

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL  
ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE: INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA: APLICACIONES PARA INGENIERÍA DE DIBUJO Y  
GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, MEDIANTE LA UTILIZACION DE  
LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL AUTOCAD.**

**AUTOR:**

**REINALDO SEBASTIÁN ESPINOSA CASTRO**

**TUTOR:**

**ING. FREDI PAREDES**

**QUITO, OCTUBRE 2023**

## Agradecimiento

## Dedicatoria

## Índice de contenido

### Contenido

Agradecimiento.....	1
Dedicatoria.....	1
Índice de contenido .....	1
Índice de tablas .....	3
Índice de figuras .....	3
1. Capítulo 1: Introducción .....	5
1.1. Justificación.....	5
1.2. Planteamiento del problema.....	6
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	7
1.4. Alcance .....	7
2. Capítulo 2: Fundamentación teórica .....	8
2.1. Fundamentos de la geometría descriptiva .....	8
2.1.1. Definición de geometría descriptiva .....	8
2.1.2. Sistema de proyecciones .....	8
2.1.3. Elementos geométricos en el espacio .....	10
2.2. Fundamentos del dibujo .....	16
2.2.1. Normas y convenciones .....	16
2.2.2. Vistas y proyecciones .....	17
2.2.3. Posiciones relativas de las vistas.....	19

2.2.4.	Correspondencia entre las vistas .....	21
2.2.5.	Escalas .....	22
2.2.6.	Líneas .....	25
2.3.	Fundamentos y uso de AutoCAD.....	27
2.3.1.	Interfaz de usuario .....	27
2.3.2.	Conceptos básicos .....	32
2.3.2.1.	Sistemas de coordenadas en AutoCAD.....	32
2.3.2.3.	Las entidades de dibujo .....	34
3.	Capítulo 3: Herramientas computacionales en ingeniería civil .....	36
3.1.	AutoCAD en ingeniería civil.....	36
3.1.1.	Diseño de planos.....	36
3.1.2.	Modelado en 3D .....	36
3.1.3.	Análisis de terreno .....	37
3.1.4.	Diseño de carreteras y vías.....	37
3.1.5.	Diseño de infraestructura .....	37
3.1.6.	Planificación urbana .....	37
3.1.7.	Coordinación con otros profesionales.....	37
3.1.8.	Gestión de proyectos .....	37
3.2.	Geometría descriptiva y su relación con AutoCAD .....	38
4.	Capítulo 4: Aplicaciones .....	39
4.1.	Aplicaciones del dibujo y la geometría descriptiva en la ingeniería civil	39
4.1.1.	Diseño de Carreteras y Vías de Comunicación .....	39
4.1.2.	Planificación Urbana y Desarrollo de Terrenos.....	40

4.1.3.	Diseño de Estructuras y Edificaciones.....	41
4.1.4.	Gestión de Proyectos y Documentación Técnica.....	42
4.2.	Aplicación con el uso de AutoCAD .....	43
4.2.1.	Zapata simple .....	43
4.2.2.	Galpón .....	48
4.2.3.	Plano estructural de una vivienda .....	51
5.	Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....	62
5.1.	Conclusiones .....	62
5.2.	Recomendaciones .....	63
6.	Bibliografía.....	64

## Índice de tablas

Tabla 1: Escalas recomendadas.....	24
Tabla 2: Tipos de línea .....	26

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Proyección .....	9
Ilustración 2: Líneas de referencia .....	10
Ilustración 3: El punto en el espacio .....	11
Ilustración 4 .....	11
Ilustración 5: Representación Monge .....	12
Ilustración 6: Proyección horizontal .....	13
Ilustración 7: Plano horizontal .....	14
Ilustración 8: Plano frontal.....	14
Ilustración 9: Plano de canto .....	14
Ilustración 10: Plano vertical.....	15
Ilustración 11: Plano oblicuo.....	15
Ilustración 12: Plano que corta a la línea tierra .....	15
Ilustración 13: Plano de perfil .....	16
Ilustración 14: Plano paralelo a la línea de tierra .....	16
Ilustración 15: Tipos de vistas .....	18

Ilustración 16: Sistemas de proyección ortogonales .....	19
Ilustración 17: La caja .....	20
Ilustración 18: Identificación del tipo de proyección ortogonal.....	21
Ilustración 19 .....	22
Ilustración 20: Forma adecuada de disposición de las vistas .....	22
Ilustración 21: Tipos de escalas.....	24
Ilustración 22: Vista en planta .....	44
Ilustración 23: Corte 1-1 .....	45
Ilustración 24: Vista en planta – acero .....	46
Ilustración 25: Vista lateral derecha.....	47
Ilustración 26: Proyección ortogonal .....	48
Ilustración 27: Dibujo galpón .....	49
Ilustración 28: Dibujo galpón 2 .....	50
Ilustración 29: Galpón en Robot Structural 1 .....	50
Ilustración 30: Galpón en Robot Structural 2.....	51
Ilustración 31: Planta de cimentación .....	52
Ilustración 32: Plano estructural del plinto.....	53
Ilustración 33: Detalle contrapiso.....	54
Ilustración 34: Detalle de malla electrosoldada.....	55
Ilustración 35: Detalle de las gradadas.....	55
Ilustración 36: Detalle de las gradadas 2 .....	56
Ilustración 37: Plano losa 1 .....	57
Ilustración 38: Plano losa 2 .....	58
Ilustración 39: Plano losa 3 .....	59
Ilustración 40: Detalle losa.....	60
Ilustración 41: Plano viga.....	60
Ilustración 42: Cuadro de columnas.....	61

# 1. Capítulo 1: Introducción

## 1.1. Justificación

La presente investigación se fundamenta en la importancia crítica del dibujo y la geometría descriptiva en el campo de la ingeniería civil. Estas disciplinas desempeñan un papel fundamental en la planificación, diseño y construcción de proyectos de infraestructura; pues son esenciales para la representación precisa de objetos tridimensionales en un plano bidimensional, lo que permite a los ingenieros y diseñadores comunicar de manera efectiva sus ideas y planos.

Además, la colaboración entre profesionales de diferentes disciplinas en el campo de la ingeniería civil depende en gran medida de una representación precisa y comprensible de los diseños, donde el dibujo y la geometría descriptiva son cruciales.

En este contexto, AutoCAD se ha convertido en una herramienta indispensable que facilita la creación de dibujos técnicos detallados y modelos 3D, además permite a los ingenieros y diseñadores visualizar proyectos de manera efectiva, identificar posibles problemas antes de la construcción, obtener resultados precisos y colaborar de manera más eficiente con otros profesionales del campo.

En este sentido, esta investigación tiene como objetivo principal resaltar la importancia vital del dibujo y la geometría descriptiva en la ingeniería civil y cómo su aplicación a través de herramientas como AutoCAD contribuye directamente a la calidad, la eficiencia y la seguridad de los proyectos de infraestructura. Al comprender y mejorar estas disciplinas, los profesionales pueden garantizar una planificación y ejecución más precisa y eficaz de proyectos de ingeniería civil, lo que a su vez tiene un impacto significativo en la sociedad al asegurar la construcción y mantenimiento adecuados de infraestructuras críticas.

## 1.2. Planteamiento del problema

La ingeniería civil es una disciplina fundamental que contribuye al desarrollo de infraestructuras vitales para la sociedad, como carreteras, puentes, edificios y sistemas de agua y saneamiento. En este contexto, la representación precisa y comprensible de diseños y planos es esencial para el éxito de los proyectos de ingeniería civil. El dibujo y la geometría descriptiva son herramientas fundamentales en este proceso, ya que permiten la comunicación efectiva de ideas y especificaciones técnicas entre profesionales y equipos multidisciplinarios.

Sin embargo, a pesar de la importancia indiscutible del dibujo y la geometría descriptiva en la ingeniería civil, persisten desafíos y problemas en su aplicación efectiva. Estos desafíos pueden abordarse a través del uso de herramientas computacionales como AutoCAD, que ofrecen ventajas significativas en términos de precisión y eficiencia en la creación y modificación de dibujos técnicos y modelos 3D.

El problema principal que se abordará en esta investigación radica en la necesidad de comprender a fondo cómo el dibujo y la geometría descriptiva, junto con la herramienta computacional AutoCAD, pueden ser aplicados de manera óptima en proyectos de ingeniería civil.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Aplicar los fundamentos del dibujo y la geometría descriptiva a problemas de ingeniería civil utilizando la herramienta computacional AutoCAD.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar los fundamentos teóricos de dibujo técnico aplicables a la ingeniería civil.
- Recopilar los fundamentos teóricos de la geometría descriptiva aplicables a la ingeniería civil.
- Aplicar los fundamentos teóricos de dibujo y geometría descriptiva a problemas de ingeniería civil con la utilización de AutoCAD.

### 1.4. Alcance

El presente trabajo se centrará en la investigación y presentación de las aplicaciones del dibujo y la geometría descriptiva en la ingeniería civil, utilizando como herramienta principal el software AutoCAD. Para esto se realizará una investigación previa sobre los principales fundamentos del dibujo y la geometría descriptiva, aplicables al campo de la ingeniería civil.

También se indagará en los fundamentos y el funcionamiento de AutoCAD, para finalmente complementar ambas partes y presentar las aplicaciones haciendo uso de AutoCAD.

Todo esto con el fin de analizar y demostrar cómo AutoCAD, en conjunto con los principios de la geometría descriptiva y el dibujo, se utiliza en proyectos de ingeniería civil para mejorar la precisión, la comunicación y la eficiencia en el diseño y la planificación de infraestructuras.

## 2. Capítulo 2: Fundamentación teórica

### 2.1. Fundamentos de la geometría descriptiva

#### 2.1.1. Definición de geometría descriptiva

La geometría descriptiva es aquella rama de la geometría que se enfoca en poder representar una figura tridimensional en un espacio bidimensional. De esa forma, se busca plasmar gráficamente sólidos, como los, en un plano. (De la Torre. M, 1980)

Esta disciplina proporciona las herramientas y técnicas necesarias para describir de manera detallada y comprensible la forma, la ubicación y la orientación de objetos en el espacio tridimensional, lo que resulta esencial en campos como la arquitectura, la ingeniería, el diseño industrial y la cartografía.

La geometría descriptiva se basa en conceptos como proyecciones ortogonales, vistas múltiples y la intersección de planos para lograr una representación precisa de objetos complejos en el plano bidimensional.

#### 2.1.2. Sistema de proyecciones

Un sistema de proyección es aquel conjunto de métodos gráficos bidimensionales que permiten presentar un objeto tridimensional. Uno de estos sistemas es la Proyección Diédrica y que consiste en la utilización de dos planos de proyección que reflejan dos “vistas” diferentes de un objeto tridimensional. Estos dos planos de proyección son perpendiculares entre sí, es decir ortogonales, y por lo general son suficientes para representar las dimensiones de un objeto en el espacio. (Correa J., 2013, pág. 17)

Los elementos que conforman el sistema son los siguientes:

### 2.1.2.1. Planos de proyección

Se trata de planos que son perpendiculares entre sí, siendo uno vertical (PV) y otro horizontal (PH), sobre los cuales se llevan a cabo las proyecciones. La intersección de estos planos se denomina Línea de Tierra (LT). Se requiere un mínimo de dos planos para definir la apariencia de un objeto.

### 2.1.2.2. Proyecciones

Como su nombre lo dice hace referencia a la proyección de los elementos en los planos designados, a menudo descrita como la "sombra" de dichos elementos. Por ejemplo, el punto P se proyecta en P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>, también identificados como P' y P'' (ver Ilustración 1).

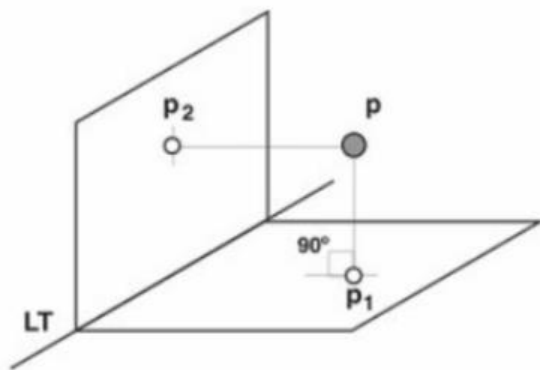


Ilustración 1: Proyección

### 2.1.2.3. Líneas de referencia

Las líneas PP<sub>1</sub> y PP<sub>2</sub> establecen un plano que interseca con los planos de proyección en los puntos P<sub>2</sub>P<sub>0</sub> y P<sub>1</sub>P<sub>0</sub> (Ilustración 2). Estas rectas son perpendiculares a la línea de tierra.

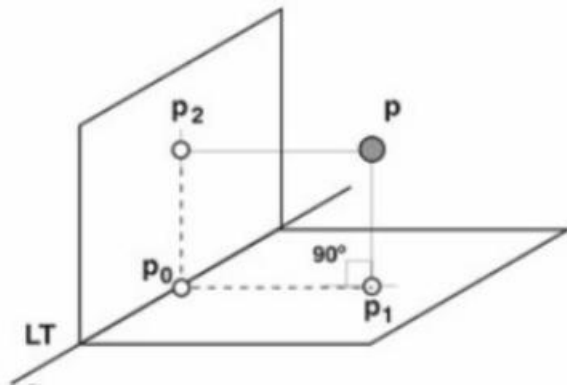


Ilustración 2: Líneas de referencia

#### 2.1.2.4. Trazas

Se utiliza este término para referirse al punto donde cualquier entidad (ya sea un punto, una línea, un plano o un cuerpo) se cruza con los planos de proyección.

### 2.1.3. Elementos geométricos en el espacio

#### 2.1.3.1. El punto

Es la entidad geométrica más sencilla que se puede identificar; no posee forma, dimensión, ni tamaño; pero, si se puede referenciar y localizar en el espacio mediante la utilización de un sistema de representación cartesiana (representación numérica), o un sistema de proyección diédrico. (Valencia. G, 2009)

Cuando llevamos a cabo la proyección de un punto sobre los planos de proyección (vertical y horizontal: PV y PH), obtenemos en cada uno de estos planos una representación de dicho punto. Esta representación es un punto en cada uno de los planos, siendo

denominada  $A''$  a la proyección vertical y  $A'$  a la proyección horizontal (Ilustración 3).

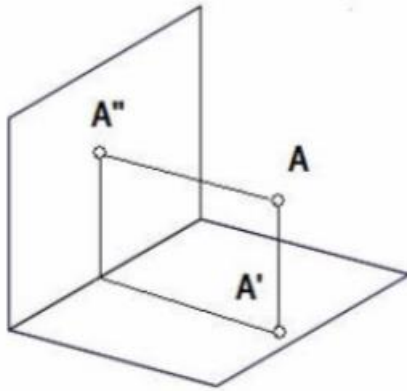


Ilustración 3: El punto en el espacio

Cuando inclinamos el plano vertical (Ilustración 4), los puntos  $A''$  y  $A'$  coinciden en una perpendicular a la Línea de Tierra. A esta perpendicular se le conoce como "Línea de referencia". Su representación en la proyección de Monge se muestra cómo se ilustra en la Ilustración 5.

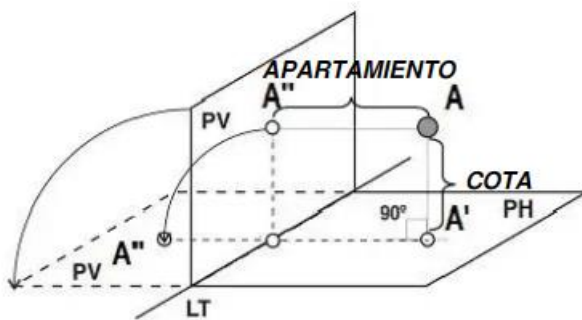
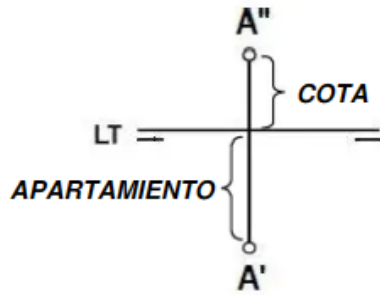


Ilustración 4



*Ilustración 5: Representación Monge*

La distancia desde el punto al PV, se llama “Apartamiento”; y la distancia desde el punto PH se llama “Cota”. La proyección vertical queda por encima de la línea de tierra y la horizontal por debajo.

#### *2.1.3.2. La recta*

Se define como la distancia más corta que existe entre dos puntos, y aunque existen infinitos puntos en ella, solo es necesario designarla con sus dos puntos extremos. (Valencia G., 2009, pág. 19).

Una línea recta se define mediante la conexión de dos puntos. Por lo tanto, al trazar las proyecciones de dos puntos en diédrico y unirlos con líneas, se generan las proyecciones correspondientes de la línea.

En diédrico, la representación de una línea se compone de dos proyecciones, una vertical y otra horizontal, ambas manifestadas como líneas rectas:

- La proyección vertical ( $r''$ ) se forma uniendo las proyecciones verticales ( $A''$  y  $B''$ ) de los puntos.
- La proyección horizontal ( $r'$ ) se forma uniendo las proyecciones horizontales ( $A'$  y  $B'$ ) de los puntos. Como se muestra en la ilustración 6.

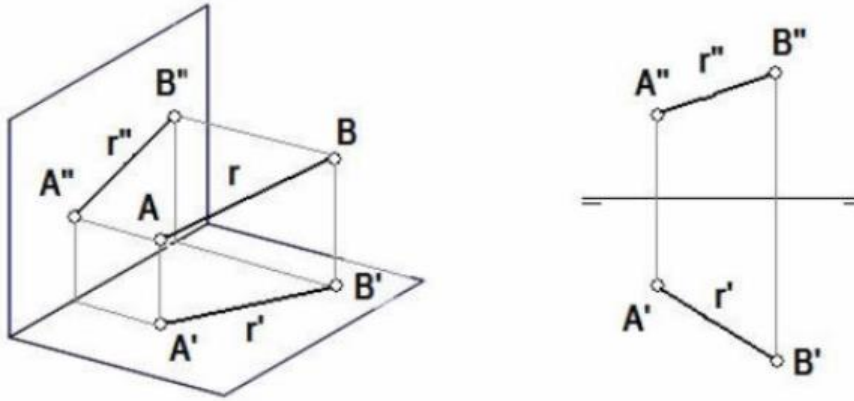


Ilustración 6: Proyección horizontal

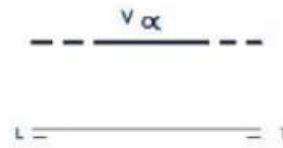
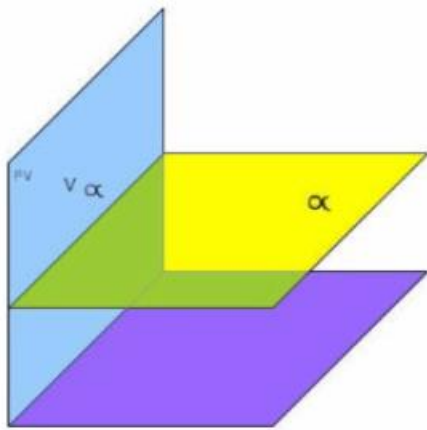
### 2.1.3.3. El plano

Se define como una superficie limitada por un contorno de líneas rectas o curvas, que, al estar perpendicular a un plano de proyección, este se proyecta como una línea recta o filo. (Valencia G., 2009, pág. 23)

Un plano se describe mediante tres puntos no alineados, un punto y una recta, dos rectas paralelas o dos rectas que se cruzan.

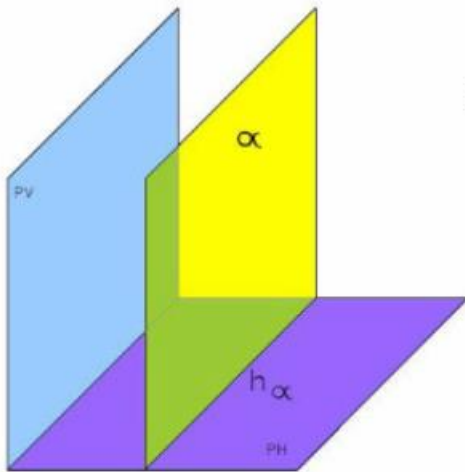
Cuando un plano del espacio se interseca con los planos de proyección, se generan líneas llamadas trazas del plano.

Estas trazas se identifican con letras griegas seguidas de las letras H o V, dependiendo de cuál plano proyectante se interseque. Las posiciones más destacadas son las siguientes.



PLANO HORIZONTAL

Ilustración 7: Plano horizontal



PLANO FRONTAL

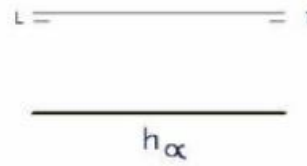
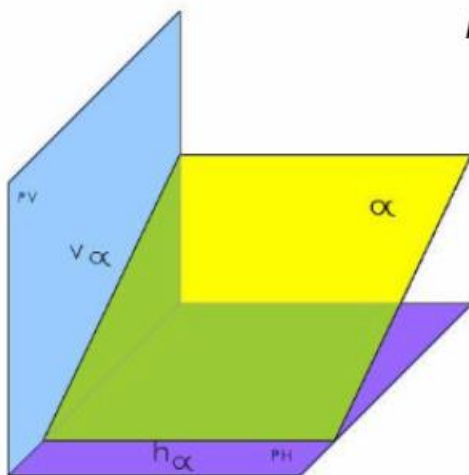


Ilustración 8: Plano frontal



PLANO DE CANTO

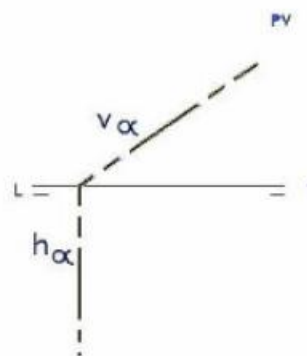


Ilustración 9: Plano de canto

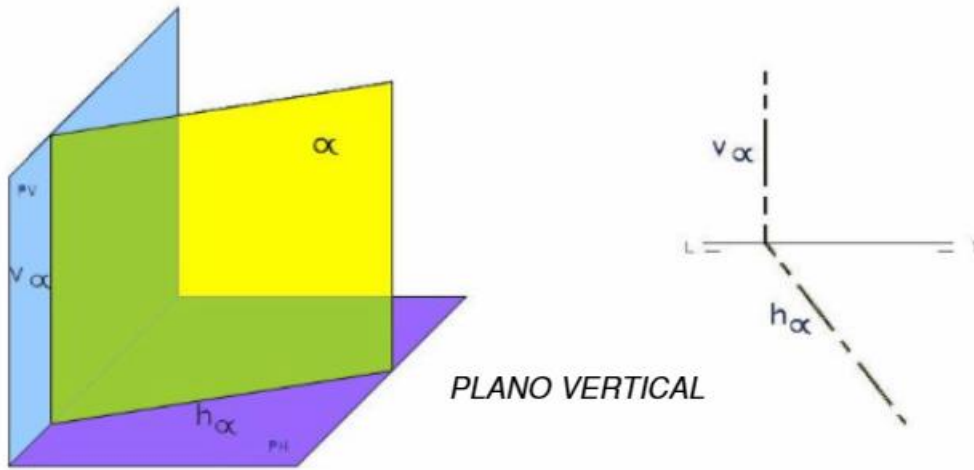


Ilustración 10: Plano vertical

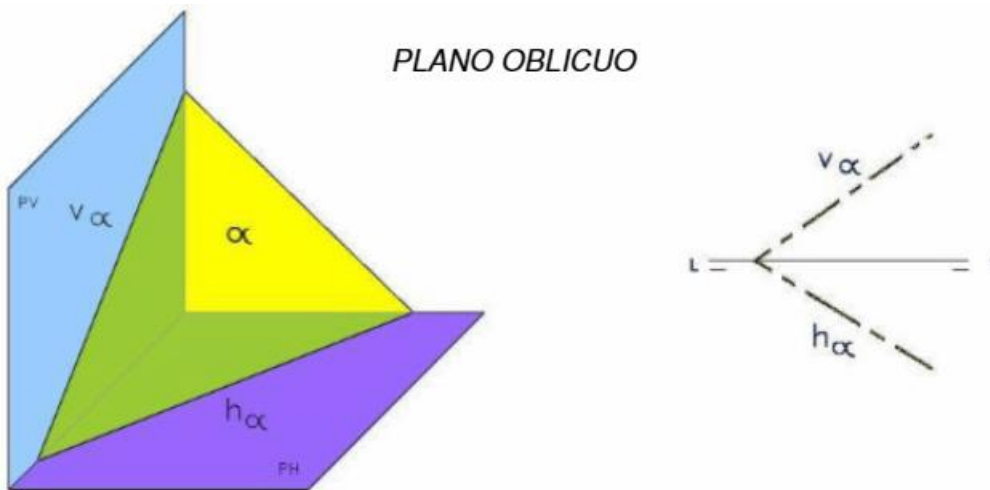


Ilustración 11: Plano oblicuo

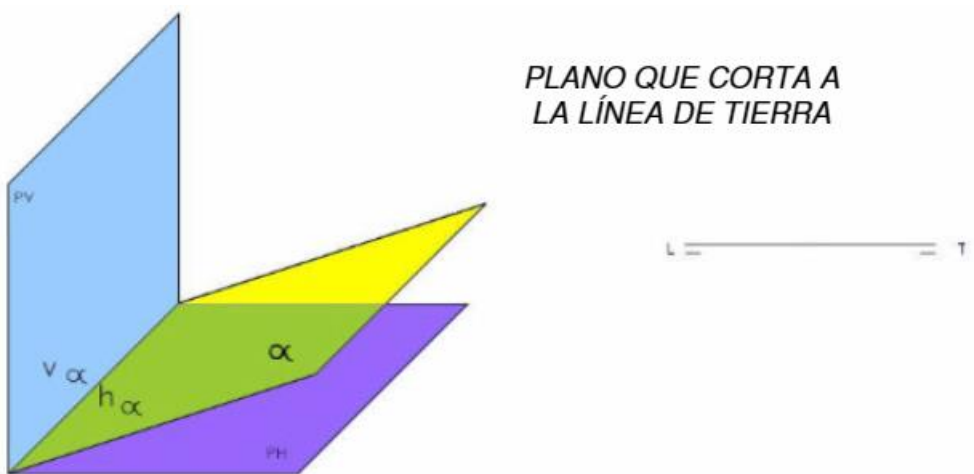


Ilustración 12: Plano que corta a la línea tierra

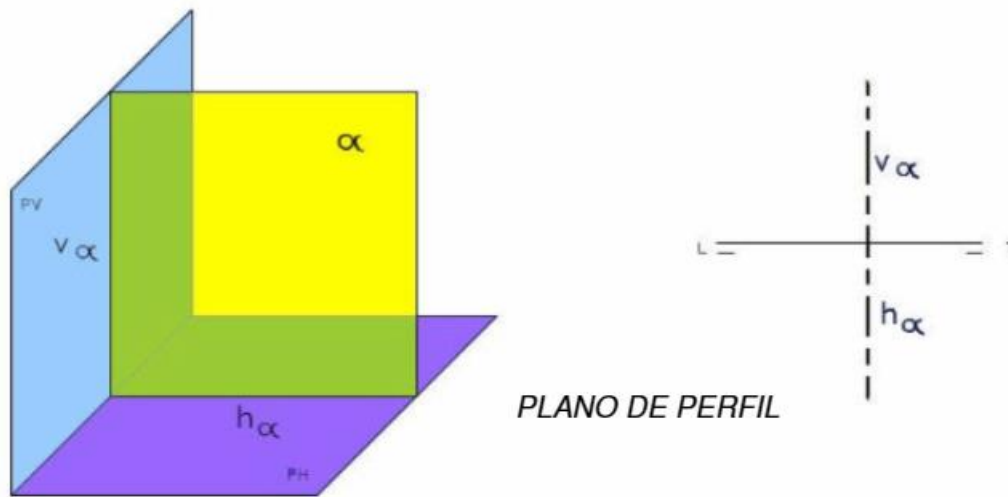


Ilustración 13: Plano de perfil

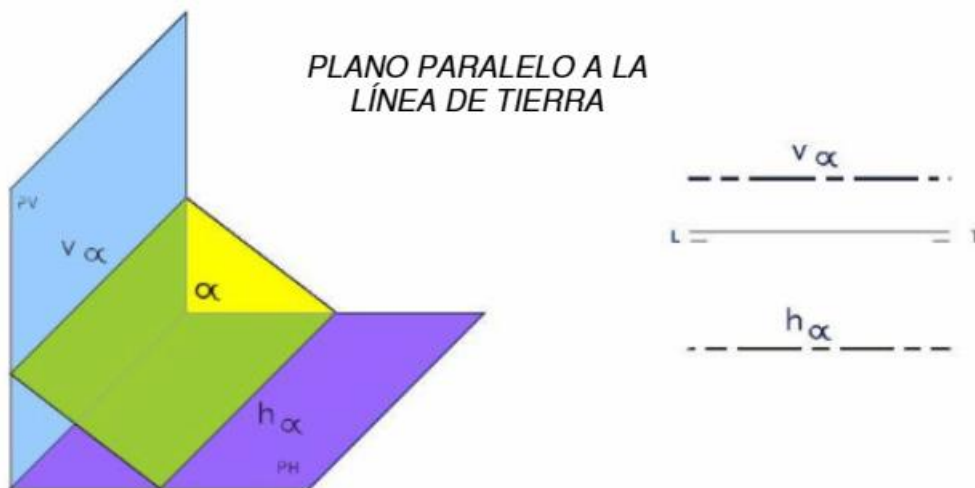


Ilustración 14: Plano paralelo a la línea de tierra

## 2.2. Fundamentos del dibujo

### 2.2.1. Normas y convenciones

Para el dibujo técnico se siguen una serie de normas y convenciones específicas, tales como son las normas ISO o ANSI, ya que esto ayuda a garantizar la consistencia y la comprensión del dibujo técnico.

Para la investigación de este trabajo nos apoyaremos principalmente en la norma ISO 128 para dibujo técnico, la cual nos da una serie de estándares internacionales

desarrollados por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establecen reglas y directrices para la creación y uso de dibujos técnicos en una variedad de campos, incluyendo la ingeniería. Estas normas tienen como objetivo establecer los principios y técnicas para la representación gráfica en el diseño técnico, asegurando una comunicación clara y precisa entre los profesionales involucrados.

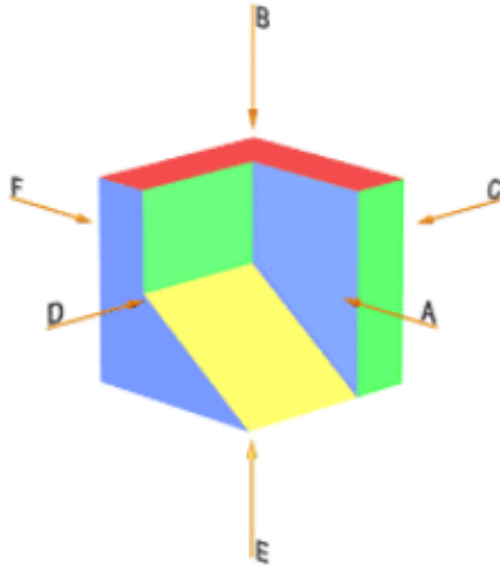
### 2.2.2. Vistas y proyecciones

La norma ISO 128 establece las vistas y proyecciones que se utilizan comúnmente en el dibujo técnico, las cuales son esenciales para representar objetos tridimensionales de manera precisa en un plano bidimensional.

Las vistas principales de un objeto se refieren a las proyecciones del objeto en seis planos dispuestos en forma de cubo. También pueden describirse como las proyecciones ortogonales del objeto, considerando las diferentes direcciones desde las cuales se observe.

Los lineamientos a seguir para la representación de las vistas de un cuerpo se detallan en la norma ISO 128-82 “Definiciones de vista”.

Si situamos al observador según las 6 direcciones indicadas en la Ilustración 7, obtendríamos las seis vistas principales de un objeto, las cuales se detallarán a continuación.



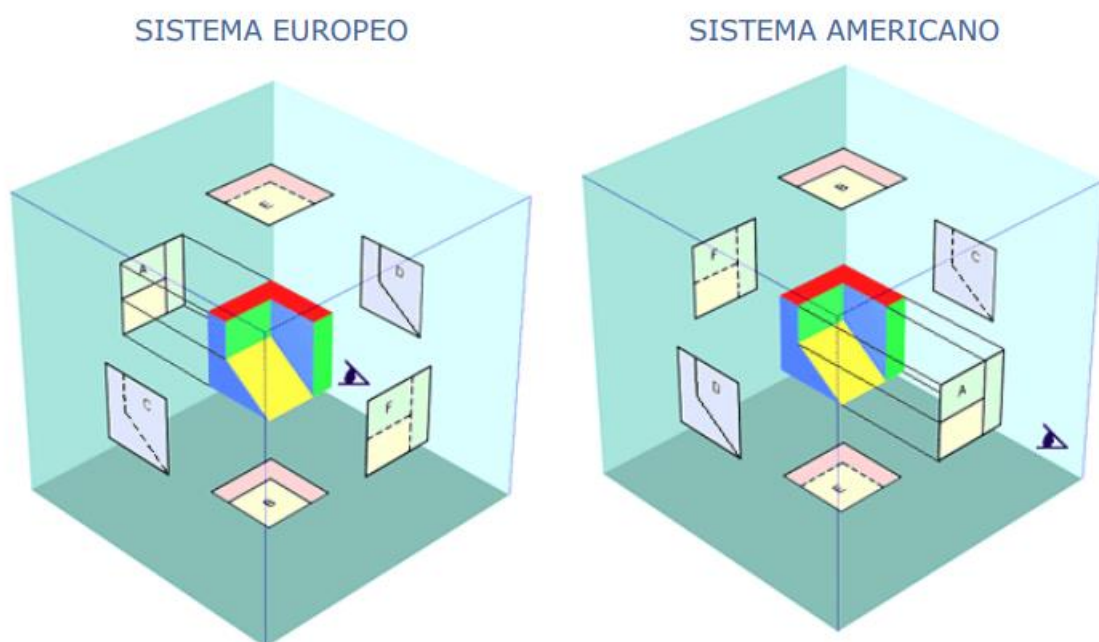
*Ilustración 15: Tipos de vistas*

- Vista A: vista frontal, de frente o alzado. Muestra la cara principal del objeto, que es perpendicular al observador o al plano de dibujo. Es la vista más común y se utiliza como referencia para otras vistas.
- Vista B: vista de planta o superior. Muestra la parte superior del objeto, que es perpendicular a la vista frontal. Proporciona información sobre la forma y las dimensiones del objeto desde arriba.
- Vista C: vista lateral o de perfil derecho. Muestra el lado derecho del objeto en relación con la vista frontal.
- Vista D: vista lateral o de perfil izquierdo. Muestra el lado izquierdo del objeto en relación con la vista frontal.
- Vista E: vista inferior, es similar a la vista superior, pero muestra la parte inferior del objeto.
- Vista F: vista posterior, representa la parte trasera del objeto, que es opuesta a la vista frontal.

### 2.2.3. Posiciones relativas de las vistas

Para organizar las diversas vistas en el papel, hay dos enfoques posibles de proyección ortogonal:

- El enfoque de proyección del primer diedro, conocido también como sistema europeo.
- El enfoque de proyección del tercer diedro, también denominado sistema americano.



*Ilustración 16: Sistemas de proyección ortogonales*

En ambos métodos, el objeto se supone dispuesto dentro de una caja cubica, sobre cuyas seis caras interiores, se realizarán las correspondientes proyecciones ortogonales del mismo.

La distinción entre ambos métodos radica en que, en el sistema europeo, el objeto está ubicado entre el observador y el plano de proyección, mientras que, en el sistema

americano, el plano de proyección se sitúa entre el objeto y el observador, como se ilustra en la ilustración 8.

Una vez que se han realizado las seis proyecciones ortogonales en las caras del cubo y se ha mantenido fija la cara del alzado (A), se procede a obtener el desarrollo de la caja. Como se observa en la ilustración 9, este desarrollo varía según el sistema utilizado.

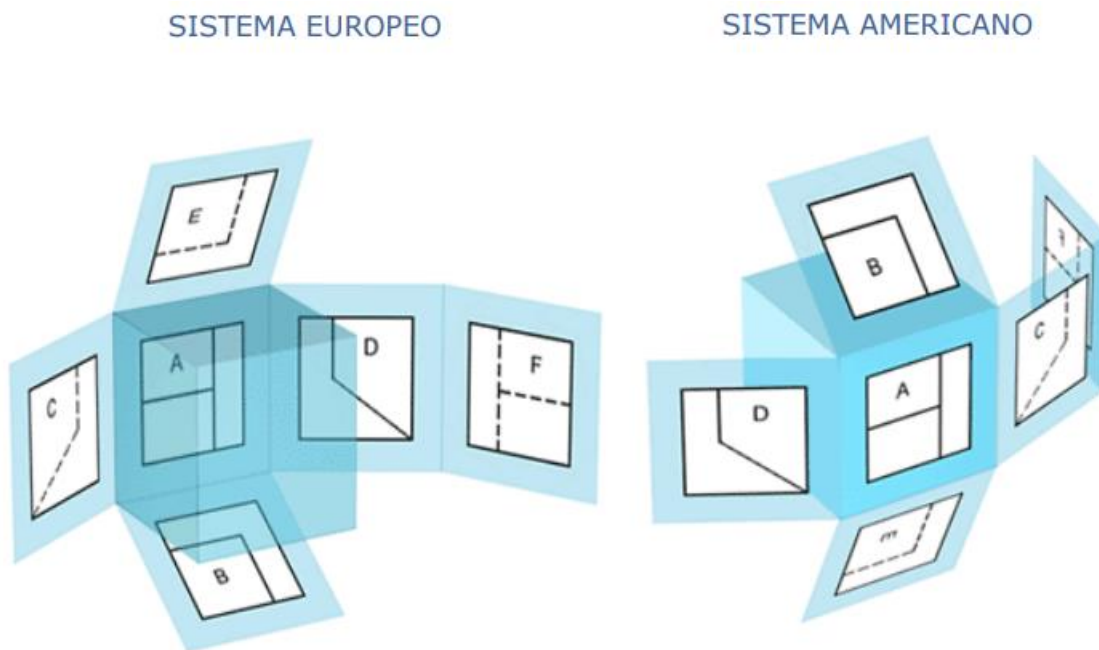


Ilustración 17: La caja

El desarrollo de la caja de proyección posibilita la representación en un solo plano de las seis vistas principales del objeto, mostrando sus posiciones relativas.

Para identificar el sistema utilizado para representar el objeto, es necesario agregar el símbolo que se encuentra en la esquina inferior derecha de las figuras presentadas en la ilustración 10. Estas figuras representan el alzado y la vista lateral izquierda de un cono truncado en cada uno de sus sistemas.

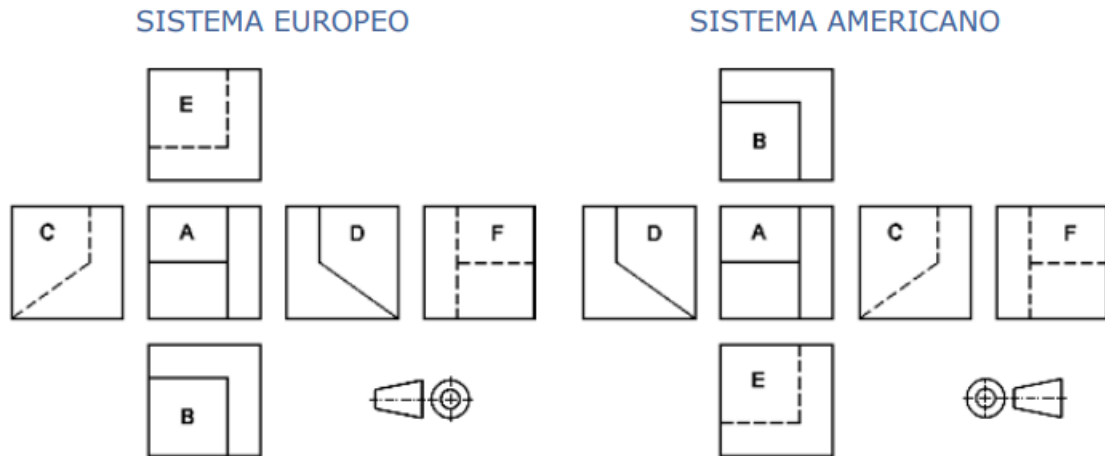


Ilustración 18: Identificación del tipo de proyección ortogonal.

#### 2.2.4. Correspondencia entre las vistas

Tal como se puede observar en las figuras anteriores, existe una correspondencia entre las diferentes vistas, siendo dicha relación la siguiente:

- La vista frontal, la vista de planta, la vista inferior y la vista posterior tienen dimensiones coincidentes en términos de anchuras.
- La vista frontal, la vista lateral derecha, la vista lateral izquierda y la vista posterior comparten dimensiones en alturas.
- La vista en planta, la vista lateral izquierda, la vista lateral derecha y la vista inferior presentan dimensiones coincidentes en profundidad.

Normalmente con tan solo tres vistas, la vista frontal, la vista en planta y una de las vistas laterales, queda perfectamente definido un cuerpo. Tomando en cuenta las correspondencias anteriormente mencionadas, implicaría que, dadas dos vistas cualesquiera, se podría obtener la tercera, tal como se observa en la ilustración 11.

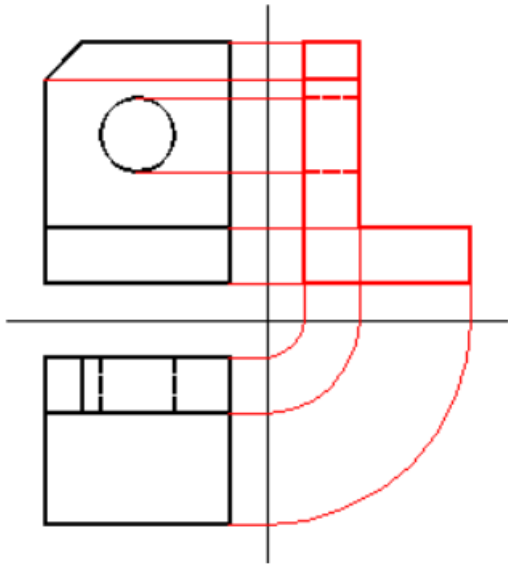


Ilustración 19

Es crucial destacar que las diversas vistas no pueden ser dispuestas de manera arbitraria. Aunque las vistas individuales puedan ser precisas, si no se encuentran ubicadas correctamente, no proporcionarán una definición clara de la pieza (Ilustración 12).

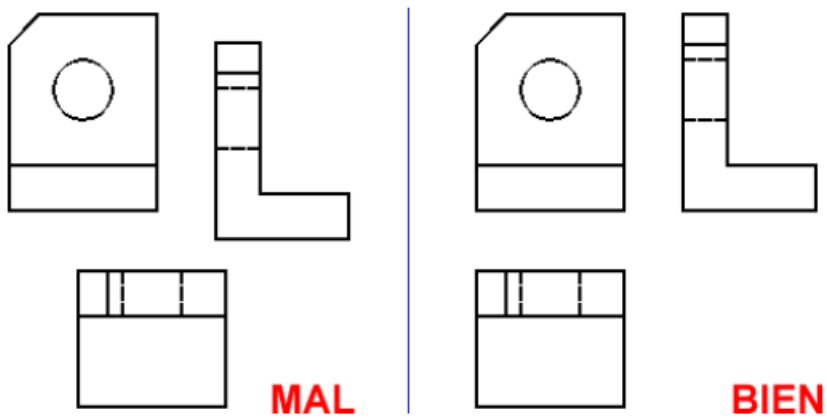


Ilustración 20: Forma adecuada de disposición de las vistas

### 2.2.5. Escalas

Las escalas son esenciales para representar objetos y estructuras a tamaños proporcionales en un plano bidimensional, lo que permite mostrar detalles en un espacio limitado. Las escalas se expresan generalmente como una relación entre las dimensiones en el dibujo y las dimensiones reales del objeto.

Para esto la norma ISO 128 proporciona pautas sobre como utilizar escalas en dibujo técnico.

#### *2.2.5.1. Escala natural (1:1)*

En una escala natural, las dimensiones en el dibujo son iguales a las dimensiones reales del objeto. Esto significa que no hay ampliación ni reducción, y el dibujo es una representación 1:1 del objeto.

#### *2.2.5.2. Escala de ampliación (2:1)*

Estas escalas se utilizan cuando se necesita un dibujo más grande que el objeto real. Por ejemplo, una escala de 2:1 significa que las dimensiones del dibujo son el doble que las del objeto real.

#### *2.2.5.3. Escala de reducción (1:2)*

Las escalas de reducción se utilizan cuando el dibujo debe ser mas pequeño que el objeto real. Por ejemplo, una escala de 1:2 significa que las dimensiones del dibujo son la mitad de las del objeto real.

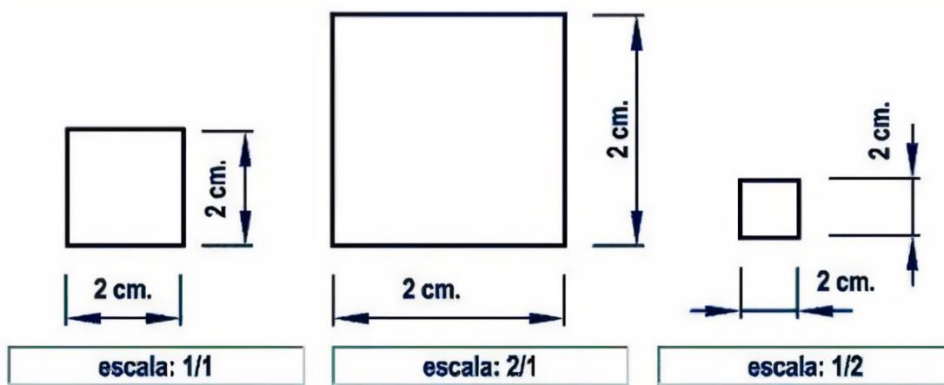


Ilustración 21: Tipos de escalas

#### 2.2.5.4. Escalas recomendadas

Las escalas recomendadas para su utilización en los dibujos técnicos según la ISO 5455 se especifican en la siguiente tabla:

Categoría	Escala recomendada		
Escala de ampliación	50:1	20:1	10:1
	5:1	2:1	
Tamaño natural	1:1		
Escala de reducción	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1 000
	1:2 000	1:5 000	1:10 000

Tabla 1: Escalas recomendadas

La escala a elegir para el dibujo depende de la complejidad del objeto que se desea representar y de la finalidad de la representación. La clave reside en que el tamaño debe ser adecuado para facilitar una interpretación sencilla y clara de la información.

Si hay detalles que son demasiado pequeños para incluir anotaciones detalladas en la representación principal, es necesario representarlos en una vista de detalle a una escala mayor, ubicada junto a la representación principal.

## 2.2.6. Líneas

### 2.2.6.1. *Tipos de líneas*

Solo deben utilizarse los tipos y anchuras de líneas que figuran en la tabla 2.

En situaciones especiales, como el trazado de tuberías o sistemas eléctricos, donde se empleen tipos o anchuras de línea distintos, o cuando las líneas especificadas en la tabla se utilicen en aplicaciones particulares que difieran de las indicadas en la última columna, es esencial citar las convenciones elegidas mediante una nota en el dibujo.

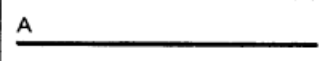
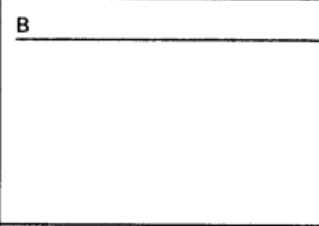

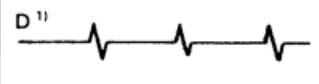
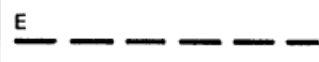


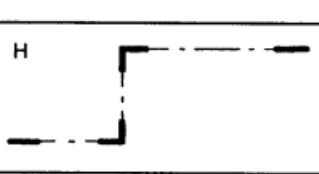
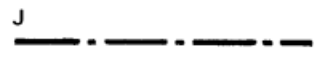

Línea	Descripción	Aplicaciones generales (ver las figuras 9, 10 y otras)
	Gruesa continua	A1 Contornos visibles A2 Aristas visibles
	Fina continua (recta o curva)	B1 Líneas imaginarias de intersección B2 Líneas de dimensión B3 Líneas de proyección B4 Líneas guías B5 Achurados B6 Contorno de secciones abatidas sobre la superficie del dibujo B7 Ejes cortos
 	Fina continua a mano alzada <sup>2)</sup> Fina continua (recta con zig-zag)	C1 Límites de vistas o cortes parciales o interrumpidos D1 Líneas finas de trazos y puntos (ver las figuras 53 y 54)
 	Gruesas de trazos <sup>2)</sup> Fina de trazos	E1 Contornos ocultos E2 Aristas ocultas F1 Contornos ocultos F2 Aristas ocultas
	Fina de trazos y puntos	G1 Ejes de revolución G2 Ejes de simetría G3 Trayectorias
	Fina de trazos y puntos, gruesa en los extremos y en los cambios de dirección	H1 Planos de corte
	Gruesa de trazos y puntos	J1 Indicación de líneas o superficies que son objeto de especificaciones particulares
	Fina de trazos y doble punto	K1 Contorno de elementos adyacentes K2 Posiciones intermedias y extremo de piezas móviles K3 Líneas de centros de gravedad K4 Contornos iniciales antes del conformado (ver figura 58) K5 Partes situadas delante de un plano de corte (ver figura 48)

Tabla 2: Tipos de línea

### 2.2.6.2. Anchuras de línea

Cuando se emplean dos anchuras de líneas en un dibujo, la relación entre sus anchos no puede ser menor a 2.

La selección de la anchura de línea debe ajustarse al tamaño o tipo de dibujo, eligiéndola de entre la siguiente gama: 0,18 - 0,25 - 0,35 - 0,5 - 0,7 - 1 - 1,4 y 2 mm.

Debe conservarse la misma anchura de línea para las diferentes vistas de un elemento, dibujadas con la misma escala.

#### *2.2.6.3. Espaciamiento entre líneas*

La separación mínima entre líneas paralelas no debe ser menor a dos veces el ancho de la línea más gruesa. Se aconseja que este espacio nunca sea inferior a 0,7 mm.

### **2.3. Fundamentos y uso de AutoCAD**

#### **2.3.1. Interfaz de usuario**

##### *2.3.1.1. El área de dibujo*

Es el espacio designado para realizar los dibujos, y puede presentarse en color blanco o negro. Para modificar el color de fondo, se emplea la instrucción CONFIGURACION en la ficha visual.

##### *2.3.1.2. Línea de comandos*

La línea de comandos en AutoCAD es una ventana de texto en la que los usuarios ingresan comandos y opciones para realizar acciones en sus dibujos. Funciona como una interfaz textual que proporciona indicaciones, mensajes de retroalimentación y la posibilidad de ejecutar comandos rápidamente. Los usuarios escriben comandos, seleccionan opciones y reciben información sobre los resultados en la línea de comandos. Es una herramienta eficaz para usuarios familiarizados con comandos y brinda una forma rápida de interactuar con AutoCAD.

### *2.3.1.3. Los menús de AutoCAD*

AutoCAD presenta diversas clases de menús, que incluyen:

- Menús desplegables:

En la parte superior de la pantalla se encuentra la barra de menús desplegables, la cual puede mostrarse u ocultarse según la preferencia del usuario. Al seleccionar una opción de la barra de menús, se despliega un menú con diversas opciones. Algunas de estas opciones pueden invocar otros menús, ya sean desplegables, de pantalla, de iconos o cuadros de diálogo.

- Menús de iconos:

Los menús de iconos surgen al seleccionar opciones específicas en los menús desplegables o al ejecutar órdenes particulares. Estos menús constan de casillas que representan gráficamente el resultado de la opción seleccionada. Para elegir una opción, se debe posicionar la flecha sobre el cuadrado pequeño a la izquierda de cada casilla.

- Menús de cuadros de diálogo:

Los menús de cuadros de diálogo emergen al seleccionar ciertas opciones en los menús desplegables o al ejecutar órdenes específicas. Estos menús se refieren a una o más órdenes y están compuestos por casillas donde se pueden seleccionar opciones o ingresar valores que afectarán al dibujo actual o futuro.

### *2.3.1.4. Cinta de opciones*

La cinta de opciones desempeña un papel clave al estructurar los componentes de AutoCAD en pestañas y conjuntos. Cada pestaña se compone de diversos conjuntos de herramientas con un propósito común.

Es fundamental resaltar que, al comenzar a explorar AutoCAD a un nivel introductorio, la pestaña más importante que contendrá todas las herramientas esenciales para la creación, edición y organización de tus dibujos es la pestaña de inicio.

- Inicio

En esta pestaña se encuentran todas las herramientas necesarias para realizar dibujos a un nivel básico. Esta sección es la más importantes y se divide en distintos grupos, dependiendo de su función.

- a) **Dibujo:** Las herramientas de dibujo son instrumentos que utilizaremos para diseñar y dar forma a nuestros proyectos. Es importante destacar que en esta categoría encontrarás opciones como trazos, figuras elípticas, círculos, técnicas de sombreado y más.
- b) **Modificar:** como su propio nombre indica en esta sección se agrupan las opciones que nos ayudaran a modificar nuestro dibujo, ya sea mover, copiar, girar, escalar, etc.
- c) **Anotación:** es donde se sitúan las herramientas de texto, tablas y cotas para agregar a nuestro dibujo, en caso de que se busque poner una etiqueta o descripción a nuestro dibujo.
- d) **Capas:** Las capas desempeñan un papel esencial no solo en la organización de los elementos de nuestro dibujo según sus atributos, sino también en garantizar la máxima calidad de líneas al imprimir nuestros planos. Asimismo, al asignar un color a cada capa, se simplifica la identificación visual de los diferentes objetos en el dibujo.
- e) **Bloques:** Los bloques son un grupo de elementos que actúan como una entidad única. Resultan altamente beneficiosos cuando se requiere repetir el mismo elemento varias veces en un archivo, ya que cualquier modificación en el bloque se reflejará de manera uniforme en todos ellos al mismo tiempo.
- f) **Propiedades:** El conjunto de propiedades nos suministra detalles acerca del color, estilo de línea y grosor de línea de un objeto. Además, tenemos la posibilidad de

ajustar estos atributos mediante las pestañas correspondientes. Utilizando la función "Igualar propiedades", podemos transferir estas tres características, junto con la capa del objeto, a otro objeto seleccionado.

- g) Grupos: Los grupos operan de manera similar a los bloques, ya que constituyen un conjunto de objetos que actúan como uno solo. No obstante, cada bloque es único.
- h) Utilidades: Desde esta pestaña, podemos acceder a diversas utilidades, como la calculadora, medir sin necesidad de acotar, seleccionar todos los objetos o incluso realizar selecciones según propiedades.
- i) Portapapeles: Aquí se encuentran las herramientas asociadas con las funciones de copiar y pegar.
- j) Vista: En esta sección, se pueden elegir las vistas base para nuestro dibujo, ya sea desde un archivo o el espacio modelo.

- *Insertar*

En esta pestaña se agrupan todas las opciones vinculadas a la inserción de elementos, como los bloques que hayamos cargado o creado en nuestro archivo, brindándonos la capacidad de editarlos y generar nuevos. Además, desde esta ficha, podemos incorporar elementos tales como campos de texto, archivos PDF y otros similares.

- *Anotar*

Se trata de una pestaña sumamente útil para la edición y creación de distintas anotaciones en el archivo, ya sean de texto, dimensiones o tablas. Asimismo, presenta funciones destacadas como las marcas de revisión y la posibilidad de ajustar las escalas de estos elementos para que se correspondan con las del dibujo.

- *Paramétrico*

El modo paramétrico en AutoCAD representa un nivel un poco más avanzado en el software. En esta modalidad, tienes acceso a herramientas que te permiten establecer

relaciones donde intervienen varios elementos, bloquear dimensiones y medidas, entre otras funciones.

- *Vista*

Desde esta pestaña, tenemos la capacidad de personalizar los elementos visibles en nuestro espacio de dibujo y ajustar la ventana gráfica según nuestras preferencias, incluso modificando su modo de visualización. Además, podemos activar diversas paletas, como la de propiedades, herramientas, referencias, materiales, entre otras.

- *Administrar*

Aquí no solamente se pueden registrar acciones, sino que, desde este punto, también podemos acceder a la paleta de herramientas.

Un aspecto de interés que podemos encontrar en esta ficha es el botón para cargar aplicaciones. Este recurso resulta útil cuando creamos o descargamos un comando que no forma parte de las funciones predeterminadas de AutoCAD.

Además, se incluyen comandos relacionados con la optimización del archivo. En ocasiones, el rendimiento se ve afectado debido a la presencia de datos innecesarios, y desde aquí podemos llevar a cabo la tarea de limpieza.

- *Salida*

La pestaña de salida comprende el conjunto de herramientas que nos habilita para trazar e imprimir planos directamente desde AutoCAD.

- *Complementos*

Aquí podremos cargar distintos complementos que no forman parte de las funciones que AutoCAD ofrece por defecto, esto en caso de que se busque algo en específico que ayude a optimizar nuestro trabajo.

- *Colaborar*

Esta pestaña es fundamental al trabajar en equipo. Resulta muy interesante porque no solo facilita el intercambio de archivos, sino que también posibilita la comparación de dos versiones para identificar los cambios realizados.

- *Express Tools*

Esta pestaña es una funcionalidad adicional que proporciona una serie de herramientas y comandos suplementarios que no están incluidos en la interfaz principal del programa. Estas herramientas se desarrollaron para agilizar y simplificar tareas específicas en AutoCAD

### 2.3.2. Conceptos básicos

#### 2.3.2.1. Sistemas de coordenadas en AutoCAD

En AutoCAD, todo el espacio está definido por coordenadas, y según las características de los objetos, se pueden clasificar en dos categorías: bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D).

Dicho espacio funciona como una red de líneas horizontales y verticales que se superponen en el espacio de dibujo, permitiendo identificar puntos y ubicar objetos con precisión.

Por ejemplo, una hoja de papel tiene dos dimensiones, ya que todos los puntos que forman esa hoja pueden representarse mediante pares de coordenadas. Supongamos que nuestra hoja es de tamaño A4 y tomamos el vértice inferior izquierdo como origen de coordenadas, este vértice se representará con un par de coordenadas  $(x, y)$  que tendrá el valor  $(0, 0)$ . Los valores de la coordenada  $x$  se encuentran en el eje de las abscisas (eje X), y los de la coordenada  $y$  en el de las ordenadas (eje Y). Del mismo modo, el vértice superior derecho de la hoja tendrá las coordenadas  $(210, 297)$  si nuestra unidad de medida está en milímetros.

En contraste, los objetos tridimensionales están caracterizados por tener, además de un ancho (coordenada x) y un alto (coordenada y), una profundidad, representada por una nueva coordenada llamada z.

Esta coordenada se representa en el eje Z, que es perpendicular al plano formado por los ejes X e Y. Para ubicar espacialmente todos los puntos que componen un hexaedro, por ejemplo, no es suficiente con las coordenadas x e y. Necesitamos la coordenada z, formando la tripleta x, y, z para representar todos los puntos en el espacio tridimensional.

#### 2.3.2.2. SCG y SCL

En AutoCAD existen dos sistemas de coordenadas: el global y el local.

El sistema de coordenadas global (SCG) es fijo y no se puede cambiar. Es el sistema que AutoCAD utiliza por defecto y generalmente se alinea con los ejes X, Y y Z del mundo real.

Un sistema de coordenadas local (SCL) se caracteriza por ser definible por el usuario, atendiendo a sus necesidades, en este sistema se pueden establecer puntos de origen personalizados y medir distancias y ángulos desde estos puntos. El uso del sistema de coordenadas local esta especialmente indicado para el trabajo con dibujos en tres dimensiones. Para el dibujo en dos dimensiones nos basta con es sistema de coordenadas global.

Un ejemplo de utilidad del sistema de coordenadas personal se daría cuando se desea dibujar un cubo con una pirámide en su parte superior. En el sistema de coordenadas global solo se podría dibujar en un plano, en el que el dibujo esta dibujado desde la base del cubo. Para poder dibujar algo sobre la parte superior del cubo tendríamos que cambiar el sistema de coordenadas para trabajar sobre ese plano superior. Para esto se utiliza el sistema de coordenadas local, y entonces podríamos pasar el origen del nuevo sistema de coordenadas a la parte superior del cubo.

La característica esencial del SCL es el de poder definir un sistema de coordenadas según las necesidades del usuario. El origen del SCL puede estar definido en cualquier punto del sistema. Podemos definir un plano de construcción con cualquier inclinación, ya no solamente en los planos XY, YZ y XZ, sino también plano a niveles intermedios y oblicuos.

El numero de sistemas de coordenadas locales que podemos definir es ilimitado. En ciertas ocasiones problemas imposibles de solucionar en el SCG se resuelven muy fácilmente con solo cambiar el origen de un sistema de coordenadas locales

### 2.3.2.3. Las entidades de dibujo

Cada dibujo creado en AutoCAD se conforma a partir de la información de un conjunto de entidades gráficas y sus atributos, que incluyen la posición, color, capa, entre otros. Existen varios tipos de entidades básicas de dibujo, a partir de las cuales construiremos entidades compuestas que enriquecerán el dibujo.

- Líneas: Pueden dibujarse con diversos tipos de trazado que definen su apariencia, como líneas continuas, discontinuas o punteadas.
- Arcos y Círculos: Estas entidades pueden dibujarse utilizando varios tipos de línea, y AutoCAD ofrece diversos métodos para su creación.
- Puntos: Se representan como puntos simples, círculos, cruces, cuadrados, o cualquier combinación de estas formas. La ubicación de los puntos puede realizarse mediante coordenadas en 2D o 3D.
- Texto: Los textos pueden dibujarse con diferentes tipos y tamaños de letra, así como con diversas orientaciones y estilos. Al igual que con los tipos de línea, se puede diseñar el tipo de letra a utilizar.
- Trazos: Son líneas bidimensionales con grosor y pueden ser rellenas.
- Sólidos: Representan triángulos o cuadriláteros 2D con superficie rellena.

- Formas: Son objetos pequeños definidos fuera del entorno de AutoCAD y pueden insertarse en los dibujos con una escala y orientación específicas.
- Bloques: Son objetos compuestos por otros objetos y poseen entidad propia.
- Atributos: Textos constantes o variables asignados a cada bloque. Los atributos pueden visualizarse según sea necesario.
- Cotas: Estas son entidades compuestas que guardan similitud con los bloques, ya que incluyen todas las líneas, flechas, arcos y textos que conforman la cota.
- Polilíneas: Son elementos en dos dimensiones formados por secuencias de segmentos de línea y arcos, cada uno con su respectivo tipo de línea y grosor. El grosor inicial puede diferir del grosor en el punto final. Órdenes que crean polígonos, elipses, círculos rellenos y arandelas lo hacen mediante el uso de polilíneas.
- Polilíneas 3D: Representan objetos tridimensionales con las propiedades generales de las entidades, pero carecen de grosor, arcos y tipos de línea.
- Caras 3D: Corresponden a mallas poligonales tridimensionales, ya sean triangulares o cuadriláteras.
- Mallas 3D: Son mallas poligonales tridimensionales que requieren la especificación de la ubicación de los vértices de la malla, así como su tamaño. Órdenes que crean superficies regladas, cuerpos de revolución y cilindros tabulados lo hacen a partir de mallas 3D.
- Mallas policara: Se trata de mallas poligonales que se construyen designando primero los puntos que serán los vértices de las caras que conforman la malla. Luego, se dibujan las caras de la malla designando los vértices que componen cada una de ellas. Este método resuelve la limitación de no poder dibujar mallas cuyas caras no sean adyacentes.
- Ventanas gráficas: Representan áreas rectangulares que se manejan de manera diferente según si se encuentran en el espacio modelo o en el espacio papel. En el espacio papel, son rectángulos que pueden ser borrados, estirados, copiados,

movidos, etc. En el espacio modelo, se convierten en áreas de visualización del dibujo.

## 3. Capítulo 3: Herramientas computacionales en ingeniería civil

### 3.1. AutoCAD en ingeniería civil

La relación entre AutoCAD y la ingeniería civil es inseparable y de vital importancia en el mundo de la construcción y la infraestructura. AutoCAD, un software de diseño asistido por computadora, se ha convertido en una herramienta fundamental para los ingenieros civiles en todas las etapas de un proyecto, desde la planificación hasta la construcción y el mantenimiento. Su versatilidad y precisión hacen que AutoCAD sea la elección preferida para la creación de planos, modelos en 3D y la gestión de proyectos en el campo de la ingeniería civil. A continuación, se describirán algunos de los usos más comunes que se le da a AutoCAD en la ingeniería civil.

#### 3.1.1. Diseño de planos

AutoCAD se utiliza para crear planos detallados que representan las especificaciones de un proyecto. Esto incluye planos topográficos, que representan la forma y las características del terreno; planos de sitio, que muestran la ubicación de edificios y estructuras en relación con el terreno; planos de cimentación, que describen los cimientos de las estructuras; y planos estructurales, que muestran detalles sobre la construcción de edificios y otras estructuras.

#### 3.1.2. Modelado en 3D

El modelado en 3D en AutoCAD permite crear representaciones tridimensionales de estructuras y terrenos. Esto facilita la visualización de proyectos y la identificación de posibles problemas de diseño antes de la construcción.

### 3.1.3. Análisis de terreno

AutoCAD se utiliza en combinación con software de análisis de terreno para estudios topográficos detallados. Los ingenieros civiles pueden calcular perfiles, secciones transversales y evaluar la capacidad del terreno para soportar estructuras, lo que es esencial para proyectos de construcción y desarrollo de terrenos.

### 3.1.4. Diseño de carreteras y vías

AutoCAD se utiliza para diseñar carreteras, autopistas, vías férreas y sistemas de transporte público. Los ingenieros civiles pueden crear alineaciones, curvas, secciones transversales y perfiles de carreteras, lo que es crucial para la planificación y construcción de vías de comunicación.

### 3.1.5. Diseño de infraestructura

AutoCAD se utiliza para diseñar sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado, redes eléctricas y otras infraestructuras. Los planos detallados creados con AutoCAD son esenciales para la construcción y el mantenimiento de estas infraestructuras.

### 3.1.6. Planificación urbana

En la planificación urbana, AutoCAD se emplea para crear diseños de parcelas, evaluar el uso de la tierra y desarrollar planes maestros para comunidades. Esto incluye la ubicación de edificios, parques, carreteras y otras instalaciones.

### 3.1.7. Coordinación con otros profesionales

En proyectos multidisciplinarios, los ingenieros civiles pueden usar AutoCAD para colaborar con arquitectos, diseñadores de interiores y otros profesionales. Esto garantiza que los diseños se integren eficazmente y cumplan con los requisitos de todos los involucrados.

### 3.1.8. Gestión de proyectos

AutoCAD también se utiliza para la gestión de proyectos. Los ingenieros civiles pueden programar tareas, llevar un registro del presupuesto y realizar un seguimiento de los avances del proyecto, lo que es esencial para cumplir con los plazos y presupuestos.

### 3.2. Geometría descriptiva y su relación con AutoCAD

La relación entre AutoCAD y la geometría descriptiva es estrecha y significativa. AutoCAD es una de las principales herramientas de diseño asistido por computadora que incorpora principios de geometría descriptiva en su funcionalidad. Permite a los usuarios crear dibujos técnicos y modelos tridimensionales con precisión, aplicando conceptos de proyección, perspectiva y escala. Algunos de los aspectos clave de esta relación son:

- **Representación Espacial:** AutoCAD utiliza técnicas de geometría descriptiva para representar objetos tridimensionales en el plano bidimensional de manera precisa. Los usuarios pueden crear vistas en planta, alzados, cortes y perspectivas de objetos y estructuras.
- **Dibujo Técnico:** AutoCAD es ampliamente utilizado para la creación de dibujos técnicos detallados, que son esenciales en la ingeniería y la arquitectura. La geometría descriptiva ayuda a definir relaciones espaciales, dimensiones y proporciones en estos dibujos.
- **Modelado en 3D:** AutoCAD permite a los usuarios modelar objetos tridimensionales con precisión. Esto se logra a través de técnicas de proyección y representación en perspectiva, lo que facilita la visualización de objetos en tres dimensiones.
- **Aplicaciones en Ingeniería Civil:** En proyectos de ingeniería civil, AutoCAD se utiliza para crear planos topográficos, planos de sitio, planos estructurales y otros, aplicando conceptos de geometría descriptiva para mostrar la relación entre las diferentes partes de una construcción.

## 4. Capítulo 4: Aplicaciones

### 4.1. Aplicaciones del dibujo y la geometría descriptiva en la ingeniería civil

La integración de la geometría descriptiva y las herramientas de dibujo, especialmente en plataformas como AutoCAD, desempeña un papel fundamental en el desarrollo y ejecución eficiente de proyectos en ingeniería civil. Este subcapítulo explora diversas aplicaciones prácticas que destacan la relevancia de estos conceptos en el ámbito de la ingeniería civil.

#### 4.1.1. Diseño de Carreteras y Vías de Comunicación

El diseño de carreteras y vías de comunicación es un campo crítico en la ingeniería civil, y la aplicación de AutoCAD junto con los principios de geometría descriptiva juega un papel crucial en su desarrollo y ejecución eficiente.

- Planificación Geométrica

El uso de AutoCAD permite llevar a cabo la planificación geométrica de carreteras de manera precisa y eficiente. Mediante la aplicación de conceptos de geometría descriptiva, se pueden definir curvas, peraltes y pendientes, elementos esenciales para garantizar una conducción segura y cómoda. La representación gráfica de estas características en AutoCAD facilita la visualización y comprensión del diseño, permitiendo ajustes y optimizaciones antes de la construcción.

- Visualización Tridimensional

AutoCAD posibilita la creación de modelos 3D de carreteras, ofreciendo a los ingenieros y diseñadores la capacidad de visualizar el proyecto desde diversas perspectivas. Esta funcionalidad va más allá de la simple representación bidimensional, permitiendo una comprensión más profunda de la relación entre la carretera y su entorno. La visualización tridimensional facilita la identificación de posibles problemas de diseño y mejora la toma de decisiones durante las fases de planificación.

- Generación de Planos Detallados

La generación de planos detallados es un componente esencial en el diseño de carreteras. AutoCAD brinda herramientas avanzadas para la creación de planos que incluyen perfiles longitudinales y transversales, detalles de intersecciones, señalización vial y otros elementos clave. Estos planos no solo sirven como guía durante la construcción, sino que también son fundamentales para la coordinación entre diferentes disciplinas involucradas en el proyecto.

#### 4.1.2. Planificación Urbana y Desarrollo de Terrenos

La planificación urbana y el desarrollo de terrenos son elementos cruciales en el diseño del entorno construido, para lo cual el uso del dibujo y la geometría descriptiva junto con AutoCAD serán herramientas fundamentales.

- Zonificación Urbana

AutoCAD se convierte en una herramienta indispensable en la representación gráfica de zonificaciones urbanas. A través de la aplicación de principios de geometría descriptiva, los límites y características específicas de cada zona se pueden definir con precisión. La capacidad de visualizar estas zonificaciones en AutoCAD facilita la toma de decisiones en la planificación urbana, asegurando el cumplimiento de normativas y la coherencia en el desarrollo de áreas específicas.

- Optimización del Uso del Espacio

En el desarrollo de terrenos, AutoCAD permite la optimización eficiente del uso del espacio. La aplicación de principios de geometría descriptiva ayuda a considerar la topografía del terreno, las restricciones ambientales y la ubicación estratégica de infraestructuras. La representación gráfica en AutoCAD posibilita la visualización tridimensional del desarrollo propuesto, permitiendo ajustes y mejoras para maximizar la eficiencia del uso del suelo.

- Simulación de Proyectos

La capacidad de AutoCAD para simular proyectos urbanos es invaluable en la planificación urbana y el desarrollo de terrenos. La herramienta permite la creación de modelos 3D realistas que muestran cómo el diseño propuesto se integra en el contexto existente. Esto no solo facilita la comunicación con gente interesada en el proyecto y comunidades locales, sino que también ayuda a evaluar el impacto visual y funcional del proyecto antes de la implementación.

#### 4.1.3. Diseño de Estructuras y Edificaciones

La aplicación de AutoCAD en el diseño de estructuras y edificaciones constituye un componente esencial de la ingeniería civil moderna, donde la integración de principios de geometría descriptiva potencia la representación gráfica precisa y la planificación detallada.

- Representación de Diseños Arquitectónicos

AutoCAD se erige como una herramienta clave en la representación gráfica de diseños arquitectónicos. La aplicación de principios de geometría descriptiva permite la creación de planos de planta, alzados y secciones de manera precisa y detallada. Los arquitectos y diseñadores pueden utilizar AutoCAD para plasmar conceptos creativos en un formato visual que sirve como guía para la construcción.

- Modelado 3D para Análisis Estructural

La capacidad de modelado 3D en AutoCAD desempeña un papel fundamental en el análisis estructural de edificaciones. La aplicación de principios de geometría descriptiva en el modelado tridimensional permite a los ingenieros estructurales evaluar la integridad de la estructura desde diversas perspectivas. Esto no solo mejora la comprensión del comportamiento estructural, sino que también facilita la identificación y resolución proactiva de posibles problemas.

- Generación de Planos Ejecutivos

La generación de planos ejecutivos detallados es esencial en la construcción de estructuras y edificaciones. AutoCAD permite la creación de planos que especifican detalles constructivos, materiales y tolerancias. Aplicando principios de geometría descriptiva, se logra una representación precisa de conexiones, dimensiones y otros aspectos clave. Estos planos no solo guían la construcción, sino que también sirven como documentación técnica vital para todos los involucrados en el proyecto.

#### 4.1.4. Gestión de Proyectos y Documentación Técnica

Es evidente que, en la gestión de proyectos de ingeniería civil, el uso de AutoCAD ayuda a mejorar de manera exponencial la documentación técnica y la coordinación eficiente entre distintos equipos multidisciplinarios.

- Generación de Cronogramas y Presupuestos

AutoCAD facilita la generación de cronogramas y presupuestos mediante la representación gráfica de elementos clave del proyecto. A través de la aplicación de principios de geometría descriptiva, se pueden visualizar hitos, fases de construcción y recursos asignados. Esto no solo mejora la comprensión visual de la planificación del proyecto, sino que también facilita la identificación rápida de posibles solapamientos o demoras.

- Documentación Técnica Detallada

La creación de documentación técnica detallada es un componente crítico en la gestión de proyectos. AutoCAD ofrece herramientas avanzadas para la generación de planos ejecutivos, detalles constructivos y especificaciones técnicas. Al aplicar principios de geometría descriptiva, se logra una representación precisa de elementos estructurales, instalaciones y otros detalles, asegurando la coherencia en la ejecución del proyecto.

## 4.2. Aplicación con el uso de AutoCAD

Este capítulo marca un punto crucial para este trabajo, ya que todos los fundamentos teóricos de geometría y dibujo que se trató anteriormente se traducen en soluciones prácticas y concretas en el mundo de la ingeniería civil.

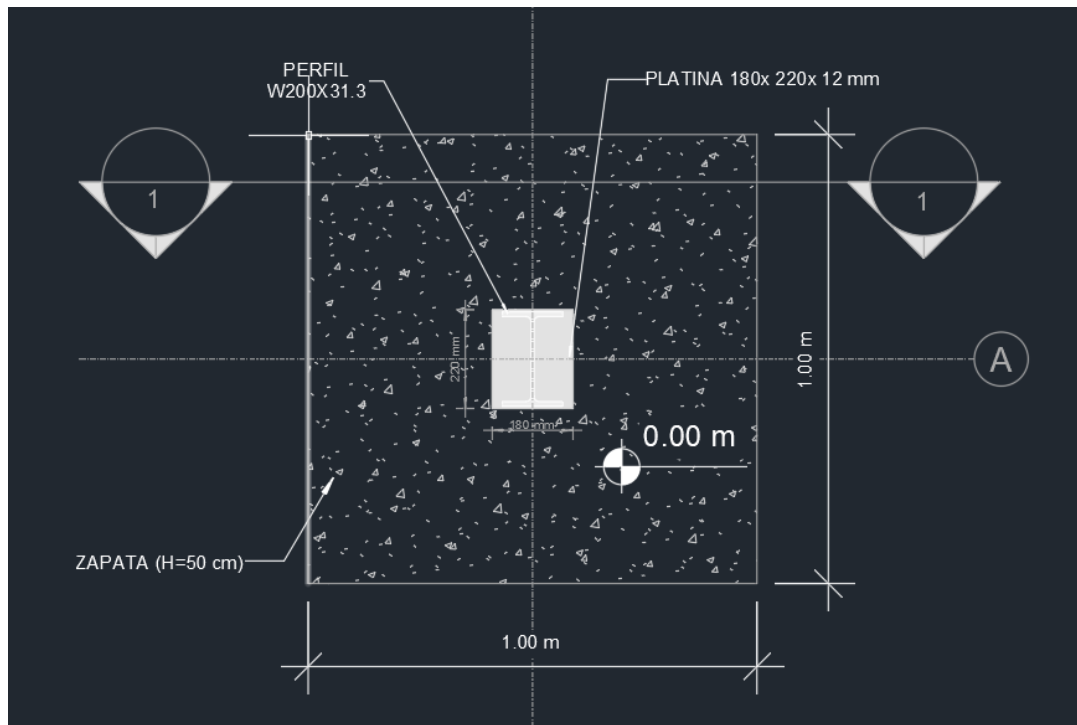
Se despliega un puente entre la teoría y la aplicación, mostrando como el conocimiento de la geometría descriptiva y las herramientas del dibujo, con un enfoque particular en AutoCAD, se convierten en habilidades fundamentales en proyectos de ingeniería civil.

Aquí se revela la verdadera utilidad de la geometría descriptiva y AutoCAD al abordar desafíos reales en la ingeniería civil. A través de ejemplos prácticos, se ilustrará como estas herramientas permiten a los ingenieros traducir sus visiones en planos y modelos, como facilitan la comunicación con equipos multidisciplinarios y como mejoran la eficiencia en la planificación, el diseño y la construcción de infraestructuras.

A continuación, se presentarán ciertos casos concretos en los que se aplican todos los conocimientos previamente abordados en la ingeniería civil, todo esto mediante el uso de AutoCAD.

### 4.2.1. Zapata simple

A continuación, se presentará una zapata de hormigón con dimensiones de 1 metro de largo por 1 metro de ancho y un peralte de 0.5 metros. Esta zapata cuenta con una malla de acero con una fluencia  $f_y = 420$  MPa, también un perfil tipo I y una platina de dimensiones de 220 x 180 x 12 mm situada en el centro de la zapata.



*Ilustración 22: Vista en planta*

En la Ilustración 14 se muestra la vista en planta de la zapata, aquí podemos observar detalladamente las dimensiones de esta y además se agregaron ciertas anotaciones para detallar todos los elementos que la conforman, como el perfil tipo I, el espesor y las dimensiones. También se puede apreciar que se ha realizado un corte, al cual llamaremos corte 1-1, esto con la finalidad de tener una vista en dicha sección.

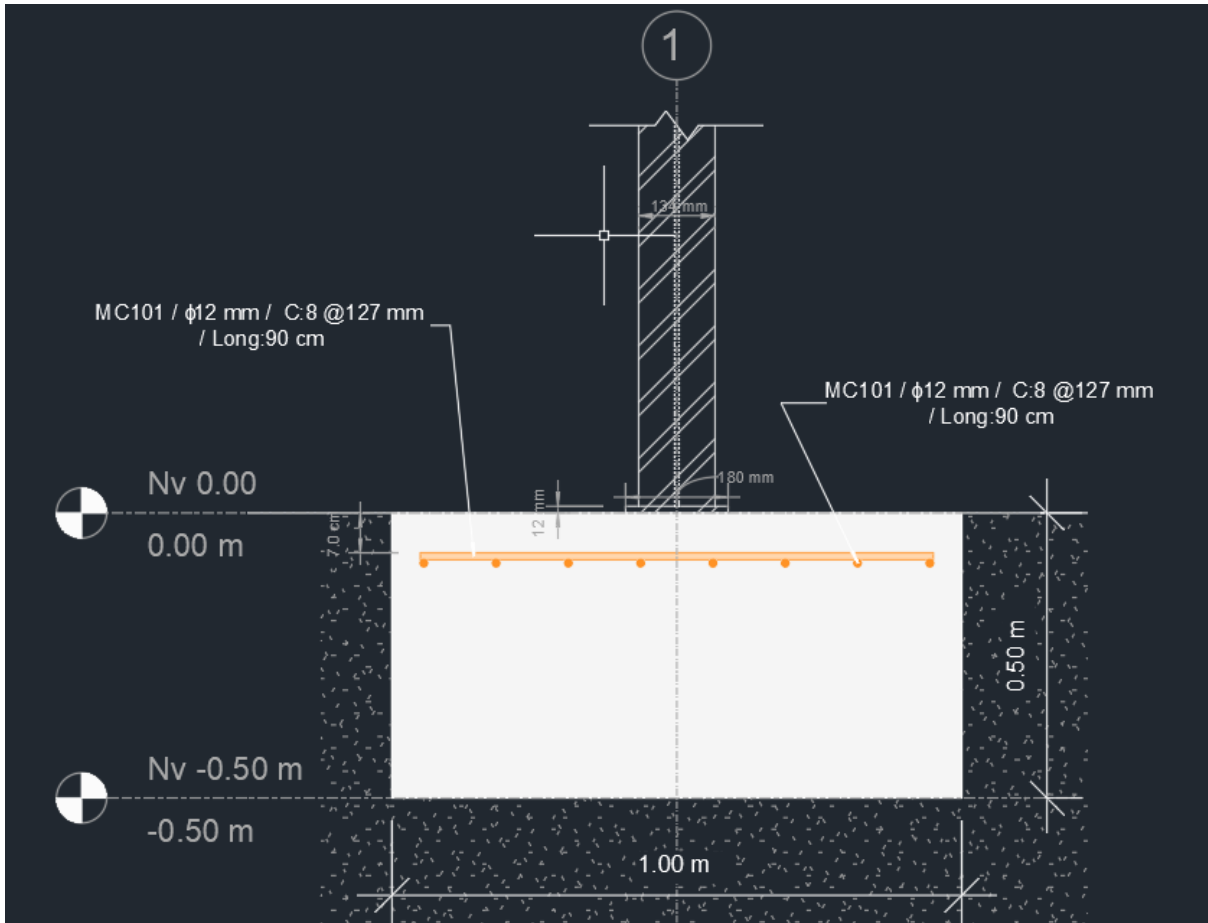
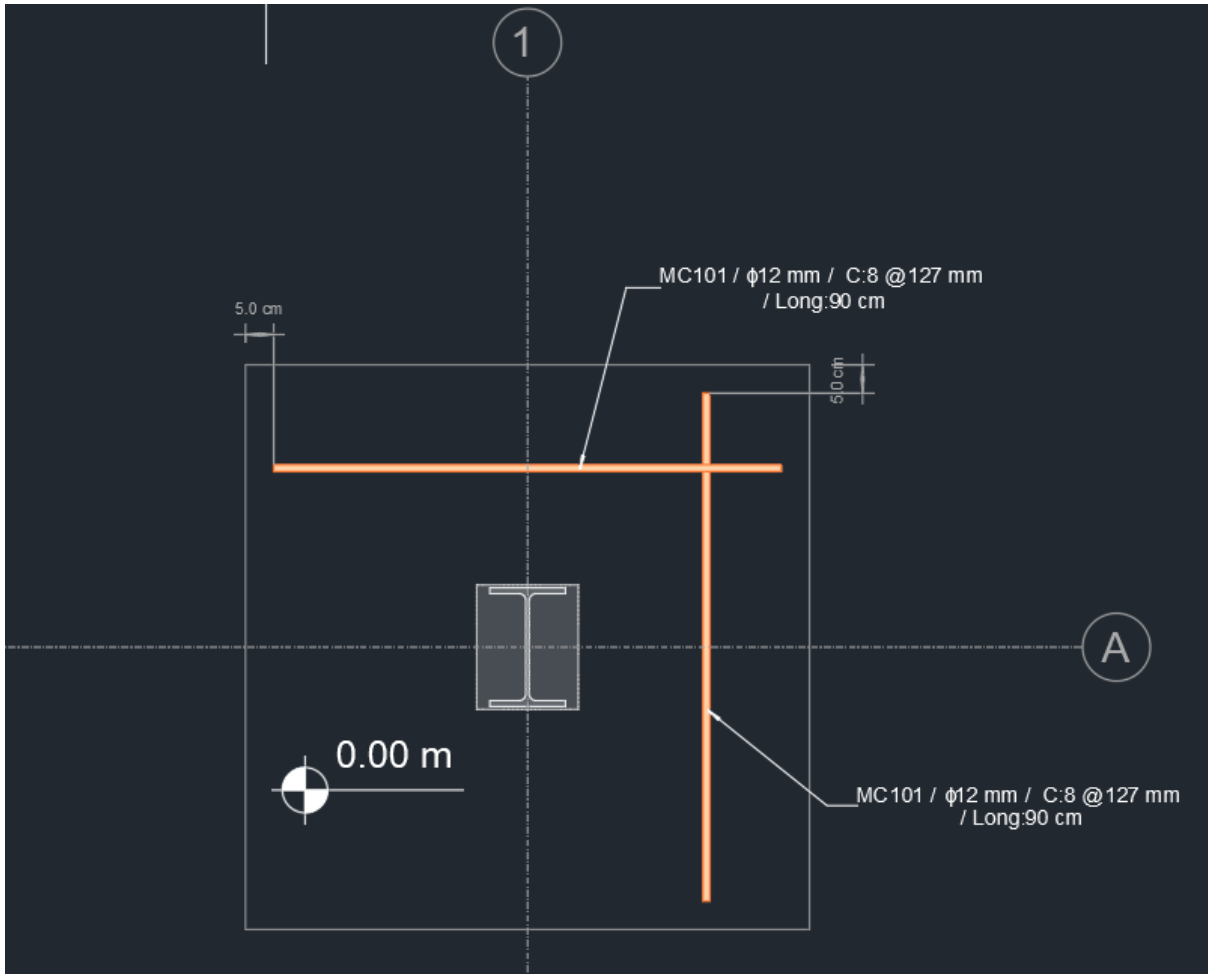


Ilustración 23: Corte 1-1

La ilustración 15 es la vista del corte 1-1, la cual se asemeja a lo que sería la vista lateral izquierda de la zapata, aquí podemos apreciar otros aspectos de la zapata que no se observan en la vista en planta, como los niveles en los que se ha trabajado, el peralte de la zapata y lo más importante, la distribución del acero.

Se puede apreciar gracias a las anotaciones que se colocaron varillas de 12 mm de diámetro y 90 cm de longitud a lo largo de la zapata, a una distancia de 127 mm entre cada una de las varillas.



*Ilustración 24: Vista en planta – acero*

En la Ilustración 16 podemos observar la vista en planta de la zapata, pero esta vez detallando la distribución del acero, donde también podemos observar un detalle adicional, como es el recubrimiento de 5 cm que se deja para las varillas.

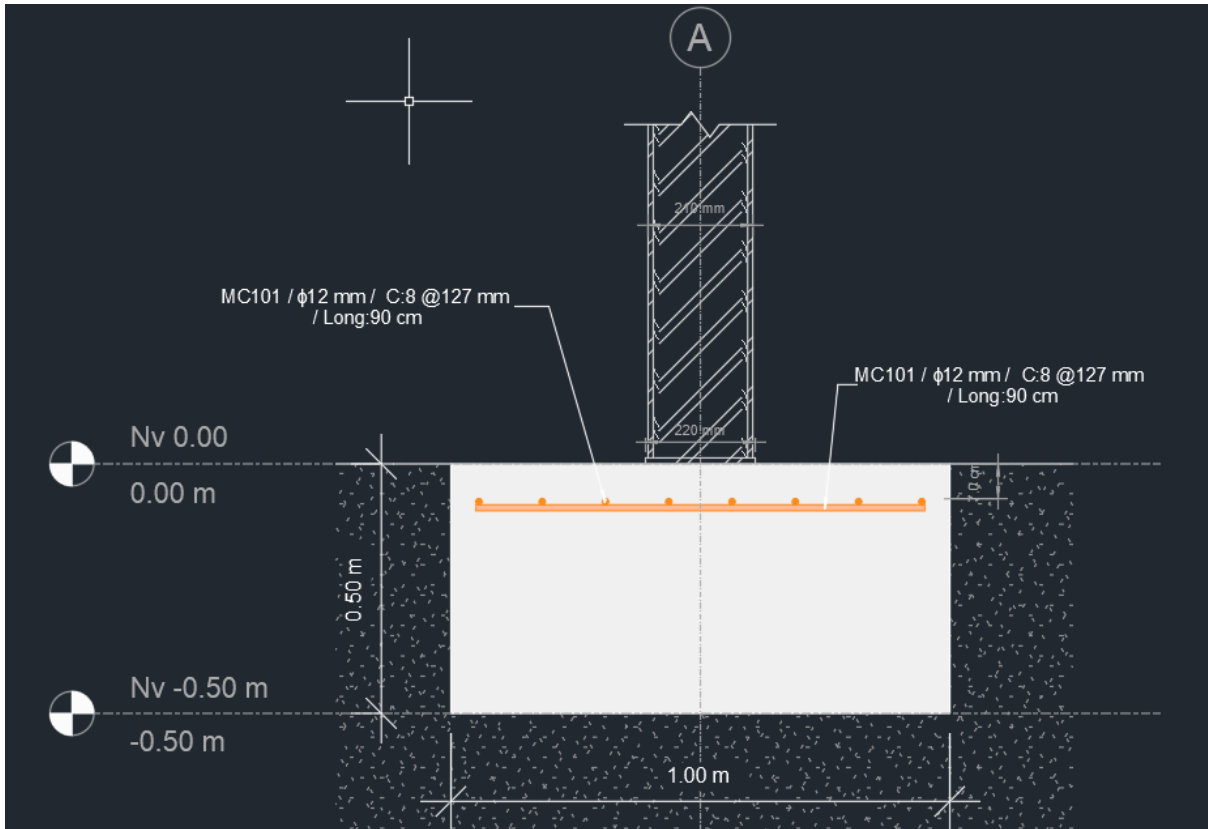
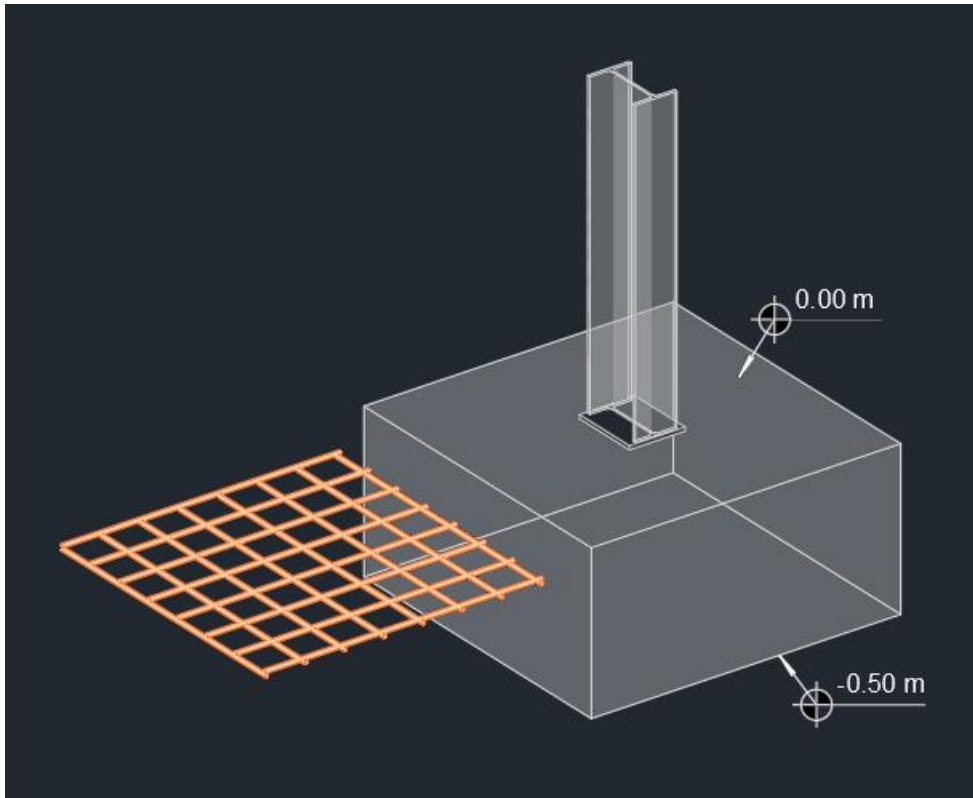


Ilustración 25: Vista lateral derecha

En esta ilustración se puede apreciar los mismos detalles que en la ilustración 15, sin embargo, esto solo es así ya que la zapata es simétrica, en caso de no serlo se diferenciaría mucho más de la otra vista. Sin embargo, hay un par de detalles adicionales que podemos observar, como la dimensión de la columna vista desde este lado, pues no es simétrica y también el recubrimiento superior de las varillas.

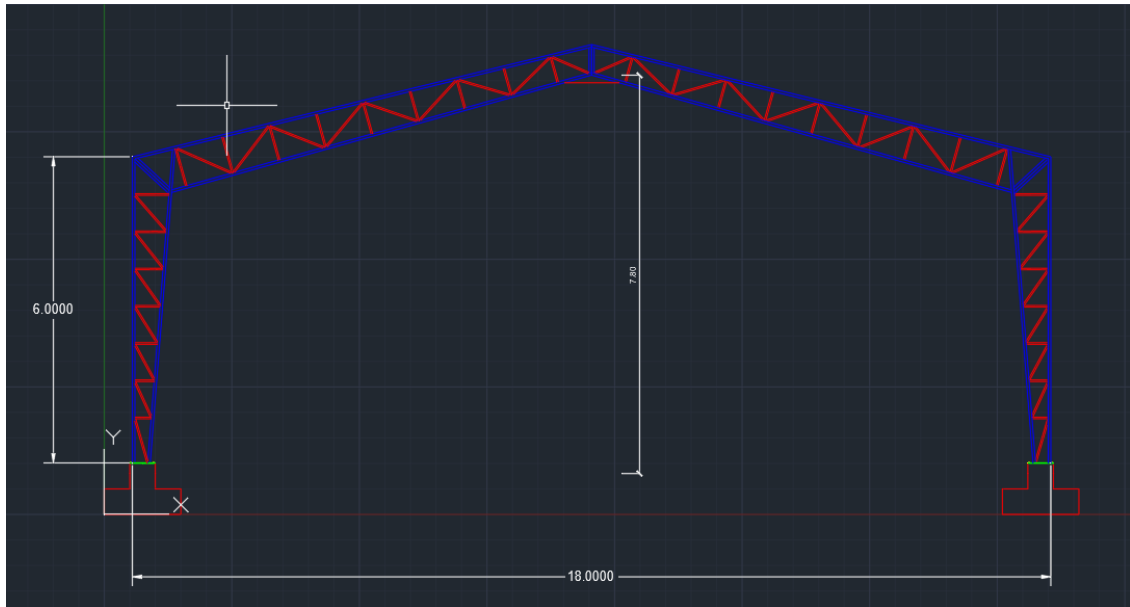


*Ilustración 26: Proyección ortogonal*

Por ultimo se muestra una proyección ortogonal de la zapata, en la cual podemos observar como seria el cuerpo una vez que sea construido y también como iría la distribución del acero en el mismo. Todo esto es posible gracias a los fundamentos del dibujo y la geometría de los cuales se ha hecho uso para realizar este dibujo.

#### 4.2.2. Galpón

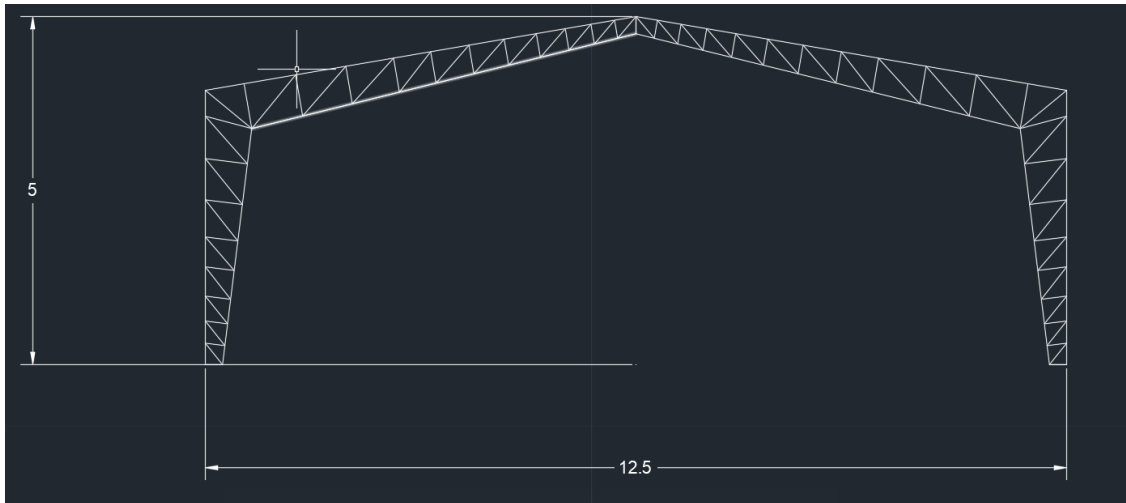
Para esta aplicación se mostrará la utilidad que puede tener el hacer un dibujo en AutoCAD, ya que puedes importar dicho dibujo a otros programas con el fin de hacer diseño estructural, pero ya que este trabajo tiene un enfoque hacia esa parte, solo se mostrara el resultado final que se puede obtener en base al dibujo realizado inicialmente en AutoCAD.



*Ilustración 27: Dibujo galpón*

Si tan solo se busca representar el galpón y sus dimensiones, un dibujo como este cumple con dicha tarea, se realizó las secciones con doble línea con el fin de representar el espesor de estas, y también se puede apreciar las cimentaciones en las bases del galpón.

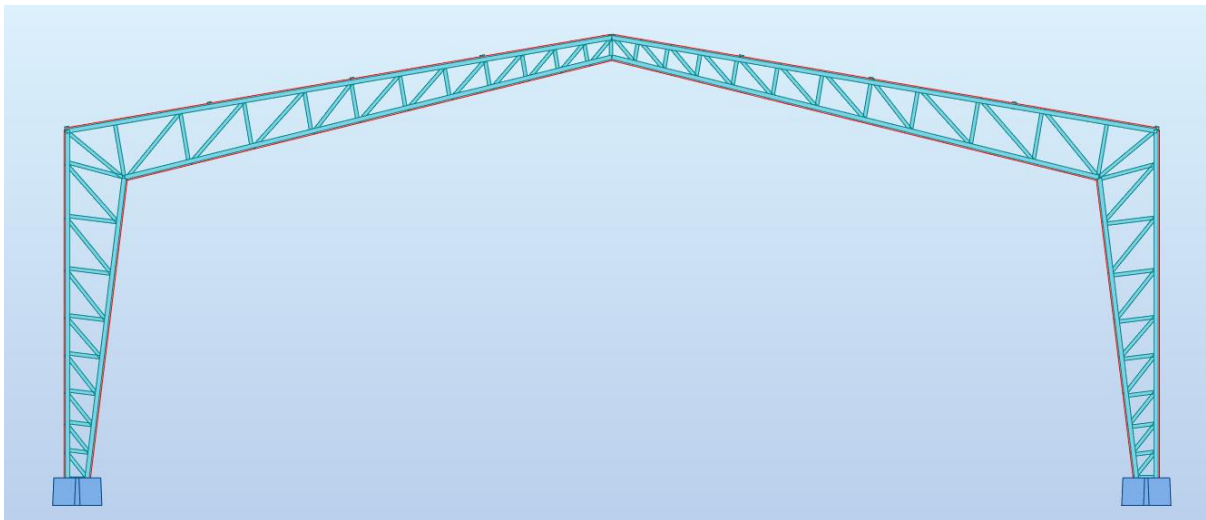
Este dibujo es simplemente representativo, pero si se busca realizar un dibujo con el fin de exportarlo a otro programa en el que se pueda diseñar, el dibujo debe ser de una sola línea, ya que el otro programa lo reconocería como dos secciones diferentes.



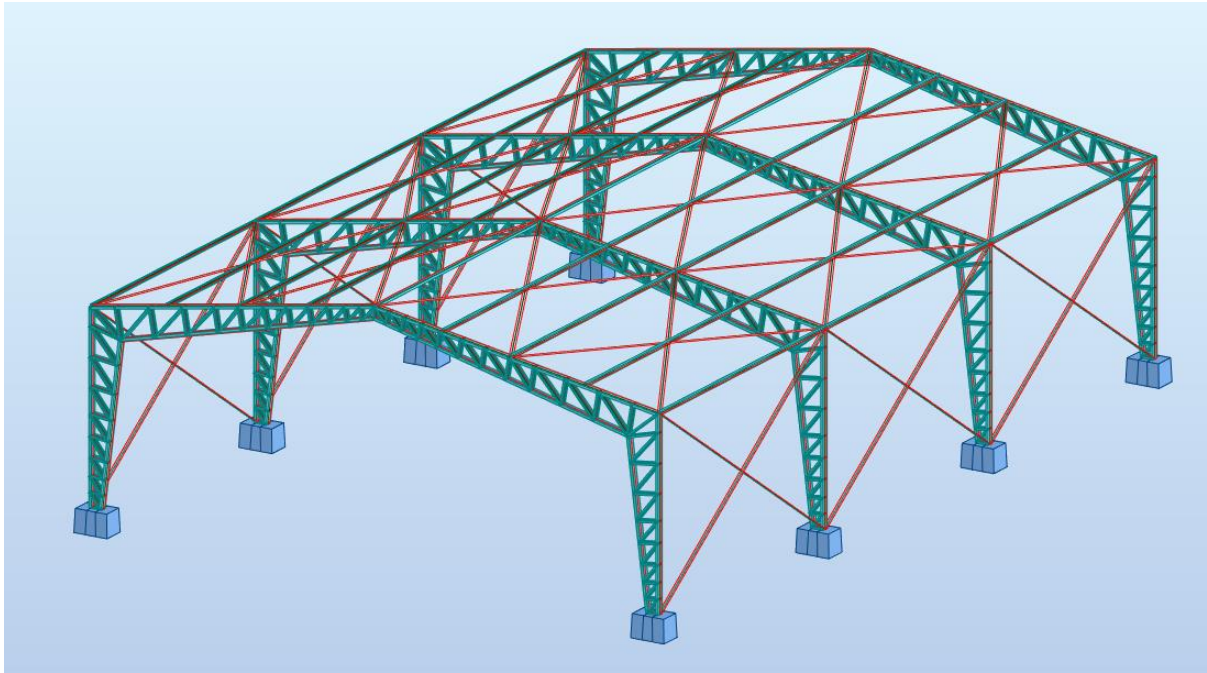
*Ilustración 28: Dibujo galpón 2*

En esta ilustración se muestra un galpón bastante sencillo pero el cual nos puede ser de gran utilidad al combinarlo con otro software computacional como podría ser *Robot Structural* o *ETABS*.

En mi caso importe el dibujo desde *Robot Structural* y el resultado fue el siguiente:



*Ilustración 29: Galpón en Robot Structural 1*



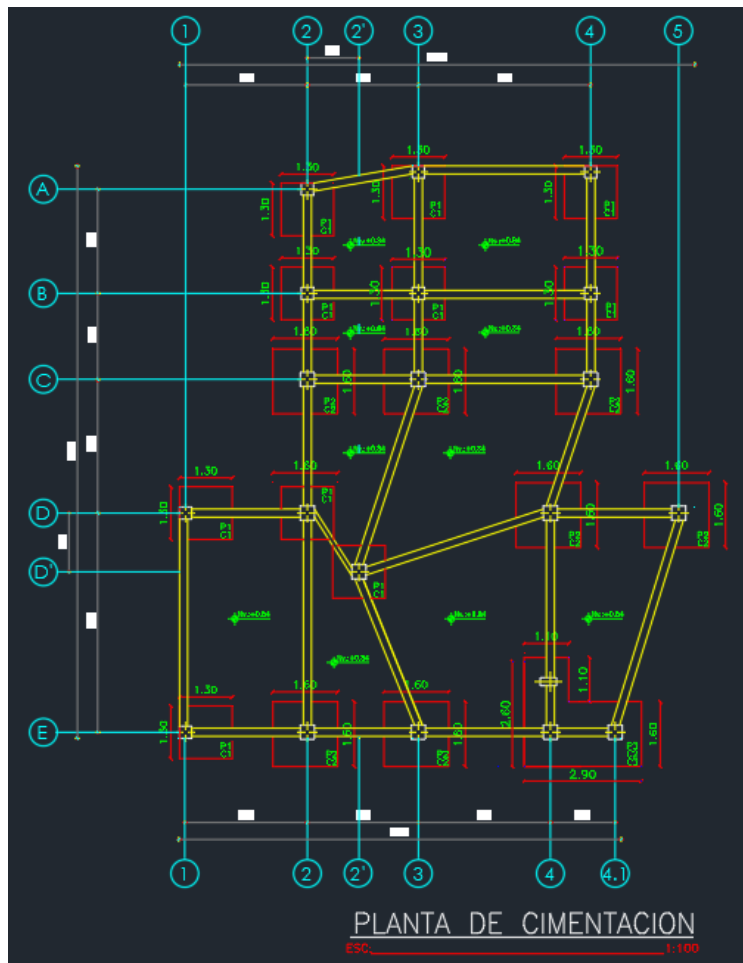
*Ilustración 30: Galpón en Robot Structural 2*

En la ilustración 21 podemos observar como el dibujo que realizamos en AutoCAD, sirvió también en un software de diseño estructural como Robot Structural. Al haberlo exportado a este software, las líneas que dibujamos pasaron a ser secciones solidas.

Finalmente, en la ilustración 22 podemos observar cual seria el resultado final del galpón, lo cual se logro importando el dibujo inicialmente desde AutoCAD. Evidentemente se agregaron correas en la parte superior del galpón y también cables que funcionan como riostras.

#### 4.2.3. Plano estructural de una vivienda

A continuación, se presentará el plano estructural de una vivienda de tres pisos realizada en AutoCAD, esto incluye los planos de columnas, vigas, losas y gradas.



*Ilustración 31: Planta de cimentación*

La ilustración 23 muestra el plano estructural de la planta de cimentación, donde podemos observar la distribución de los plintos y las vigas en el terreno, además de las dimensiones que tiene cada uno de ellos y las distancias que existen entre cada elemento. Todo esto es gracias a que utilizamos una vista en planta, la cual es una herramienta del dibujo.

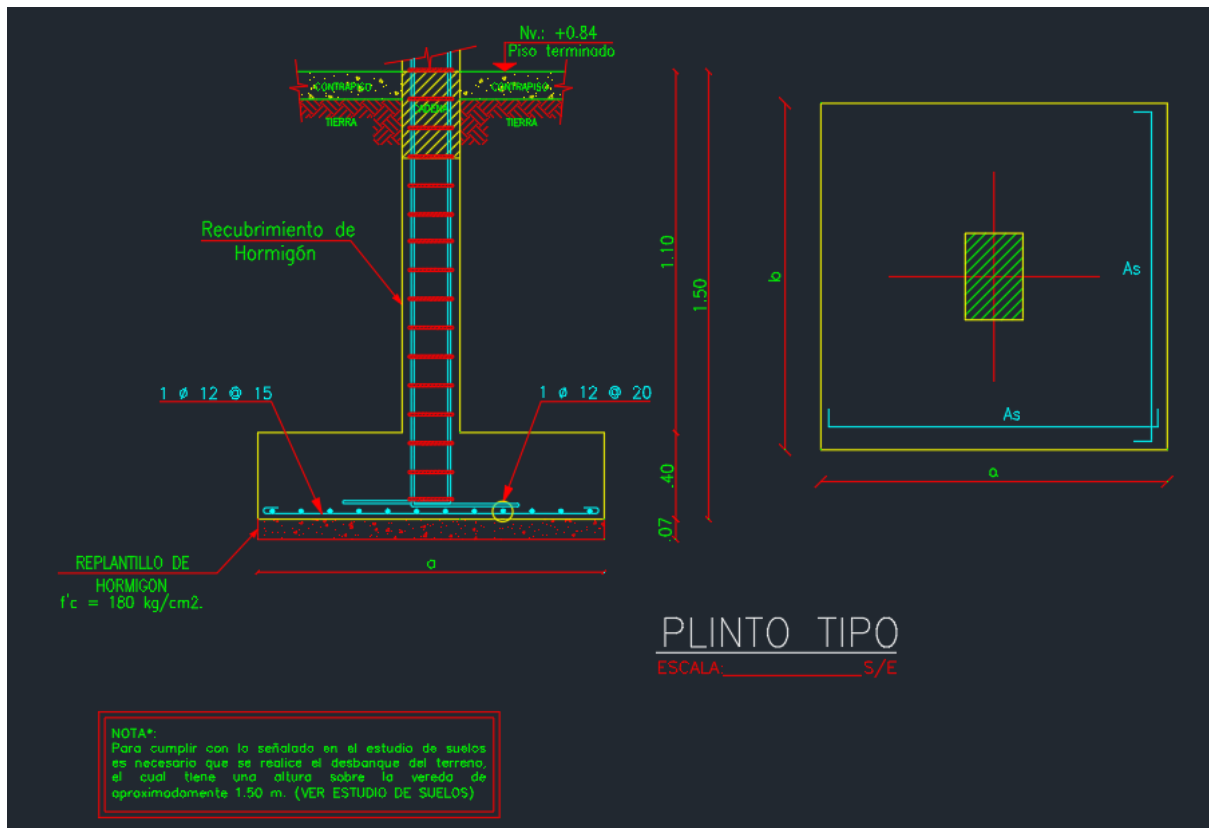
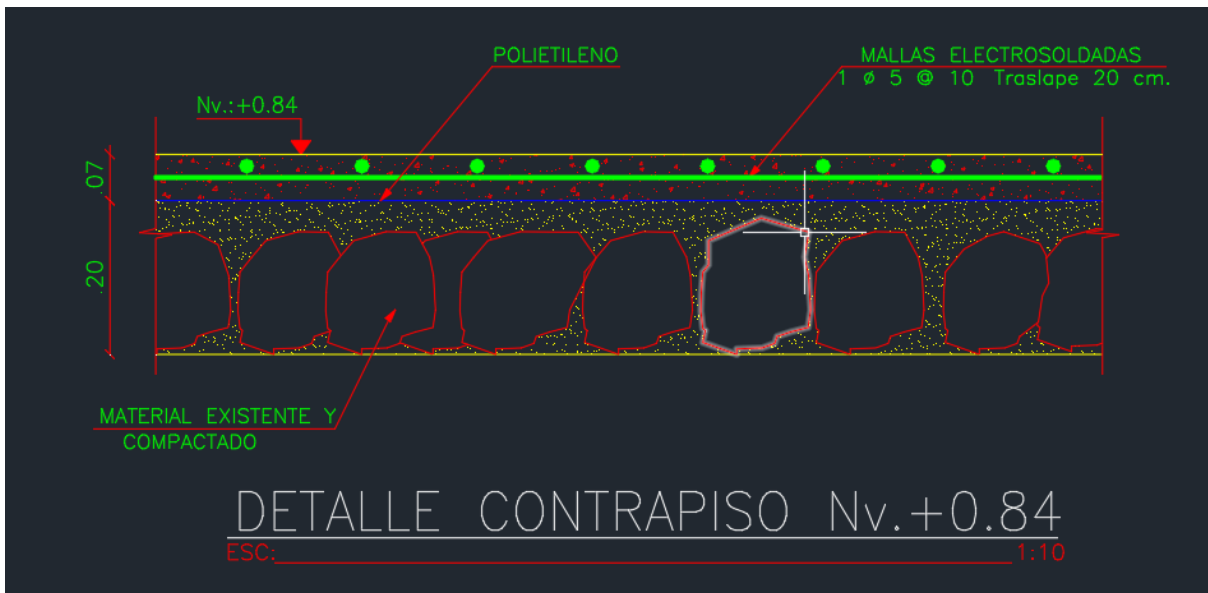


Ilustración 32: Plano estructural del plinto

En esta ilustración podemos observar la vista lateral y en planta de uno de los plintos que se utilizarán en esta vivienda, donde se puede observar detalladamente las dimensiones y también la distribución del acero que se utilizará en la misma.



*Ilustración 33: Detalle contrapiso*

En la ilustración 25 podemos observar los detalles del contrapiso, donde se puede ver que existe material previamente compactado en el terreno para la construcción de la vivienda, también podemos ver que se ha colocado una capa de polietileno sobre el suelo y finalmente se puede apreciar los detalles de la malla electrosoldada que se colocó.

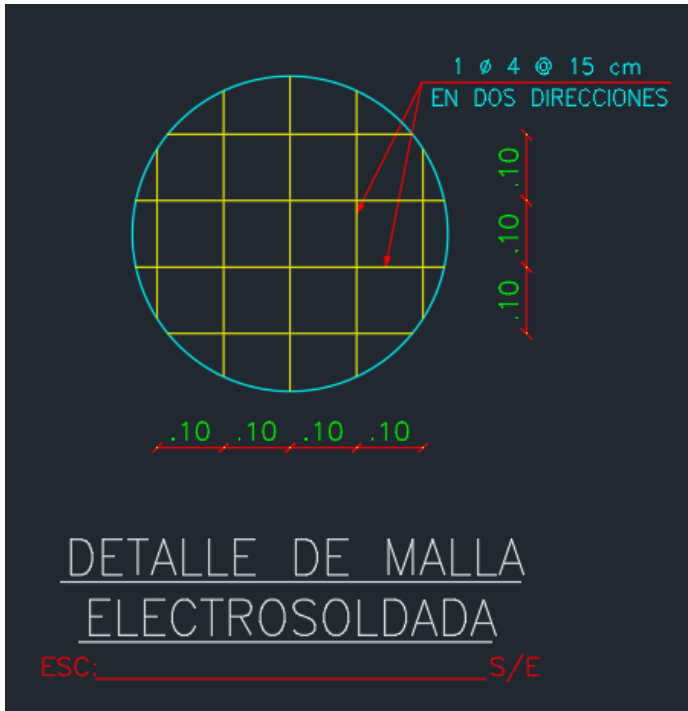


Ilustración 34: Detalle de malla electrosoldada

La ilustración 26 muestra a detalle la distribución de la malla electrosoldada, donde se puede apreciar que se colocara una malla de 4 mm de diámetro cada 15 cm en ambas direcciones.

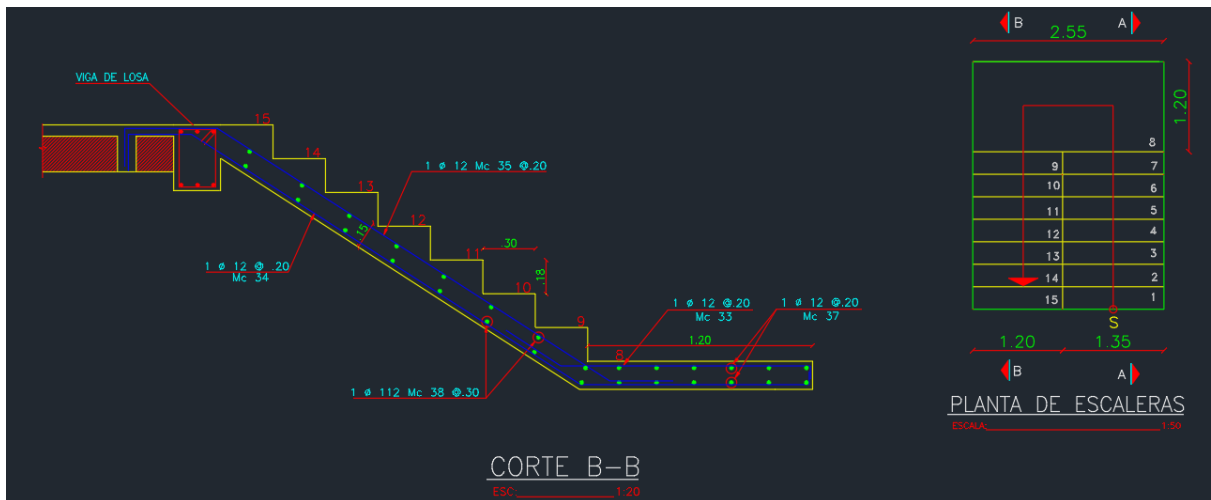


Ilustración 35: Detalle de las gradas

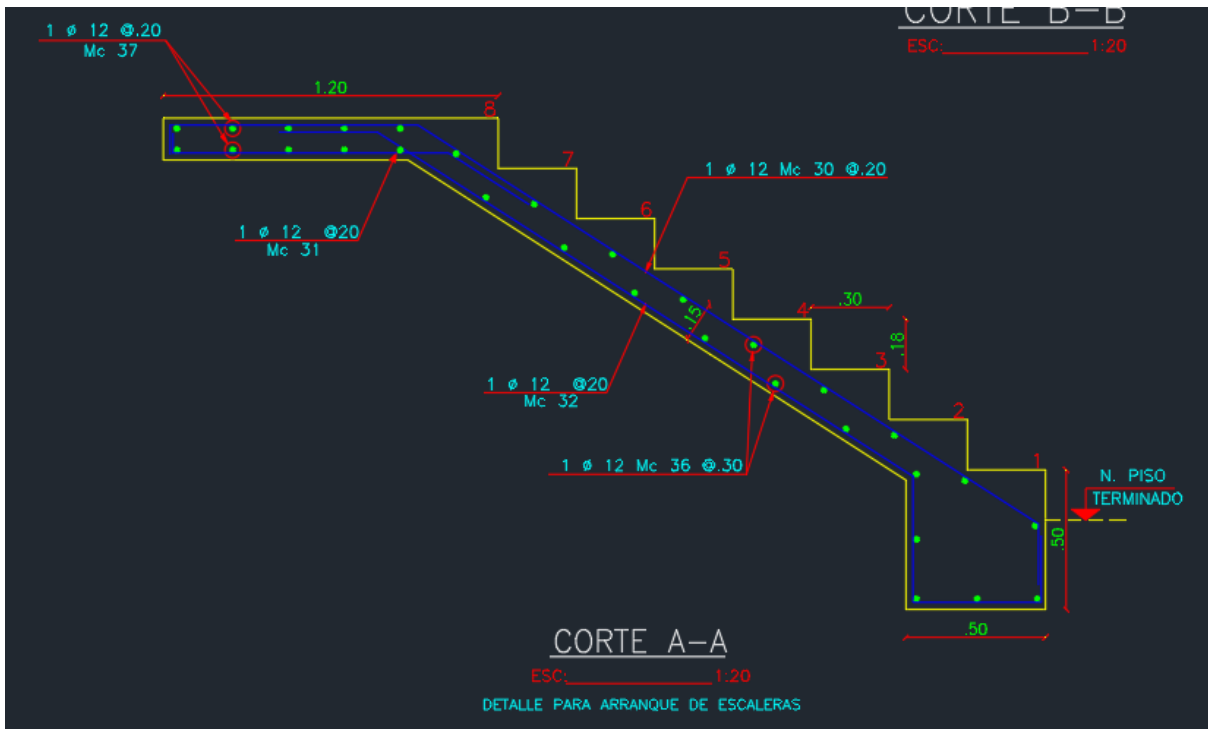


Ilustración 36: Detalle de las gradas 2

En las ilustraciones 27 y 28 se puede observar dos cortes que se realizaron con el fin de observar a detalle todos los elementos de estas. Se pueden apreciar el numero de gradas, las dimensiones y las varillas que se utilizaran para su construcción. También podemos ver la vista en planta de las gradas en la ilustración 27.

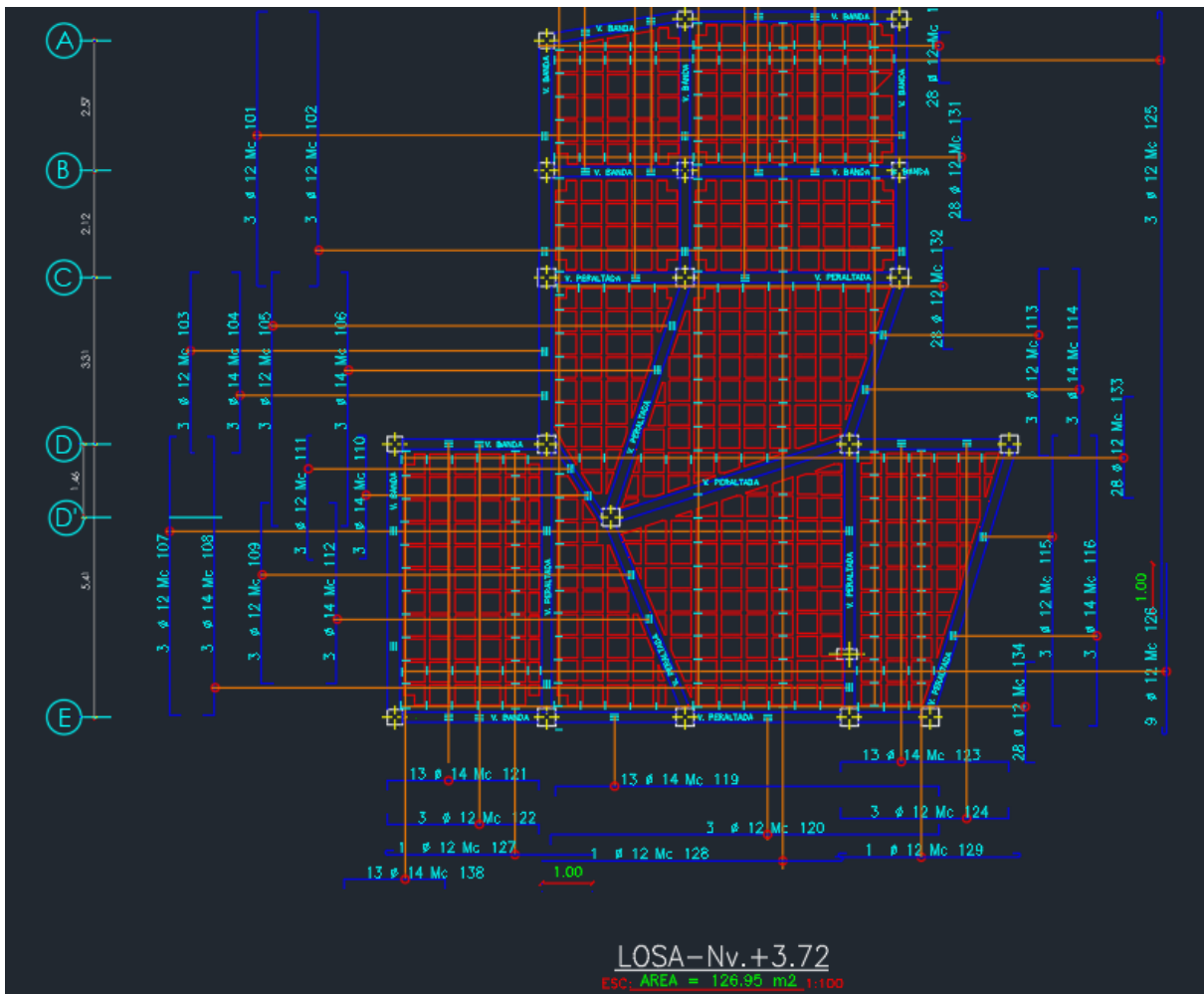


Ilustración 37: Plano losa 1

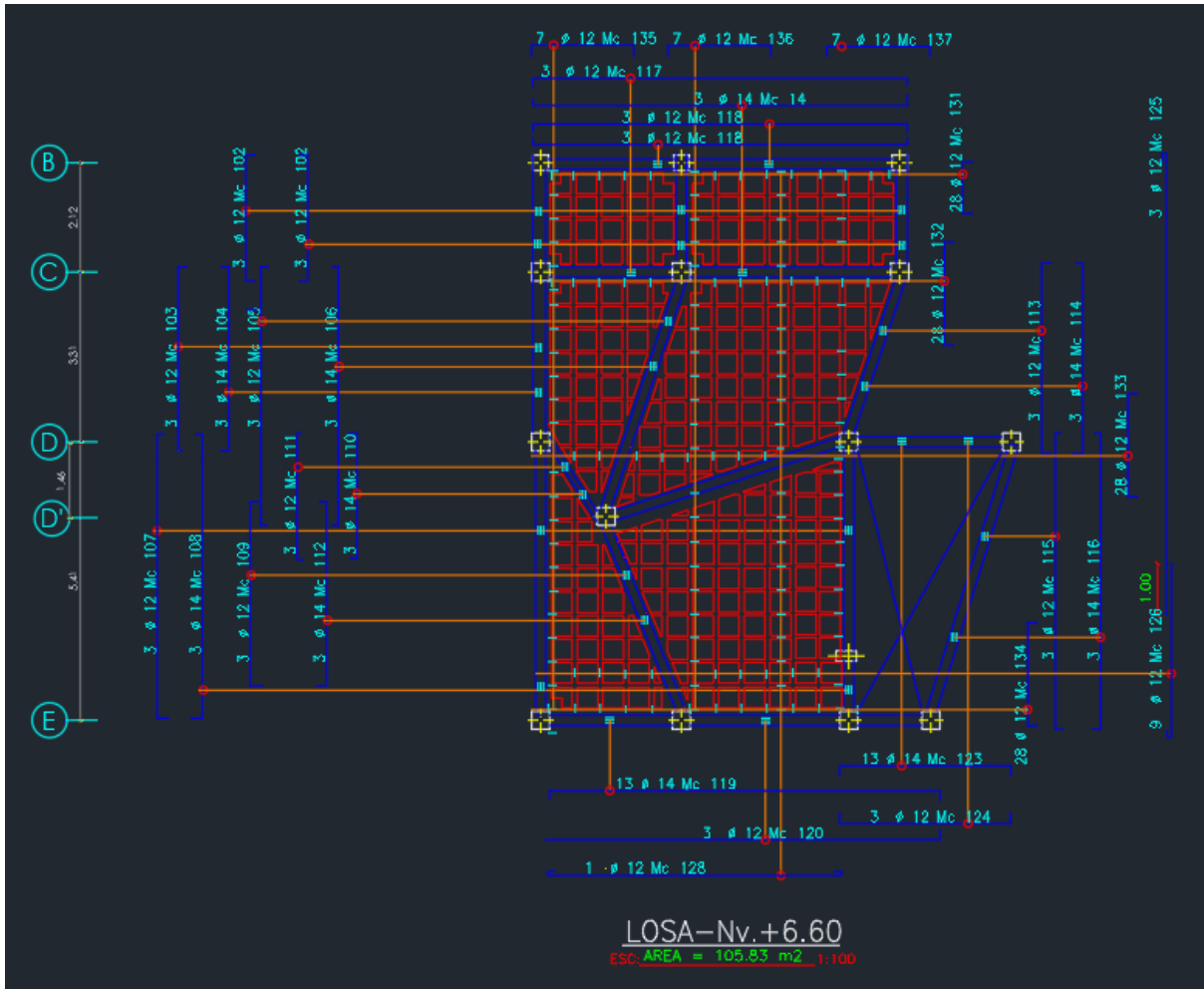


Ilustración 38: Plano losa 2

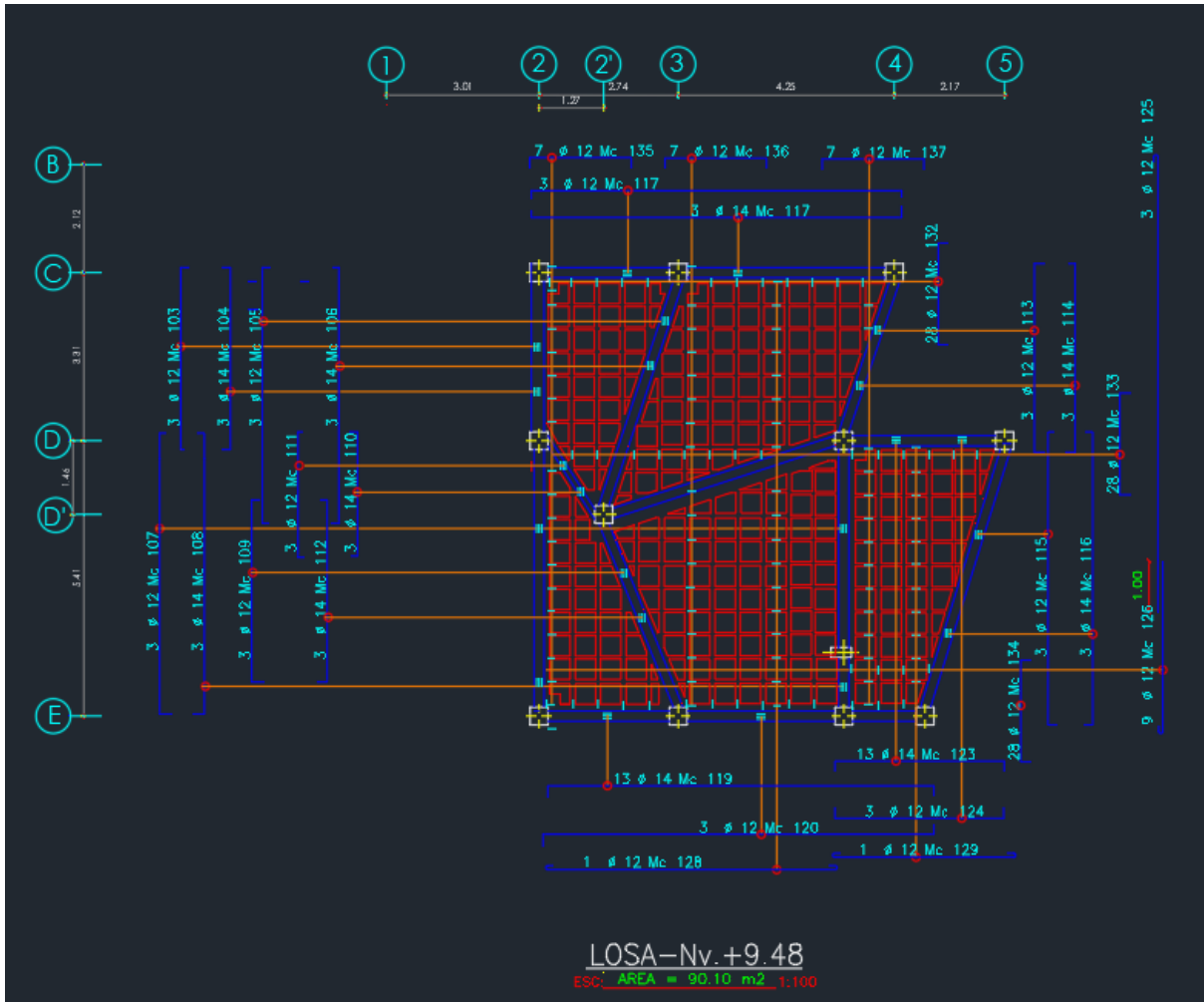


Ilustración 39: Plano losa 3

Las ilustraciones 29, 30 y 31 nos muestran las vistas en planta de las 3 losas que se construirán en la vivienda, todas con sus respectivos detalles constructivos, área total y el nivel al que se encuentran.

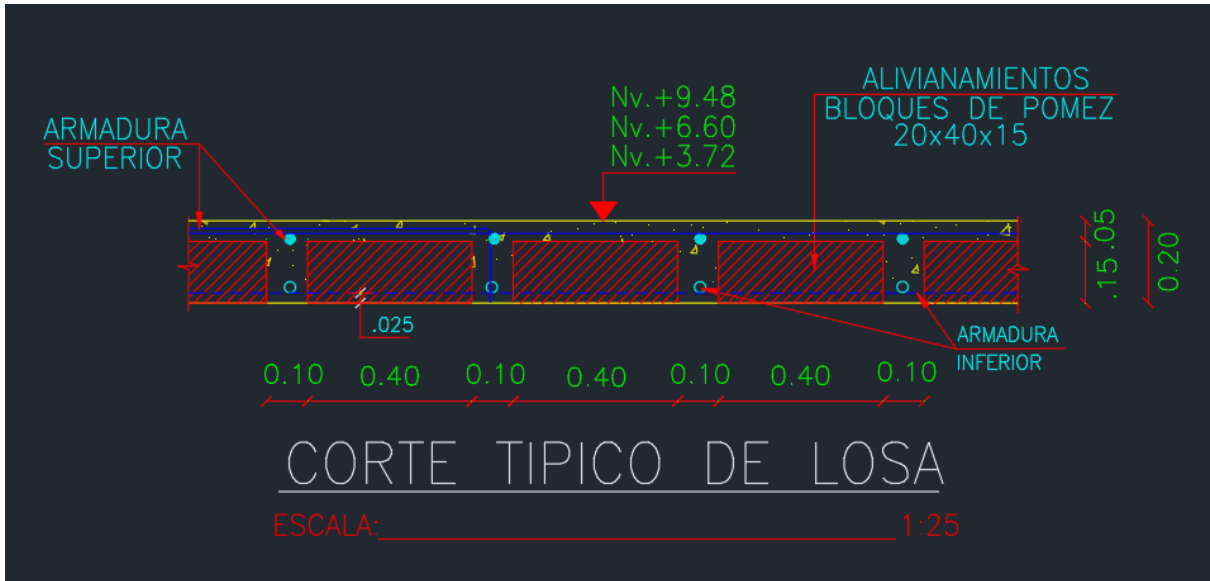


Ilustración 40: Detalle losa

En esta ilustración podemos observar mas a detalle el tipo de losa que se construirá en esta vivienda, que como podemos ver es una losa alivianada con bloques de pomez de dimensiones 20x40x15 y que cuenta con una armadura superior e inferior. Además, también podemos observar que esta en una escala 1:25.

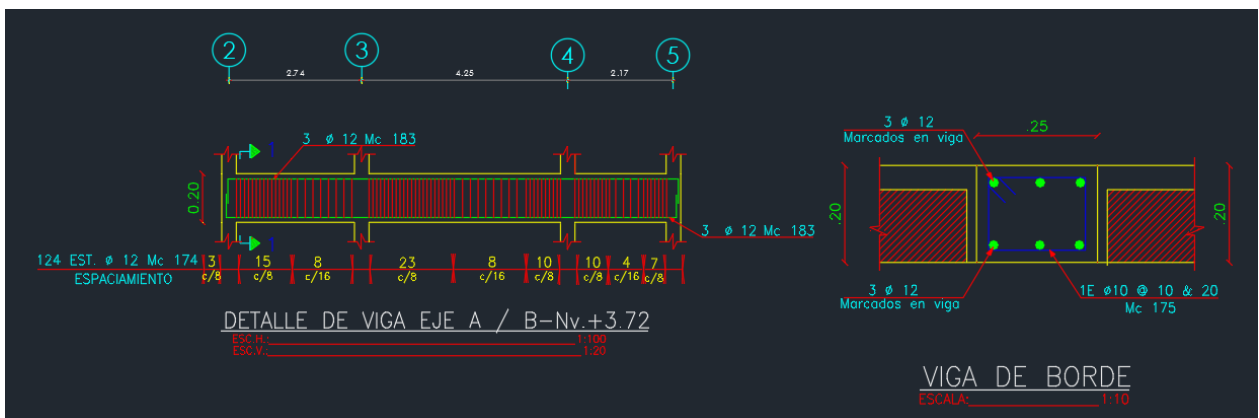


Ilustración 41: Plano viga

La ilustración 33 nos muestra el plano de una de las vigas de la vivienda, con todos los detalles necesarios para la construcción como el tipo y numero de varillas que se colocara en

la viga y también el espaciamiento entre estas. También se nos muestra como esta compuesta la viga de borde, la dimensión y el numero de varillas superiores e inferiores y también el detallamiento de los estribos.

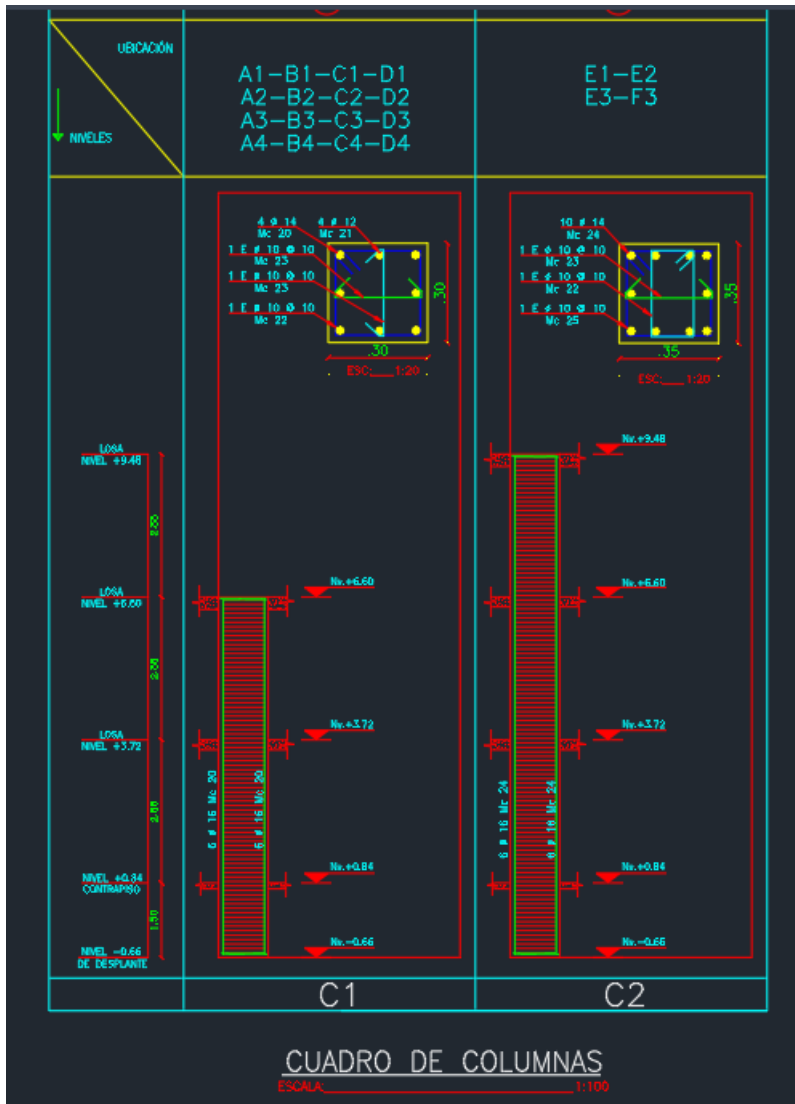


Ilustración 42: Cuadro de columnas

Por último, la ilustración 34 nos muestra el plano de los dos tipos de columnas que se utilizaran en esta vivienda, los niveles a los que se ubican y la distribución de las varillas y los estribos dentro de las mismas.

## 5. Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- La geometría descriptiva se revela como una disciplina fundamental para la representación gráfica precisa de objetos tridimensionales y bidimensionales en la ingeniería civil, tal y como se ha demostrado a lo largo de este trabajo, pues se ha hecho uso de varios de los fundamentos que se presentaron para posteriormente realizar las aplicaciones en AutoCAD.
- Se reafirma lo esencial que resulta el uso de AutoCAD en la ingeniería civil, permitiendo a los ingenieros civiles trasladar conceptos teóricos adquiridos del dibujo y la geometría, a diseños detallados y documentación técnica.
- En cuanto a la eficiencia en proyectos de ingeniería civil, la aplicación de la geometría descriptiva, dibujo y AutoCAD contribuye significativamente, ya que se puede aplicar desde el diseño hasta la construcción y la gestión del proyecto.
- Los fundamentos del dibujo junto con la herramienta computacional AutoCAD nos permiten crear un modelado 3D que facilita la visualización tridimensional, permitiendo a los profesionales y partes interesadas comprender mejor los proyectos y tomar decisiones más acertadas.
- AutoCAD sirve como un punto de convergencia para la colaboración entre ingenieros civiles, arquitectos y otros profesionales del medio, mejorando la comunicación y la coherencia del diseño. Además, podemos combinar el uso de AutoCAD con otros softwares con Robot Structural o ETABS para realizar el diseño estructural del proyecto, lo cual facilita el trabajo entre los distintos profesionales involucrados.
- La implementación de todos los elementos tratados en este trabajo contribuye a la optimización de recursos y costos, reduciendo errores y mejorando la planificación y ejecución de proyectos; además también contribuye al desarrollo sostenible al ayudar a crear diseños óptimos y seguros.

- Se puede concluir que este enfoque de integración curricular contribuye al desarrollo de competencias esenciales, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos futuros en el campo de la ingeniería civil.
- El conocimiento y la habilidad de manejar una herramienta computacional como AutoCAD se presenta como una competencia esencial para los ingenieros civiles en la era moderna, pues se vislumbra un futuro donde las tecnologías de diseño asistido por computadora evolucionaran, por lo cual es necesario mantenerse al día en estos conocimientos y aplicarlos en el desarrollo de proyectos.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las instituciones académicas que fomenten la práctica y el uso continuo de AutoCAD, pues en mi experiencia propia, solamente he tenido una materia a lo largo de mi carrera enfocada en enseñar el uso de AutoCAD. Por lo cual considero de suma importancia implementar el uso constante de este software en la carrera, ya que será de suma utilidad en la vida profesional el tener un manejo avanzado de esta herramienta.
- Recomiendo a los estudiantes que continúen con el practicando el uso de AutoCAD fuera del entorno académico para fortalecer sus habilidades y familiarizarse con las actualizaciones y nuevas características del software.
- Considero importante incentivar en profesionales y estudiantes el explorar herramientas y complementos adicionales de AutoCAD que permitan mejorar aun mas la eficiencia en el diseño y la representación gráfica.
- Se debe promover la colaboración entre diferentes disciplinas, alentando a los estudiantes a participar en proyectos multidisciplinarios para obtener una mayor comprensión integral, tanto de la geometría y el dibujo, como de la aplicación de AutoCAD en entornos profesionales diversos.

- Recomiendo a los lectores explorar casos de estudio adicionales en los que AutoCAD, el dibujo y la geometría descriptiva se han aplicado con éxito en proyectos de ingeniería civil, proporcionando así una perspectiva más amplia de las posibles aplicaciones que tienen en la vida profesional y estudiantil.
- Se destaca la importancia de desarrollar habilidades de comunicación visual para así poder transmitir ideas de manera efectiva a través de representaciones gráficas. Esto se podría lograr utilizando el dibujo técnico o AutoCAD como herramientas para expresar la creatividad en el diseño de infraestructuras, explorando soluciones de diseño innovadoras y eficientes.
- Recomiendo la posibilidad de investigar e implementar tecnologías emergentes como la realidad virtual o aumentada, que podrían integrarse de algún modo con AutoCAD para mejorar la visualización y agilizar la toma de decisiones. También considero importante compartir ideas en foros o grupos de profesionales involucrados en el medio, donde se puedan compartir experiencias, consejos y recursos valiosos.
- Finalmente recomiendo promover la educación continua del dibujo y la geometría descriptiva, ya que esta base teórica es esencial para comprender completamente las capacidades y limitaciones de AutoCAD en proyectos de ingeniería civil.

## 6. Bibliografía

P, E. C. (2016). Fundamentos de geometría descriptiva GEOMETRÍA DESCRIPTIVA.

*www.academia.edu.*

[https://www.academia.edu/22314020/Fundamentos\\_de\\_Geometr%C3%ADa\\_Descriptiva\\_GEOMETR%C3%8DA\\_DESCRIPTIVA](https://www.academia.edu/22314020/Fundamentos_de_Geometr%C3%ADa_Descriptiva_GEOMETR%C3%8DA_DESCRIPTIVA)

Correa, J. (2013). Fundamentos geometria descriptiva. vdocuments.net.

<https://vdocuments.net/fundamentos-geometria-descriptiva.html?page=7>

*Monge y el sistema diédrico / IDIS.* (s. f.). <https://proyectoidis.org/monge-y-el-sistema-diedrico/>

