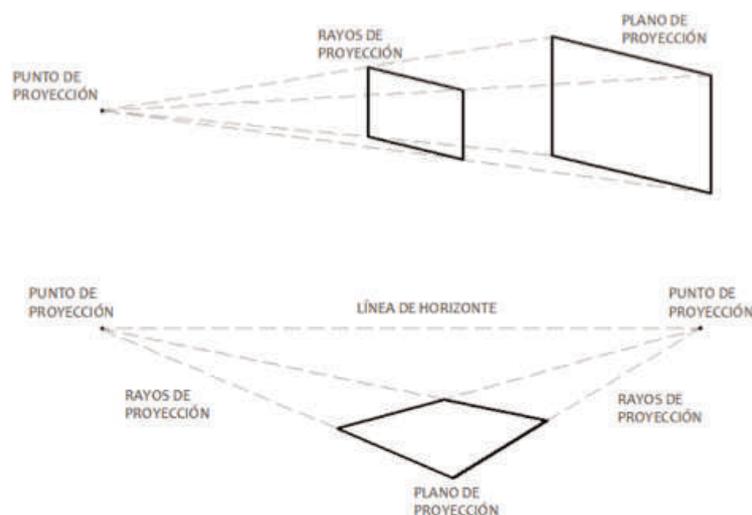


FIG. N°26.- PROYECCIÓN CÓNICA

La disposición de sus líneas proyectantes va formando un cono que permite recrear un gráfico más realista puesto que genera el efecto visual de profundidad que facilita determinar qué parte del objeto está más cerca o más lejos del observador, guardando a su vez la proporción de cada una de las medidas del objeto. Este tipo de proyección se utiliza para realizar las perspectivas cónicas.

EJERCICIOS

- 1.- Elaborar tres maquetas que representen los diferentes tipos de proyección ortogonal.

Sistema de Proyecciones Ortogonales

El desarrollo de ejercicios gráficos mediante la proyección ortogonal se lo puede considerar como el punto de partida para encontrar la esencia de la Geometría Descriptiva que se basa en el manejo mental del espacio en tres dimensiones y luego lograr su representación en el papel, en dos dimensiones, mediante lo que se conoce como depurado de planos.

Este tipo de proyecciones se las podrá realizar de tres formas de acuerdo con el sistema de proyección utilizado el cual dependerá de la cantidad de planos de proyección que se utilicen, como ya se explicó en el capítulo anterior.

Sabemos que la geometría es una ciencia que tiene estrecha relación con las matemáticas, en el caso del sistema de proyección ortogonal, las dos ciencias parten de los principios que conforman un plano cartesiano. En las matemáticas, este está compuesto por la intersección de dos líneas que forman una cruz cuyos brazos se denominan ejes y de acuerdo con su posición tendríamos el eje "x" que corresponde a la línea o eje horizontal, el cual hacia la derecha, tendrá signo positivo y hacia la izquierda, signo negativo; y el eje "y" que corresponde a la línea o eje vertical, el cual tendrá signo positivo hacia arriba y signo negativo hacia abajo; adicional a ello, esta disposición da paso a la conformación de cuatro cuadrantes que se ubican en orden contrario al sentido de las manecillas del reloj.

En el caso de la geometría, se utilizan la misma forma con los mismos cuadrantes, la diferencia es que en las matemáticas se limitan al desarrollo de dos dimensiones, mientras que en geometría, la concepción es tridimensional y la unión de estos ejes se denomina *Punto de Origen* mientras que la intersección de los planos se denomina *Línea de Tierra*.

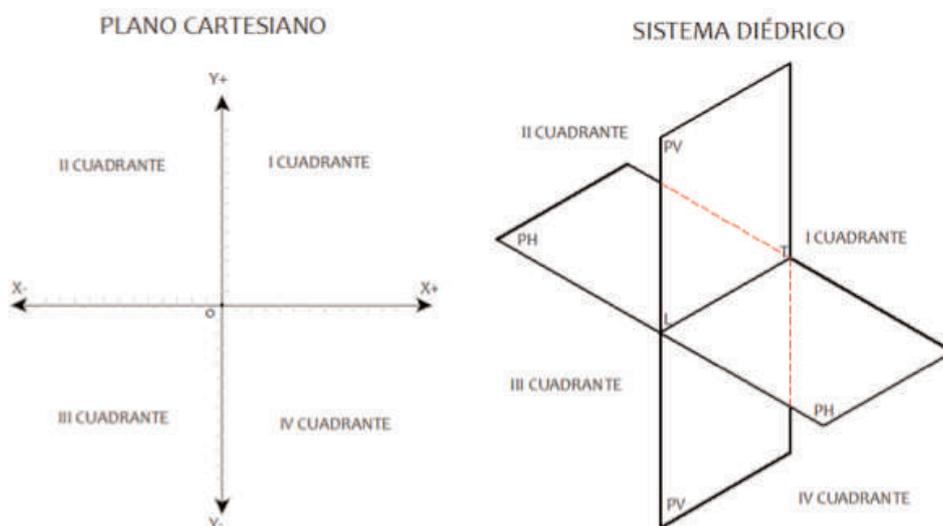


FIG. N°27.-DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE EL PLANO CARTESIANO Y EL SISTEMA PROYECCIÓN ORTOGONAL

Cuando en ejercicios matemáticos nos solicitan encontrar un punto en el plano cartesiano nos dan los siguientes datos: $A(4, -3)$, esto significa que buscaremos el punto "A", que está ubicado a 4 cm en el eje de las "x" y que por ser positivo podrá ubicarse en el primer o cuarto cuadrante, mientras que el segundo dato al ser -3 para el eje de las "y", nos define que estará en el cuarto cuadrante, como podemos observar a continuación:

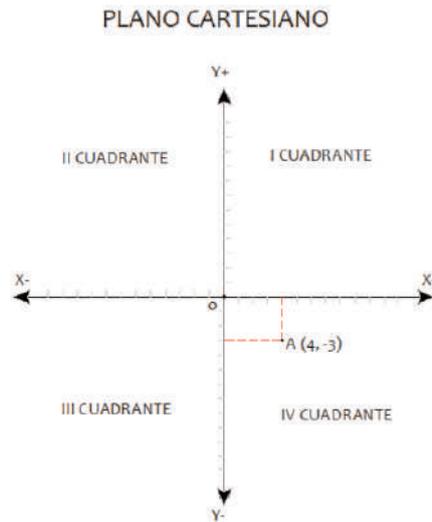


FIG. N°28.- GRÁFICO DE UN PUNTO EN UN PLANO CARTESIANO

En geometría, en cambio los datos sería $A(2,2,3)$, la disposición de estos tres puntos o coordenadas se los conoce como DAC, Distancia, Alejamiento y Cota, así *Distancia*, será la medida que se tome del inicio de la Línea de Tierra y se marcará su ubicación a lo largo de la línea en mención; Luego desde ese punto se tomará la medida en sentido horizontal que es lo que denominamos *Alejamiento*, y la medida en sentido vertical que se denomina *Cota*; Asimismo se debe considerar los signos de las coordenadas porque aquello determinará el cuadrante en el que se realice la representación.

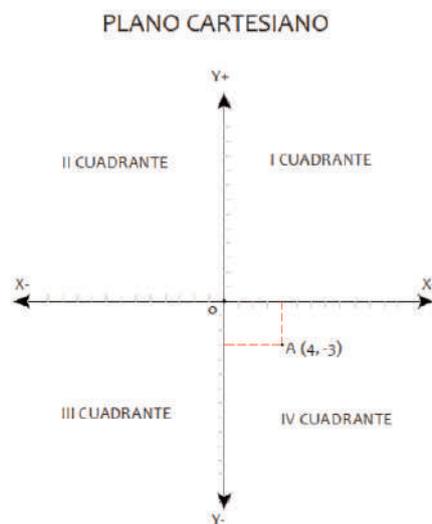


FIG. N°29.- GRÁFICO DE UN PUNTO EN SISTEMA DE PROYECCIÓN ORTOGONAL DIÉDRICO

Cabe indicar que cada uno de los puntos por proyectarse se representará con una letra mayúscula y toda proyección que se realice en el plano horizontal se le asignará la letra minúscula del punto por proyectarse acompañada del número 1, mientras que a las proyecciones que se realicen en el plano vertical, se le asignará la letra minúscula del punto por proyectarse con el número 2. De existir una tercera proyección en el plano de Perfil, se utilizará la letra minúscula y el número 3.

1.- SISTEMA DE PROYECCIÓN ORTOGONAL ACOTADA

Este sistema solo realiza proyecciones en el plano horizontal, el cual al no estar delimitado, no permite la utilización de medidas ni de *Distancia*, ni de *Alejamiento*, puesto que estas toman de referencia la *Línea de Tierra*, que aparece cuando encontramos la intersección de dos planos y por lo tanto la única medida de referencia sería la "Cota" o medida en sentido vertical, de ahí proviene su nombre, y por ello su aplicación práctica en el dibujo de planos topográficos, de implantaciones o plantas arquitectónicas que no solo permitan hacer la representación de la vista superior, sino también de los niveles que está compuesto el objeto por representarse.

Para realizar este tipo de proyecciones debemos imaginarnos que tenemos una luz, que en este caso ilumina el objeto desde arriba y la sombra que se forma en la superficie horizontal, sería la proyección buscada, este tipo de proyección al ser ortogonal se la realizará con líneas perpendiculares al plano de proyección. Si utilizamos otros planos de proyección el procedimiento sería el mismo, solo cambiaríamos la ubicación de la luz para que refleje en la superficie donde se va a realizar la proyección.

En los siguientes ejercicios podemos observar cómo las proyecciones de varias figuras geométricas que va desde el punto a elemento unidimensional hasta un cubo o volumen que es un elemento tridimensional.

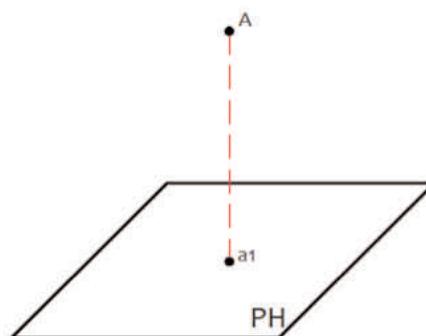


FIG. N°30.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UN PUNTO

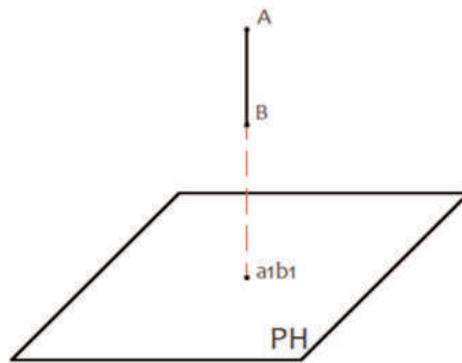


FIG. N°31.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UNA LÍNEA VERTICAL

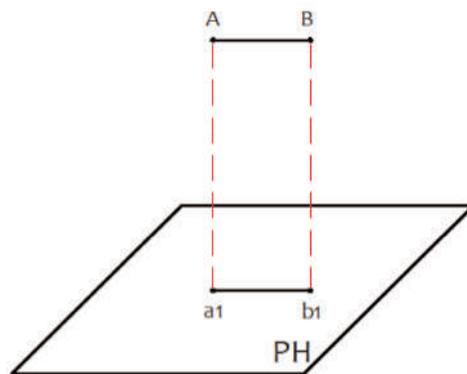


FIG. N°32.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UNA LÍNEA HORIZONTAL

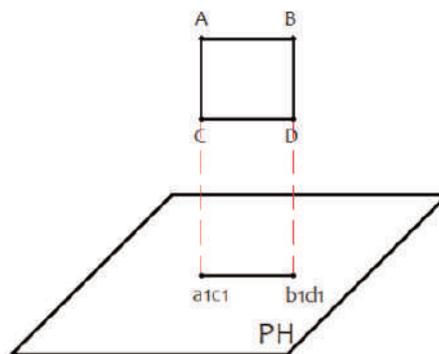


FIG. N°33.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UN CUADRADO

En los ejercicios anteriores, el gráfico de la proyección se representa como si el objeto se observara desde arriba, pero cabe recalcar que los objetos se han dispuesto de manera paralela o perpendicular al plano horizontal, por lo tanto, la descriptiva mantiene las medidas reales del objeto, sin embargo, si el objeto se encuentra oblicuo al plano de proyección, su dimensión real se reduce (Ver Fig. N°34).

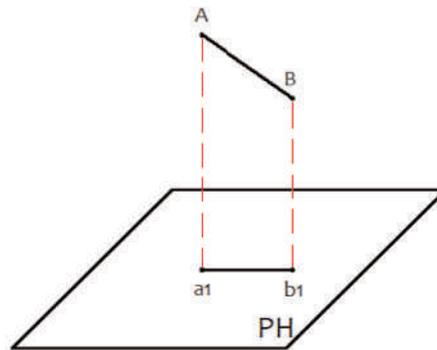


FIG. N°34.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UNA LÍNEA INCLINADA

Las figuras por proyectarse estarán definidas por puntos que en el caso de las líneas indicarán su inicio y final, mientras que en los planos y cuerpos demarcarán sus aristas.

Cuando se trata de cuerpos los cuales están formados por varias caras, la cantidad de aristas puede aumentar considerablemente, sobre todo cuando su forma es asimétrica o irregular, de manera que en el mismo punto pueden coincidir varias proyecciones que deberán estar identificadas con letras minúsculas y números de acuerdo con el plano de proyección.

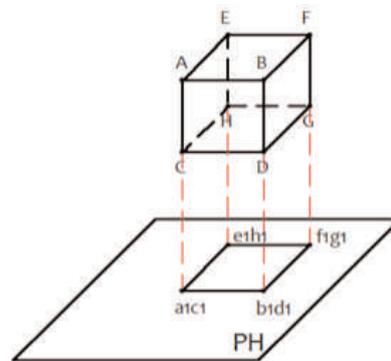
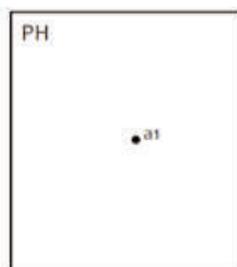
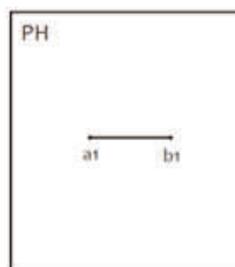


FIG. N°35.- PROYECCIÓN OTOGONAL ACOTADA DE UN CUBO

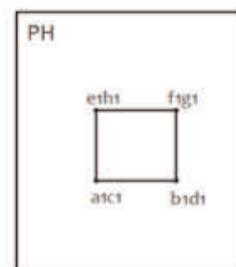
Para la representación descriptiva de este sistema solo se graficará un cuadrado que delimitará una parte del plano horizontal y en él se graficará la proyección, al no tener medidas de Distancia y Alejamiento se pueden colocar las medidas de Cota o nivel vertical, si se lo requiere.



REPRESENTACIÓN DESCRIPTIVA DE UN PUNTO EN EL PH



REPRESENTACIÓN DESCRIPTIVA DE UNA LÍNEA HORIZONTAL EN EL PH



REPRESENTACIÓN DESCRIPTIVA DE UN CUBO EN EL PH

FIG. N°36.- EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES DESCRIPTIVAS EN PROYECCIONES ORTOGONALES ACOTADAS

2.- SISTEMA DE PROYECCIÓN ORTOGONAL DIÉDRICO

Este sistema está compuesto por dos planos de proyección, el Plano Horizontal y el Plano Vertical, cuya intersección está dada por la denominada Línea de Tierra, por lo tanto, aplicamos las dimensiones de Distancia, Alejamiento y Cota para ubicar cada uno de los puntos del objeto a proyectarse.

El proceso se ejecutará de igual manera que en el sistema ortogonal acotado, es más, será un complemento de esta proyección, porque si decíamos que su aplicación estaba dirigida a proyectar plantas o vistas superiores, en este, se adiciona el desarrollo de la vista lateral del objeto, en la que las alturas se muestran gráficamente. Podríamos decir que es lo que equivaldría en un plano arquitectónico a la representación de la fachada lateral de la edificación.

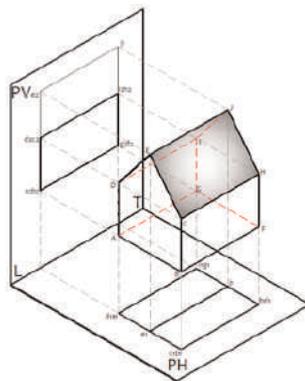


FIG. N°37.- PROYECCIÓN DIÉDRICA DE UN CUERPO

Al tratarse de dos planos, el rebatimiento de los mismos va a depender del cuadrante que se esté utilizando en el ejercicio, teniendo claro que el único plano que se moverá es el plano vertical, el cual girará en contra de las manecillas del reloj (Ver Fig. N°38).

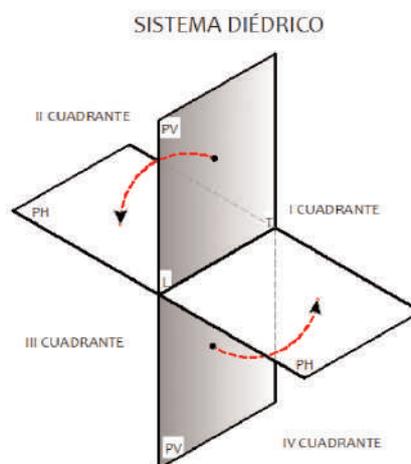
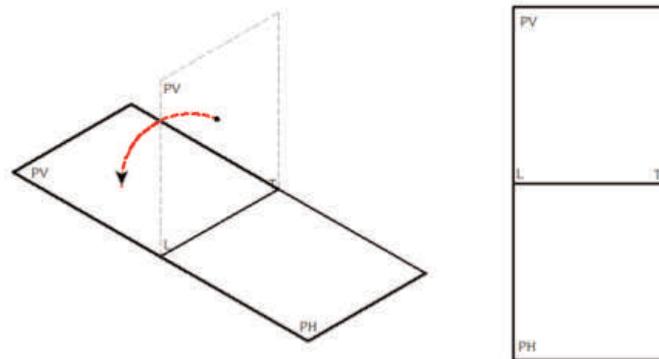


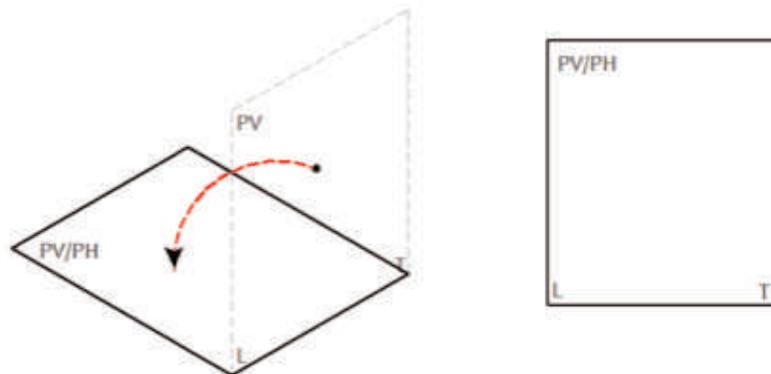
FIG. N°38.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL SISTEMA DIÉDRICO

En el caso del primer cuadrante, al rebatirse sus planos quedarán abiertos, ubicándose el plano vertical en la parte superior y el plano horizontal en la parte inferior.



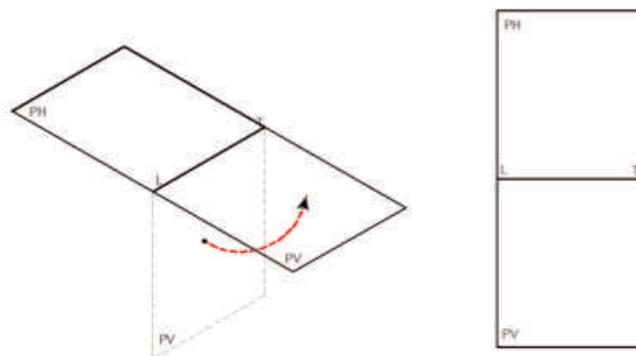
**FIG. N°39.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL SISTEMA DIÉDRICO
PRIMER CUADRANTE**

En el segundo cuadrante el plano vertical cae encima del horizontal quedando su representación como que si estuvieran los dos en un solo plano.



**FIG. N°39.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL SISTEMA DIÉDRICO
SEGUNDO CUADRANTE**

En el tercer y cuarto cuadrante presentan similitudes a los dos primeros cuadrantes, de manera que el rebatimiento del primer cuadrante se parecerá al del tercer cuadrante, pero la ubicación de los planos cambiaría de orden: arriba el plano horizontal y abajo el plano vertical, mientras que en el cuarto cuadrante el plano horizontal quedaría encima del plano vertical y la Línea de Tierra se ubica en la parte superior de los planos, mientras que en el segundo cuadrante, en la parte inferior.



**FIG. N°40.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL SISTEMA DIÉDRICO
TERCER CUADRANTE**

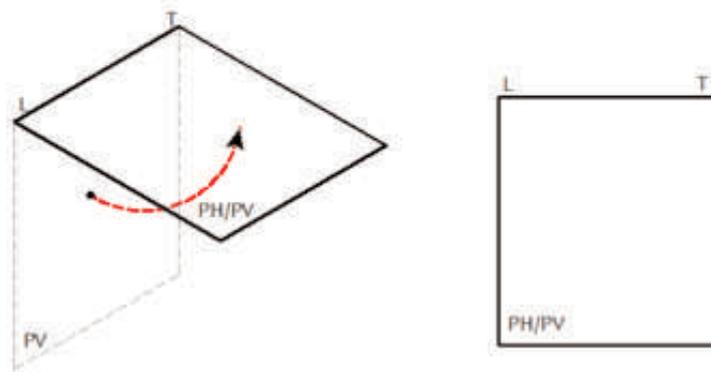


FIG. N°41.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL SISTEMA DIÉDRICO
CUARTO CUADRANTE

Entonces los rebatimientos se representarán de acuerdo con el cuadrante en que se realice la proyección.

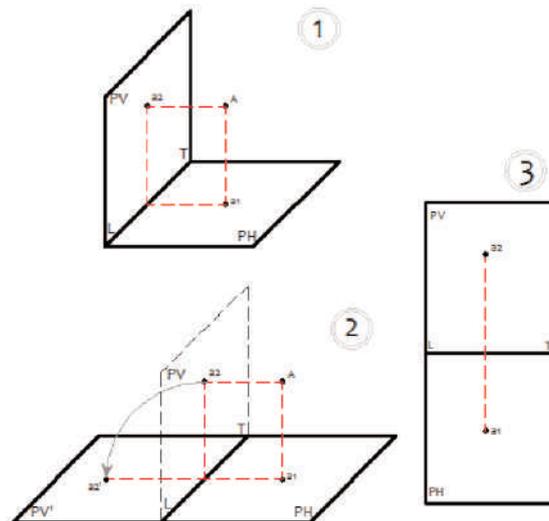


FIG. N°42.- PROYECCIÓN Y REBATIMIENTO DE PLANOS DE UN PUNTO UBICADO
EN EL PRIMER CUADRANTE

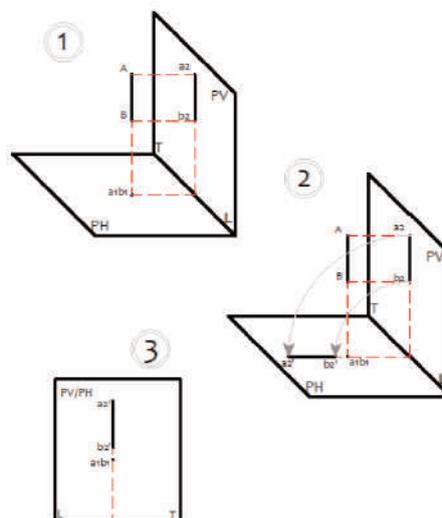


FIG. N°43.- PROYECCIÓN Y REBATIMIENTO DE PLANOS DE UNA LÍNEA VERTICAL UBICADA
EN EL SEGUNDO CUADRANTE

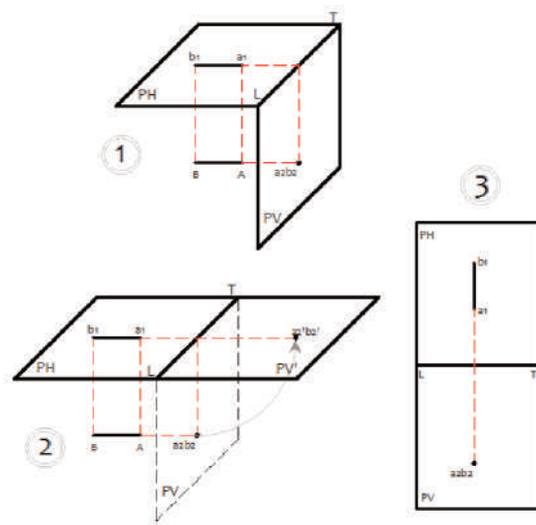


FIG. N°44.- PROYECCIÓN Y REBATIMIENTO DE PLANOS DE UNA LÍNEA HORIZONTAL UBICADA EN EL TERCER CUADRANTE

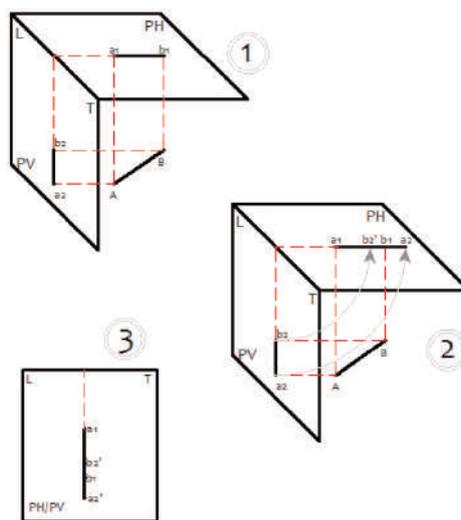


FIG. N°44.- PROYECCIÓN Y REBATIMIENTO DE PLANOS DE UNA LÍNEA INCLINADA UBICADA EN EL CUARTO CUADRANTE

Antes de proseguir con la aplicación de ejercicios, es necesario aclarar que la manera de representar cada cuadrante puede variar según el punto de vista que quiera aplicar el dibujante, lo cual a veces puede causar confusiones de apreciación gráfica. En todo caso, al tratarse de una proyección ortogonal todas las líneas de proyección se dibujarán paralelas a las líneas que conforman cada plano, y lo que debe quedar claramente definido, es el sentido de la Línea de Tierra, porque así entendemos que parte del cuadrante, está más cerca del observador.

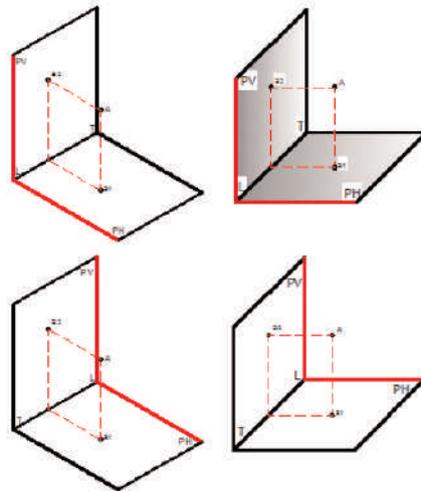


FIG. N°45.- REPRESENTACIONES GRÁFICAS DEL PRIMER CUADRANTE

En estos ejemplos variamos los ángulos y la posición de la Línea de Tierra, pero sugerimos la representación más utilizada.

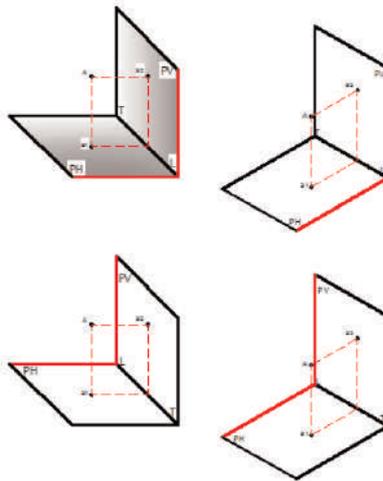


FIG. N°46.- REPRESENTACIONES GRÁFICAS DEL SEGUNDO CUADRANTE

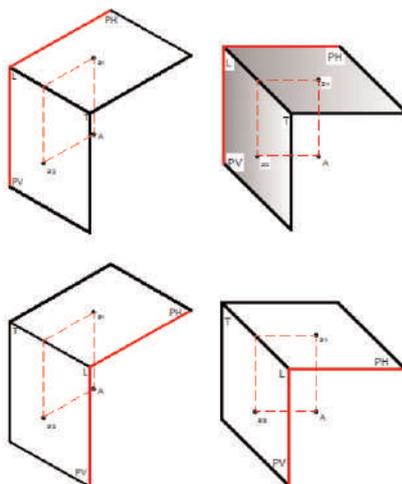


FIG. N°47.- REPRESENTACIONES GRÁFICAS DEL TERCER CUADRANTE

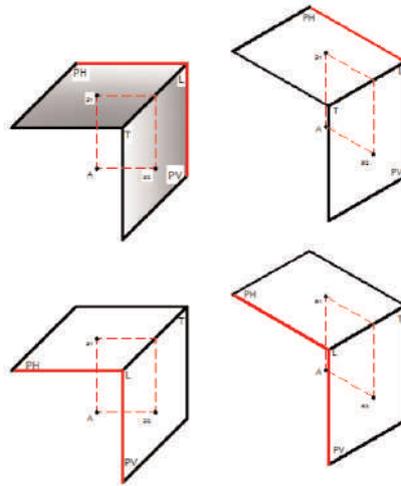


FIG. N°48.- REPRESENTACIONES GRÁFICAS DEL CUARTO CUADRANTE

EJERCICIOS

- 1.- Trazar un punto que se encuentra a 20 mm del plano horizontal y a 30 mm del plano vertical del primer cuadrante.
- 2.- Trazar una línea horizontal cuyos puntos tienen 15 mm y 35 mm de Alejamiento y Cota cero.
- 3.- Dibujar la representación descriptiva de un cuadrado cuyos cuatro puntos tienen una Cota de -10mm.
- 4.- Hallar las proyecciones de un punto que posee las siguientes coordenadas A(2,-3,2)

TRAZAS DE UNA RECTA. –

Se denominan *Trazas de una recta* a los puntos de intersección que se forman cuando esta recta atraviesa dos de los planos de proyección de cualquiera de los cuatro cuadrantes.

Las trazas que atraviesan el plano vertical presentarán un *alejamiento* igual a "0", mientras que las que atraviesan el plano horizontal, tendrán la medida de su *Cota* igual a "0".

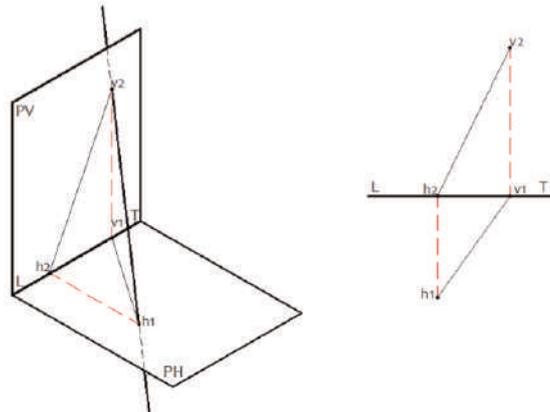


FIG. N°49.- TRAZAS DE UN RECTA EN EL PRIMER CUADRANTE

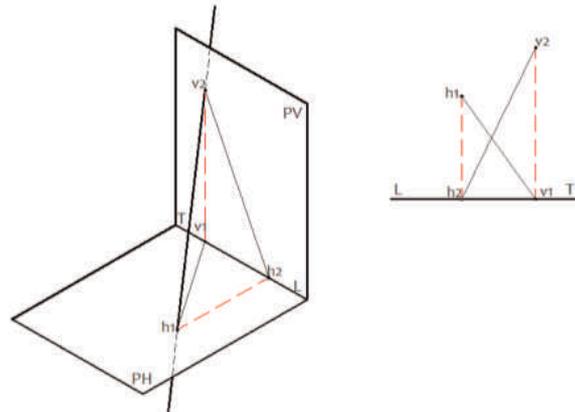


FIG. N°50.- TRAZAS DE UN RECTA EN EL SEGUNDO CUADRANTE

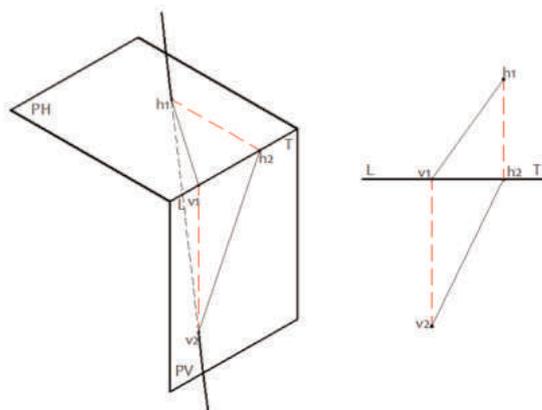


FIG. N°51.- TRAZAS DE UN RECTA EN EL TERCER CUADRANTE

POSICIONES PARTICULARES DE LA RECTA. –

- 1.- **RECTA HORIZONTAL.** – En el sistema ortogonal diédrico se denomina *recta horizontal*, a aquella línea que se encuentra paralela al plano horizontal, de tal manera que la medida de la Cota de los dos puntos que la conforman, posee igual distancia, sin embargo, su posición particular está dada porque presenta una traza vertical y está ubicada de manera oblicua respecto al plano vertical, mientras que la traza horizontal no existe.

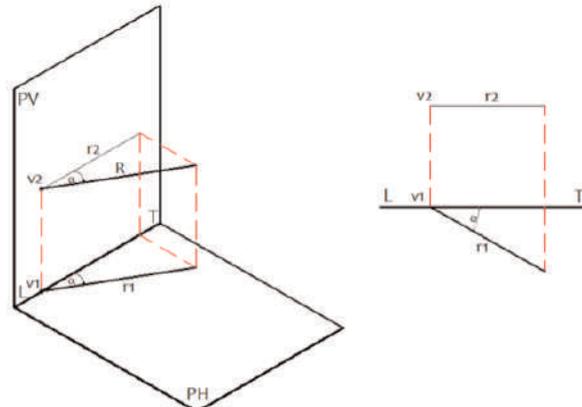


FIG. N°52.- RECTA HORIZONTAL

- 2.- **RECTA FRONTAL.** – Se forma cuando la recta está paralela al plano vertical, en este caso la medida del alejamiento de los dos puntos que la conforman tendrá igual distancia, su posición particular está dada porque presenta una traza horizontal y está ubicada de manera oblicua respecto al plano horizontal, por lo tanto, no presenta traza vertical.

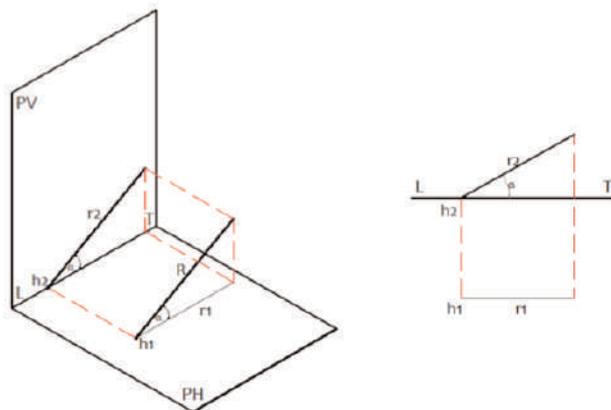


FIG. N°53.- RECTA FRONTAL

- 3.- **RECTA PARALELA A LA LÍNEA DE TIERRA.** – En este caso la posición de la recta estará paralela a los dos planos de proyección y no presentará trazas.
- 4.- **RECTA VERTICAL.** – Es aquella que se ubica perpendicular al plano horizontal y paralela al plano vertical. No existen trazas.

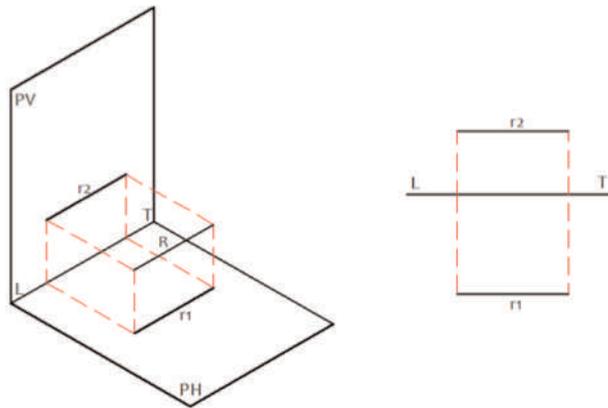


FIG. N°54.- RECTA PARALELA A LA LÍNEA DE TIERRA

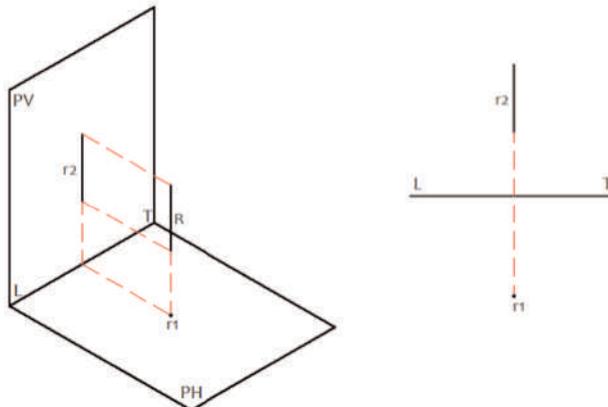


FIG. N°55.- RECTA VERTICAL

- 5.- **RECTA DE PUNTA.** – Es aquella que se ubica perpendicular al plano vertical y paralela al plano horizontal. No existen trazas.

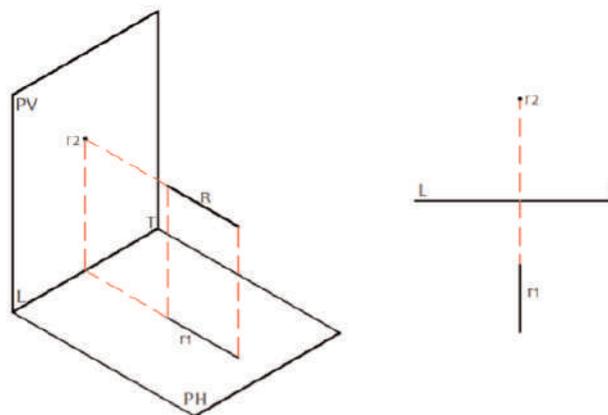


FIG. N°56.- RECTA DE PUNTA

- 6.- **RECTA DE PERFIL.** – Es aquella que se encuentra dentro de un plano de perfil imaginario, y por tanto sus proyecciones son perpendiculares a la Línea de Tierra. En sus proyecciones presenta trazas tanto vertical como horizontal, pero para ver su verdadera magnitud se debe utilizar la proyección del plano de perfil en el sistema ortogonal triédrico.

7.- RECTAS COPLANARIAS. – Se denominan *rectas coplanarias* a las líneas que se encuentran contenidas en un mismo plano de tal manera que sus proyecciones se reflejarán en la misma traza del plano que las contiene el cual por lo general se encuentra perpendicular al plano vertical o al plano horizontal. Ciertos autores también las denominan *rectas concurrentes*.

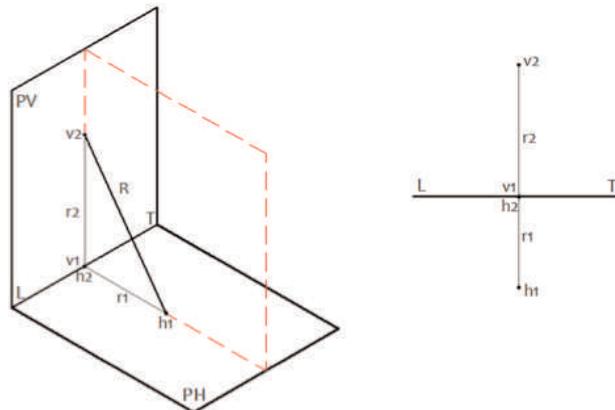


FIG. N°57.- RECTA DE PERFIL

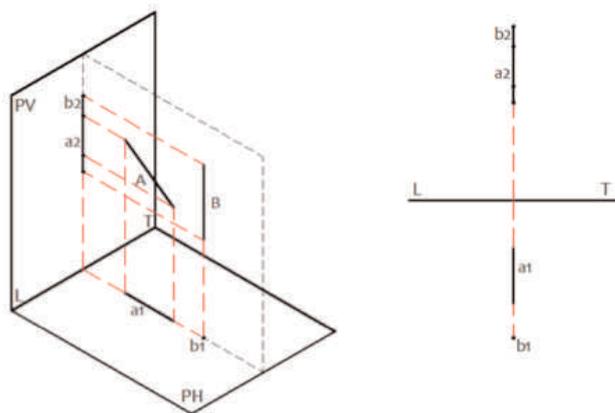


FIG. N°58.- RECTAS COPLANARIAS

8.- RECTAS QUE SE CORTAN. – Son *rectas coplanarias* que se interceptan entre sí. Al ubicarlas se presentarán paralelas a uno de los planos, por lo tanto, al plano que no están paralelas, proyectarán una sola línea.

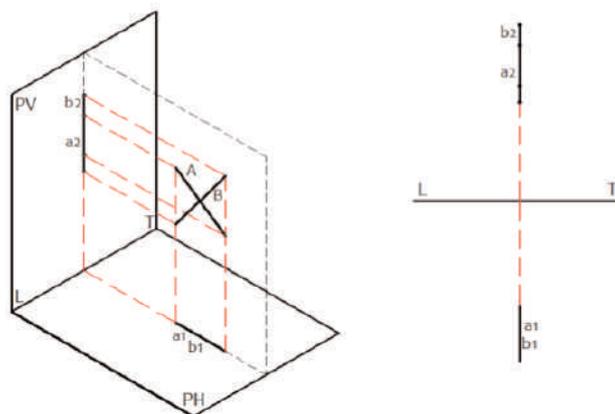


FIG. N°59.- RECTAS QUE SE CORTAN

- 9.- **RECTAS ALABEADAS.** – Se denominan *rectas alabeadas* a las líneas que no se encuentran en un mismo plano, por tanto, sus proyecciones serán totalmente aisladas.
- 10.- **RECTAS QUE SE CRUZAN.** – Son *rectas alabeadas* que al realizar su descriptiva, aparentemente se interceptan en uno de los planos de proyección, más en el otro plano se podrá percibir que están separadas, puesto que no están dentro de un mismo plano.

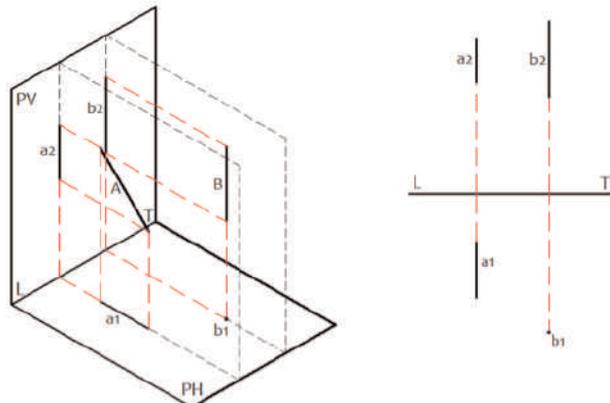


FIG. N°60.- RECTAS ALABEADAS

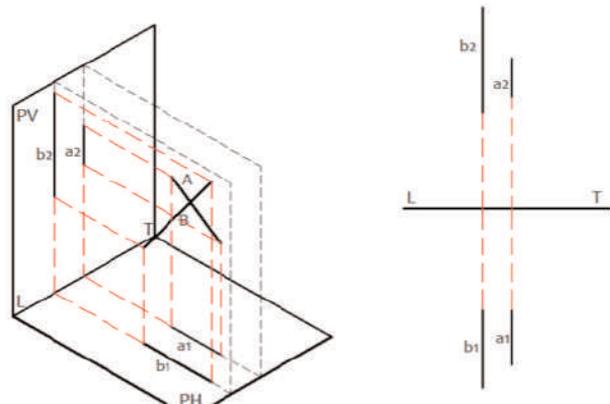


FIG. N°61.- RECTAS QUE SE CRUZAN

- 11.- **RECTAS PARALELAS.** – Dos rectas son paralelas cuando se encuentran equidistantes entre sí y presentan proyecciones homónimas. Su disposición puede plantearse de dos maneras:
- 1.- Cuando se ubican paralelas a uno de los planos de proyección, en cuyo caso una de las proyecciones se mostrará como rectas coplanarias y en el otro plano se mostrarán proyecciones homónimas;

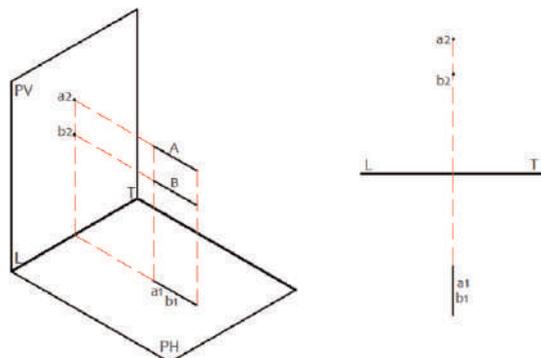


FIG. N°62a.- RECTAS PARALELAS (CASO N°1)

- 2.- Cuando se ubican oblicuas a los planos de proyección, pero paralelas entre sí, donde las proyecciones en los dos planos serán homónimas.

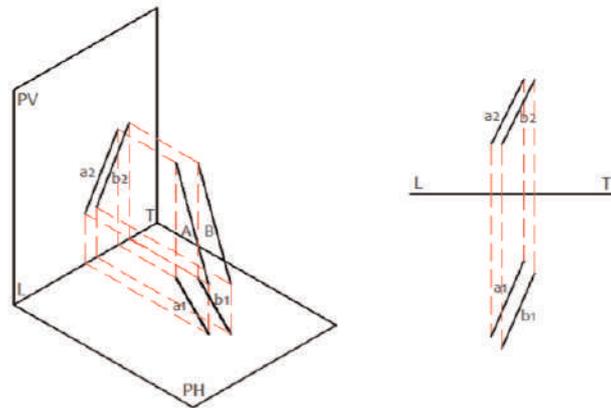


FIG. N°62b.- RECTAS PARALELAS (CASO N°2)

EJERCICIOS

- 1.- Dibujar las proyecciones de trazas que atraviesan el plano vertical y horizontal del tercer cuadrante
- 2.- Dibujar las proyecciones de trazas que atraviesan el plano vertical y horizontal del segundo cuadrante sabiendo que están poseen una misma distancia.
- 3.- Hallar las proyecciones de una línea paralela al plano horizontal, que pasa por un punto A de alejamiento 2cm y Cota 3 cm, y que forma un ángulo de 45° respecto al plano vertical.
- 4.- Hallar las proyecciones de una línea frontal que pasa por el punto A (3,2,1)
- 5.- Trazar las proyecciones de una recta de punta que se encuentra a 2,5 cm de cota.
- 6.- Trazar dos rectas coplanarias que se cortan paralelas al plano horizontal del tercer cuadrante.
- 7.- Trazar dos rectas que se cruzan paralelas al plano vertical del segundo cuadrante.
- 8.- Trazar dos rectas paralelas coplanarias.
- 9.- Trazar dos rectas paralelas alabeadas.

PROYECCIONES DE SUPERFICIES PLANAS Y CUERPOS

Las proyecciones de superficies planas se desarrollan con el mismo procedimiento que las líneas, puesto que estas, al igual que los cuerpos, están delimitados por líneas.

Para realizar las proyecciones es importante tener presente dos principios:

- 1.- **PARALELISMO.** - Una superficie se encuentra paralela a un plano de proyección cuando todos los puntos que la conforman están equidistantes del mismo, por lo tanto, la forma de la superficie con su verdadera magnitud estará graficada en el plano al que se encuentra paralelo.

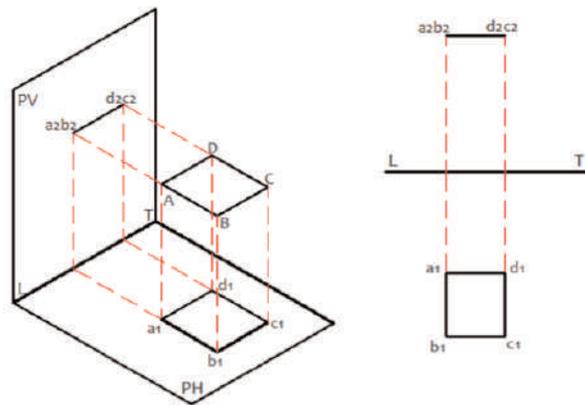


FIG. N°63.- PROYECCIÓN DE UN CUADRADO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL PRIMER CUADRANTE

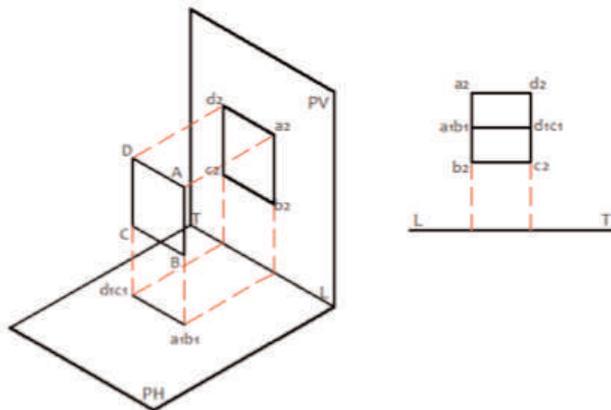


FIG. N°64.- PROYECCIÓN DE UN CUADRADO PARALELO AL PLANO VERTICAL SEGUNDO CUADRANTE

- 2.- **PERPENDICULARIDAD.** - Una superficie se encuentra perpendicular a un plano de proyección cuando forma con éste un ángulo de 90° , en este caso solo obtendremos la verdadera magnitud del lado base que se encuentra perpendicular al plano.

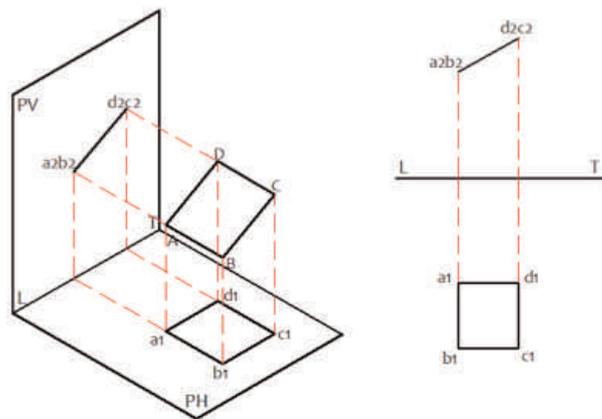


FIG. N°65.- PROYECCIÓN DE UN CUADRADO PERPENDICULAR AL PLANO VERTICAL PRIMER CUADRANTE

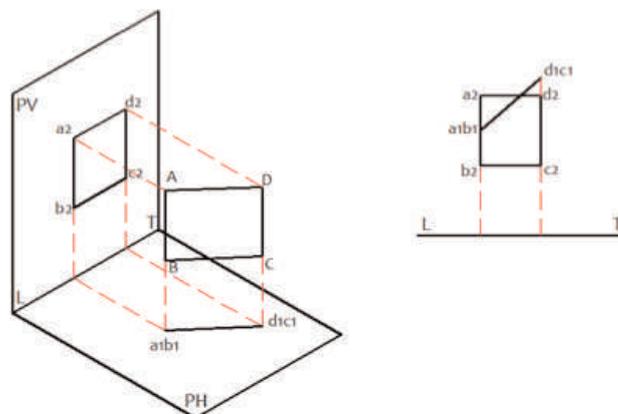


FIG. N°66.- PROYECCIÓN DE UN CUADRADO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL SEGUNDO CUADRANTE

Para la aplicación de ejercicios prácticos debemos poner atención en lo que solicita el enunciado, puesto que de un mismo ejercicio podemos obtener varias soluciones que cumplen con lo precisado, esto sucede sobre todo cuando los datos no son tan específicos, por ejemplo:

*. - *Trazar un triángulo que se encuentre oblicuo al plano horizontal y cuya línea de base tenga una medida de 3cm de Cota.*

Si se analiza lo solicitado en el enunciado, la primera conclusión que concibo es que este ejercicio podría tener dos respuestas diferentes porque no me especifica el cuadrante en el que se debe graficar, puesto que con ese dato podría tratarse del primer o segundo cuadrante. El otro dato que deja abierto a interpretación es la inclinación del triángulo, por lo que el número de soluciones correctas podrían ser cuatro.

Para análisis de las respuestas a este enunciado. En los dos primeros gráficos hemos utilizado el primer y segundo cuadrante, en ellos se ha graficado el triángulo en el espacio oblicuo al plano horizontal y su base tiene una medida de Cota de 3cm.; Las respuestas coinciden con lo solicitado, sin embargo, su representación descriptiva varía por la posición del cuadrante, pero eso no significa que las dos respuestas no sean correctas. En los dos gráficos siguientes notamos como volvemos a utilizar el primer y segundo cuadrante, graficando el

triángulo oblicuo al plano horizontal, pero cambiando la inclinación del mismo para el lado contrario y manteniendo su base con una medida de Cota de 3 cm.; Las respuestas coinciden nuevamente con lo solicitado, su representación descriptiva cambia, pero todas las soluciones dadas son correctas.

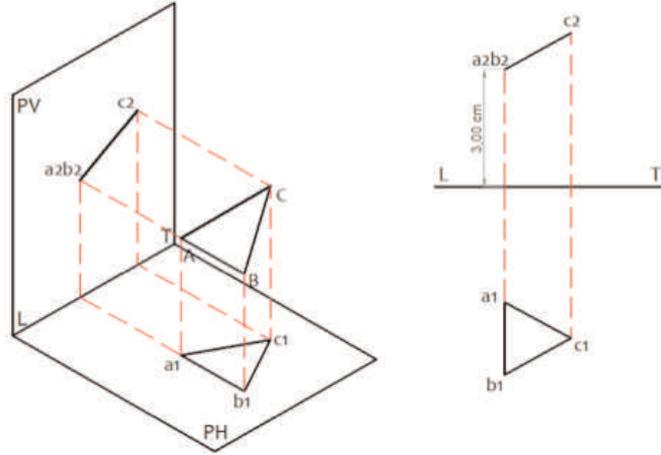


FIG. N°67a.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO OBLICUO AL PH (SOLUCIÓN N°1)

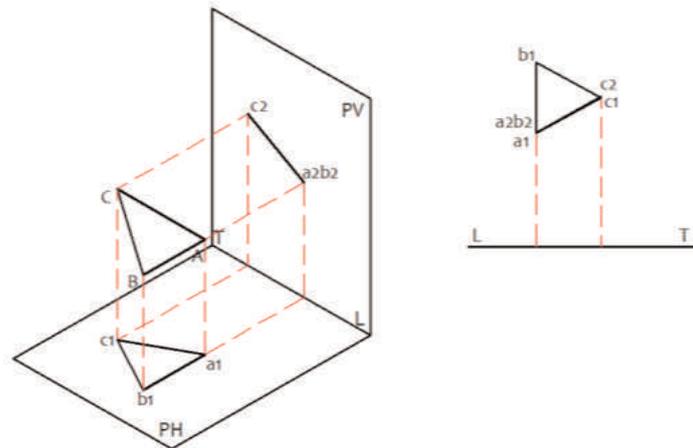


FIG. N°67b.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO OBLICUO AL PH (SOLUCIÓN N°2)

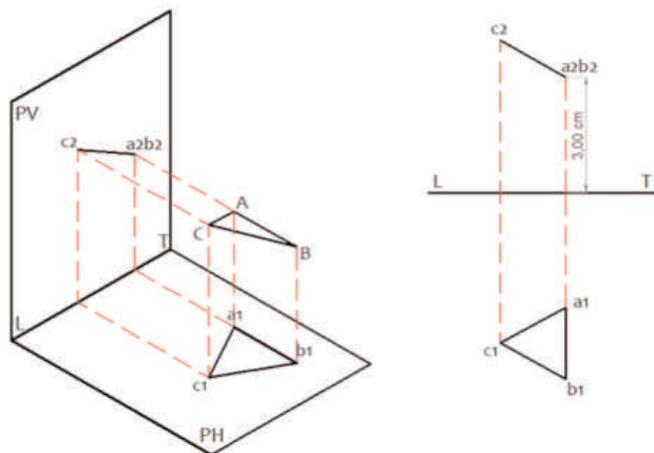


FIG. N°67c.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO OBLICUO AL PH (SOLUCIÓN N°3)

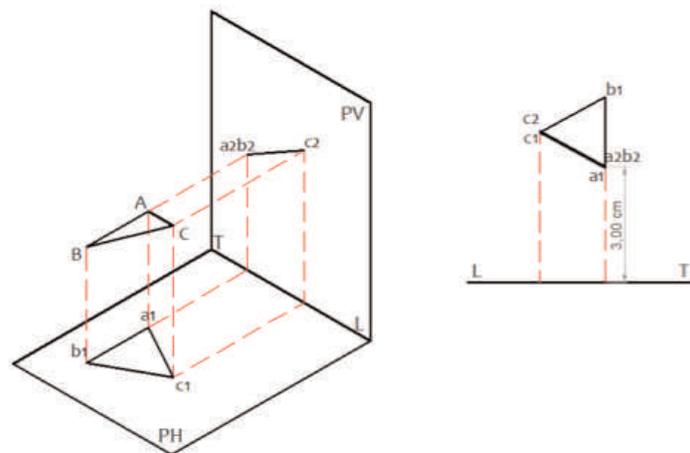


FIG. N°67d.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO OBLICUO AL PH (SOLUCIÓN N°4)

Cuando los datos son más específicos la cantidad de respuestas se limitan, incluso hay casos donde solo existirá una sola respuesta la para resolver el problema gráfico. Analicemos el siguiente enunciado:

*. - Trazar un triángulo equilátero que se encuentra perpendicular al plano horizontal y paralelo al plano vertical, cuya base posee 3cm de Cota 4 cm de Alejamiento.

Si bien en este problema los datos son un poco más específicos que en el caso anterior, en este aún no especifica el cuadrante en el que se puede graficar por lo que aún se podría jugar con dos respuestas apropiadas.

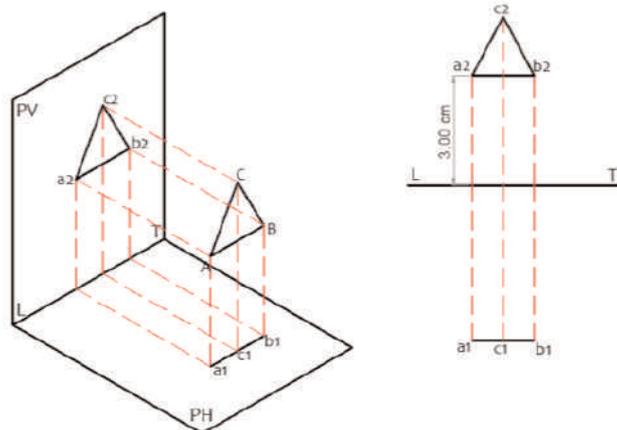


FIG. N°68.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL Y PARALELO AL PLANO VERTICAL

En el gráfico anterior se plantea una de las dos posibles respuestas al problema planteado, pero si se quisiera enunciar el mismo problema con una sola respuesta de solución, este debería manifestar lo siguiente:

*. - Trazar un triángulo equilátero que se encuentra graficado en el segundo cuadrante, ubicado perpendicularmente al plano horizontal y paralelo al plano vertical, cuya base posee 3cm de Cota y 4 cm de Alejamiento, y su tercer punto tiene 4,20 cm de Cota.

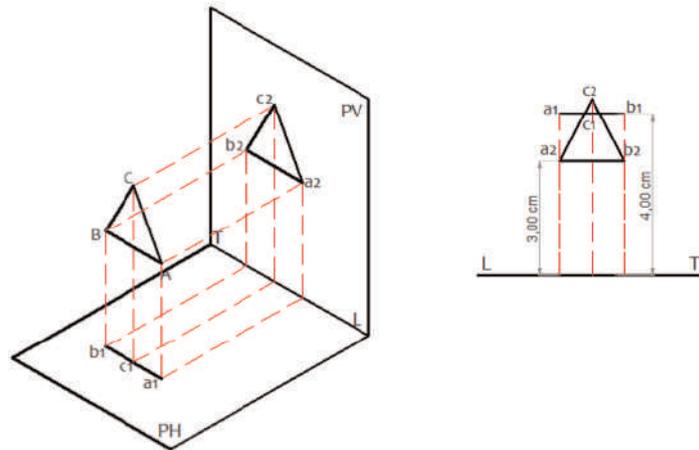


FIG. N°69.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL Y PARALELO AL PLANO VERTICAL UBICADO EN EL SEGUNDO CUADRANTE

Si la condición de la ubicación del objeto respecto a los planos de proyección es de paralelismo su representación es más concreta, incluso podemos observar la verdadera magnitud de la figura en uno de los planos de proyección, pero cuando la condición es de perpendicularidad respecto a un plano y hacia el otro, existe un ángulo de inclinación, este último influenciará la disminución de sus medidas y deformación de la figura proyectada.

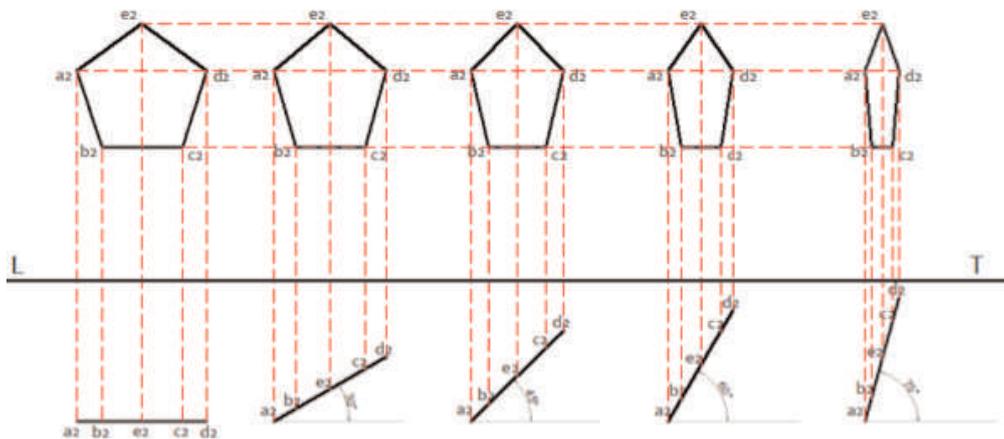


FIG. N°70.- PROYECCIÓN DE UN PENTÁGONO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL Y A 0°, 30°, 60°Y 75° RESPECTO AL PLANO VERTICAL

La proyección de cuerpos es un poco más sencilla, debido a que el propósito de este tipo de ejercicios es determinar la forma y dimensión de las diferentes vistas de un volumen, lo que provoca que por lo general se plantee que en la disposición del objeto su base esté paralela respecto a uno de los planos de proyección, aunque no se descarta que también se pueda cambiar esa condición.

Adicional a ello cabe indicar que este proceso nos ayuda para resolver gráficamente el desarrollo de los cuerpos que en ejercicios prácticos podemos convertir en maquetas tridimensionales.

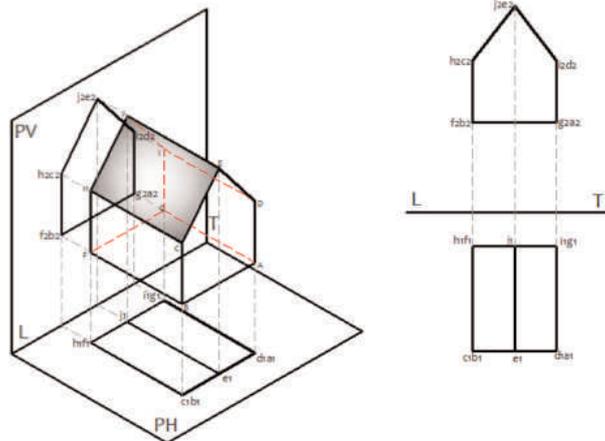


FIG. N°71.- PROYECCIÓN DIÉDRICA DE UN VOLUMEN

En el ejercicio anterior se grafica el volumen de una vivienda, y en su representación descriptiva se genera la graficación de la planta de cubierta y su fachada o elevación lateral, si la proyección se la realiza en el sistema ortogonal triédrico. Con el uso del el plano de perfil, se observaría también la fachada frontal.

En el caso anterior tenemos que las caras del volumen están paralelas a los planos de proyección, lo que permitió obtener varias medidas con *verdadera magnitud* en el depurado de planos, pero a continuación graficaremos las proyecciones de una pirámide cuadrangular cuya base se encuentra paralela al plano horizontal pero también se muestran otras opciones con mayor grado de dificultad, puesto que varía el ángulo de la base del objeto respecto al plano vertical, por tanto, las aristas no muestran el tamaño real.

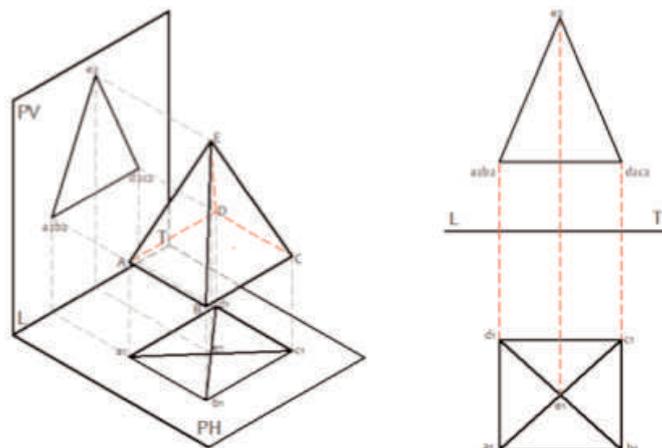


FIG. N°72a.- PROYECCIÓN DE UNA PIRÁMIDE CUADRANGULAR

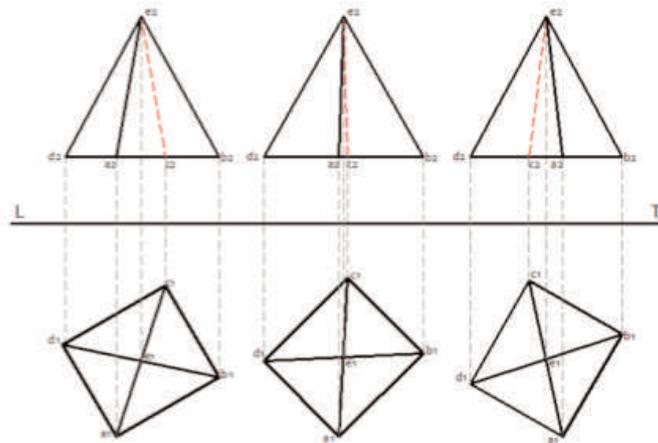


FIG. N°72b.- PROYECCIÓN DE UNA PIRÁMIDE CUADRANGULAR

EJERCICIOS

- 1.- Trazar un trapecio que se encuentre perpendicular al plano vertical.
- 2.- Trazar un rectángulo que se encuentre perpendicular al plano horizontal y oblicuo al plano vertical
- 3.- Trazar un triángulo que se encuentre paralelo al plano horizontal y cuyos puntos tengan una Cota de 2 cm.
- 4.- Hallar la proyección de un cuadrado perpendicular al plano vertical y oblicuo al plano horizontal del cuarto cuadrante.
- 5.- Trazar un octágono que se encuentre paralelo al plano vertical y oblicuo al plano horizontal a 15° , 30° , 45° , 60° y 75° .
- 6.- Hallar las proyecciones de un prisma de base hexagonal que presenta cambios de inclinación de 30° , 45° y 60° en su base, reflejados en el plano horizontal.
- 7.- Hallar las proyecciones de una pirámide de base pentagonal que presenta cambios de inclinación de 30° , 45° y 60° en su base, reflejados en el plano horizontal y dista a 10 mm del plano horizontal.

EL PLANO

Como hemos definido, el plano es una superficie que, al limitarla, puede dar paso a la formación de figuras y cuerpos geométricos, pero a su vez también pueden considerarse superficies de proyección. Generalmente en los sistemas ortogonales diédrico y triédrico, utilizamos los planos en posición horizontal, vertical y de perfil, sin embargo, se puede hacer uso de planos auxiliares, cuya posición estará determinada por sus trazas.

POSICIONES PARTICULARES DEL PLANO DADO POR SUS TRAZAS

Si las trazas de una recta eran los puntos de intersección con los planos de proyección, entonces las trazas de un plano vendrían a ser las líneas que se forman con la intersección de los planos de proyección.

Las posiciones particulares del plano se acogen a los principios de paralelismo y perpendicularidad, es así que tenemos los siguientes casos:

- 1.- **PLANO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL.** – Para cumplir con esa condición el plano debe formar un ángulo de 90° respecto al plano horizontal, pero en cuanto al plano vertical debe estar oblicuo. Cabe recalcar que el ángulo de inclinación puede variar de medida y de orientación.
- 2.- **PLANO DE CANTO.** – Es aquel que se encuentra perpendicular al plano vertical, la condición de la posición de este plano es contraria al caso anterior, esto quiere decir que debe formar un ángulo de 90° respecto al plano vertical, pero respecto al plano horizontal debe presentarse oblicuo, y asimismo su grado de inclinación y sentido puede variar.

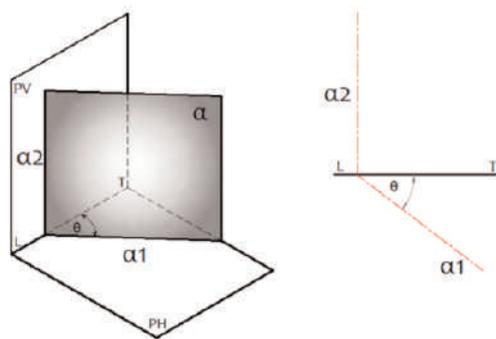


FIG. N°73.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL

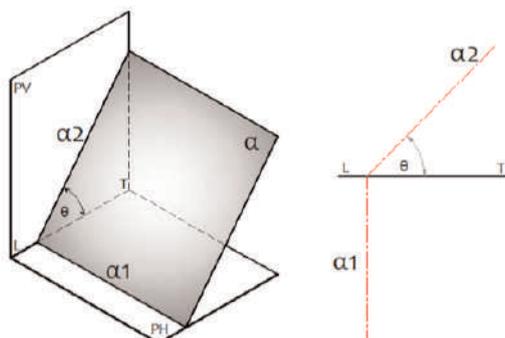


FIG. N°74.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO DE CANTO

- 3.- **PLANO DE PERFIL.** – Este plano presenta trazas perpendiculares a la Línea de Tierra, puesto que el plano se encuentra perpendicular a los planos de proyección horizontal y vertical.

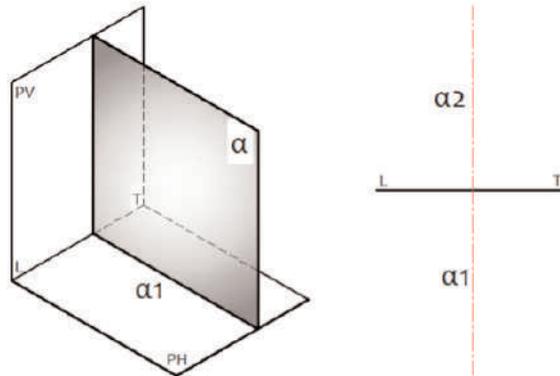


FIG. N°75.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO DE PERFIL

- 4.- **PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL.** – Si un plano está paralelo al plano horizontal, también estará perpendicular respecto al plano vertical, por tanto, solo presentará una traza paralela a la Línea de Tierra representada en el plano vertical.

- 5.- **PLANO PARALELO AL PLANO VERTICAL.** - Si un plano está paralelo al plano al plano vertical, también estará perpendicular respecto al plano horizontal, por tanto, sólo presentará una traza paralela a la Línea de Tierra representada en el plano horizontal.

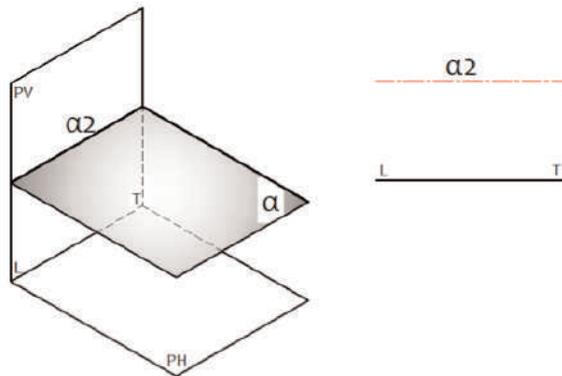


FIG. N°76.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL

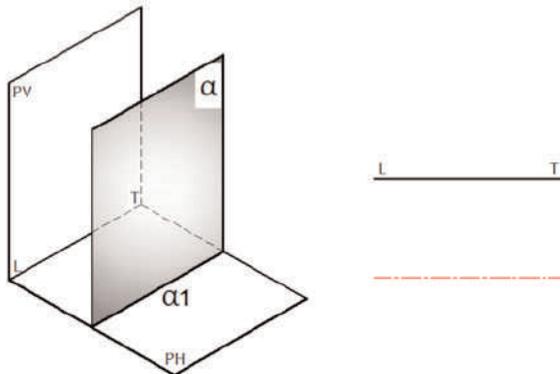


FIG. N°77.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO PARALELO AL PLANO VERTICAL

- 6.- **PLANO PARALELO A LA LÍNEA DE TIERRA.** - Como su nombre lo indica, si un plano está paralelo a

la Línea de Tierra sus trazas también estarán paralelas a la Línea de Tierra, el ángulo de inclinación de este plano puede variar y lo podemos observar en la proyección del plano de perfil en el sistema triédrico.

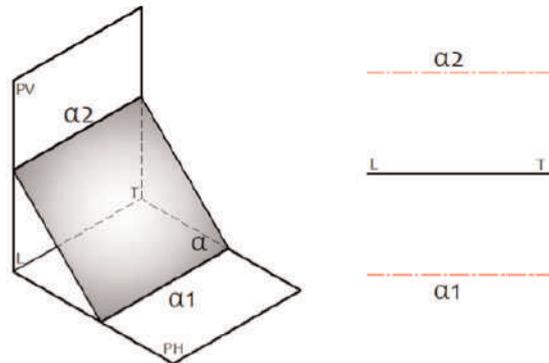


FIG. N°78.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO PARALELO A LA LÍNEA DE TIERRA

- 7.- **PLANO BISECTOR.** – Es aquel que intercepta la Línea de Tierra y está oblicuo a 45° respecto a los planos de proyección horizontal y vertical, como consecuencia tendremos un diedro dividido en dos partes iguales, consecuentemente, la proyección de los puntos que conforman líneas o figuras que estén contenidas en este plano, deberán presentar medidas iguales para el alejamiento y la Cota de cada punto.
- 8.- **PLANO OBLICUO.** – Es el plano que se encuentra oblicuo a los dos planos de proyección, por lo tanto, no presenta condición de paralelismo ni de perpendicularidad. Ciertos autores también lo denominan “Plano cualquiera”.

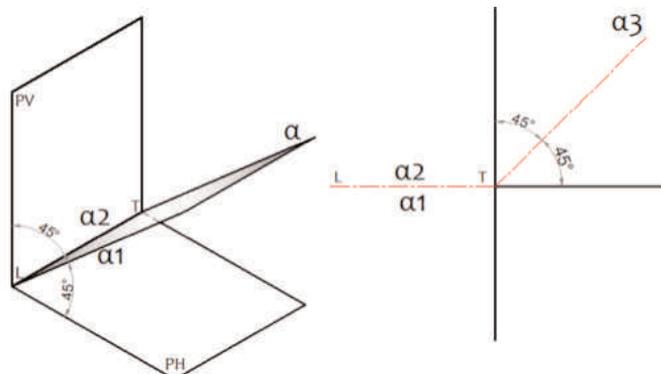


FIG. N°79.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO BISECTOR

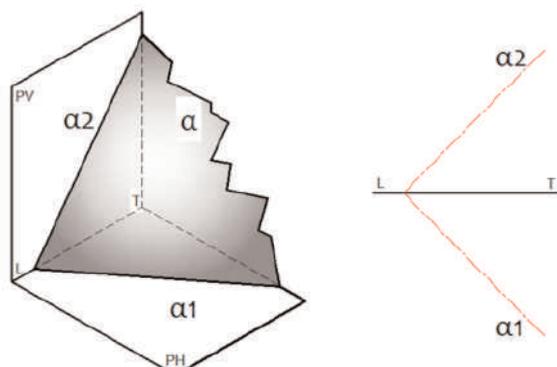


FIG. N°80.- PROYECCIÓN DE LAS TRAZAS DE UN PLANO OBLICUO

RECTAS CONTENIDAS EN UN PLANO DADO POR SUS TRAZAS. –

Una o varias rectas están contenidas en un plano dado por sus trazas cuando cumple alguna de las siguientes condiciones:

- 1.- Cuando las medidas de Alejamiento y Cota son iguales para cada punto proyectado. Esto lo observamos específicamente en el caso del plano bisector.

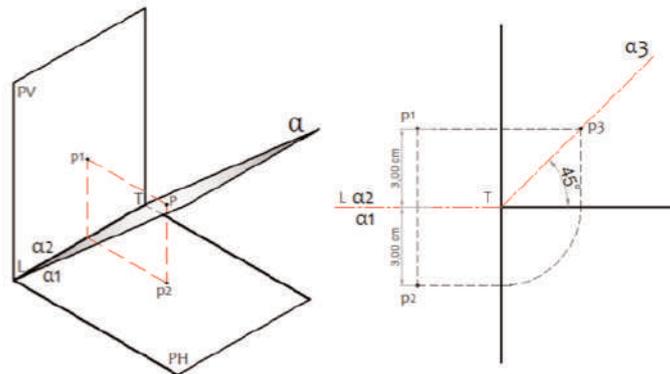


FIG. N°81.- PROYECCIÓN DE UN PUNTO CONTENIDO EN EL PLANO BISECTOR

- 2.- Cuando los dos puntos que conforman la recta presentan trazas vertical y horizontal, cuyas proyecciones coinciden con las dos líneas de las trazas del plano, por lo tanto, un punto presentará una Cota de "0", mientras que el otro presentará un Alejamiento de "0". Esta situación se la observa en un plano oblicuo.

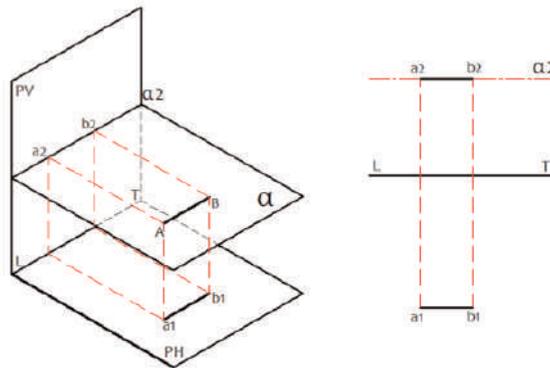


FIG. N°82.- PROYECCIÓN DE UNA LÍNEA CONTENIDA EN UN PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL

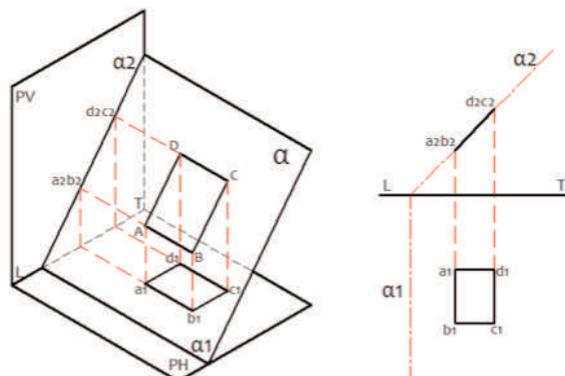


FIG. N°83.- PROYECCIÓN DE UN RECTÁNGULO CONTENIDO EN UN PLANO DE CANTO

3.- Cuando una de sus proyecciones coincide con una de las trazas del plano. Esta condición la podemos ver en el resto de los tipos de planos según sus trazas, en el caso específico del plano paralelo a la Línea de Tierra si debemos utilizar el depurado del plano de perfil para corroborar que el punto, línea o figura está contenido en el mismo.

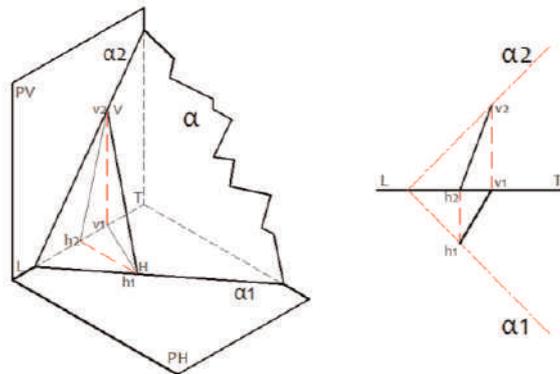


FIG. N°84.- PROYECCIÓN DE UNA RECTA CONTENIDA EN UN PLANO OBLICUO

RECTAS NOTABLES EN UN PLANO DADO POR SUS TRAZAS. –

Las rectas notables de un plano dado por sus trazas estarán determinadas por la ubicación de estas, respecto al plano oblicuo. Entonces encontramos los siguientes casos:

- 1.- **HORIZONTAL DE UN PLANO.** – Una recta se considera horizontal a un plano, cuando se encuentra paralela al plano horizontal, su proyección vertical es paralela a la Línea de Tierra y su proyección horizontal es paralela a la traza de horizontal del plano oblicuo.

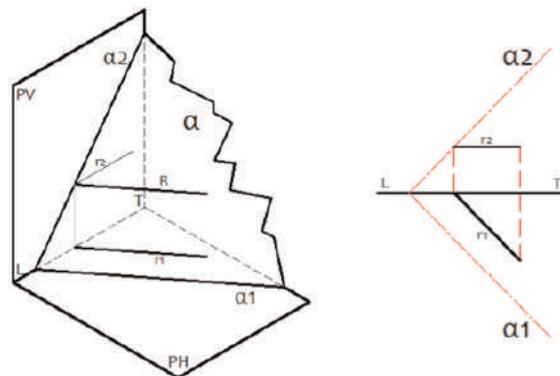


FIG. N°85.- PROYECCIÓN DE UNA RECTA HORIZONTAL DE UN PLANO

- 2.- **FRONTAL DE UN PLANO.** – Una recta se considera frontal a un plano cuando se encuentra paralela al plano vertical, su proyección horizontal es paralela a la Línea de Tierra y su proyección vertical es paralela a la traza vertical del plano oblicuo.
- 3.- **RECTA DE MÁXIMA INCLINACIÓN.** – Cuando una recta desarrolla el mayor ángulo respecto al plano vertical de proyección y en su representación descriptiva su proyección formará un ángulo de 90° con su traza vertical.

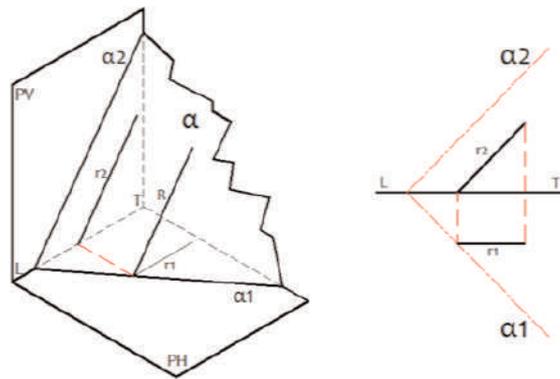


FIG. N°86.- PROYECCIÓN DE UNA RECTA FRONTAL DE UN PLANO

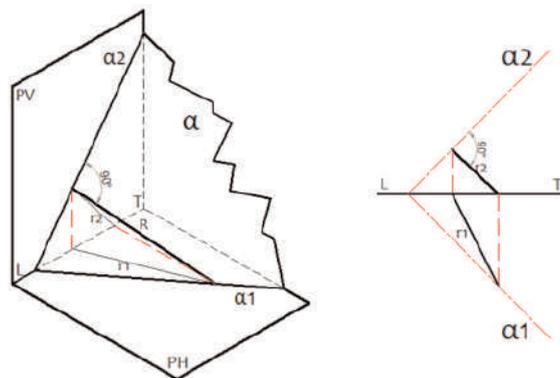


FIG. N°87.- PROYECCIÓN DE UNA RECTA DE MÁXIMA INCLINACIÓN DE UN PLANO

4.- **RECTA DE MÁXIMA PENDIENTE.** – Cuando una recta desarrolla el mayor ángulo respecto al plano horizontal de proyección y en su representación descriptiva, su proyección formará un ángulo de 90° con su traza horizontal.

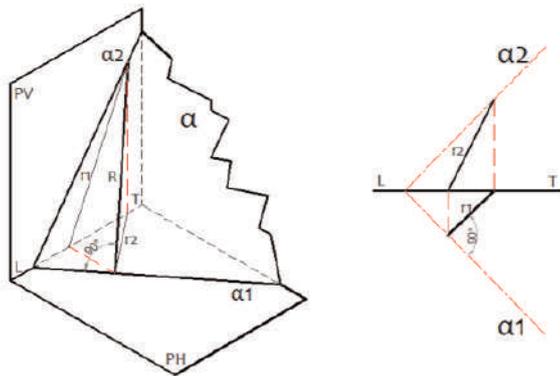


FIG. N°88.- PROYECCIÓN DE UNA RECTA MÁXIMA PENDIENTE DE UN PLANO

EJERCICIOS

- 1.- Hallar las trazas de un plano que se encuentra perpendicular al plano horizontal y oblicuo a 30° del plano vertical.
- 2.- Trazar las proyecciones de un cuadrado que se encuentra contenido en un plano bisector del tercer cuadrante.
- 3.- Encontrar las proyecciones de un triángulo que se encuentra contenido en un plano perpendicular al plano vertical y oblicuo al plano horizontal.
- 4.- Trazar las proyecciones de una figura irregular que se encuentre contenida en un plano paralelo a la Línea de Tierra.
- 5.- Hallar las proyecciones de una recta horizontal de un plano que posee una Cota de 3 cm.
- 6.- Hallar las proyecciones de una recta frontal de un plano que posee un Alejamiento de 2,5 cm.
- 7.- Hallar las proyecciones de una recta de máxima pendiente ubicada en el segundo cuadrante.
- 8.- Hallar las proyecciones de una recta de máxima inclinación ubicada en el tercer cuadrante.

INTERSECCIONES

En Geometría Descriptiva, una intersección es un lugar donde se cortan o encuentran dos o más elementos gráficos. Cuando se presenta esta coincidencia se pueden formar puntos o líneas de intersección, por ejemplo:

- 1.- Si se intercepta una línea con un plano o figura geométrica formará un punto de intersección.

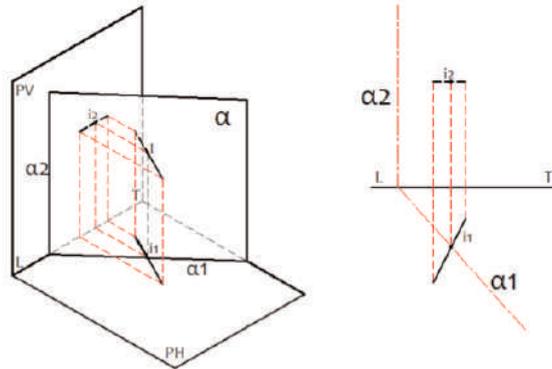


FIG. N°89.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UNA LÍNEA CON UN PLANO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL

- 2.- Si se interceptan dos planos o figuras geométricas formarán una línea de intersección.

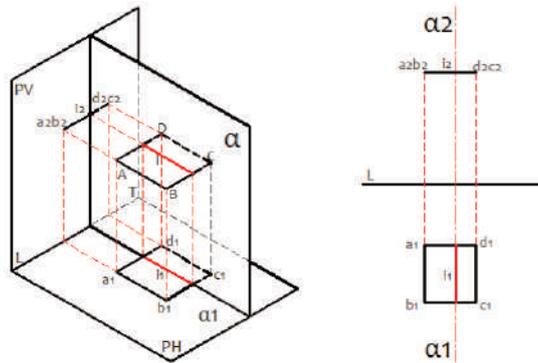


FIG. N°90.- PROYECCIÓN DE UN CUADRADO CON UN PLANO DE PERFIL

Hay que tomar en cuenta que al momento de graficar se debe considerar si existen o no líneas ocultas, pues estas se utilizan para indicar qué parte del objeto se tapa o está cubierto con otro elemento. En los dos gráficos anteriores utilizamos líneas ocultas en la representación diédrica para ayudar a la comprensión gráfica del ejercicio, sin embargo, observamos cómo en el depurado de planos solo tenemos líneas ocultas en el primer caso, porque la proyección en el plano vertical se oculta ante la presencia del plano perpendicular al plano horizontal.

- 3.- Si se intercepta un plano con un cuerpo, formarán una superficie plana o sección de intersección.

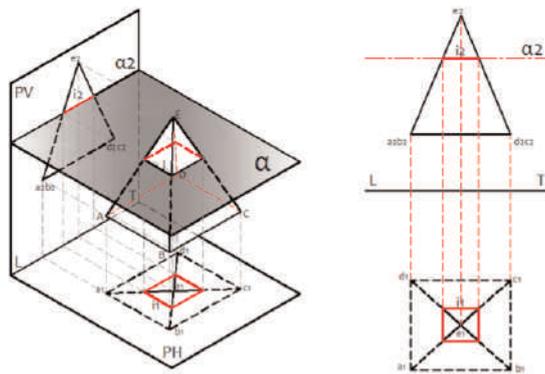


FIG. N°91.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN CUERPO CON UN PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL

En el depurado de planos del ejercicio anterior se puede observar claramente las partes ocultas del objeto al ser interceptado por un plano paralelo al plano horizontal.

EJERCICIOS

- 1.- Hallar la intersección de una línea vertical con un plano de canto.
- 2.- Encontrar la intersección de una línea horizontal que posee 2 cm de Cota con un plano perpendicular al plano horizontal.
- 3.- Hallar la intersección de una línea inclinada con un plano bisector.
- 4.- Encontrar la intersección de un cuadrado paralelo al plano horizontal con un plano paralelo al plano vertical.
- 5.- Hallar la intersección de un triángulo perpendicular al plano horizontal con un plano de perfil.
- 6.- Hallar la intersección de una figura irregular con un plano oblicuo.
- 7.- Encontrar la intersección de un prisma de base rectangular con un plano paralelo a la Línea de Tierra.
- 8.- Hallar la intersección de un cilindro con un plano paralelo al plano horizontal.

INTERSECCIÓN DE DOS PLANOS DADOS POR SUS TRAZAS. –

Recordemos que las trazas son las intersecciones de elementos geométricos con los planos de proyección. De acuerdo con las normas estipuladas cuando se interceptan dos planos, forman una línea, por lo que al ejecutar ejercicios de este tipo es importante ubicar primero los puntos de intersección en cada superficie proyectante y luego unirlos para formar la línea de intersección.

A continuación, presentaremos varios casos de intersección de planos dados por sus trazas:

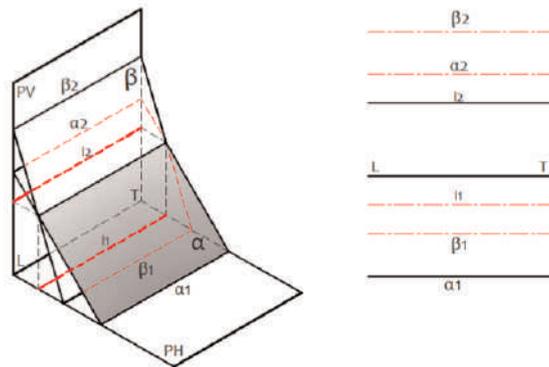


FIG. N°92.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE DOS PLANOS PARALELOS A LT

Cuando se interceptan dos planos cuyas trazas son homónimas y por lo tanto paralelas entre sí, generarán como resultado que las proyecciones de las intersecciones también serán paralelas a por lo menos una de sus trazas.

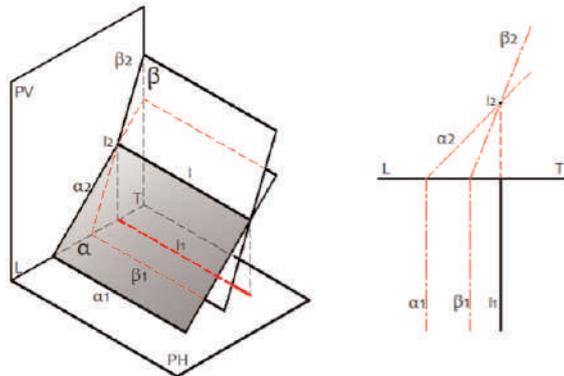


FIG. N°93.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE DOS PLANOS DE CANTO

A continuación, graficaremos algunos casos en los cuales la proyección de la línea de intersección es paralela a una de las proyecciones de sus trazas.

Existen ciertas intersecciones que, para mayor facilidad de dibujo y comprensión del ejercicio, es necesario hacer uso de proyecciones en el sistema triédrico donde encontramos el plano de perfil que nos ayudaría a precisar de mejor manera las posiciones de ciertos elementos.

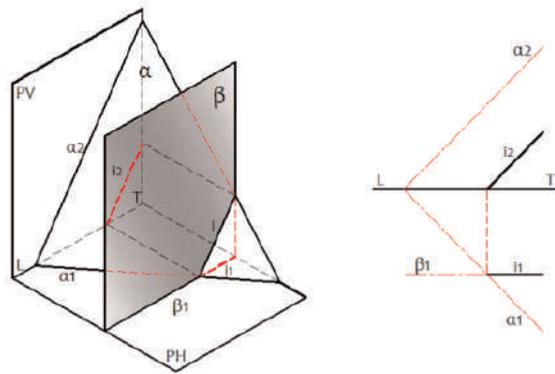


FIG. N°94.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO PARALELO AL PLANO VERTICAL.

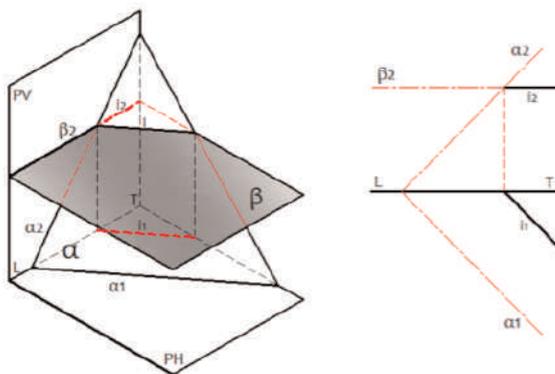


FIG. N°94.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL.

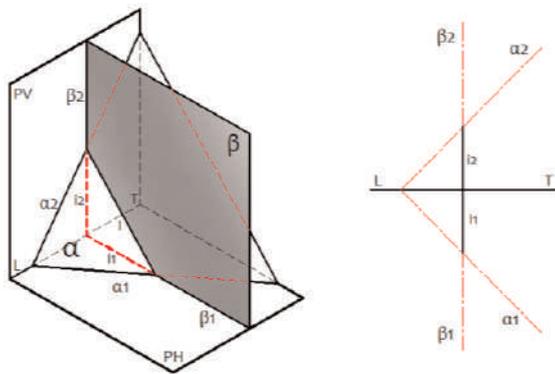


FIG. N°95.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO DE PERFIL

En el gráfico anterior la intersección también es paralela a una de las trazas, pero para observarlo gráficamente tenemos que utilizar en el depurado el plano de perfil (ver Fig. N°96).

También existen casos en los que la intersección puede coincidir con la traza de los planos interceptados, esto puede ser de manera total o parcial (ver Fig. N°97).

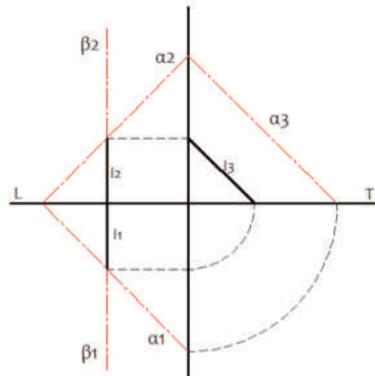


FIG. N°96.- REPRESENTACIÓN DESCRIPTIVA DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO DE PERFIL EN EL SISTEMA TRIÉDRICO

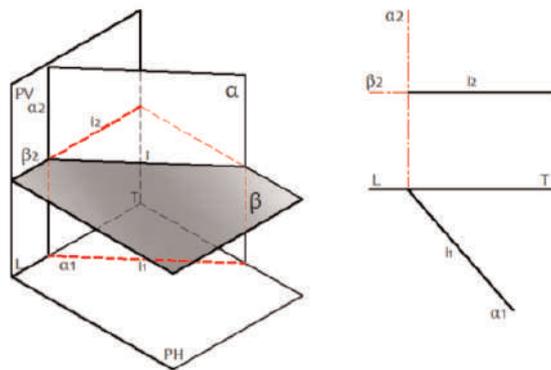


FIG. N°97.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO PARALELO AL PLANO HORIZONTAL Y UN PLANO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL

Los siguientes gráficos son claros ejemplos de la importancia de definir los puntos de intersección de las trazas de los planos interceptados, para luego proceder a obtener la resultante que denominamos *línea de intersección*, puesto que cuando las proyecciones de las intersecciones no presentan líneas de referencia, proyecciones homónimas o coincidencias con las trazas del plano, a veces podrían causar confusión en el momento de graficarlas, y valerse de este procedimiento considero que es lo más acertado y de fácil comprensión.

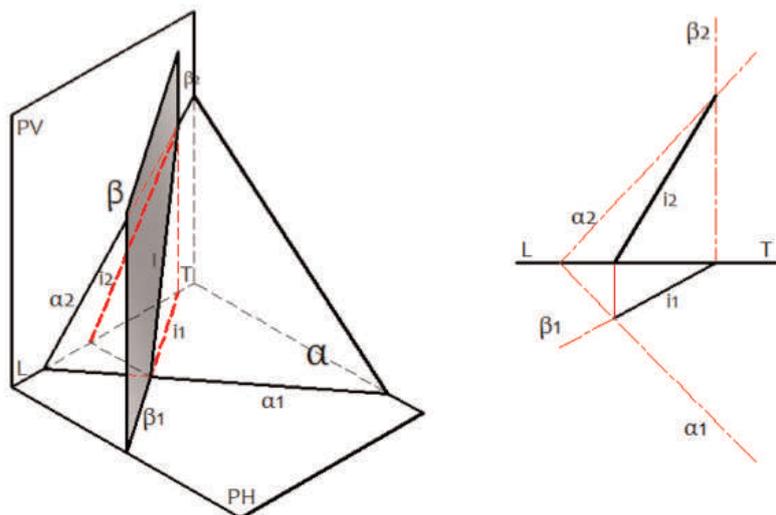


FIG. N°98.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL

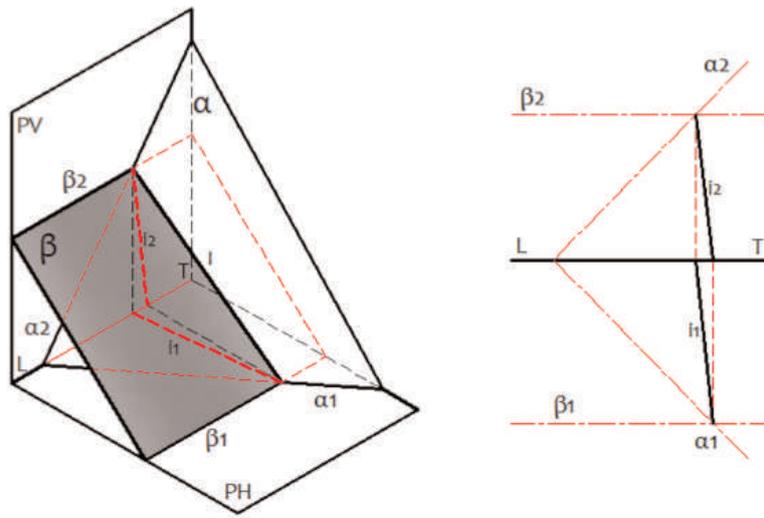


FIG. N°99.- PROYECCIÓN DE LA INTERSECCIÓN DE UN PLANO OBLICUO Y UN PLANO PARALELO A LA LÍNEA DE TIERRA

EJERCICIOS

- 1.- Hallar la intersección de un plano paralelo a la Línea de Tierra con un plano de perfil.
- 2.- Hallar la proyección de un plano paralelo al plano horizontal que dista a 15mm del plano horizontal y que se intercepta con un plano perpendicular al plano horizontal.
- 3.- Hallar la intersección de un plano oblicuo con un plano bisector.
- 4.- Hallar la intersección de un plano de canto con un plano paralelo al plano vertical, que posee un alejamiento de 2cm.

CAMBIO DE LOS PLANOS DE PROYECCIÓN. –

En Geometría Descriptiva se plantean varios métodos que permiten obtener las diferentes vistas de un objeto, pero a veces la posición del mismo no es la más favorable respecto a los planos de proyección, lo que provoca que no se refleje su *verdadera magnitud*.

Estos casos se presentan generalmente cuando el objeto por proyectarse no está paralelo a los planos de proyección o cuando el objeto en sí, está conformado por líneas oblicuas, las cuales, al ser proyectadas, mostrarán una medida inferior a la del tamaño real.

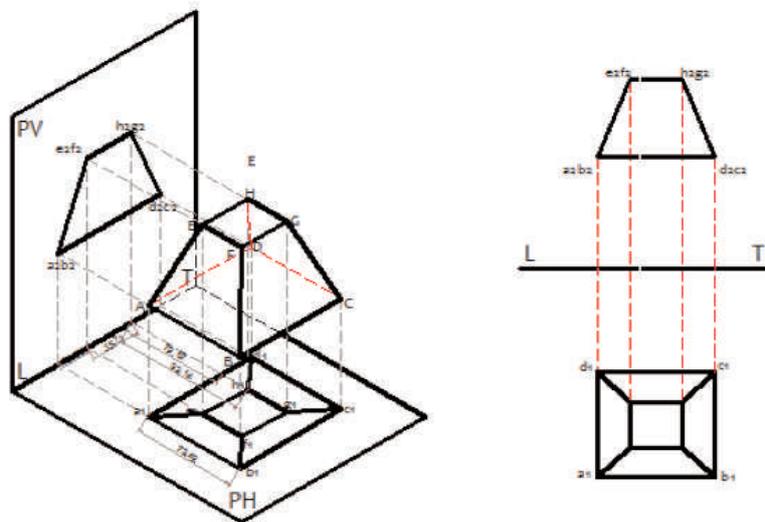


FIG. N°100.- PROYECCIÓN DE UNA PIRÁMIDE CUADRANGULAR TRUNCADA

En el gráfico anterior se observa cómo las medidas de los lados oblicuos de la pirámide truncada se reducen y en ninguna de las vistas obtenidas se encuentra la verdadera magnitud de estos.

El procedimiento aplicado en Geometría Descriptiva, que permite colocar en una mejor posición un objeto de acuerdo con lo que requiera el dibujante se denomina *Cambio de Planos*.

Para una mejor explicación de este método gráfico empezaremos por realizar, paso a paso, el cambio de planos de un punto, el cual aplicaremos de la siguiente manera:

- 1.- Se realizan las proyecciones del objeto utilizando el proceso sugerido para el sistema ortogonal con su respectivo depurado de planos.

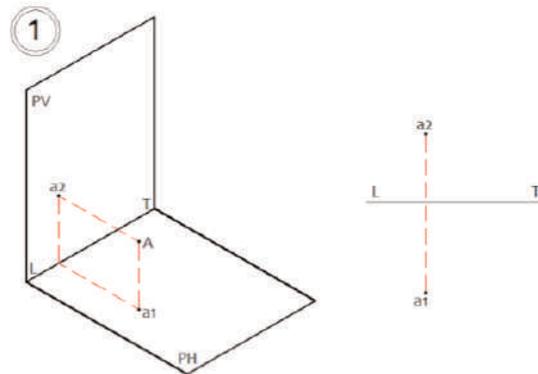


FIG. N°101a.- MÉTODO GRÁFICO: CAMBIO DE PLANOS (PASO N°1)

- 2.- Se propone la posición de un nuevo plano de proyección horizontal o vertical auxiliar, que reemplazará uno de los planos de proyección inicial.

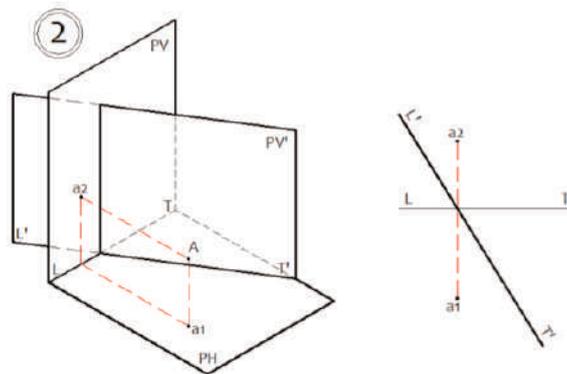


FIG. N°101b.- MÉTODO GRÁFICO: CAMBIO DE PLANOS (PASO N°2)

- 3.- De las proyecciones del plano que no fue reemplazado se trazarán rectas perpendiculares a la nueva Línea de Tierra, y de esta intersección se le dará continuidad para buscar los puntos de proyección.
- 4.- Para la ubicación de estos nuevos puntos de proyección, se tomarán las mismas medidas que tenían las proyecciones desde la Línea de Tierra a los puntos proyectados. En este ejercicio, en particular, tomaremos la misma medida de la Cota porque estamos reemplazando el plano vertical y así obtenemos una nueva vista del objeto.

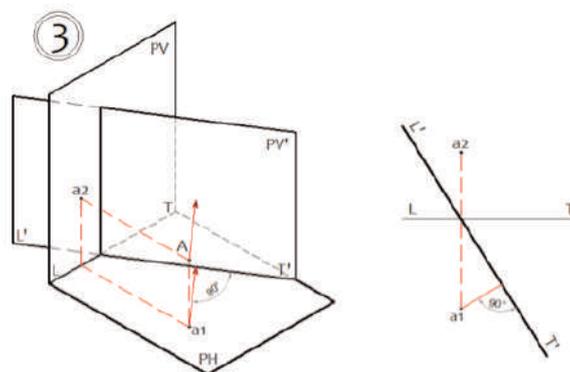


FIG. N°101c.- MÉTODO GRÁFICO: CAMBIO DE PLANOS (PASO N°3)

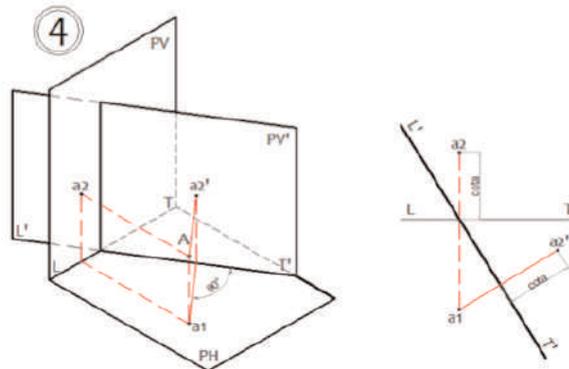


FIG. N°101d.- METODO GRAFICO: CAMBIO DE PLANOS (PASO N°4)

Cabe recalcar nuevamente que cuando se realiza este procedimiento, las medidas de Alejamiento o Cota del plano que no ha sido reemplazado, cambian totalmente, mientras que en el nuevo plano estas medidas se mantienen.

Si cambiamos la posición del plano horizontal se mantiene las medidas del alejamiento del punto, entonces las proyecciones quedarían como lo expresa el siguiente gráfico:

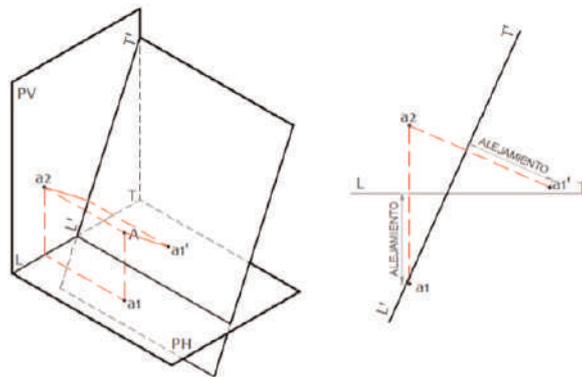


FIG. N°102.- CAMBIO DEL PLANO HORIZONTAL DE LA PROYECCIÓN DE UN PUNTO

No olvidemos que, para proyectar la verdadera magnitud de una línea o figura, esta debe estar paralela a un plano de proyección, por lo que este proceso debe buscar que los nuevos planos terminen siendo paralelos al elemento oblicuo del objeto.

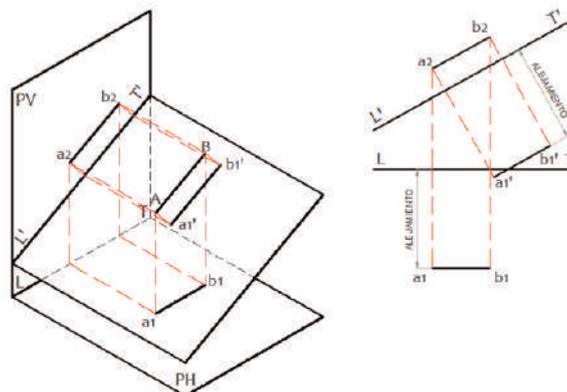


FIG. N°103.- CAMBIO DEL PLANO HORIZONTAL DE LA PROYECCIÓN DE UNA LÍNEA OBLICUA AL PLANO HORIZONTAL

En el ejercicio anterior al ubicar el plano auxiliar paralelo a la línea oblicua al plano horizontal, se pudo obtener su medida real.

En Geometría Descriptiva el verdadero ejercicio gráfico es la elaboración del depurado de planos, incluso las respuestas a los ejercicios son las representaciones descriptivas. En el caso de este texto se ha realizado la graficación de los diedros como una aplicación didáctica.

En un mismo ejercicio se pueden realizar varios cambios de planos hasta encontrar la posición más conveniente. La denominación de cada plano cambiará aumentando el número de comillas, según la cantidad de cambios que se vayan ejecutando.

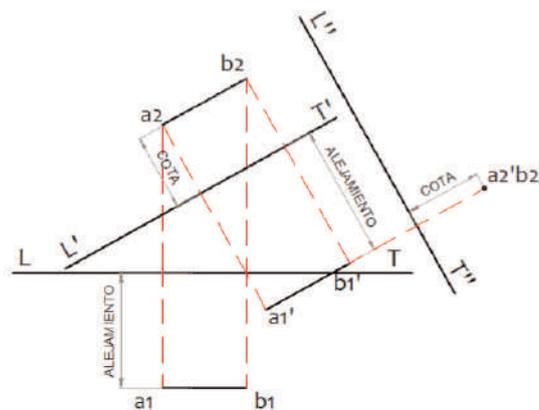


FIG. N°104.- CAMBIO DEL PLANO HORIZONTAL Y VERTICAL DE UNA LÍNEA OBLICUA

En el momento de realizar la proyección es necesario estar atentos a la ubicación de la *nueva Línea de Tierra*, porque eso definirá el sentido y el plano que se va a cambiar.

En los siguientes gráficos podemos observar cómo la posición de la nueva Línea de Tierra es la misma en los dos ejercicios, pero al ubicar las letras L' y T' conservando el sentido normal en el ejercicio N°1 y de manera inversa en el ejercicio N°2, provoca que en el primer caso se cambie el plano horizontal, mientras que en el segundo caso se cambia el plano vertical.

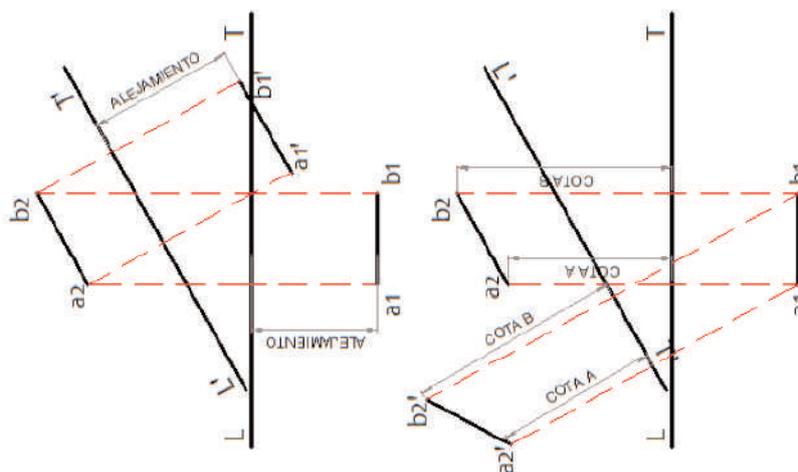


FIG. N°105.- EJERCICIOS DE APLICACIÓN DE CAMBIO DE PLANO DE ACUERDO CON EL SENTIDO DE LA LÍNEA DE TIERRA

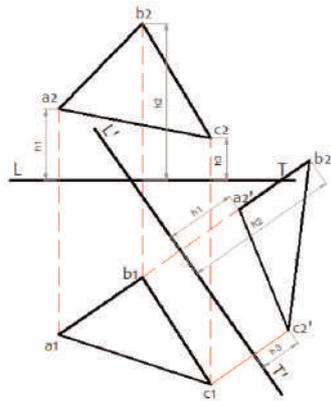


FIG. N°106.- PROYECCIÓN DE UN TRIÁNGULO CON CAMBIO DEL PLANO VERTICAL

Cuando la figura por proyectarse se encuentra oblicua a los dos planos de proyección, es más difícil encontrar la verdadera figura y magnitud de esta, no así cuando por lo menos está perpendicular a uno de los planos de proyección, porque al hacer coincidir en el mismo lugar la proyección del objeto que forma una línea con la nueva Línea de Tierra podemos obtener la verdadera magnitud de la figura.

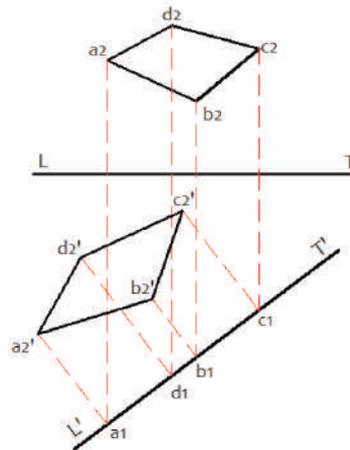


FIG. N°107.- PROYECCIÓN DE UN CUADRILÁTERO PERPENDICULAR AL PLANO HORIZONTAL CON CAMBIO DE PLANO VERTICAL

Cuando diseñamos es muy común encontrarnos con edificaciones de cubiertas inclinadas y para poder elaborar una maqueta o realizar un presupuesto necesitamos conocer cuál es el desarrollo total o medida exacta de la longitud de dicha área, entonces esta sería una herramienta de mucha utilidad para tal objetivo.

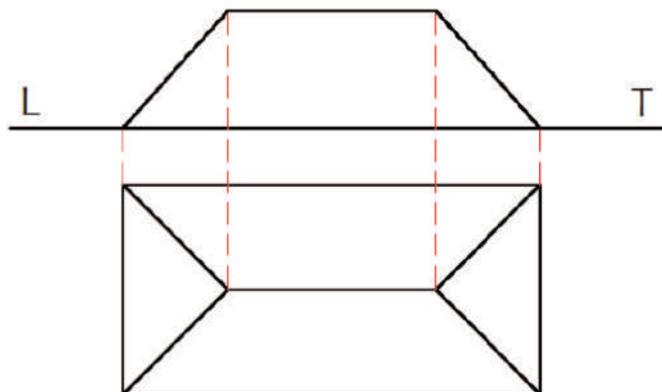


FIG. N°108.- EJEMPLO DE LAS VISTAS DE UNA CUBIERTA A CUATRO AGUAS

A simple vista se diría que el gráfico describe la planta y fachada de una cubierta, pero al tener sus aristas inclinadas no nos permite conocer las medidas correctas de todas sus caras, es por ello que utilizaremos un plano auxiliar vertical que estará paralelo a la línea que representa la inclinación de una de las caras del objeto, pues este proceso permitirá graficar la cara señalada con su verdadera magnitud.

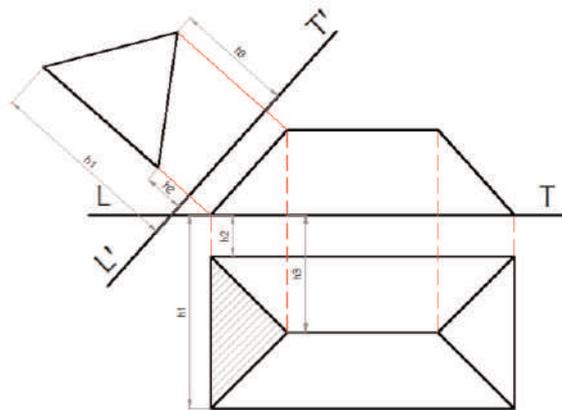


FIG. N°109.- CAMBIO DE PLANOS DE UNA CUBIERTA INCLINADA

EJERCICIOS

- 1.- Hallar la verdadera magnitud de cada una de las caras de una cubierta a cuatro aguas dispuesta en forma de "L".
- 2.- Hallar la verdadera magnitud de cada una de las caras de una cubierta a cuatro aguas dispuesta en forma de "H".

3.- SISTEMA DE PROYECCIÓN ORTOGONAL TRIÉDRICO. –

Este sistema es el complemento del sistema ortogonal triédrico, puesto que además del plano vertical y horizontal utilizaremos un tercer plano denominado plano de perfil. El desarrollo de los ejercicios se ejecutará con el mismo procedimiento que el sistema diédrico.

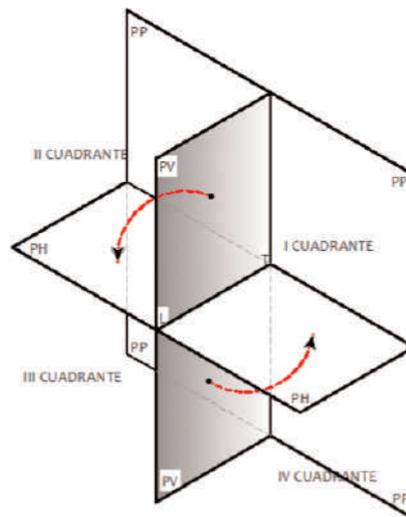


FIG. N°110.- SISTEMA DE PROYECCIÓN ORTOGONAL TRIÉDRICO

El abatimiento de los planos vertical y horizontal siguen los mismos lineamientos del sistema ortogonal diédrico, la diferencia la hará el plano de perfil, el cual rebatirá hacia el eje de las "x" o hacia el eje de las "y".

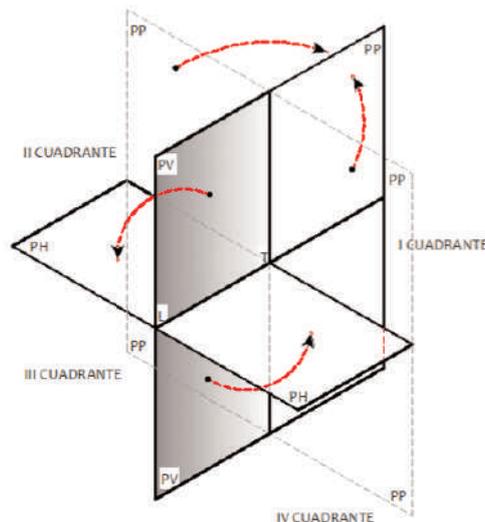


FIG. N°111.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL EJE DE LAS "Y"

En el caso del abatimiento de planos en el eje de las "y", el primer paso de este proceso es hacer que el plano de perfil se alinee en el mismo sentido que el plano vertical, sin importar el sentido del giro en los diferentes cuadrantes.

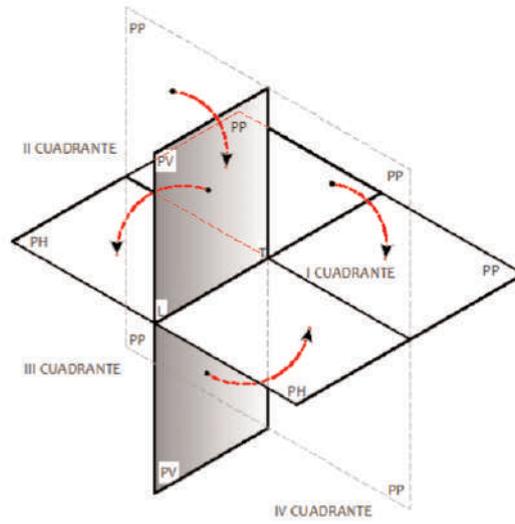


FIG. N°112.- REBATIMIENTO DE PLANOS EN EL EJE DE LAS "X"

En el caso del rebatimiento de planos en el eje de las "x", el plano de perfil se alineará en el mismo sentido que el plano horizontal, sin importar el sentido del giro en los diferentes cuadrantes.

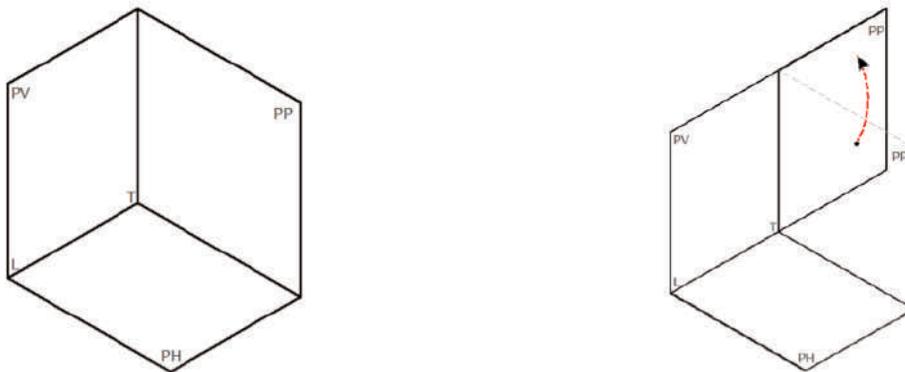


FIG. N°113a.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "Y" PRIMER CUADRANTE
(PRIMER Y SEGUNDO PASO)

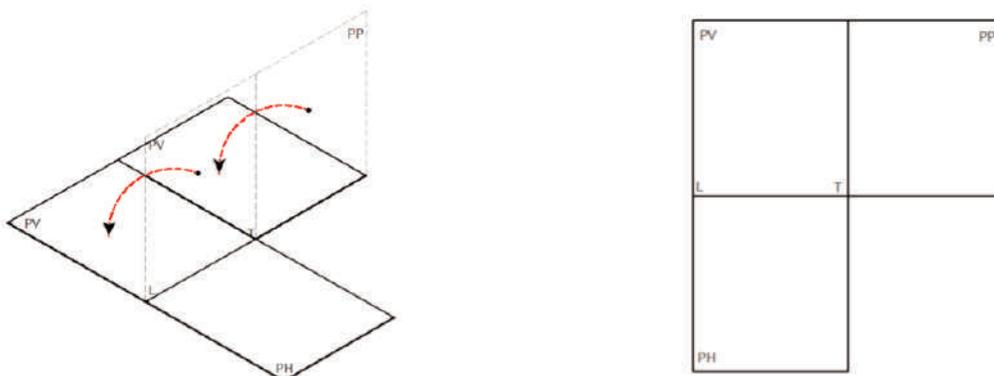


FIG. N°113b.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "Y" PRIMER CUADRANTE
(TERCER Y CUARTO PASO)

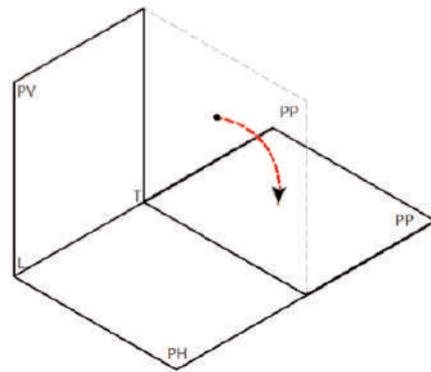
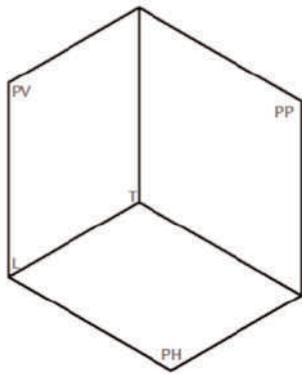


FIG. N°114a.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "X" PRIMER CUADRANTE (PRIMER Y SEGUNDO PASO)

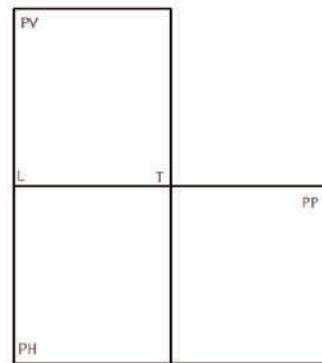
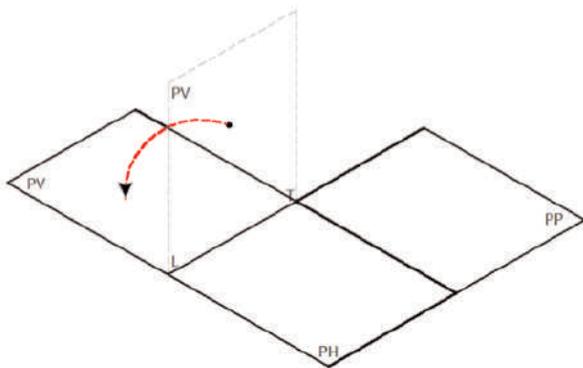


FIG. N°114b.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "X" PRIMER CUADRANTE (TERCER Y CUARTO PASO)

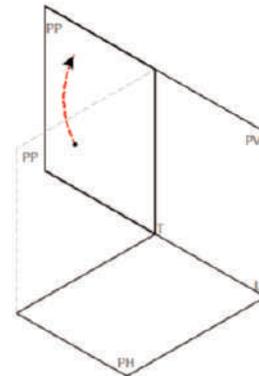
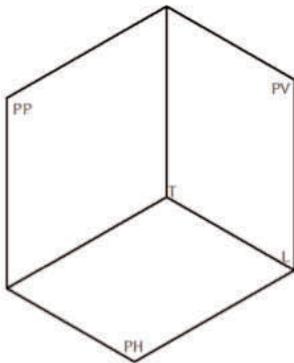


FIG. N°115a.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "Y" SEGUNDO CUADRANTE (PRIMER Y SEGUNDO PASO)

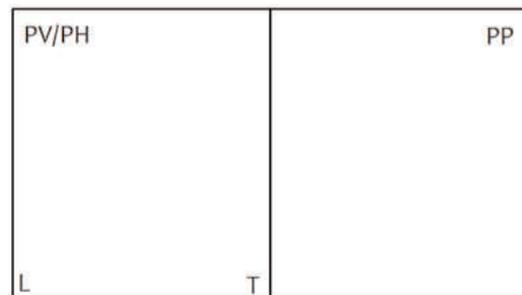
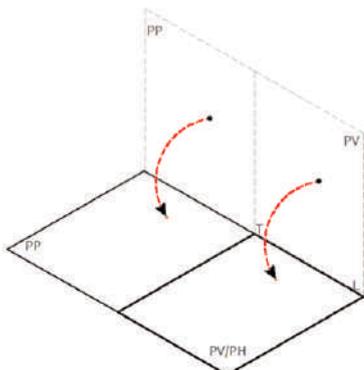


FIG. N°115b.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "Y" SEGUNDO CUADRANTE (TERCER Y CUARTO PASO)

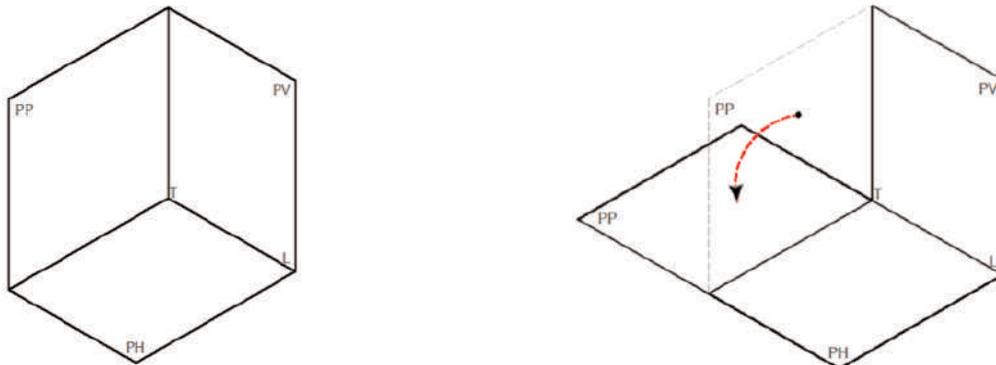


FIG. N°116a.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "X" SEGUNDO CUADRANTE
(PRIMER Y SEGUNDO PASO)

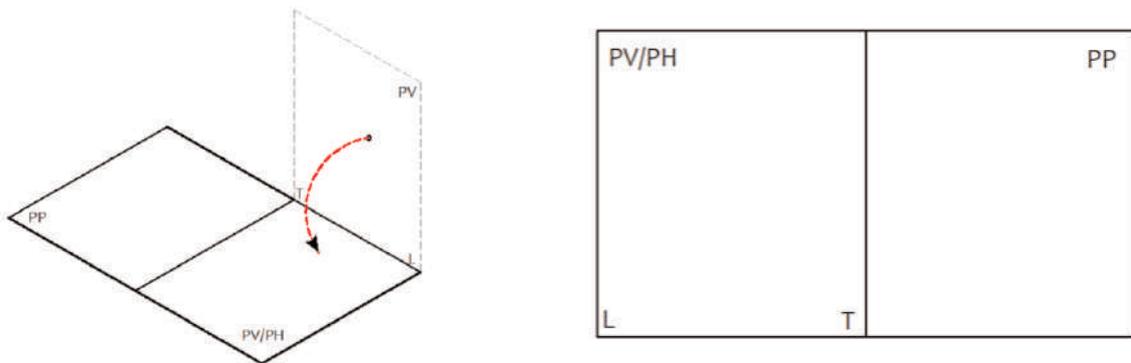


FIG. N°116b.- REBATIMIENTO DE PLANOS GIRO EN "X" SEGUNDO CUADRANTE
(TERCER Y CUARTO PASO)

EJERCICIOS

- 1.- Dibujar el proceso de los rebatimientos de planos con giro en "Y" del tercer cuadrante.
- 2.- Dibujar el proceso de los rebatimientos de planos con giro en "X" del tercer cuadrante.
- 3.- Dibujar el proceso de los rebatimientos de planos con giro en "Y" del cuarto cuadrante.
- 4.- Dibujar el proceso de los rebatimientos de planos con giro en "X" del cuarto cuadrante.

CAPITULO IV

Perspectiva

1

El término latín *perspectiva* significa *visión a través de*, como un término técnico se lo puede definir como un tipo de representación tridimensional que permite generar una ilusión óptica con la que se da realismo al objeto observado, pues posee tres características: sobre posición de elementos, escorzo o efecto de reducción de medidas y efecto de profundidad.

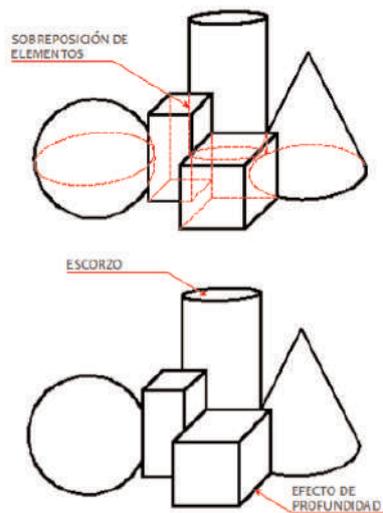


FIG. N°117.- CARACTERÍSTICAS DE LA PERSPECTIVA

Para su elaboración deben existir tres elementos fundamentales que son: el observador, el plano de proyección y el objeto por observarse.

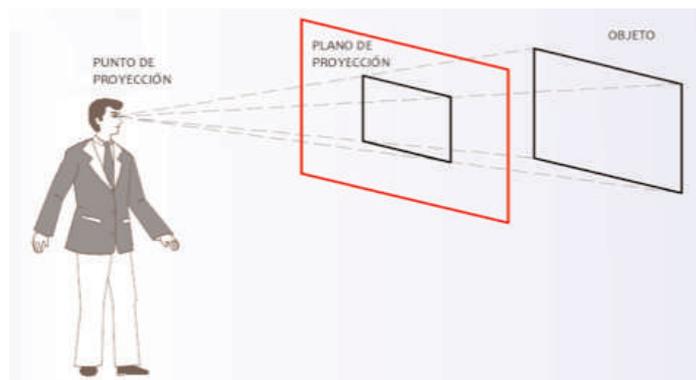


FIG. N°118.- ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA PERSPECTIVA

De acuerdo con el tipo de proyección que se utiliza para su elaboración, existen dos tipos de perspectivas las cuales se las denomina como perspectiva cónica y perspectiva paralela o axonométrica y se las puede clasificar de la siguiente manera:

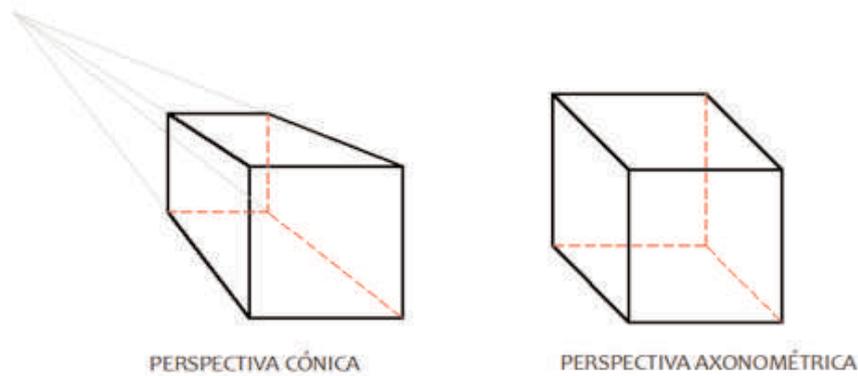
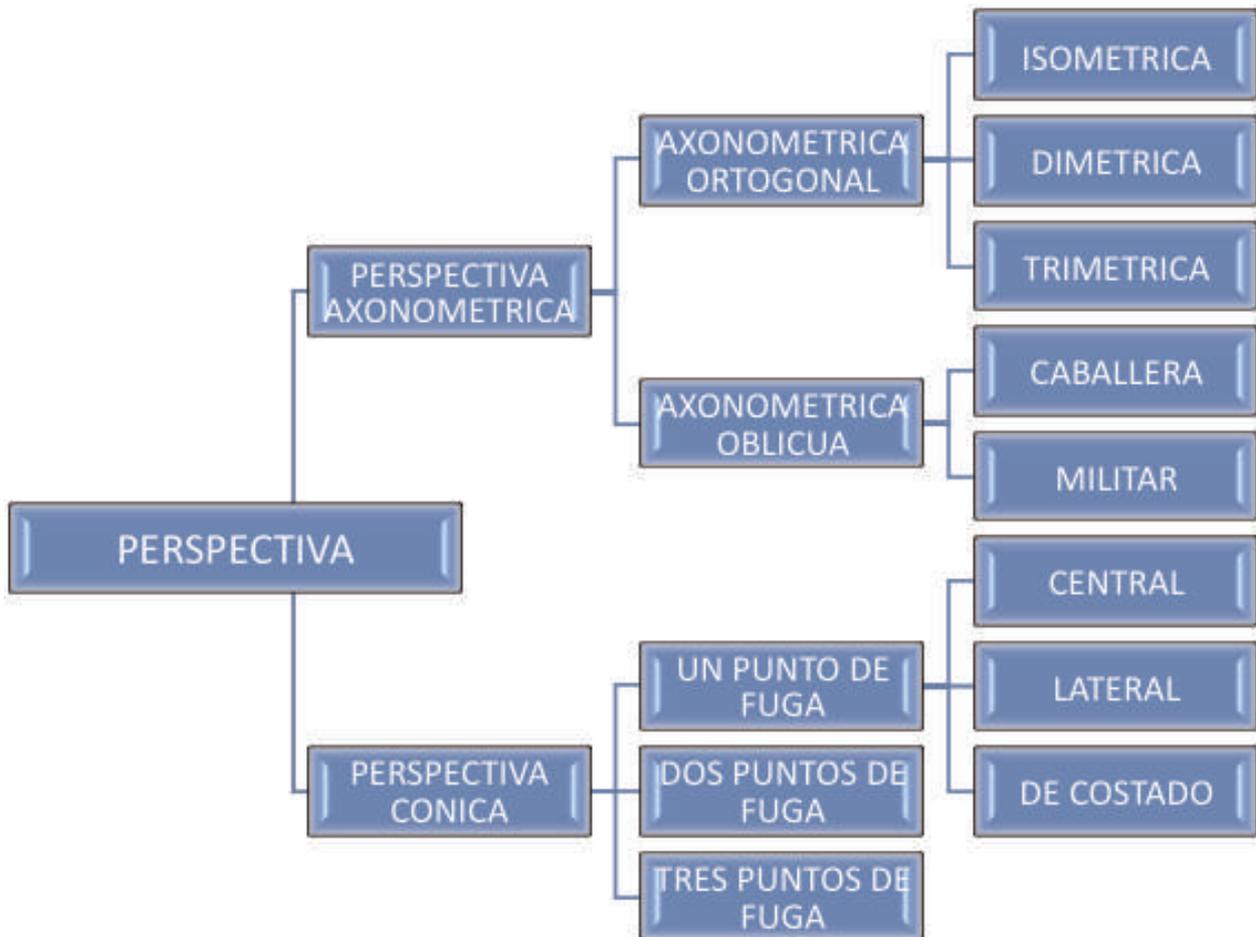


FIG. N°119.- TIPOS DE PERSPECTIVA

CLASIFICACIÓN DE LA PERSPECTIVA



1.- **PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA O PARALELA.** - El término axonometría significa "medir a lo largo de ejes". Es aquella que, mediante proyecciones ortogonales o paralelas, representa un objeto en tres dimensiones que no está paralelo a ninguno de los planos de proyección y cuyo desarrollo parte de un punto inicial del cual obtendremos los *ejes axonométricos* que darán forma a lo que se denomina *caja envolvente*, que es la figura originaria para elaborar el volumen final.

Los ejes axonómétricos son las líneas de referencia que conformarán la caja envolvente, los cuales tendrán ángulos cuya disposición determinará el punto de vista del objeto. Los componen: la *línea de altura* que se encuentra perpendicular a la Línea de Horizonte, y dos ángulos que representarán el *ancho* y la *profundidad* del objeto.

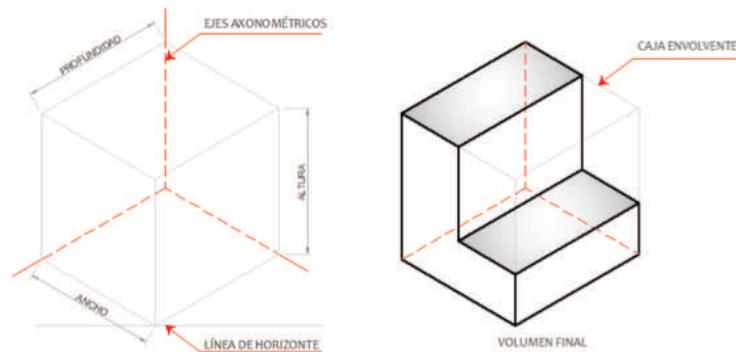


FIG. N°120.- CAJA ENVOLVENTE

Otra característica de las axonometrías es que su graficación no va a depender de la distancia o ubicación del observador como ocurre en la perspectiva cónica, sin embargo, el efecto de *escorzo* va a ser determinado por lo se denomina *coeficiente de reducción* que se aplicará en determinados ejes de acuerdo con el tipo de axonometría que se quiera representar.

Por lo tanto, los parámetros que van a diferenciar los tipos de axonometrías serán la disposición de sus ejes axonómétricos y el coeficiente de reducción que se aplicarán para graficar el efecto de profundidad del objeto. Este tipo de perspectiva se clasifica en dos grandes grupos: las perspectivas axonómicas ortogonales y las perspectivas axonómicas oblicuas.

1.1.- PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA ORTOGONAL. - Es aquella, cuyos ejes axonómétricos tienen ángulos mayores a 90° . Su coeficiente de reducción se aplicará en las medidas de las caras de la caja envolvente en la que se puede apreciar la profundidad del objeto. De acuerdo con los tipos de ángulos que conforman los ejes de la caja envolvente, este tipo de perspectiva se clasifica en: Isometría, Dimetría y Trimetría.

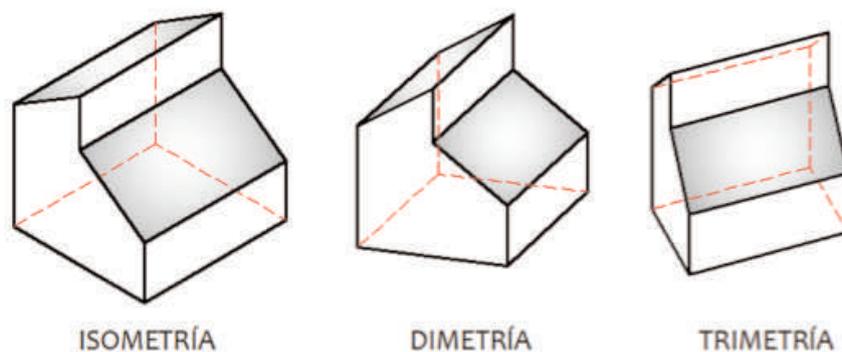


FIG. N°121.- TIPOS DE PERSPECTIVAS AXONOMÉTRICAS ORTOGONALES

1.1.1.- ISOMETRÍA

Es un tipo de perspectiva axonométrica ortogonal cuyos ejes axonométricos tienen ángulos iguales, por lo tanto los tres ángulos que lo conforman serán de 120° cada uno y si la unión de estos ejes la tomamos como un *ortocentro* (punto donde se intersectan las alturas de un triángulo), se formaría un triángulo equilátero. El coeficiente de reducción es igual a 1, lo que indica que sus medidas no se alteran y las caras frontal y lateral del objeto se apreciarían en igual proporción. De acuerdo con la disposición de los ángulos para graficar la caja envolvente, se utilizará la escuadra de 30° , como observamos en el gráfico ...

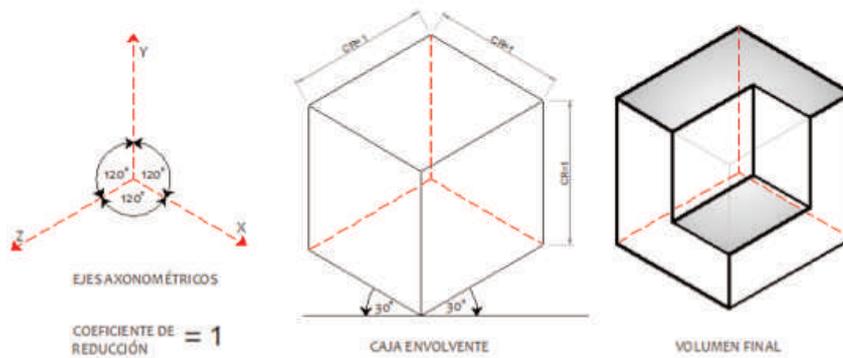


FIG. N°122.- CARACTERÍSTICAS DE LA ISOMETRÍA

1.1.2.- DIMETRÍA

Es un tipo de perspectiva axonométrica ortogonal cuyos ejes axonométricos tienen dos ángulos iguales y uno desigual, y si la unión de estos ejes la tomamos como un *ortocentro*, se formaría un triángulo isósceles. Este tipo de perspectiva se utiliza para poder visualizar de mejor manera la cara frontal del objeto por lo que el coeficiente de reducción se lo aplica en las medidas de la cara lateral y este es igual a $2/3$, lo que indica que las medidas de profundidad se multiplicarán por 0.66. En este caso se entendería que la posición de la caja envolvente podría variar su posición de acuerdo a los ángulos que se le ubiquen, siempre y cuando cumplan con la condición descrita, sin embargo, la mayoría de los autores consultados dividen los ángulos en dos ángulos de 131.5° y en otro de 97° , lo que provocaría que los ángulos de la caja envolvente tengan 41.5° del costado derecho y 7° del costado izquierdo, pero por manejo de medidas utilizan 42° y 7° como observamos a continuación.

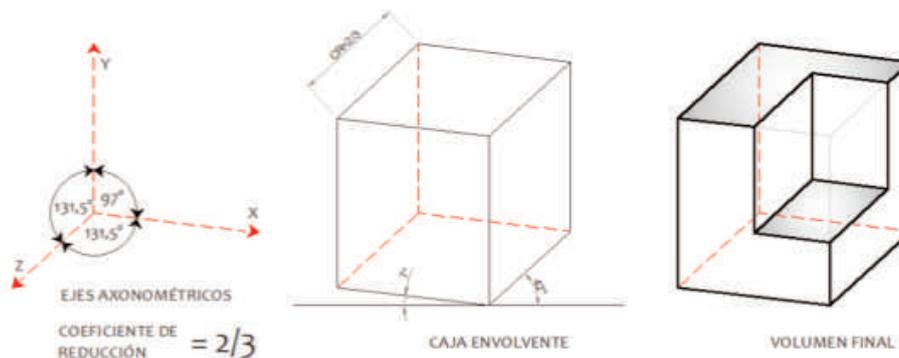


FIG. N°123.- CARACTERÍSTICAS DE LA DIMETRÍA

1.1.3.- TRIMETRÍA

Es un tipo de perspectiva axonométrica ortogonal cuyos ejes axonométricos tienen sus ángulos desiguales, y si la unión de estos ejes la tomamos como un *ortocentro*, se formaría un triángulo escaleno. Este tipo de perspectiva se utiliza para poder visualizar de mejor manera la cara lateral del objeto, por lo que el coeficiente de reducción se lo aplica en las medidas de la cara frontal y este es igual a $1/2$, lo que indica que las medidas de profundidad se multiplicarán por 0.50, y de acuerdo con la disposición de sus ángulos para graficar la caja envolvente se utilizará 15° en el costado derecho y 30° del costado izquierdo.



FIG. N°124.- CARACTERÍSTICAS DE LA TRIMETRÍA

1.2.- PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA OBLICUA. - Es aquella que en uno de sus ejes axonométricos tiene un ángulo de 90° . Su coeficiente de reducción se aplicará en las medidas de las caras o altura de la caja envolvente lo que determinará la disposición de la vista que se le quiera dar al objeto. De acuerdo con los tipos de ángulos que conforman los ejes de la caja envolvente, este tipo de perspectiva se clasifica en: Caballera y Militar.

1.2.1.- CABALLERA

Es un tipo de perspectiva axonométrica oblicua en donde el eje axonométrico que posee 90° está dispuesto de tal manera que su cara frontal no posee ningún ángulo de inclinación y más bien su cara lateral puede tener ángulos de 30° , 45° o 60° . Este tipo de perspectivas se utiliza para poder observar en su verdadera magnitud la vista frontal de un objeto. El coeficiente de reducción dependerá del ángulo que tenga la profundidad de la caja, entonces si tiene 30° su coeficiente será igual a 1, por lo tanto, sus medidas no se alteran; si tiene 45° su coeficiente será igual a $2/3$, lo que indica que sus medidas se multiplicarán por 0.66; y, si tiene 60° su coeficiente será igual a $1/2$, entonces sus medidas se multiplicarán por 0.5.

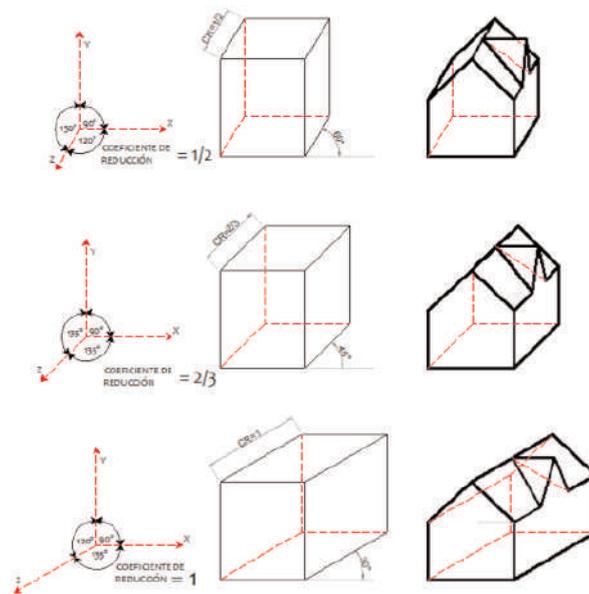


FIG. N°125.- PERSPECTIVA CABALLERA

1.2.2.- MILITAR

Es un tipo de perspectiva axonométrica oblicua en la que uno de sus ejes axonométricos posee 90° pero este no se encuentra perpendicular a la Línea de Tierra, formando dos tipos de cajas envolventes, la una con líneas de proyección de 45° y la otra con líneas de proyección de 30° y 60° . Este tipo de perspectivas se utiliza para poder observar en su verdadera magnitud la vista superior de un objeto, por lo que el coeficiente de reducción se aplicará en la altura de la caja envolvente y dependerá de la disposición de sus ángulos, entonces si esta tiene 45° , su coeficiente será igual a 1, por lo tanto, sus medidas no se alteran; si tiene 30° y 60° , su coeficiente será igual a $2/3$, lo que indica que sus medidas se multiplicarán por 0.66; y si tiene 45° , su coeficiente será igual a $3/4$, entonces sus medidas se multiplicarán por 0.75.

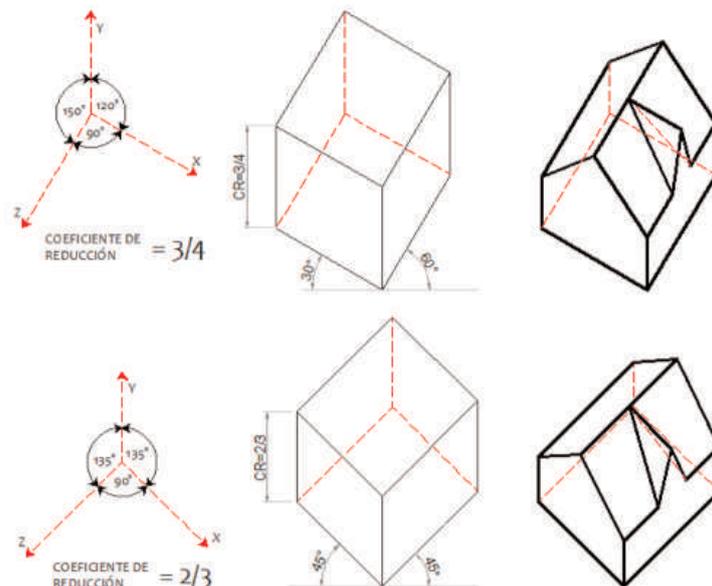


FIG. N°126.- PERSPECTIVA MILITAR

1.3.- MÉTODO DE ELABORACIÓN DE UNA PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

Como hemos explicado este tipo de perspectiva parte de una caja base denominada "caja envolvente", cuya posición variará de acuerdo con los ángulos y coeficiente de reducción que se calculará dependiendo del tipo de axonometría que se quiera aplicar, lo cual estará determinado por la vista o posición del objeto que se quiera resaltar.

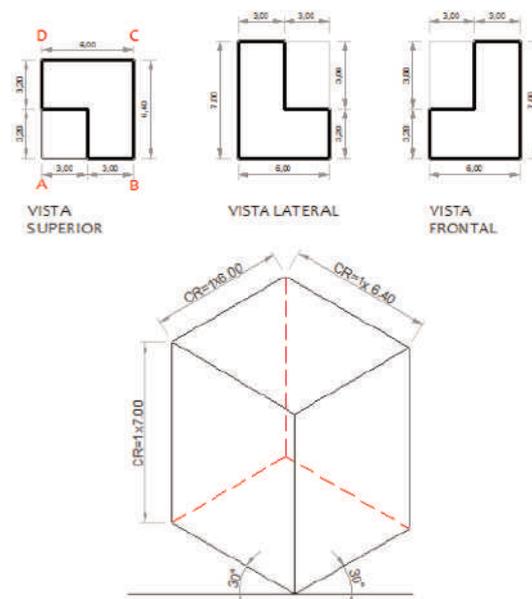


FIG. N°127.- CAJA ENVOLVENTE PARA DESARROLLAR ISOMETRÍA

El procedimiento para el desarrollo de este tipo de perspectiva es el mismo en todos los casos. Para el siguiente ejercicio tomaremos de ejemplo la axonometría isométrica, en la que se utilizan ángulos de 30° a cada lado y su coeficiente de reducción es igual a "1" por lo que sus medidas se van a mantener tal cual se presentan en sus vistas en dos dimensiones.

Una vez que se ha elaborado la caja envolvente, empezaremos por transportar las medidas de la vista superior y resaltaremos las líneas que ya quedarían definitivas en el volumen porque estarían en el nivel máximo de la caja.

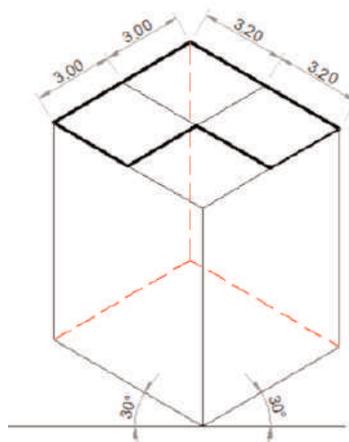


FIG. N°128.- VISTA SUPERIOR DEL OBJETO EN UNA ISOMETRÍA

A continuación, procederemos a colocar las medidas de altura para definir la vista frontal, donde también concretaremos las líneas definitivas, al igual que el caso anterior.

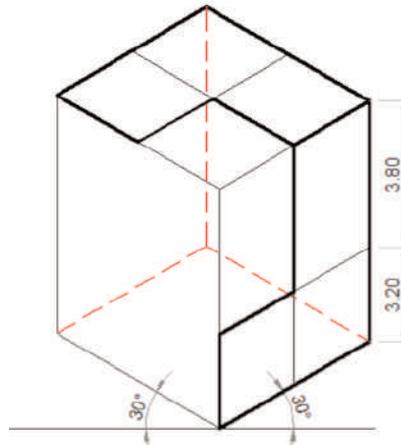


FIG. N°129.- VISTA FRONTAL DEL OBJETO EN UNA ISOMETRÍA

De la misma manera, con las medidas de altura ya definidas y utilizando las escuadras y graficando líneas paralelas a la caja envolvente, definiremos la vista lateral y se destacaran las líneas definitivas de esta cara. Por último, utilizando nuevamente líneas paralelas a los ángulos de la caja envolvente se unirán las aristas para completar el volumen final.

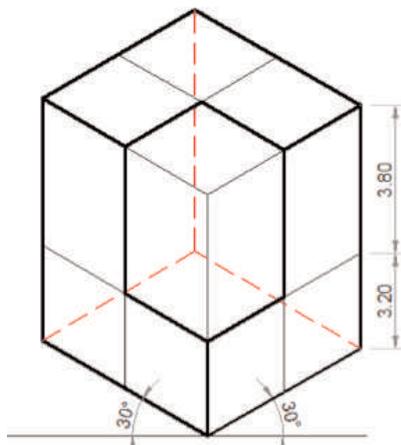


FIG. N°130.- VISTA LATERAL DEL OBJETO EN UNA ISOMETRÍA

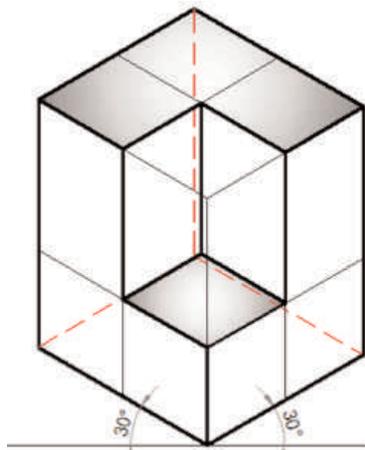


FIG. N°131.- VOLUMEN FINAL DEL OBJETO EN UNA ISOMETRÍA

2.- PERSPECTIVA CÓNICA. - Es aquella que mediante proyecciones cónicas representa un objeto en tres dimensiones. Está compuesta de varios elementos que permiten el desarrollo de métodos técnicos para su elaboración, tales como:

- *Punto del Observador.* - Es el punto que indica la distancia que existe entre el observador y el objeto por dibujarse. La posición del mismo reflejará un mayor o menor efecto de aproximación o sea que mientras exista mayor distancia entre el observador y el objeto, este reducirá su tamaño porque se entiende que está más lejos y mientras esta distancia sea mayor, el objeto aumentará sus dimensiones y por lo tanto estará más cerca.

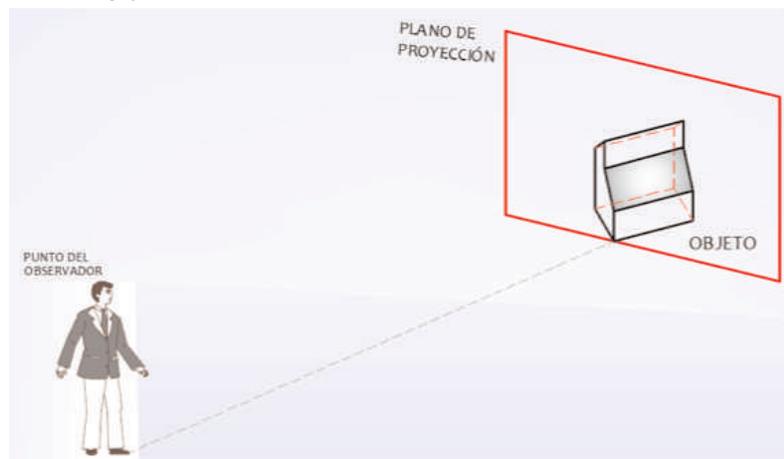


FIG. N°132a. - EFECTO DE APROXIMACIÓN DEL OBJETO

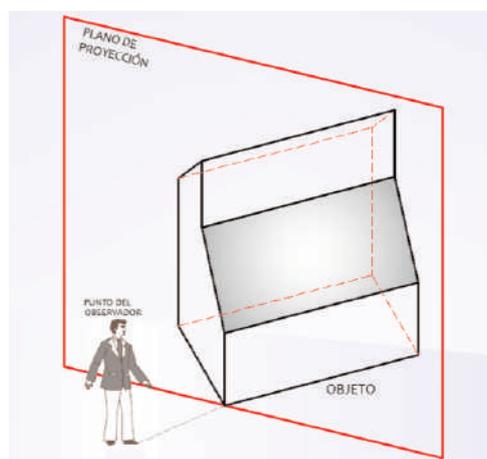


FIG. N°132b. - EFECTO DE APROXIMACIÓN DEL OBJETO

- *Plano de proyección.* - Es el recuadro o ventana que delimita el espacio por dibujarse. Este parámetro fue creado por los renacentistas quienes cuando se disponían a pintar un paisaje o un retrato *in situ*, llevaban un marco de madera que delimitaría lo que pintarían. En los métodos técnicos generalmente también está delimitado por la ubicación de los puntos de fuga.
- *Objeto.* - Es el elemento que se va a proyectar. Su ubicación respecto al observador se la debe considerar en dos aspectos: el primero, la distancia que existe entre estos dos elementos como ya explicamos en el gráfico anterior; y, el segundo, su posición respecto al ojo del observador lo cual se representa con la denominada Línea de Tierra, lo cual va a determinar el tipo de vista que se grafique.

- *Línea de Tierra*. - Es la línea de referencia que indica la posición del objeto por graficarse; esta puede ubicarse debajo del ojo del observador, a su misma altura o encima de este. De acuerdo con este parámetro se podrá destacar la vista superior, frontal, lateral o inferior del objeto.
- *Línea de Horizonte*. - Es la línea de referencia que indicaría la posición del ojo del observador, de acuerdo con su disposición en relación con la *Línea de Tierra* podemos graficar el objeto en tipos de vista: aérea, normal o de hormiga.

La relación de distancia entre la *Línea de Tierra* (posición del objeto) y la *Línea de Horizonte* (posición del ojo del observador), determinará la manera de graficar del objeto, mientras mayor distancia exista entre estas dos líneas, se podrá enfatizar la vista superior o inferior del objeto y mientras menor distancia exista, se podrá recalcar la vista lateral y frontal del objeto.

En los siguientes gráficos podemos observar como el objeto cambia su posición y por lo tanto su forma de representación, cabe indicar que también pueden presentarse variaciones de acuerdo a la cantidad de puntos de fuga que se emplee, como veremos más adelante en los momentos en que explicaremos la clasificación de la perspectiva cónica.

TIPOS DE VISTAS

Vista Aérea. - Como su nombre lo indica es cuando podemos observar el objeto como si estuviéramos subidos en un edificio o en un avión o simplemente nuestros ojos están a mayor distancia del objeto y observamos claramente su cara superior. Para lograr aquello, la ubicación de la Línea de Horizonte estará encima de la Línea de Tierra, mientras más espacio tengan entre sí, más podremos apreciar esta cara del objeto. Para lograr un mayor efecto se utilizan tres puntos de fuga.

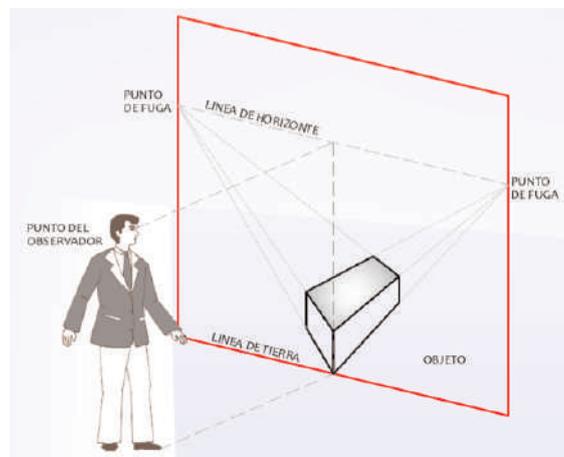


FIG. N°133a. - RELACIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA Y LÍNEA DE HORIZONTE (VISTA AÉREA)

Vista Normal. - También se la denomina vista frontal, pues es la manera de representar un objeto de tal manera, que se resaltan las caras lateral y frontal del objeto y se obvian las caras superior e inferior. En este caso la ubicación de la Línea de Horizonte está a menor distancia de la Línea de Tierra y la mitad de la altura del objeto estará muy aproximada a la Línea de Horizonte.

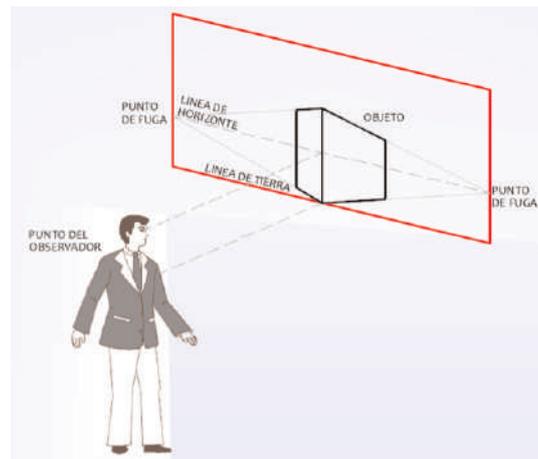


FIG. N°133b. - RELACIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA Y LÍNEA DE HORIZONTE
(VISTA NORMAL)

Vista de Hormiga. - Se la denomina así porque se la compara a la manera cómo insectos tan pequeños como las hormigas, observan todo lo que les rodea. La ubicación de la Línea de Horizonte estará debajo de la Línea de Tierra. Mientras más espacio tengan entre sí y de acuerdo con la posición del objeto por proyectarse, se podría observar la cara inferior del objeto. Para lograr un mayor efecto se utilizan tres puntos de fuga.

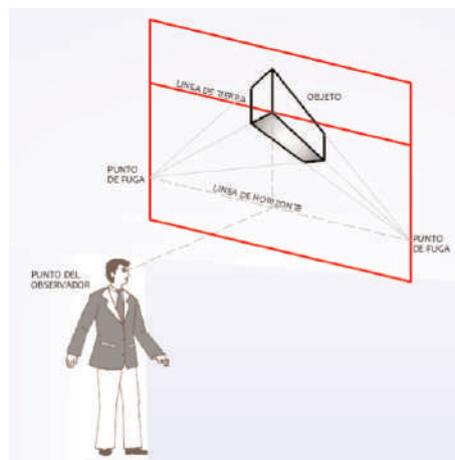


FIG. N°133c. - RELACIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA Y LÍNEA DE HORIZONTE
(VISTA DE HORMIGA)

- **Puntos de Fuga.** - Es el o los puntos que se ubican en la Línea de Horizonte y en ellos deben converger todas las líneas de proyección cónica, las cuales, como su nombre lo indica, forman un cono que se considera la característica principal de este tipo de perspectiva. La utilización de estos puntos permite que el gráfico tenga más realismo.
- **Líneas de Proyección.** - Son líneas de referencia que convergen en el o los puntos de fuga y permiten representar la profundidad del objeto con efectos de proporción.
- **Ángulo de Proyección.** - Es el ángulo visual que posee el observador. Se dice que ángulo visual del ser humano es de 90° , debido a la forma de su globo ocular, por lo que es el que se utiliza dándole variaciones de acuerdo con la cara del objeto que se quiere resaltar.

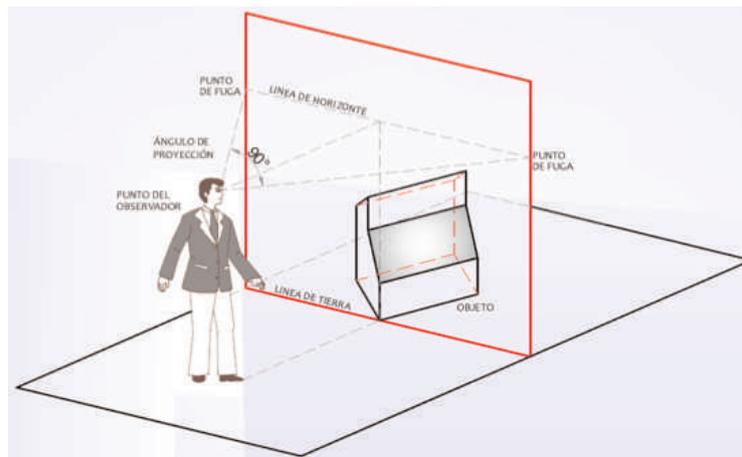


FIG. N°134. – ELEMENTOS DE LA PERSPECTIVA CÓNICA

CLASIFICACION DE LA PERSPECTIVA CÓNICA

Este tipo de perspectiva se clasifica de acuerdo con la cantidad de puntos de fuga que se ubican en la Línea de Horizonte, los cuales pueden ser uno, dos o tres puntos, como ya indicamos la posición de la Línea de Horizonte también aporta a la vista que obtengamos del objeto.

PERSPECTIVA CON UN PUNTO DE FUGA. – Como su nombre lo indica es aquel tipo de perspectiva cuyas líneas de proyección convergen en un solo punto de fuga.

Cuando se grafican objetos específicos este tipo de perspectiva a su vez se clasifica en perspectiva central, lateral o de costado, lo cual dependerá de la ubicación del punto de fuga y en los dos primeros casos y de la ubicación del objeto en el tercer caso, como podemos observar a continuación.

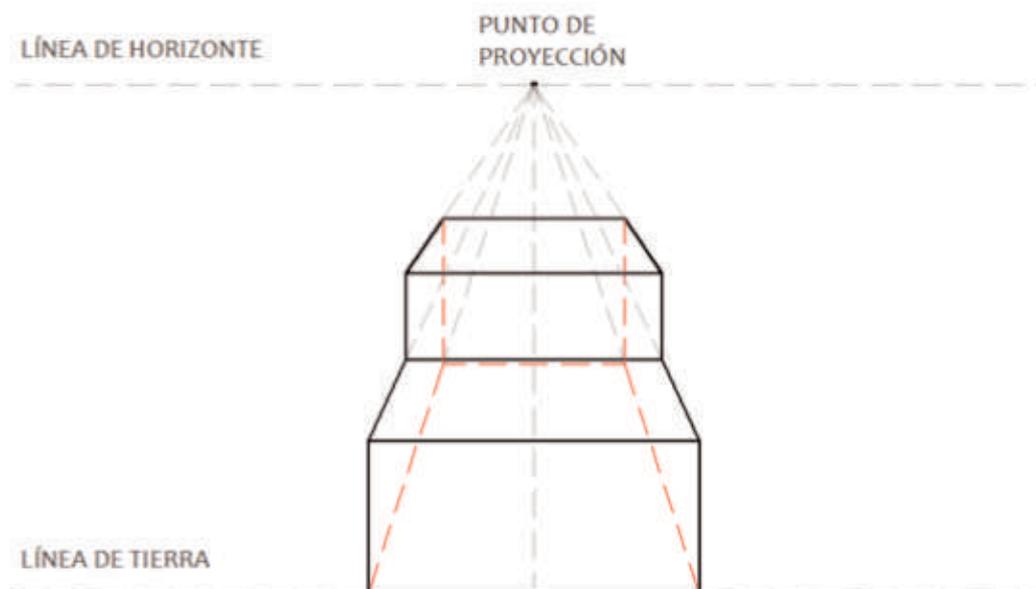


FIG. N°135. – PERSPECTIVA CENTRAL (UN PUNTO DE FUGA)

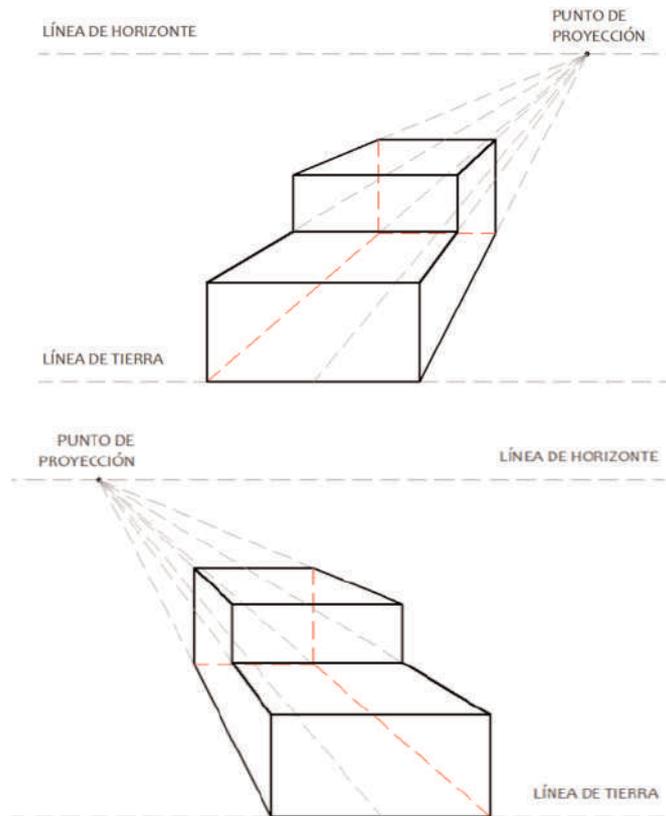


FIG. Nº136. - PERSPECTIVA LATERAL (UN PUNTO DE FUGA)

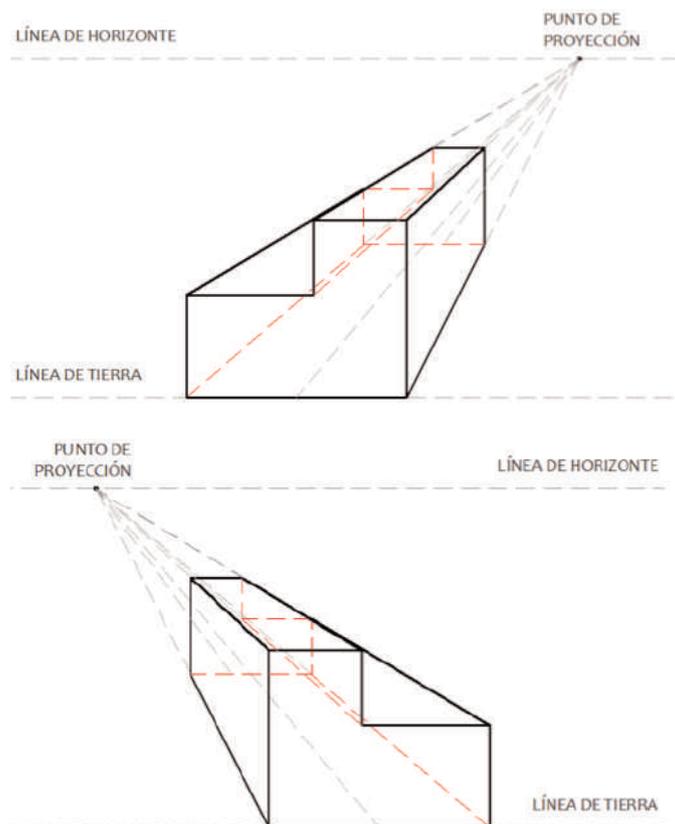


FIG. Nº137. - PERSPECTIVA DE COSTADO (UN PUNTO DE FUGA)

Cuando se utiliza para realizar perspectivas interiores podemos observar que la ubicación del punto de fuga nos permitirá destacar en mayor proporción el piso, el techo o las paredes laterales dependiendo del detalle que se quiera explicar, por medio de este tipo de representación. A continuación, tenemos varios ejemplos:

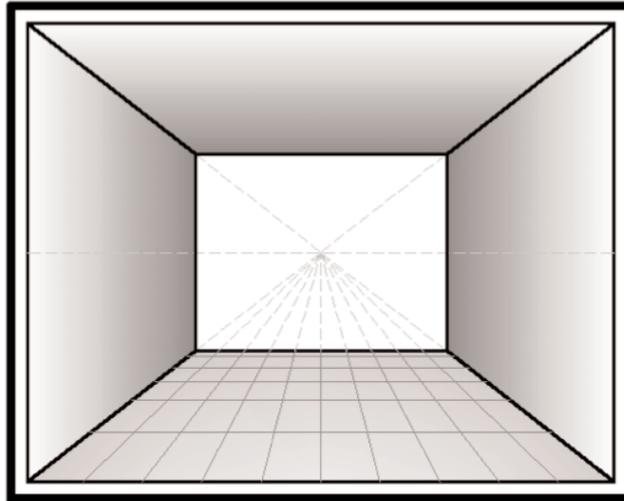


FIG. N°138. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL

En este tipo de perspectiva la proporción de piso, techo y paredes es equitativa, pues el punto de fuga está central, respecto al plano de proyección y por lo tanto no se pretende sobresalir ninguna de las partes de la habitación.

En los siguientes gráficos, si bien la Línea de Horizonte está ubicada en la parte central de la altura total de la habitación, el punto de fuga se encuentra sesgado hacia el lado contrario que va a presentar mayor desarrollo.

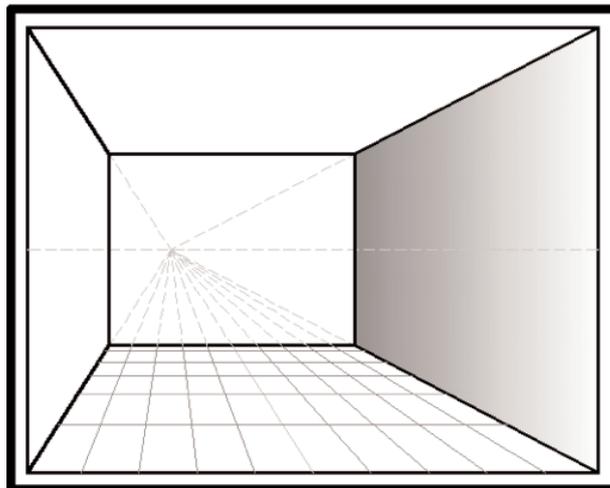


FIG. N°139. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL LATERAL IZQUIERDO

En este caso al ubicar el punto de fuga hacia el costado izquierdo, el desarrollo de la pared derecha va a ser mayor que la pared izquierda, mientras que en el siguiente gráfico la condición se revierte debido al cambio de la posición del punto de fuga.

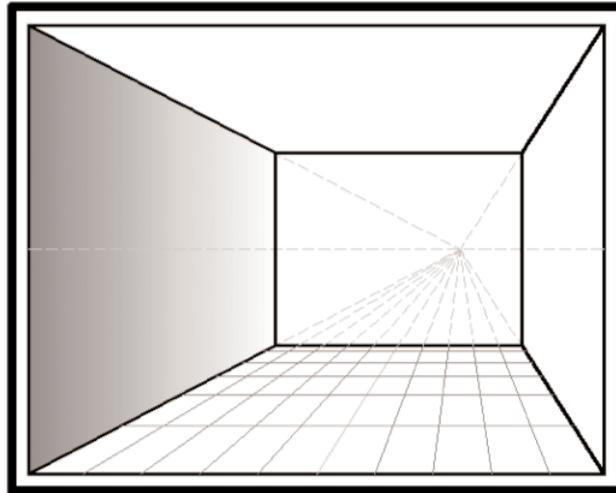


FIG. N°140. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL LATERAL DERECHA

Ahora si el punto de fuga se mantiene en el centro en sentido horizontal, pero se lo desplaza hacia arriba o hacia abajo, el efecto que logrará es el desarrollo de la perspectiva de lo que se encuentra en el piso o de algún detalle en particular, que se quiera resaltar en el techo.

Así mismo observaremos que el desplazamiento del punto de fuga hacia la derecha o hacia la izquierda también permitirá el desarrollo de las paredes laterales, en mayor o menor proporción.

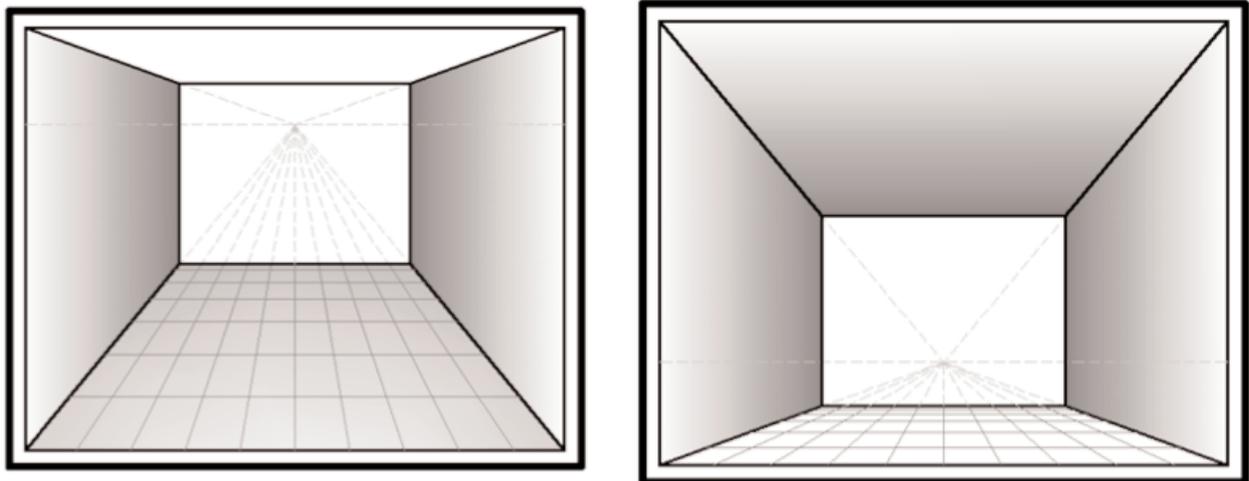


FIG. N°141. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL CON DESPLAZAMIENTO
HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO

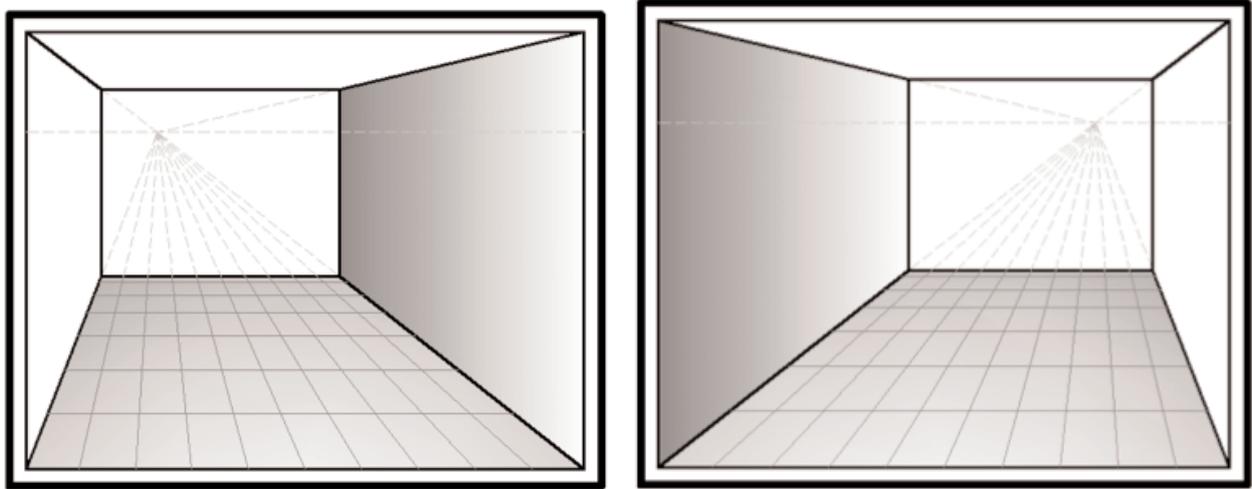


FIG. N°142. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL CON DESPLAZAMIENTO
HACIA ARRIBA Y A LOS COSTADOS IZQUIERDO O DERECHO

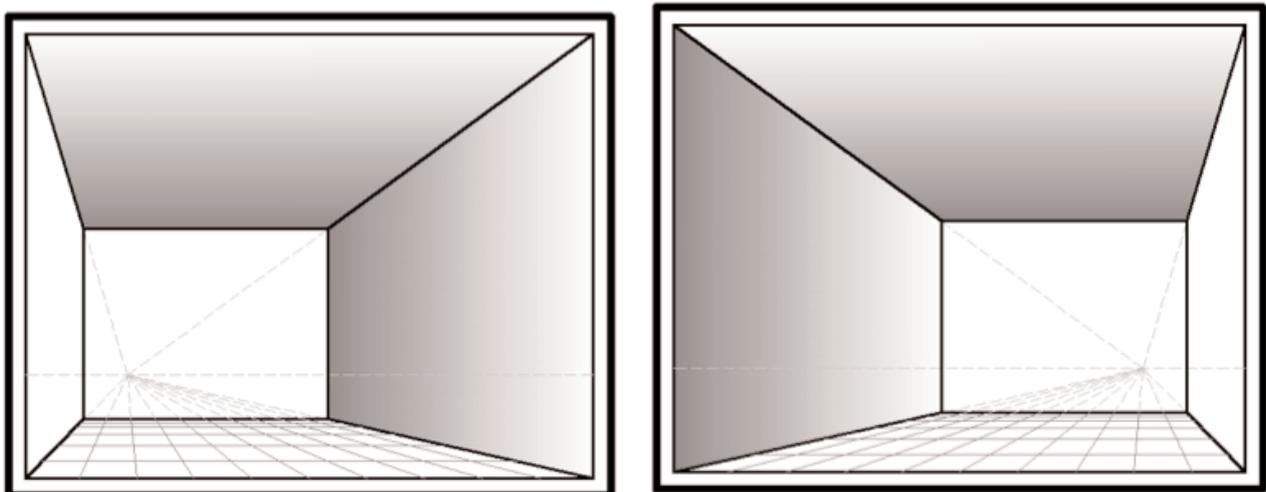


FIG. N°143. – PERSPECTIVA INTERIOR PUNTO DE FUGA CENTRAL CON DESPLAZAMIENTO
HACIA ABAJO Y A LOS COSTADOS IZQUIERDO O DERECHO

PERSPECTIVA CON DOS PUNTOS DE FUGA. – Es aquella que para su graficación utiliza dos puntos de fuga. De acuerdo con la ubicación del ángulo visual se podrá resaltar la cara frontal o lateral del objeto.

Para realizar este tipo de perspectiva se aplican varios métodos, sin embargo, a criterio propio este es el que utiliza los elementos antes descritos para la elaboración de la representación gráfica.

En primer lugar, es necesario tener establecidos los siguientes datos:

- 1.- El Punto Cónico, consiste en determinar de la arista del objeto que se va a observar. Generalmente la figura se la enmarca en una caja envolvente, que va a tener cuatro aristas, por lo que podremos con

esto cambiar la posición del mismo, sobre todo, tenemos un objeto asimétrico para poder observar todas sus caras.

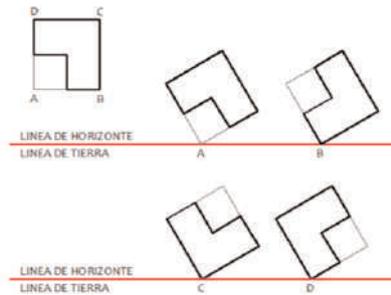


FIG. N°144. – PUNTOS CÓNICOS DE UN OBJETO

- 2.- La Distancia del objeto hasta el ojo del observador.
- 3.- El ángulo visual, que, como ya indicamos para el globo acular del ser humano es de 90° , cuya ubicación puede variar de acuerdo con el ángulo de donde se mire el objeto. Por lo general para un mejor uso de los materiales técnicos se utilizan los ángulos que poseen las escuadras en este caso 45° o 30° y 60° .

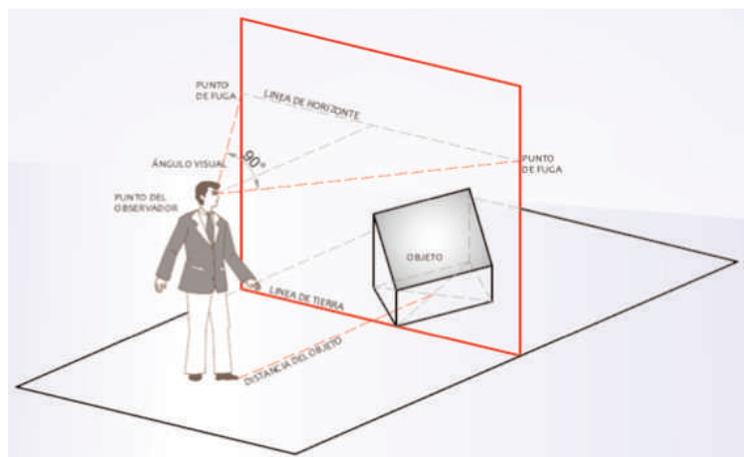


FIG. N°145. – ELEMENTOS DE LA PERSPECTIVA CÓNICA CON DOS PUNTOS DE FUGA

Para aplicar el siguiente método, graficamos lo antes representado como si lo estuviéramos observando una vista superior, de tal manera que este sería el primer gráfico en el cual utilizaremos los datos antes descritos.

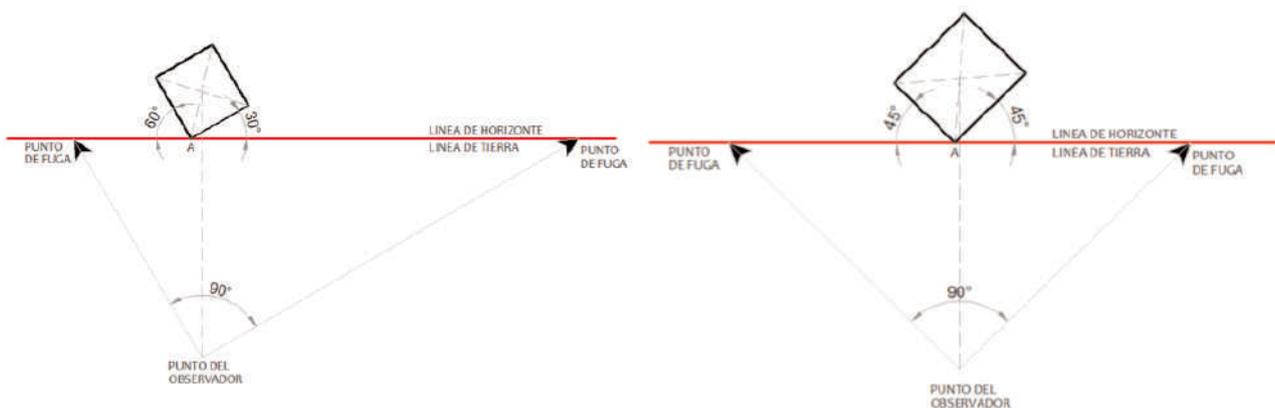


FIG. N°146. – ÁNGULOS VISUALES EN UNA PERSPECTIVA CÓNICA

Como pudimos observar, el ángulo visual puede cambiar de ubicación, pero siempre su medida será de 90° . Otro aspecto que hay que resaltar es que el punto del observador es lo que determinará la ubicación de los puntos de fuga.

Ahora bien, como ya se explicó en párrafos anteriores, la distancia del objeto al observador formará el efecto de aproximación, por lo que a partir de los puntos de fuga se crearán los llamados *puntos de distancia*, los cuales se ubicarán en la Línea de Horizonte y servirán para mantener las medidas de proporción del objeto de acuerdo con la ubicación del *observador*.

En la práctica, se debe colocar el brazo con punta metálica del compás en un punto de fuga y el brazo con punta de lápiz en el punto del observador, creando un arco cuya finalidad es la ubicación del punto de distancia. Al haber dos puntos de fuga, se trazarán dos puntos de distancia.

No podemos olvidar, que esta graficación la estamos tomando desde la vista superior, para tomar los datos que nos servirán para el desarrollo del dibujo.

Recapitulando podemos decir, que con este proceso hemos determinado la ubicación de los puntos de fuga, los puntos de distancia y el objeto, los que se obtuvieron de acuerdo con el ángulo visual y la distancia del observador al objeto.

Cabe indicar que los datos obtenidos y antes mencionados, se colocarán en la Línea de Horizonte (posición de los ojos del observador) del segundo gráfico, donde se realizará el desarrollo del dibujo de lo que está percibiendo el observador.

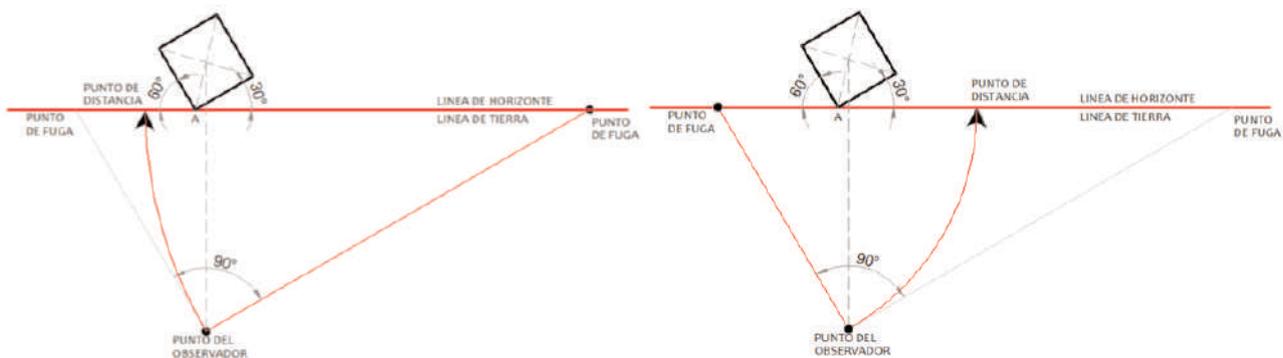


FIG. N°147. – PUNTOS DE DISTANCIA EN UNA PERSPECTIVA CÓNICA CON DOS PUNTOS DE FUGA

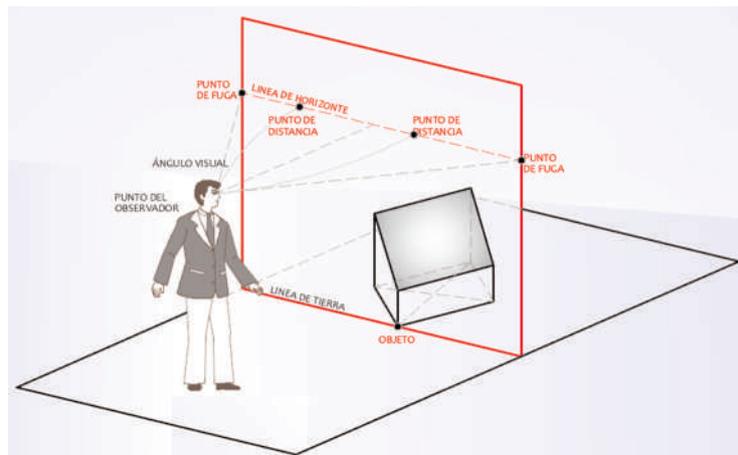


FIG. N°148. – ELEMENTOS DE PERCEPCIÓN DEL OBSERVADOR

En el gráfico anterior detallamos los elementos encontrados, que se utilizarán para elaborar la proyección cónica del objeto.

En esta nueva fase del ejercicio necesitaremos un nuevo dato que es la Distancia que existe entre la Línea de Horizonte (posición del ojo del observador) y la Línea de Tierra (posición del objeto), lo cual va a fijar el tipo de vista del objeto (Ver Fig.N°36).

Teniendo determinados todos los datos, procedemos a trazar las dos primeras líneas que partirán de la ubicación del objeto y llegarán, mediante rayos proyectantes, a los dos puntos de fuga.

Sobre la Línea de Tierra se colocarán las medidas del objeto tanto de su lado derecho como del izquierdo, y se guiarán a los puntos de distancia hasta interceptar con las líneas que se trazaron hacia los puntos de fuga.

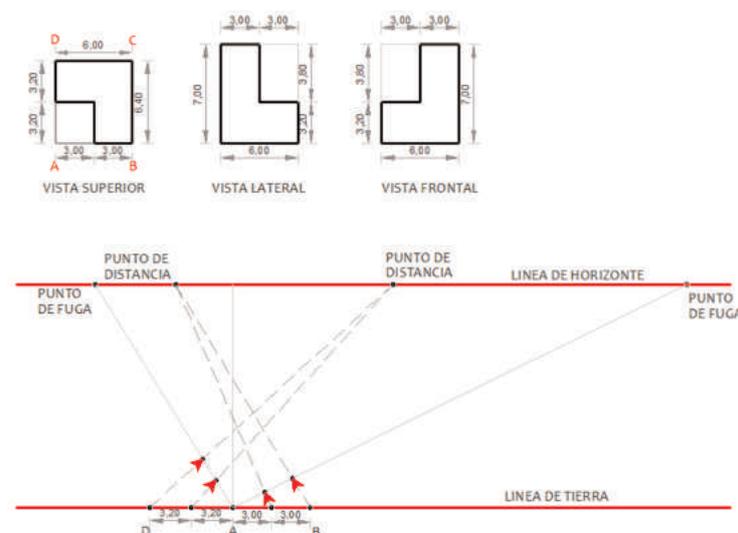


FIG. N°149. – USO DE PUNTOS DE DISTANCIA EN LA PERSPECTIVA CÓNICA CON DOS PUNTOS DE FUGA

Como podemos observar las medidas se dispondrán de acuerdo con el punto cónico, se podrá ubicar alguna medida adicional si el dibujo lo requiere.

Luego de este paso, en el punto que interceptan las líneas antes trazadas serán guiadas las líneas de proyección hacia sus respectivos puntos de fuga y de esta manera obtendremos la cara superior de objeto, de la cual se trazarán líneas perpendiculares a la Línea de Tierra las cuales tendrán la altura que determine la línea principal donde se ubicó el punto cónico pues aquí se medirán las alturas que tenemos en las vistas laterales y frontales, en dos dimensiones del objeto.

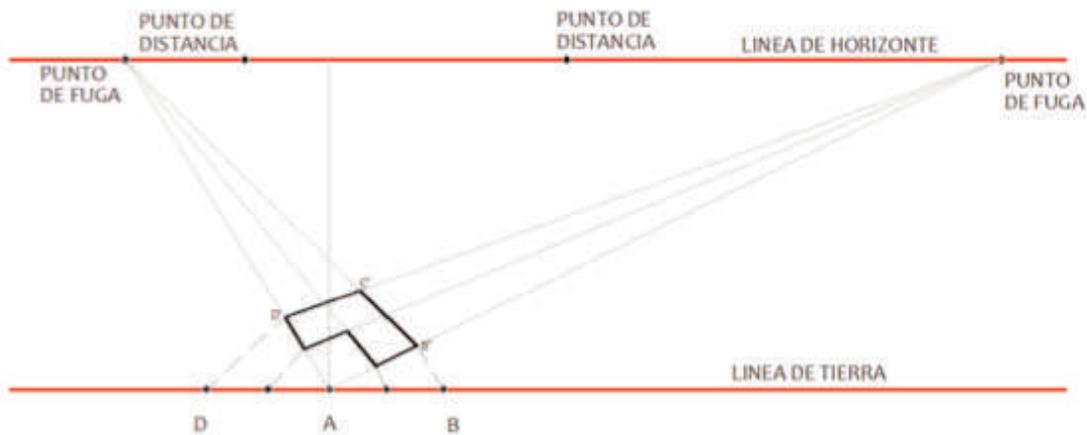


FIG. N°150. – USO DE LOS PUNTOS DE FUGA EN LA PERSPECTIVA CÓNICA CON DOS PUNTOS DE FUGA PARA OBTENER LA VISTA SUPERIOR DE UN OBJETO

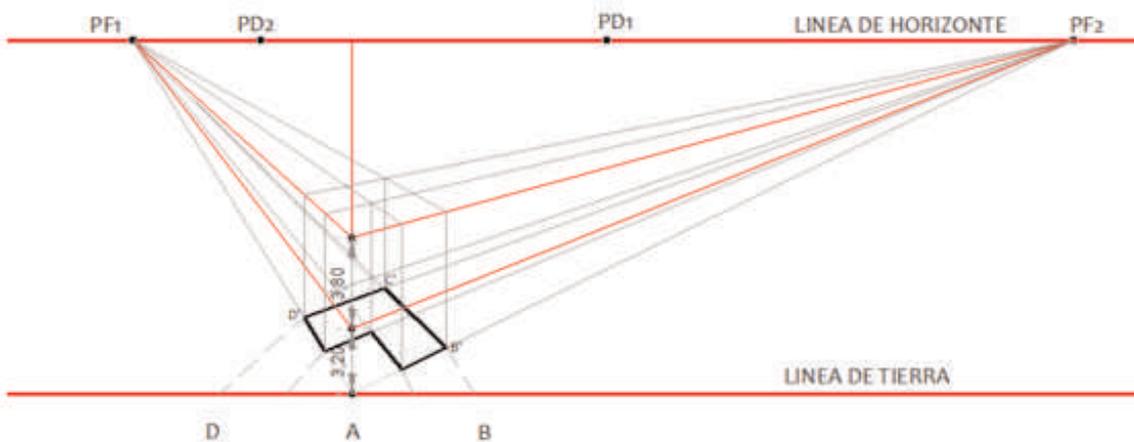


FIG. N°151. – USO DE LA LÍNEA DE ALTURAS EN LA PERSPECTIVA CÓNICA CON DOS PUNTOS DE FUGA PARA OBTENER LAS VISTAS LATERAL Y FRONTAL DE UN OBJETO

Ahora bien, con la ayuda de las vistas del objeto vamos definiendo las caras del objeto, las mismas que se resaltarán porque formarán parte del volumen definitivo, que se complementará finalmente con la unión de estas aristas entre sí.

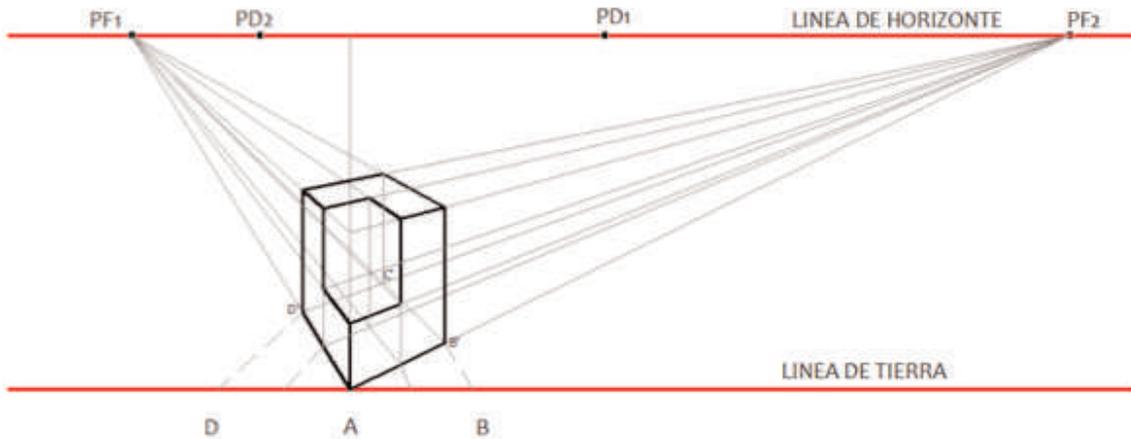


FIG. N°152. – DEFINICIÓN DE LAS CARAS DE UN VOLUMEN DE ACUERDO A SUS VISTAS

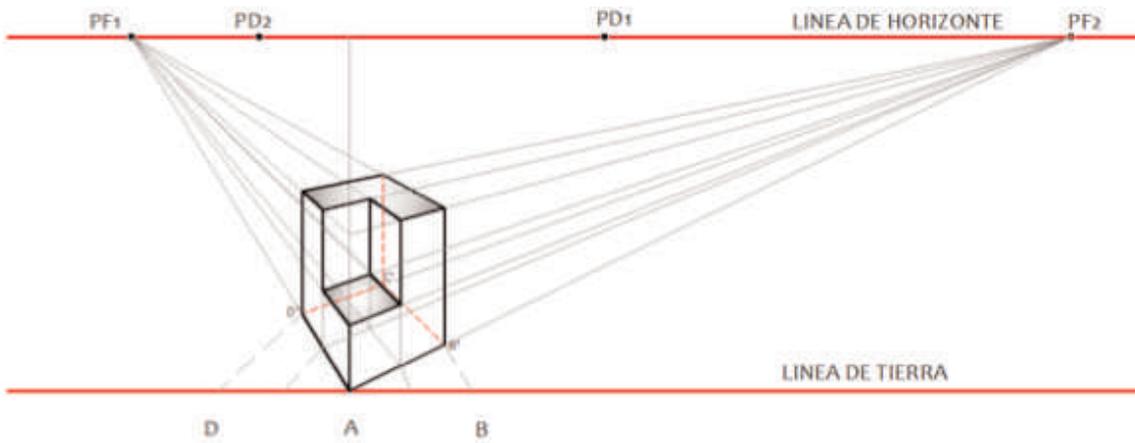


FIG. N°153. – LÍNEAS OCULTAS Y DEFINICIÓN DE VOLUMEN FINAL

PERSPECTIVA CON TRES PUNTOS DE FUGA. – No solo es aquella que para su graficación utiliza tres puntos de fuga, sino que de acuerdo con la posición de este tercer punto, permitirá que el efecto de vista aérea o de hormiga se aprecie de mejor manera en su representación gráfica.

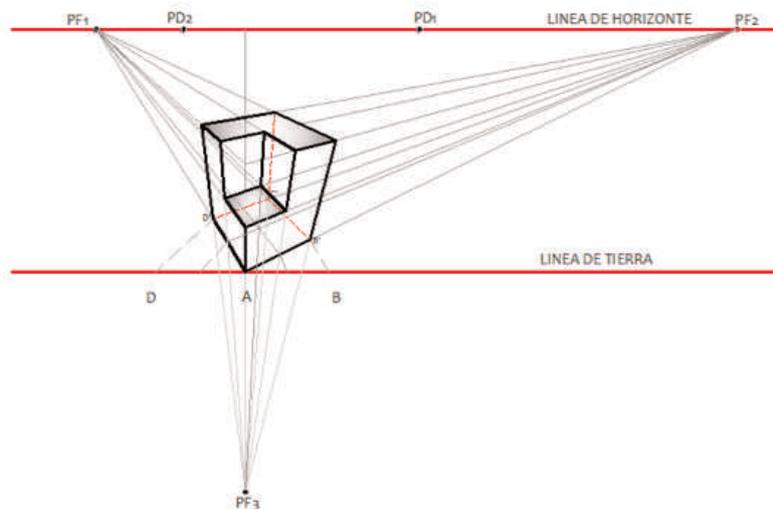


FIG. N°154a. – PERSPECTIVA CON TRES PUNTOS DE FUGA (VISTA AÉREA)

En el gráfico anterior, se representa una perspectiva en donde el tercer punto de fuga se coloca debajo de la Línea de Tierra, la cual a su vez se encuentra a una distancia adecuada respecto a la Línea de Horizonte para que se pueda apreciar la vista superior del objeto, esta disposición permite lograr una vista aérea más realista puesto que las líneas de altura también fugan o conforman un cono creando un efecto de profundidad hacia el suelo, en cambio sí colocamos el tercer punto de fuga sobre la Línea de Horizonte, manteniendo la misma distancia entre la Línea de Horizonte y la Línea de Tierra, el efecto no es tan marcado como en el caso antes descrito,

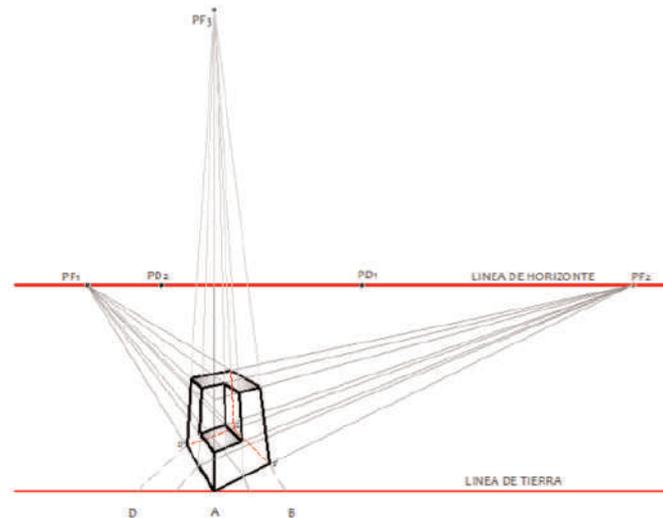


FIG. N°154b. – PERSPECTIVA CON TRES PUNTOS DE FUGA (VISTA AÉREA)

En el siguiente ejercicio en cambio se representará la vista de hormiga y para ello necesitamos que la distancia entre la Línea de Tierra y la Línea de Horizonte sea mucho menor, pues entre más se acerquen dará mayor efecto a este tipo de vista, sin embargo, cabe indicar que la posición correcta del tercer punto de fuga, en este caso sería encima de la Línea de Horizonte.

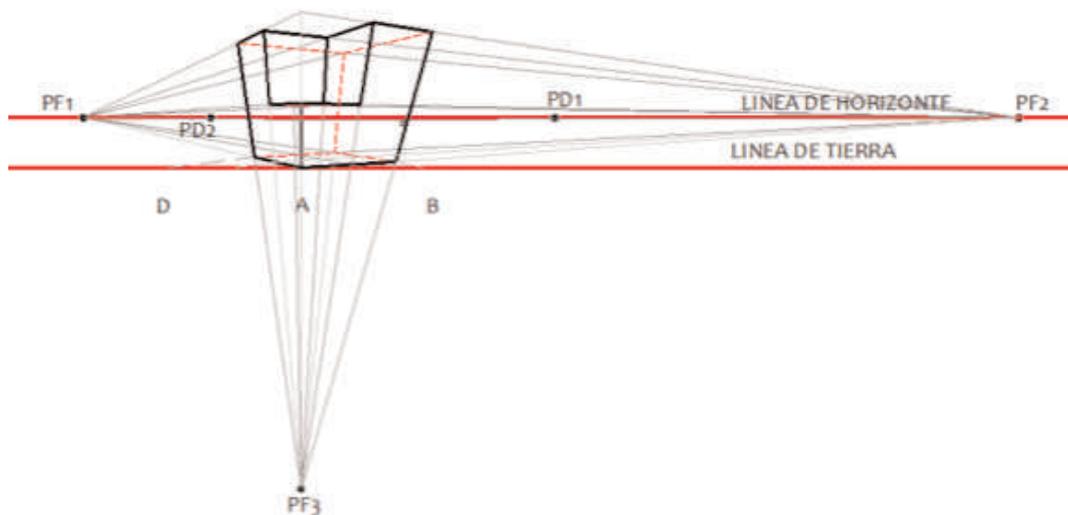


FIG. N°155a. – PERSPECTIVA CON TRES PUNTOS DE FUGA (VISTA DE HORMIGA)

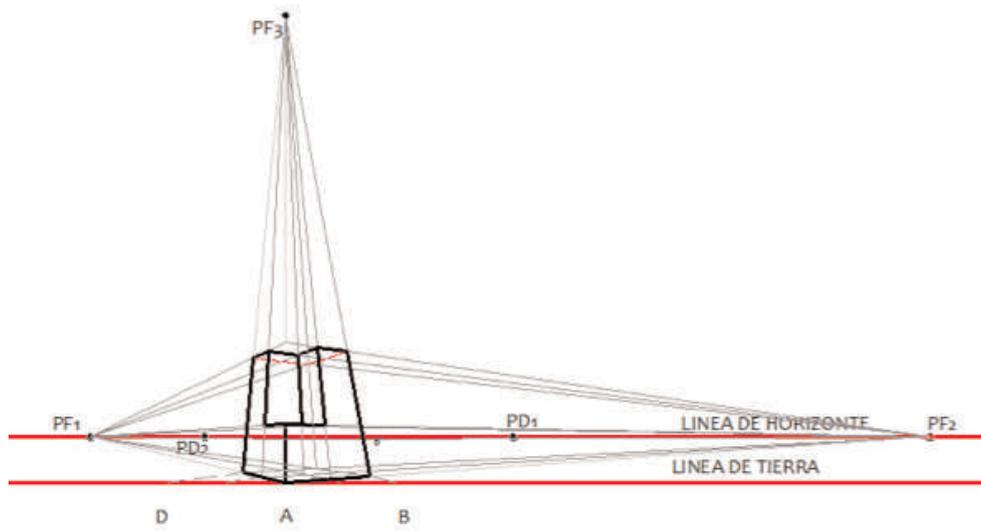


FIG. N°155b. - PERSPECTIVA CON TRES PUNTOS DE FUGA (VISTA DE HORMIGA)

- Diaz Zuñiga, J. (2012). *Geontría descriptiva I*. México: RED Tercer Milenio.
- Crespo Crespo, C., Farfán, R., & Lezama, J. (2009). Algunas características de las argumentaciones y la matemática en escenarios sin influencia aristotélica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* , 12 (1), 29-66.
- Conde, M. (1989). *Technical Descriptive Geometry*. New York: Mcgraw-Hill.
- Di Pietro, D. (1981). *Geometría Descriptiva* (11 ed.). Buenos Aires: ALSINA.
- Palmas, M. (2012). *Historia de la Matematica: Ciencia Exacta*. Universidad Técnica de Cajamarca: Calameo.
- Godino, J., & Ruíz, F. (2002). *Geometría y su didáctica para Maestros*. Granda: ReProDigital.
- Izquierdo Asensi, F. (1993). *Geometría Descriptiva* (24 ed.). Madrid: Paraninfo.
- Calatrava, J. (1991). *Arquitectura: Vitruvio prólogo*. Granada: Universidad de Granada.
- Fernández S, O., Cárdenas A, P., & Fernando, M. (2006). Rene Ddescartes: Un nuevo método y una nueva ciencia. *Scientia Et Technica* , 12 (32), 401-406.
- Sánchez Gallego, J. (1997). *Geometría descriptiva : sistemas de proyección cilíndrica*. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica.
- Pérez G, A. (1997). *Geometría descriptiva*. Trujillo: Universidad de Los Andes.
- Gómez Vargas , J. (2016). *Geometría Descriptiva: Ejercicios Resueltos y Bibliografía comentada*. San Lorenzo: AVICAM.
- Montero López, F. (1993). *Geometría Descriptiva Tridimensional para Arquitectos y Diseñadores*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sepúlveda Tabares, S. (2014). *Geometría Descriptiva*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.