



ISBN: 978-99923-993-8-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR  
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA”**

SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES: SEDE CENTRAL  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: ING. JUAN JOSÉ CÁCERES CHIQUILLO  
DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES: ING. RIGOBERTO ALFONSO MORALES  
ING. RAFAEL ERNESTO CHILLÍN VÁSQUEZ

SANTA TECLA, ENERO 2013





ISBN: 978-99923-993-8-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR  
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA”**

SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES: SEDE CENTRAL  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: ING. JUAN JOSÉ CÁCERES CHIQUILLO  
DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES: ING. RIGOBERTO ALFONSO MORALES  
ING. RAFAEL ERNESTO CHILLÍN VÁSQUEZ

SANTA TECLA, ENERO 2013

**Rectora**

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

**Vicerrector Académico**

Ing. José Armando Oliva Muñoz

**Vicerrectora Técnica Administrativa**

Inga. Frineé Violeta Castillo

**Dirección de Investigación y Proyección Social**

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

**Director Coordinador del Proyecto**

Ing. Ricardo Salvador Guadrón

**Autores**

Ing. Juan José Cáceres Chiquillo

Ing. Rigoberto Alfonso Morales Hernández

621.313

C118d Cáceres Chiquillo, Juan José

sv Desarrollo de sistema autónomo innovador para la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica y fotovoltaica / Juan José Cáceres Chiquillo, Rigoberto Alfonso Morales Hernández. - -1ª ed.- - San Salvador, El Salvador: ITCA Editores, 2013.

80 p.: il. ; 28 cm.

ISBN: 978-99923-993-8-5

1. Generadores termoeléctricos 2. Energía eólica 3. Recursos energéticos renovables. 4. Energía solar.

I. Morales Hernández, Rigoberto Alfonso. II. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.



El Documento Desarrollo de sistema autónomo innovador para la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica y fotovoltaica, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

**Sitio web:** [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

Correo electrónico: [bibliotecologos@itca.edu.sv](mailto:bibliotecologos@itca.edu.sv)

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-993-8-5

Año 2013

# ÍNDICE

<b>Tabla de contenido</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE .....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	4
JUSTIFICACIÓN .....	4
OBJETIVOS .....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. ANTECEDENTES .....	5
4. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
6. RESULTADOS: .....	27
8. CONCLUSIONES.....	33
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
10. ANEXOS .....	33

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este proyecto forma parte del Programa Integral de Investigación en Energías Renovables. Se construyó en la Sede Central Santa Tecla un sistema de generación de energía renovable híbrido y en disposición tipo isla, conformado por ocho paneles solares policristalinos y un aerogenerador de eje horizontal. Se determinaron los ángulos mínimos y máximos de inclinación para los paneles fotovoltaicos, tomando como base la latitud de Santa Tecla. La energía generada se acumula en un banco de baterías de ciclo profundo conectadas a dos inversores eléctricos de onda senoidal pura con una potencia de 600 W. Este proyecto proporcionará la base para el estudio de los sistemas fotovoltaicos aislados y de generación eólica. Se continuará con la recolección de datos de generación de energía a fin de estudiar y analizar la producción de energía por unidad de radiación solar y por unidad de viento, así como la eficiencia del sistema y la calidad de la energía producida. El sistema permitirá realizar prácticas para la medición de corrientes separadas para cada módulo: fotovoltaico y eólico.

Como resultado del sistema implementado se ha creado el Laboratorio de Energía Renovable en ITCA-FEPADE, el cual es alimentado totalmente con la energía eléctrica producida y utilizada además para prácticas de estudiantes de automotriz. Servirá para el estudio de las energías renovables a los estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecánica y Mecatrónica.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El crecimiento y desarrollo de una nación está vinculado a la capacidad de generación de energía eléctrica del mismo. Es por ello que ante los altos costos de los derivados del petróleo, y la fuerte dependencia de los mismos en nuestro país resulta imprescindible la búsqueda de fuentes alternativas que puedan suplir en alguna medida las demandas energéticas de la población.

### **2.2. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de las tecnologías en las áreas de energía renovables avanza aceleradamente, es por ello que El Salvador, y de forma más concreta la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE no puede quedarse atrás. Como institución comprometida con la educación de

calidad y vanguardista, es necesario incursionar, investigar y desarrollar competencias en las áreas de las energías renovables, para luego formar el recurso técnico que serán en un futuro próximo las generaciones que impulsen al país.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar un sistema innovador de generación de energía eléctrica a partir de energía eólica y fotovoltaica.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Contar con un sistema piloto Eólico y fotovoltaico, para analizar las propiedades y características de diseño y funcionamiento en las condiciones locales.
- Determinar la cantidad de energía eléctrica producida por componente y el porcentaje de eficiencia del sistema instalado.
- Establecer el modelo de generación de energía eléctrica a fin de recomendar su implementación de acuerdo a estudios de potencial eólico desarrollados en el país.
- Generar un modelo de transferencia de tecnología producto de la investigación hacia los estudiantes de las carreras técnicas afines a las energías renovables.

### **4. ANTECEDENTES**

En nuestro país no se han reportado proyectos híbridos de energía fotovoltaica y eólica, sin embargo, de manera aislada se han realizado esfuerzos, sobretudo en el área fotovoltaica. Inclusive a pesar de los altos costos de inversión en estos sistemas, muchos realizan un proyecto de mejora tanto a niveles empresariales como particulares.

En el área eólica las contribuciones más importantes se limitan a estudios como el SWERA, realizado en El Salvador con la colaboración del MARN y UCA.

## 5. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

Para alcanzar las metas propuestas se decidió implementar un sistema de energía renovable tipo isla, en el cuál además de los paneles fotovoltaicos se instaló un aerogenerador de baja velocidad de viento, con el propósito de aprovechar la energía eólica, como un apoyo para la energía fotovoltaica.

Considerando la disponibilidad de los recursos sol y viento, se realizaron inspecciones en varias zonas de ITCA sede central, en donde se evaluaron las características de sombras y corrientes de viento, como consecuencia de las observaciones se estableció que el mejor lugar para el montaje del sistema híbrido sería la fachada poniente del edificio de taller automotriz.



Fig. 1. Medición de viento en gradas de emergencia de edificio L.

Se decidió que la mejor ubicación para los paneles fotovoltaicos es el techo con declinación hacia el norte, debido a que presenta una inclinación de  $12.51^\circ$  respecto a la horizontal, y los paneles deben ser orientados a  $9.6^\circ$  hacia el norte, y  $36.94^\circ$  hacia el sur (siempre respecto a una línea horizontal). Esto se obtiene del simple análisis que resulta al operar los  $13.67^\circ$  de latitud norte para la ubicación de nuestro sistema y los  $23.27^\circ$  grados de movilidad hacia el norte y otros  $23.27^\circ$  hacia el sur, que presenta el sol, a lo largo del movimiento de traslación de la tierra, los mismos corresponden a la inclinación del eje de rotación del planeta. Los puntos extremos se definen en el tiempo, de tal manera que el sol alcanza su máximo hacia el norte el 21 de junio, que corresponde a  $10^\circ$  respecto a la vertical, así mismo alcanza su máximo de  $36^\circ$  hacia el sur el 21 de diciembre.

El siguiente esquema ayuda a ilustrar mejor este concepto:

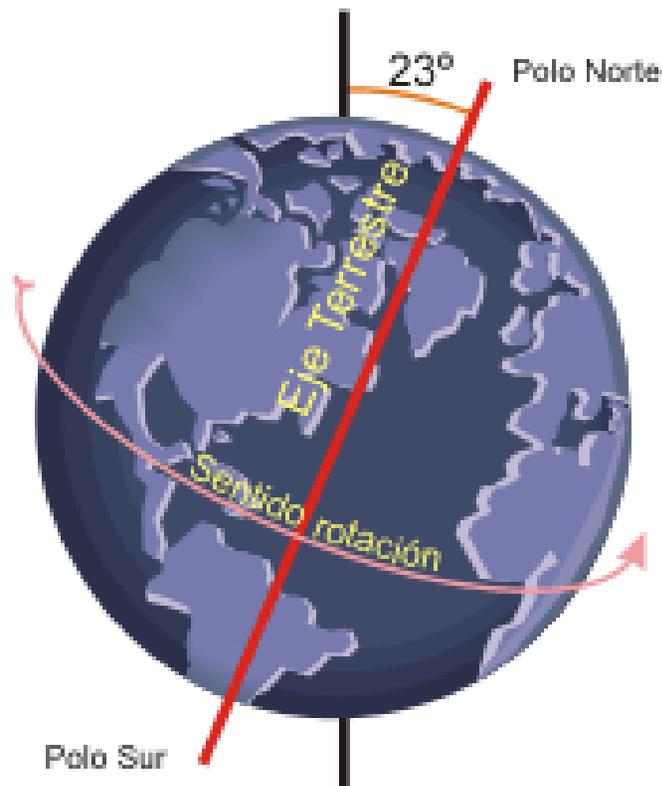


Fig. 2. Inclinación del eje terrestre<sup>1</sup>

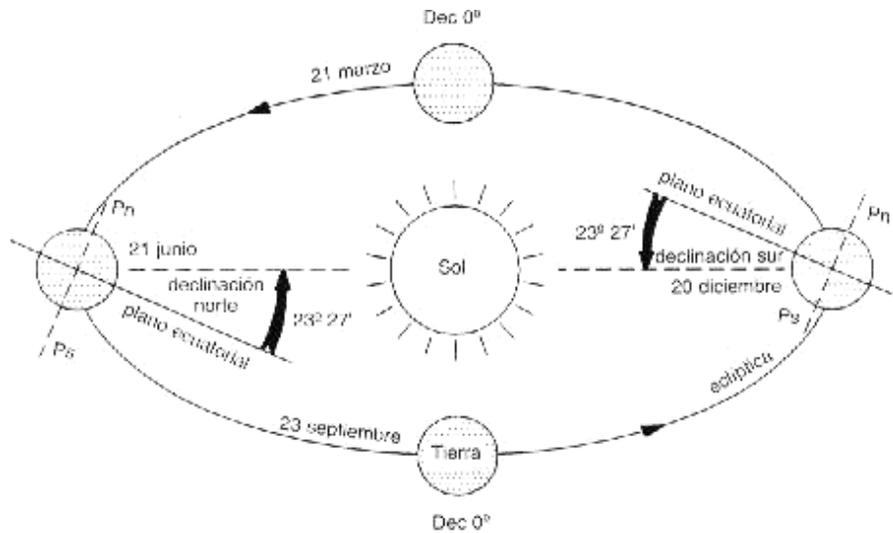


Fig. 3. Inclínación del eje de la Tierra en cuatro puntos de la órbita<sup>2</sup>

- 1 – Imagen tomada de [http://es.wikipedia.org/wiki/Eje\\_terrestre](http://es.wikipedia.org/wiki/Eje_terrestre)
- 2 – Figura tomada de <http://astronomia.net/cosmologia/lec117.htm>

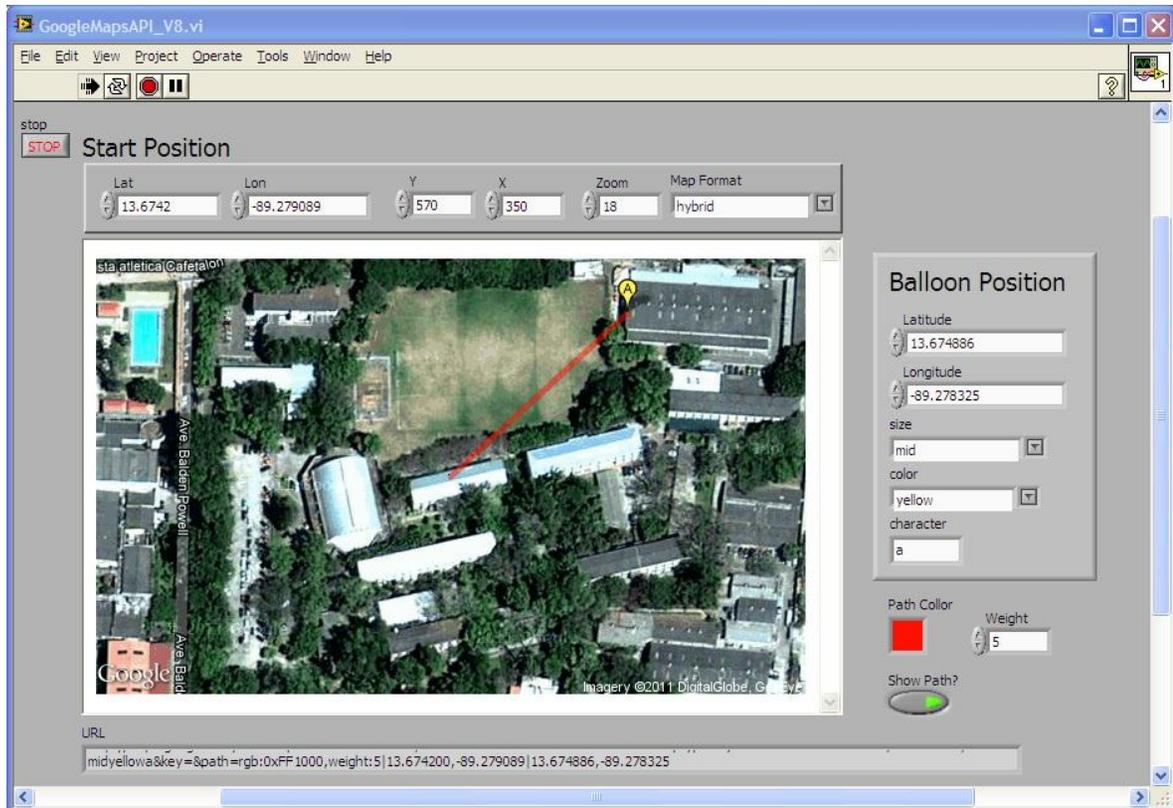


Fig. 4. Ubicación del sistema – marcador A. Pueden observarse los 13.67° de latitud

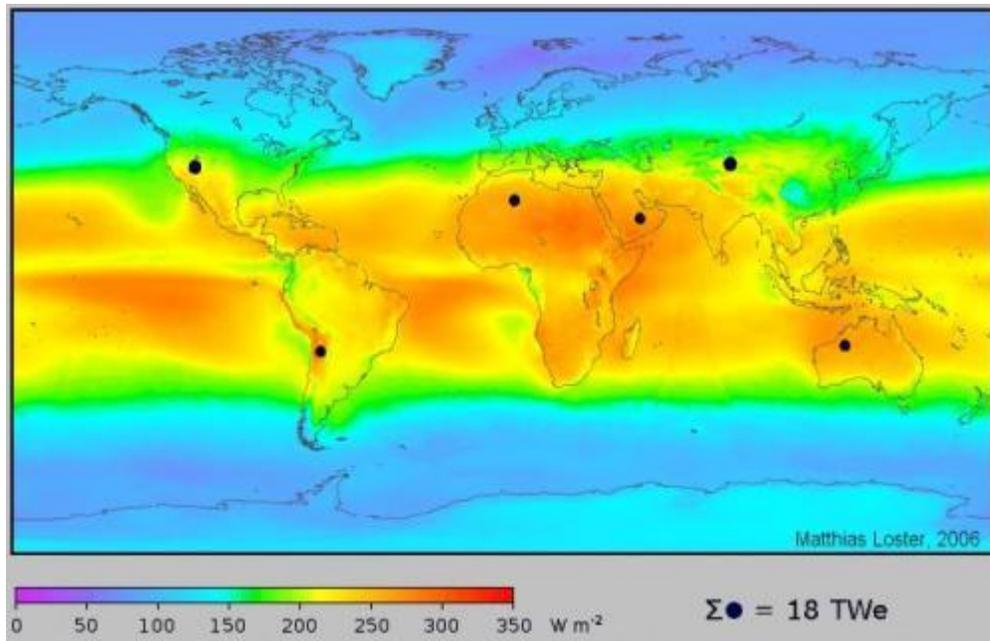


Fig. 5. Mapa mundial de irradiación solar

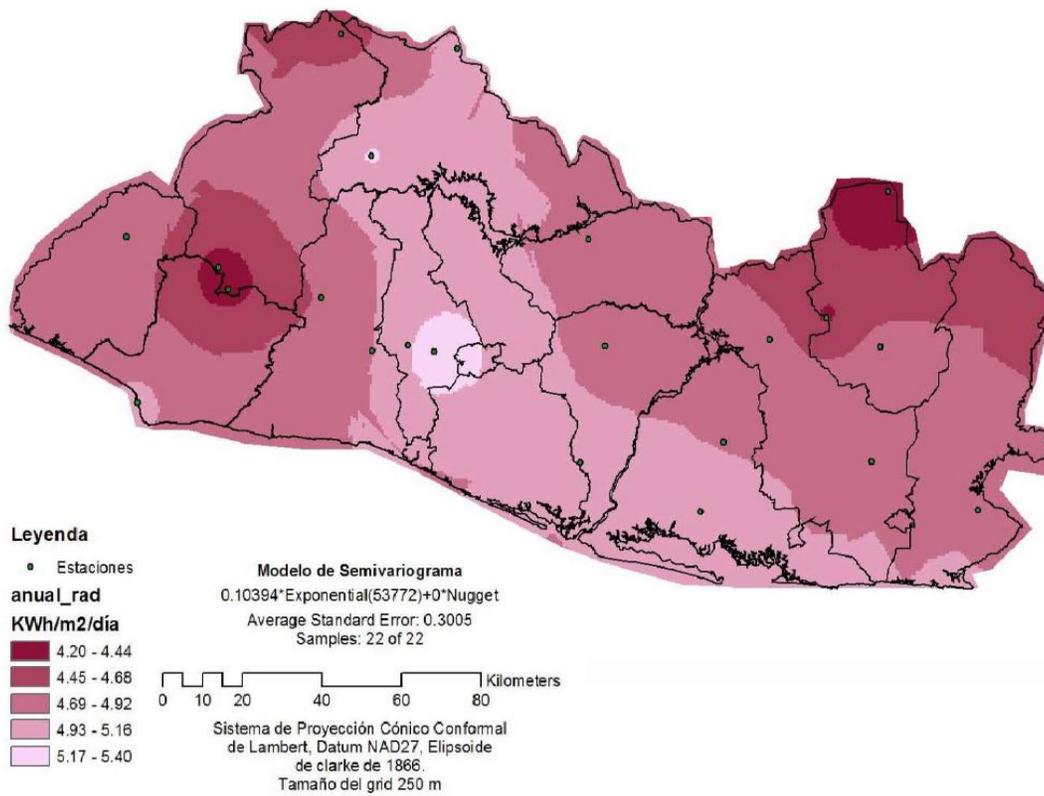


Fig. 6. Mapa de irradiación solar en El Salvador.<sup>3</sup>

La siguiente figura muestra la irradiación solar horizontal e inclinada (15 grados), la cual ha sido monitoreada desde el edificio de CEL en la ciudad de San Salvador, desde junio del 2009 hasta mayo del 2010. El promedio mensual de la irradiación solar horizontal es alto desde diciembre hasta marzo.

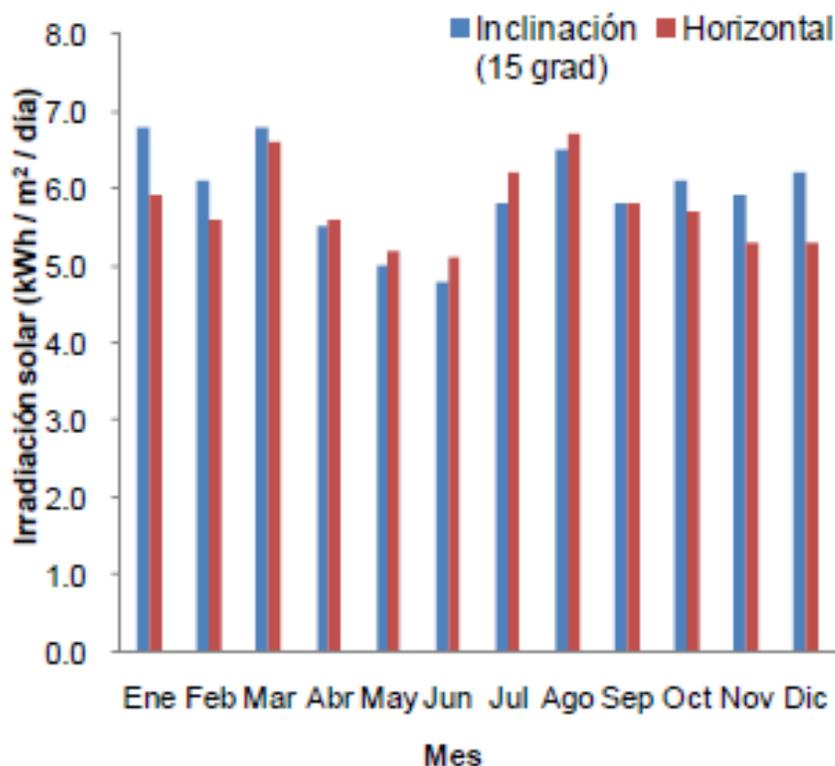


Fig. 7. Irradiación solar mensual en San Salvador<sup>4</sup>

Actualmente existen muchos sistemas fotovoltaicos instalados en El Salvador. En la siguiente tabla (1) se muestra una lista de estos sistemas. La mayoría de ellos son sistemas aislados con banco de baterías, los cuales son utilizados como Sistemas Solares Domésticos (SHS, por sus siglas en inglés). Existe un número limitado de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.

3 – Imagen tomada del Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador. Elaborado por JICA.

Aplicación	Número de Sistemas	Capacidad Instalada (Wp)
Bombas fotovoltaicas	21	9,695
Sistema Solar Doméstico (SHS)	2,950	287,956
Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica	12	163,940
Alumbrado público	246	15,090
Agua potable	2	280
Comunicación por radiofrecuencia	15	n.a.
Telecomunicaciones	6	n.a.
<b>TOTAL</b>	<b>3,252</b>	<b>476,961</b>

Tabla 1. Sistemas fotovoltaicos en El Salvador.<sup>4</sup>

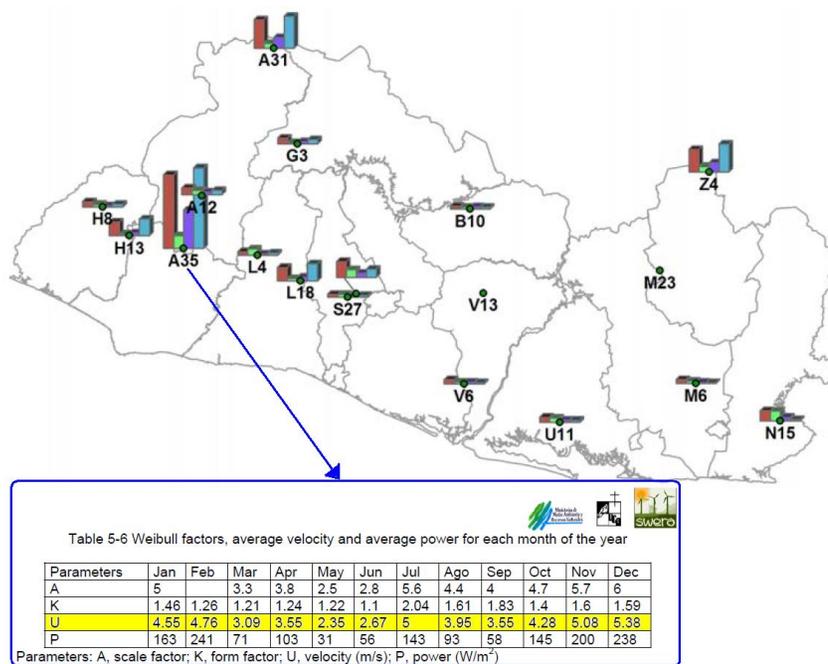


Fig. 8. Mapa de puntos de prueba de potencial eólico, estudio SWERA. (2005)

4 – Imagen tomada del Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador. Elaborado por JICA.

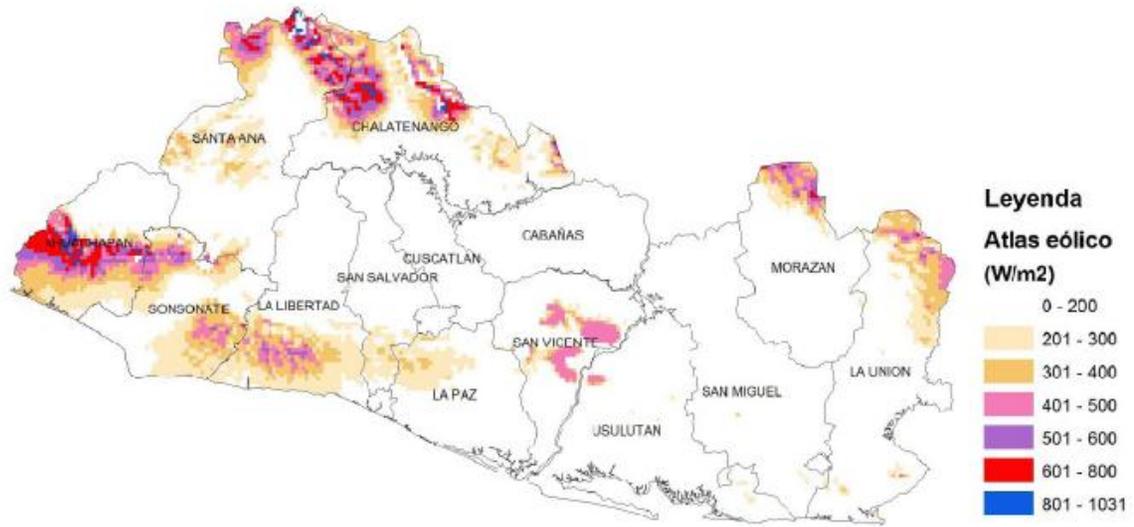


Fig. 9. Mapa del potencial de energía eólica.<sup>5</sup>

El Instituto Meteorológico de Finlandia llevó a cabo las mediciones de viento en El Salvador. De acuerdo al informe del proyecto "Medición de la velocidad del viento en El Salvador 2006-2007 para la evaluación de la energía eólica", fueron instalados sistemas de monitoreo de viento en cuatro sitios diferentes: La Hachadura, Metapán, Monteca y San Isidro. Las ubicaciones de los sitios de monitoreo se muestran en la siguiente tabla (2) que resume la información en el informe del Instituto Meteorológico de Finlandia por el equipo de estudio de JICA.

Nombre de la localidad	Elevación (m)	Latitud	Longitud
La Hachadura	53	N 13° 51' 04.6"	W 90° 05' 05.9"
Metapán	601	N 14° 20' 37.7"	W 89° 28' 48.1"
Monteca	910	N 13° 52' 37.4"	W 87° 51' 07.6"
San Isidro	740	N 13° 47' 10.7"	W 89° 33' 23.1"

Tabla 2. Sitios de monitoreo del viento por el proyecto finlandés.<sup>5</sup>

El monitoreo del viento se llevó a cabo por el proyecto finlandés desde junio del 2006 hasta julio del 2007. La tabla 3 muestra los resultados del monitoreo del informe del Instituto Meteorológico de Finlandia resumido por el equipo de estudio de JICA. Los resultados muestran que la densidad de potencia eólica, entre los cuatro sitios monitoreados, es más grande en Metapán.

Nombre de la localidad	Velocidad promedio del viento (m/s)	Densidad de potencia eólica (W/m <sup>2</sup> )	Dirección principal del viento	Parámetros de la distribución Weibull (k, A)
La Hachadura (50m sobre el nivel del suelo)	4.0	161	NE	K: 1.15 A: 4.0
Metapán (50m sobre el nivel del suelo)	4.8	243	N	K: 1.24 A: 5.3
Monteca (60m sobre el nivel del suelo)	4.2	103	NE	K: 1.62 A: 5.7
San Isidro (50m sobre el nivel del suelo)	5.0	170	NE	K: 1.63 A: 5.7

Tabla 3. Resumen del monitoreo del viento<sup>6</sup>

5 – Imagen tomada del Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador. Elaborado por JICA.

6 – Imagen tomada del Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador. Elaborado por JICA.

### Dimensionamiento del sistema.

Los criterios utilizados para esto fueron:

- 100 W en equipo de cómputo con uso de 6 horas al día
- 300 W en luminarias fijas (de techo), con una utilización de 8 horas al día.
- 100 W en luminarias móviles con utilización de 3 horas por día
- 120 W en ventiladores de techo, con un uso de 4 horas por día.

Lo anterior se puede resumir en la tabla 4, de la cuál obtenemos la energía requerida por período de 24 horas, uno de los insumos principales para la tabla 5: “Cálculo de Variables para Sistema Fotovoltaico Autónomo” con la cual se corrobora los elementos utilizados en el dimensionamiento y posterior instalación del sistema fotovoltaico aislado (autónomo).

Descripción	Cantidad	Potencia Unidad [W]	Potencia conjunto [W]	Horas de utilización por día	Energía Diaria por Tipo de Elemento [W-h]
Computadora	1	100	100	2	200
Iluminación T8	6	32	192	3	576
Iluminación LED	6	16	96	4	384
Iluminación Móvil	4	25	100	2	200
Ventilador	2	60	120	2	240

Energía Diaria Requerida [W-h]      **1600**

Tabla 4. Energía Diaria en el Laboratorio de Energías Renovables.

Se consideró una autonomía de 2 días. Resultando un sistema conformado por:

- 8 Paneles solares de 100 W cada uno, produciendo en conjunto 800 Wp
- 1 Aerogenerador de 400 Wp
- 6 Baterías de 12V y 100 AH
- 2 Inversores de 600 W
- Elementos medidores, de control y de protección

A continuación se presenta la tabla 5 de Cálculo de Variables para Sistema Fotovoltaico Autónomo, en la que se respalda los cálculos obtenidos. Esta tabla es resultado de la capacitación en energía fotovoltaica recibida por expertos del SENA de Colombia (Nov-Dic de 2012).

# Cálculo de Variables para Sistema Fotovoltaico Autónomo

	1600	E <sub>T</sub>	Es la energía total teórica requerida en un período de 24 horas
	24	V <sub>NS</sub>	Es la tensión nominal de trabajo de la instalación
$R = (1 - k_B - k_C - k_V) * (1 - k_A * N/P_D)$	0.748125	R	Factor global de rendimiento de la instalación
	0.001	K <sub>A</sub>	Coeficiente de autodescarga diaria del acumulador. Entre 0.001 y 0.020
	0.05	K <sub>B</sub>	Coeficiente de perdidas por rendimiento en el acumulador entre 0.0 y 0.20
	0.10	K <sub>C</sub>	Coeficiente de perdidas en el inversor. Entre 0.0 y 0.4
	0.10	K <sub>V</sub>	Coeficiente de pérdidas varias de la instalación. Entre 0.00 y 0.20
	2.00	N	Número de días de autonomía. (Entre 5 y 25)
	0.80	P <sub>D</sub>	Profundidad máxima de descarga del acumulador. Entre 0.1 y 0.8

$E = E_T / R$	2138.680	E	Energía que debe recibir el acumulador y que viene de los módulos
$E_G = E / 0.9$	2376.311	$E_G$	Cantidad diaria de energía que debe producir el generador fotovoltaico
$E_P = 0.9 * HSP$	4.23	$E_P$	Energía en Wh / día que podemos obtener del generador por cada Wp instalado
	4.7	$HSP$	Horas sol Pico (El mes más desfavorable)
$P_N = E_G / E_P$	561.7756852	$P_N$	Potencia Nominal en Wp que se debe instalar en el generador fotovoltaico
$M_S = V_{NS} / V_{NM}$	1.41176	2	$M_S$ Número de módulos fotovoltaicos en serie
	17	$V_{NM}$	Tensión nominal de trabajo del módulo fotovoltaico elegido (punto de Máx. potencia)
$M_P = P_N / (M_S * P_{NM})$	3.97924	4	$M_P$ Número de ramas de módulos, en paralelo
	100	$P_{NM}$	Potencia Nominal (en Wp) del módulo fotovoltaico elegido
$M_T = M_S * M_P$	5.61776	8	$M_T$ Cantidad total de módulos
$P_{NI} = M_T * P_{NM}$	561.7756852	$P_{NI}$	Potencia Nominal (en Wp) que realmente se instalará en el generador fotovoltaico
	TBP1100P	$M_{PF}$ v	Modelo del Panel Fotovoltaico Escogido
$C_U = (E * N) / V_{NS}$	178.2233361	$C_U$	Capacidad útil del acumulador
$C = (C_U / P_D) / K_T$	237.6311148	C	Capacidad nominal necesaria del acumulador (en AH $C_{100}$ ) y corregida por temperatura
$K_T = 1 - (\Delta T / 160)$	0.9375	$K_T$	Factor de corrección por temperatura de la capacidad del acumulador. $K_T = 1 - (\Delta T / 160)$
$\Delta T =  T_{Amb} - T_{Nom}(20^\circ) $	10	$\Delta T$	Delta de temperatura
	30	$T_{amb}$	Máxima (o mínima) temperatura ambiente (La más lejana a 20°C)

$AS = V_{NS} / V_{NA}$	2		$AS$	Número de acumuladores en serie
	12		$V_{NA}$	Voltaje nominal de trabajo del acumulador elegido
$AP = C / C_{NA}$	2.37631	3	$AP$	Número de ramas de acumuladores en paralelo
	100		$C_{NA}$	Capacidad Nominal (en AH C100 20°C) del acumulador o elemento elegido
$AT = AS * AP$	4.75262	6	$AT$	Cantidad total de acumuladores necesarios en la instalación
	27MDCA		$M_{Bat}$	Modelo de Acumuladores elegidos

Tabla 5. Cálculo de Variables para Sistema Fotovoltaico Autónomo.

A continuación se muestra la representación general del sistema y el diagrama esquemático del mismo, seguidos de los planos de construcción de la estructura de montaje del sistema.

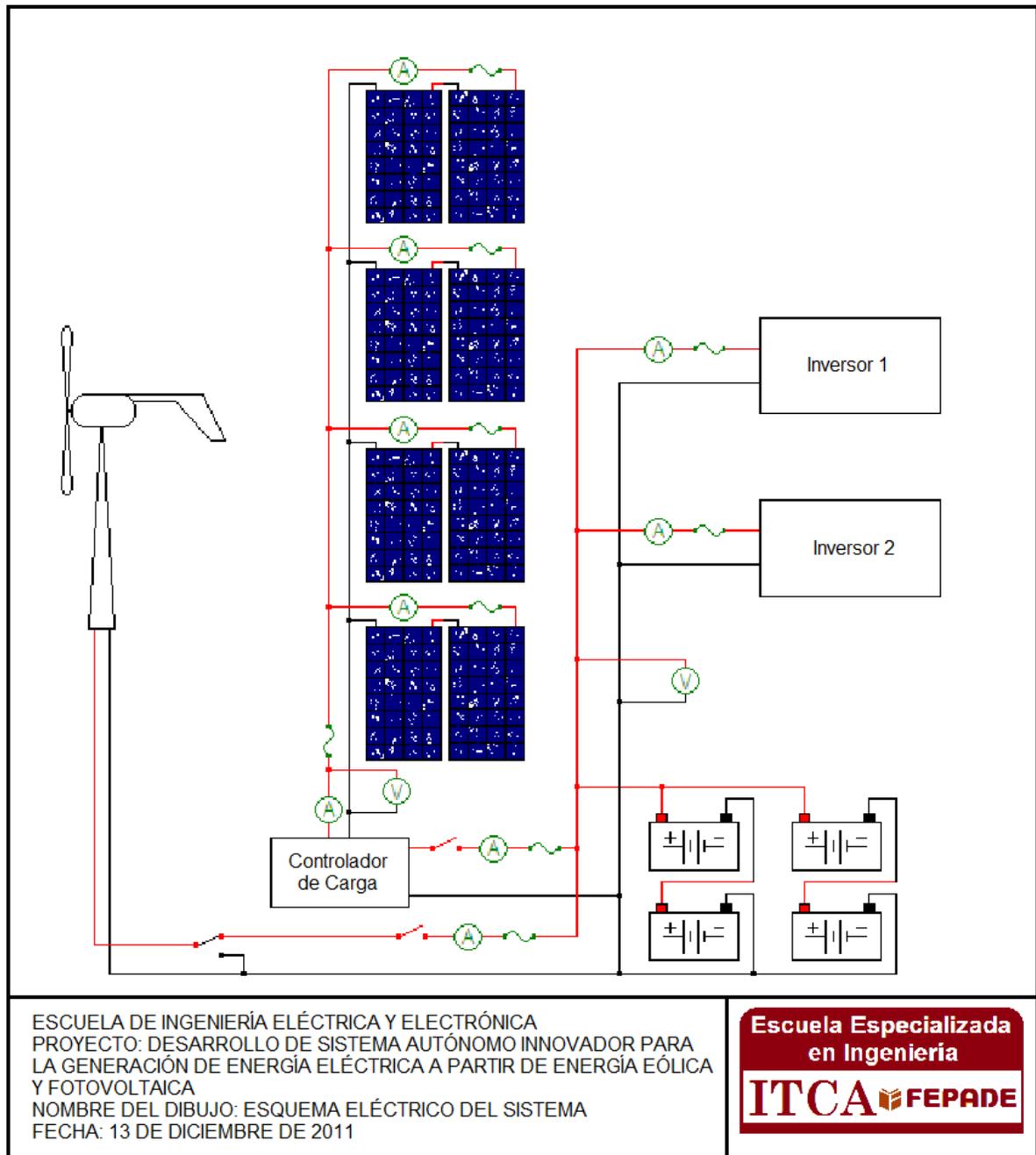


Fig. 10. Esquema general del sistema fotovoltaico eólico tipo isla.

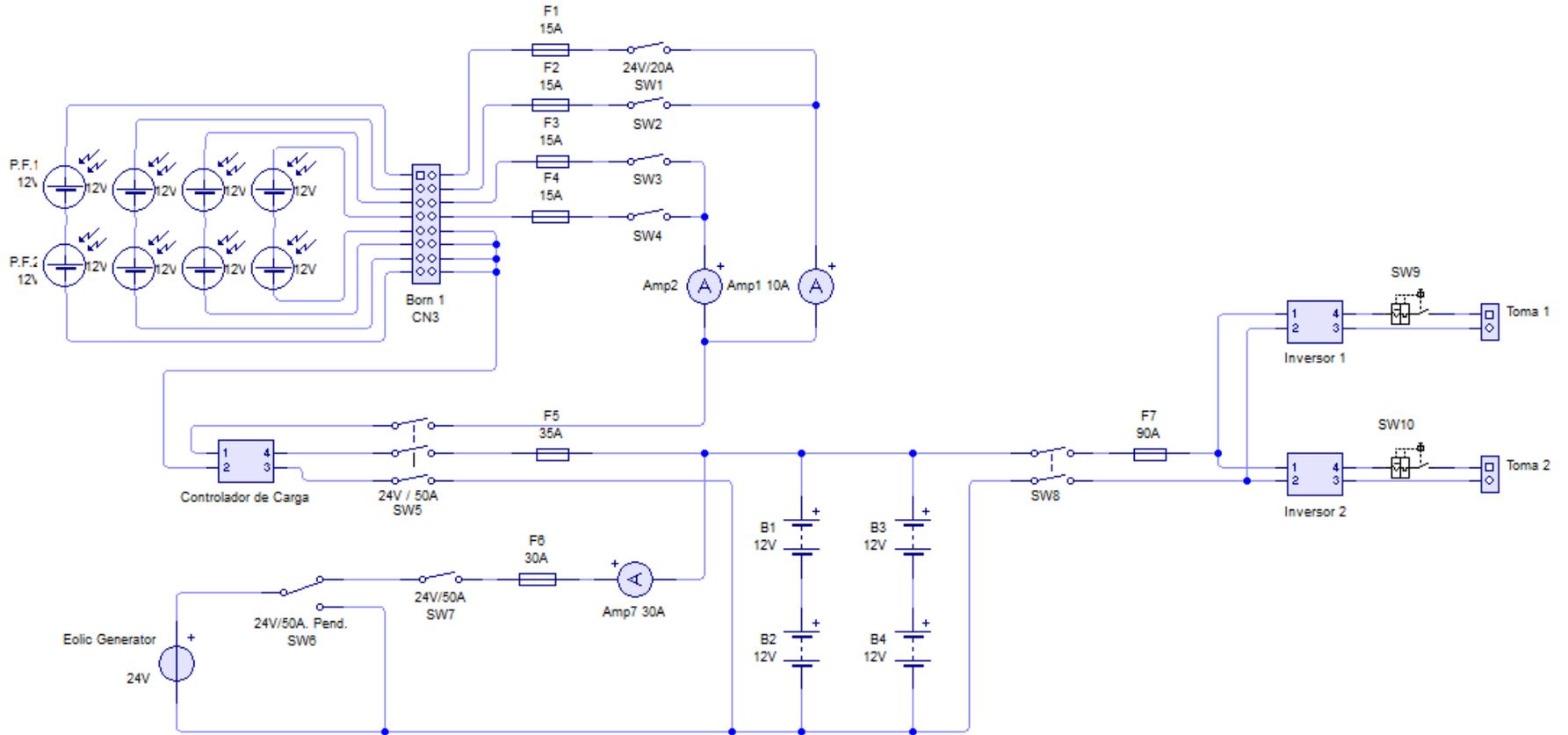


Fig. 11. Diagrama esquemático del sistema fotovoltaico eólico, en disposición tipo isla.

Los componentes del sistema poseen las siguientes descripciones:

### **Paneles Fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (electricidad solar). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>
- Temperatura de célula de 25°C (no temperatura ambiente).

Las placas fotovoltaicas se dividen en:

- Cristalinas
  - Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos, si se observa, se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada).
  - Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
- Amorfás: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor, cuanto mayor son los cristales, pero también su peso, grosor y coste. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%, sin embargo su coste y peso es muy inferior.

El proyecto en cuestión adopto la tecnología de paneles fotovoltaicos policristalinos.

### **Aerogenerador**

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un

sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores, dependiendo de su potencia, la disposición de su eje de rotación, el tipo de generador, etc.

La energía eólica se está volviendo más popular en la actualidad, al haber demostrado la viabilidad industrial, y nació como búsqueda de una diversificación en el abanico de generación eléctrica ante un crecimiento de la demanda y una situación geopolítica cada vez más complicada en el ámbito de los combustibles tradicionales.

Los **aerogeneradores de eje horizontal** son la tecnología que se ha impuesto, por su eficiencia y confiabilidad y la capacidad de adaptarse a diferentes potencias.

Para este proyecto se utiliza un aerogenerador de eje horizontal, por su potencia se clasifica como una microturbina eólica, ya que su potencia eléctrica de salida es inferior a 1 KW.

Otros elementos utilizados en este proyecto son:

### **Inversor eléctrico**

Un inversor eléctrico es un convertidor que convierte la energía de corriente continua procedente de un generador eólico, panel fotovoltaico o banco de baterías, en corriente alterna. Éstos se subdividen en: inversores aislados e inversores conectados a la red.

El proyecto utiliza 2 inversores de onda senoidal pura con una potencia de 600 W cada uno.

### **Controlador de Carga**

Es un dispositivo que regula el nivel de energía proveniente de un sistema alternativo, como paneles fotovoltaicos o un aerogenerador y lo canaliza hacia un banco de baterías, de tal modo que evita la sobrecarga del mismo, proporcionando una curva de carga adecuada, que permite maximizar la vida útil de las baterías. El utilizado en el proyecto tiene una capacidad máxima de 40 A.

### **Banco de Baterías**

Es el sistema en el cual se almacena la energía alternativa para su posterior uso. Un parámetro fundamental de todo banco de baterías es su dimensionamiento, pues de esto

depende la cantidad de baterías que lo conformarán y por lo tanto su costo. Para determinar la dimensión del banco de baterías se toman en cuenta parámetros como la estimación (o medición) de cargas que el sistema alimentará, el tiempo de utilización de las cargas en horas de uso por día, y la autonomía del sistema, en otras palabras, la cantidad de tiempo (días) que se desea el sistema pueda operar sin la recarga de baterías proporcionada en este caso por el sol y el viento.

### **Iluminación Eficiente**

Con los sistemas instalados se han realizado las siguientes mediciones:

<b>Parámetro \ Tecnología de Iluminación</b>	<b>LED (6 und)</b>	<b>T8 (6 und)</b>	<b>LED + T8</b>
Iluminancia Media (Em)	300 Lx	390 Lx	480 Lx
Potencia Real (P)	107 W	188 W	295 W
Potencia Aparente (S)	119 VA	188 VA	300 VA
Factor de Potencia (f.p.)	0.89	0.99	0.98
Corriente (I)	1 A	1.6 A	2.56 A

Tabla 6. Mediciones de iluminación en laboratorio de Energías Renovables.

## **6. PLAN DE ACTIVIDADES**

Para concretar este proyecto se desarrollaron las etapas de Diseño de planos eléctricos y constructivos para la instalación del sistema, la fase de cotización y compra de materiales, instalación de la escalera de acceso, construcción de estructura, conexión de los sistemas y la etapa de pruebas. Estas etapas se desarrollaron con el apoyo de estudiantes de las carreras de Técnico en Ingeniería Eléctrica, Técnico en Ingeniería Electrónica Industrial y Técnico en Ingeniería Mecánica.

A continuación se muestran las imágenes del montaje del proyecto:



Fig. 12. Instalación de soportes en canasta de trabajo



Fig. 13. Canasta de Trabajo



Fig. 14. Estudiantes en andamio de instalación



Fig. 15. Estudiantes subiendo los paneles Fotovoltaicos



Fig. 16. Estudiantes instalando los paneles fotovoltaicos



Fig. 17. Realizando conexiones



Fig. 18. Panel de control en proceso de instalación



Fig. 19. Instalación de inversores



Fig. 20. Equipo en laboratorio de energías renovables



Fig. 21. Banco de baterías



Fig. 22. Panel de Control



Fig. 23. Inversores instalados



Fig. 24. Sistema de iluminación y ventilación funcionando con energía renovable.



Fig. 25. Lámparas para taller de mecánica automotriz, funcionando con energía renovable.



Fig. 26. Vista de los paneles fotovoltaicos y aerogenerador

## 7. RESULTADOS:

- El sistema híbrido permitirá la producción de energía eléctrica para la iluminación del laboratorio de sistemas auxiliares, del taller de automotriz.
- La energía eléctrica producida por el sistema fotovoltaico - eólico también suministrará la energía para el funcionamiento de una computadora y una impresora, en la cual se podrán generar reportes sobre la producción de energía por unidad de radiación solar y por unidad de viento, así como las frecuencias de las mismas.
- También la energía eléctrica almacenada en los acumuladores, se utilizará para la iluminación en las prácticas de jornada nocturna en el taller de automotriz, a través de extensiones con luminarias eficientes.
- Este proyecto proporcionará la base para el estudio de los sistemas fotovoltaicos aislados, será de enorme valor para los estudiantes de las carreras afines al estudio de las energías renovables.
- Así mismo el diseño del sistema les permitirá a los estudiantes realizar prácticas para la medición de corrientes separadas para cada módulo fotovoltaico.
- El sistema permitirá el estudio, medición y análisis de la generación de energía eólica; de tal forma que los estudiantes de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial, puedan correlacionar los datos recolectados por la estación meteorológica.

## 8. PRESUPUESTO

Ejecutado en 2011

Cant.	Unidad de Medida	Descripción	Precio Unitario	Precio total
1	unidad	Aerogenerador de 600 W, salida a 24 VDC con regulador de carga	900.0000	900.00
2	unidad	Amperímetro (medidor de corriente) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC), escala 0 a 10 Amperios.	24.2000	48.40
8	unidad	Anclas expansivas de 1/2" completas	1.9911	15.93
6	unidad	Angulo de 1" x 3/16"	13.2743	79.65
4	unidad	Baterías de 100 AH a 12 V (Ciclo profundo)	117.5000	470.00
1	unidad	Bobina de acero al carbono de 33 Lbs de .30	39.5200	39.52
1	unidad	Boquilla de contacto de 0.030"	1.3000	1.30
2	unidad	Brocas para concreto de 1/2 x 6"	1.3274	2.65
2	unidad	Brocas para concreto de 7/8" tamaño normal	2.6548	5.31
85	metros	Cable alma de acero de 8 mm	1.7699	150.44
4	metros	Cable AWG 4, color negro	2.7700	11.08
4	metros	Cable AWG 4, color rojo	2.6500	10.60
25	metros	Cable THHN calibre 10, color azul	0.6800	17.00
25	metros	Cable THHN calibre 10, color blanco	0.6800	17.00
100	metros	Cable THHN calibre 10, color negro	0.6800	68.00
25	metros	Cable THHN calibre 10, color rojo	0.6800	17.00
25	metros	Cable THHN calibre 10, color verde	0.6800	17.00
30	metros	Cable THHN calibre 8, color negro	1.0500	31.50
30	metros	Cable THHN calibre 8, color rojo	1.0500	31.50
30	metros	Cable THHN calibre 8, color verde	1.0500	31.50
1	unidad	Caja para 2 térmicos	6.0000	6.00
1	unidad	Computadora portátil con puerto serial	457.0000	457.00
1	unidad	Controlador de Carga de baterías 24Vdc / 40 A	151.6200	151.62
1	unidad	Copa Alúmica N°10	2.0000	2.00
1	galón	pintura amarilla acrílica (Brillante)	24.7787	24.78
1	galón	pintura gris anticorrosiva	16.3716	16.37
1	1/4 galón	pintura negra acrílica (Brillante)	8.8495	8.85
2	galón	Theener	6.6371	13.27

<b>Cant.</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio total</b>
10	Libras	Wipper	0.9734	9.73
5	unidad	Discos p/hierro de 9 x 1/8 para corte	1.7699	8.85
5	unidad	Discos p/hierro de 9 x 1/8 para esmerilar	3.0973	15.49
4	unidad	Ganchos de 4"para tensar cable	2.2123	8.85
8	unidad	Grilletes de 8mm	2.2123	17.70
8	unidad	Guarda cabos de 8mm	0.8849	7.08
3	unidad	Interruptor para montaje en panel, tipo maneta de 2 posiciones, SPDT, un polo doble tiro, 24V / 50Amp	25.5000	76.50
4	unidad	Interruptor para montaje en panel, tipo maneta de 2 posiciones, SPST, un polo un tiro, 24V / 20Amp	10.5000	42.00
2	unidad	Inversor de 600 W, 120 VAC. Entrada 24VDC. Onda senoidal pura	589.0000	1178.00
1	unidad	lamina desplegada para parrilla 2 x 6.4 MR 4 x 8	69.0265	69.03
3	Pliegos	Lija 150 para hierro	0.6194	1.86
8	unidad	Panel Fotovoltaico de 100 W / 12 V	442.0000	3536.00
14	unidad	Pernos completos (tuerca Arandela plana y de presión) de 1/2"*7" de HSS	1.3274	18.58
1	unidad	Platina de 2" x 3/16" de hierro dulce	17.6991	17.70
6	unidad	Platina de 3/4" x 1/8" de diámetro de hierro dulce	3.9823	23.89
1	unidad	Platina de 4" x 1/4 " de hierro dulce	39.8230	39.82
6	unidad	Cepos de 2"	1.3274	7.96
8	unidad	Cepos de 8mm	0.8849	7.08
25	unidad	Sierras para hierro diente ordinaria	0.6194	15.49
1	unidad	Tarjeta adquisitora de datos NI-USB MyDAQ	360.0000	360.00
2	unidad	Térmicos 10 Amperios 1 polo	8.0000	16.00
4	unidad	Terminal de cobre para Batería	1.5980	6.39
4	unidad	Tomacorriente hembra doble con placa	0.7000	2.80
1	unidad	Tubo cuadrado estructural de 4" x 2" chapa 14	38.0530	38.05
8	unidad	Tubo conduit galvanizado EMT de 1"	5.4470	43.58
3	Unidad	Tubo estructural de 2" de diámetro de hierro dulce	18.5840	55.75
1	Unidad	Tubo estructural de 3" de diámetro de hierro dulce	29.2035	29.20
6	Unidad	Tubo o caño negro estructural de 1" de diámetro de hierro dulce	10.6194	63.72
3	Unidad	Tubo o caño negro estructural de 1½ " de diámetro de	15.9292	47.79

Cant.	Unidad de Medida	Descripción	Precio Unitario	Precio total
		hierro dulce		
7	Unidad	Unión LV para tubería EMT de 1"	3.0000	21.00
4	Unidad	Unión recta para tubería EMT de 1"	0.5500	2.20

**TOTAL 2011 \$ 8,433.36**

Ejecutado en 2012

Cant.	Unidad de Medida	Descripción	Precio Unitario	Precio total
1	Unidad	Amperímetro (medidor de corriente) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC) escala 0 a 30 Amperios.	33.00	33.00
3	Unidad	Amperímetro (medidor de corriente) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC) escala 0 a 40 Amperios.	33.00	99.00
1	Unidad	Amperímetro (medidor de corriente) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC) escala 0 a 50 Amperios.	33.00	33.00
2	Unidad	Voltímetro (medidor de Voltaje) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC) escala 0 a 50 Voltios.	33.00	66.00
1	Unidad	Pararrayos para descargas atmosféricas. (Punta Franklin 5/8" x 2')	20.01	20.01
1	Unidad	Base para Punta Franklin de 5/8"	13.32	13.32
25	Metros	Cable THHN calibre 4, color verde o amarillo	3.64	91.00
4	Unidad	Barra Copperweld de 5/8" x 10'	13.20	52.80
20	Metros	Cable THHN calibre 6, color verde o amarillo	2.53	50.60
1	Caja	Cartuchos de disparo (pólvora) para soldadura exotérmica. #65 Thermoweld. (20 unidades por caja)	88.83	88.83
1	Unidad	Gabinete eléctrico. Tamaño aproximado: 600 x 400 x 250 mm	120.18	120.18

<b>Cant.</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	Unidad	Interruptor para montaje en panel, tipo maneta de 2 posiciones, SPDT, un polo doble tiro, 24V / 50Amp	23.98	23.98
4	Unidad	Porta fusibles de 3 polos para Fusibles tipo cartucho de 10x35mm	18.81	75.24
4	Unidad	Fusible tipo cartucho 10x35mm de 13 ó 15 Amperios	0.63	2.52
1	Unidad	Fusible tipo cartucho 10x35mm de 30 Amperios, tipo Slow-Blow	1.20	1.20
4	Unidad	Fusible tipo cartucho 10x35mm de 30 Amperios	1.20	4.80
1	Unidad	Fusible tipo cartucho 10x35mm de 40 Amperios	0.75	0.75
1	Unidad	Fusible tipo cartucho 10x35mm de 50 Amperios	0.85	0.85
2	Unidad	Amperímetro (medidor de corriente) analógico para montaje en panel 72x72 mm. Para corriente directa (DC), escala 0 a 10 Amperios.	43.00	86.00
2	Unidad	Punto de Red	17.50	35.00
6	Unidad	Lámparas led, tipo tubo T8	55.00	330.00
4	Unidad	Foco ahorrador de 17Watts	2.94	11.75
60	Unidad	Cable dúplex, calibre 14	0.80	48.00
1	Unidad	Disco duro externo (capacidad 500GB) con enclosure y conexión USB	175.00	175.00
1	Unidad	Lámpara piloto para alturas (Beacon)	95.00	95.00
20	unidad	Anclas de expansión de 5/16"	0.52	10.40
45	metros	Cable Calibre 2	4.50	202.50
1	unidad	Aerogenerador de 600 W, salida a 24 VDC con regulador de carga	870.10	870.10
50	metros	Alambre THHN #12, color negro, rojo o azul	0.50	25.00
50	metros	Alambre THHN #12, color blanco	0.50	25.00
50	metros	Alambre THHN #12, color verde	0.50	25.00
10	unidad	Tomacorriente hembra doble, polarizado	0.85	8.50
9	unidad	Canaleta Legrand de 12x20 mm	2.55	22.95
4	unidad	Caja cuadrada 4x4 de PVC	0.63	2.52
4	unidad	Tapadera para caja cuadrada 4x4 de PVC	0.32	1.28
10	unidad	Placa para toma hembra doble	0.22	2.20
8	metros	Tecnoducto de 3/4"	0.77	6.16

<b>Cant.</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio total</b>
2	unidad	Cinta aislante 3M - 33+	3.50	7.00
1	Libra	Alambre galvanizado #16	1.05	1.05
100	unidad	Tornillos tipo pared seca de 1" rosca ordinaria	0.02	2.00
15	unidad	Scotch Lock amarillo	0.15	2.25
10	unidad	Scotch Lock rojo	0.30	3.00
100	unidad	Anclas plásticas de 3/16" x 1", color amarillo	0.02	2.00
1	unidad	Térmico (General Electric) 20 Amperios de 1 polo	4.00	4.00
5	unidad	Conector recto de PVC para conduflex	0.50	2.50
2	unidad	Broca de 3/16" para concreto	1.00	2.00
14	unidad	Cajas rectangular superficial (Eagle)	1.50	21.00
60	metros	Cable Eléctrico TSJ 16-2	0.70	42.00
4	unidad	Manguillo para extensión de mecánico 1071	2.95	11.80
4	unidad	Canasta ó Protector (plástico) para foco de extensión para mecánico 1467.	2.05	8.20
4	unidad	Placa sencilla baquelita agujero redondo 2131/KOB87	0.30	1.20

**TOTAL 2012 \$2,869.44**

Inversión total del proyecto: **\$ 11,302.80**

## 9. CONCLUSIONES

- El diseño de un sistema fotovoltaico – eólico permitió el estudio de una serie de factores asociados, que son de gran importancia para realizar la selección, dimensionamiento y capacidad de los componentes requeridos por el sistema.
- Se logró determinar los ángulos mínimos y máximos de inclinación, para los paneles fotovoltaicos, tomando como base la latitud del lugar a ubicar el proyecto.
- A partir de las mediciones realizadas con los módulos fotovoltaicos y las mediciones del aerogenerador se observa una mayor producción de energía fotovoltaica comparada con la proporcionada por el sistema eólico.
- La inversión inicial de los sistemas fotovoltaicos es alta como se puede apreciar en el costo de materiales y mano de obra. Esto debido principalmente al costo de los módulos fotovoltaicos.
- El país cuenta, por su situación geográfica, con un alto potencial de energía fotovoltaica que puede ser ampliamente aprovechada.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Masters, Gilbert M.

Renewable and Efficient Electric Power Systems

Editorial John Wiley & Sons Inc.

Estados Unidos, 2004.

[2] Japan International Cooperation Agency (JICA)

Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador

El Salvador, 2012.

[3] [http://www.ecointegra.cl/sitio/?page\\_id=18](http://www.ecointegra.cl/sitio/?page_id=18)

[4] <http://cleanpress.wordpress.com/2010/05/07/energia-solar-sistemas-fotovoltaicos/>

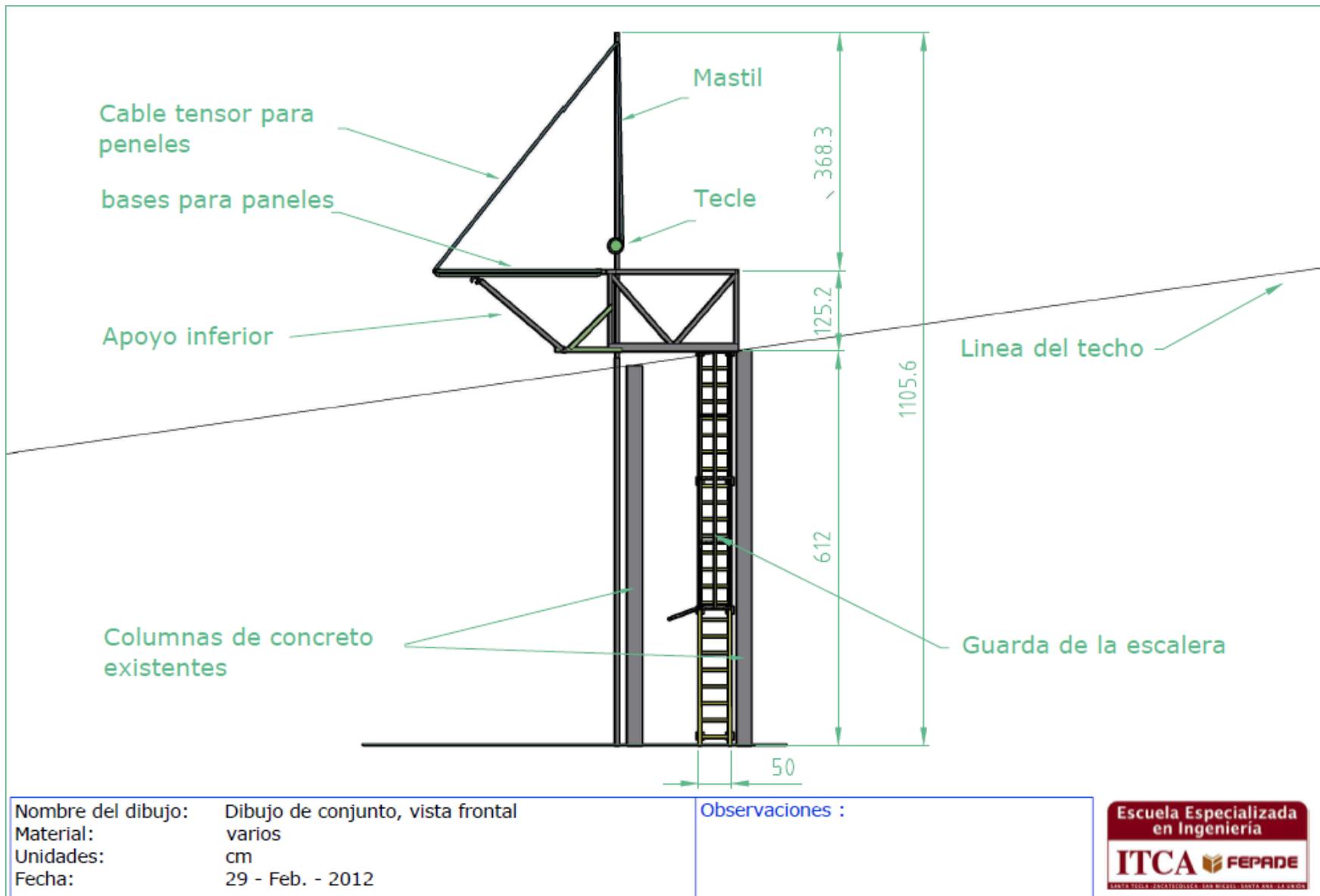
[5] <http://www.oocities.org/institutoingefor2/cursos/curso03/solar3.html>

- [6] <http://www.arqhys.com/construcciones/ventajas-sistemas-fotovoltaicos.html>
- [7] <http://solucionessolares.blogspot.com/2008/08/sistemas-fotovoltaicos-que-funcionan.html>
- [8] [http://tecnomarista.hostzi.com/3ESO/TEMA6\\_CENTRALES/solar.html](http://tecnomarista.hostzi.com/3ESO/TEMA6_CENTRALES/solar.html)
- [9] [http://es.wikipedia.org/wiki/Eje\\_terrestre](http://es.wikipedia.org/wiki/Eje_terrestre)
- [10] <http://astronomia.net/cosmologia/lec117.htm>

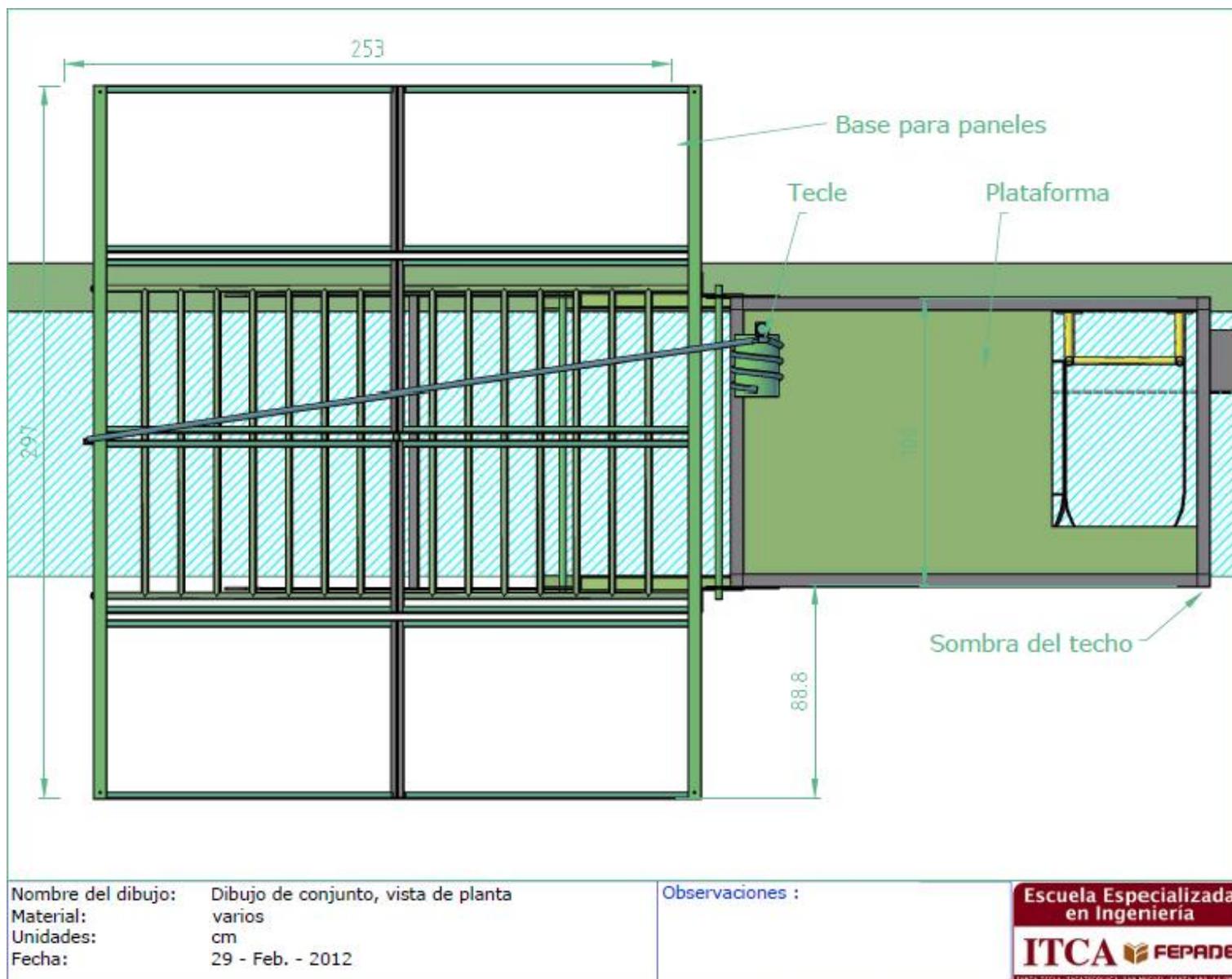
## 11. ANEXOS

	Pág.
[1] Planos Constructivos	32
[2] Planos Eléctricos	69
[3] Memoria de Cálculo de Dimensionamiento	74

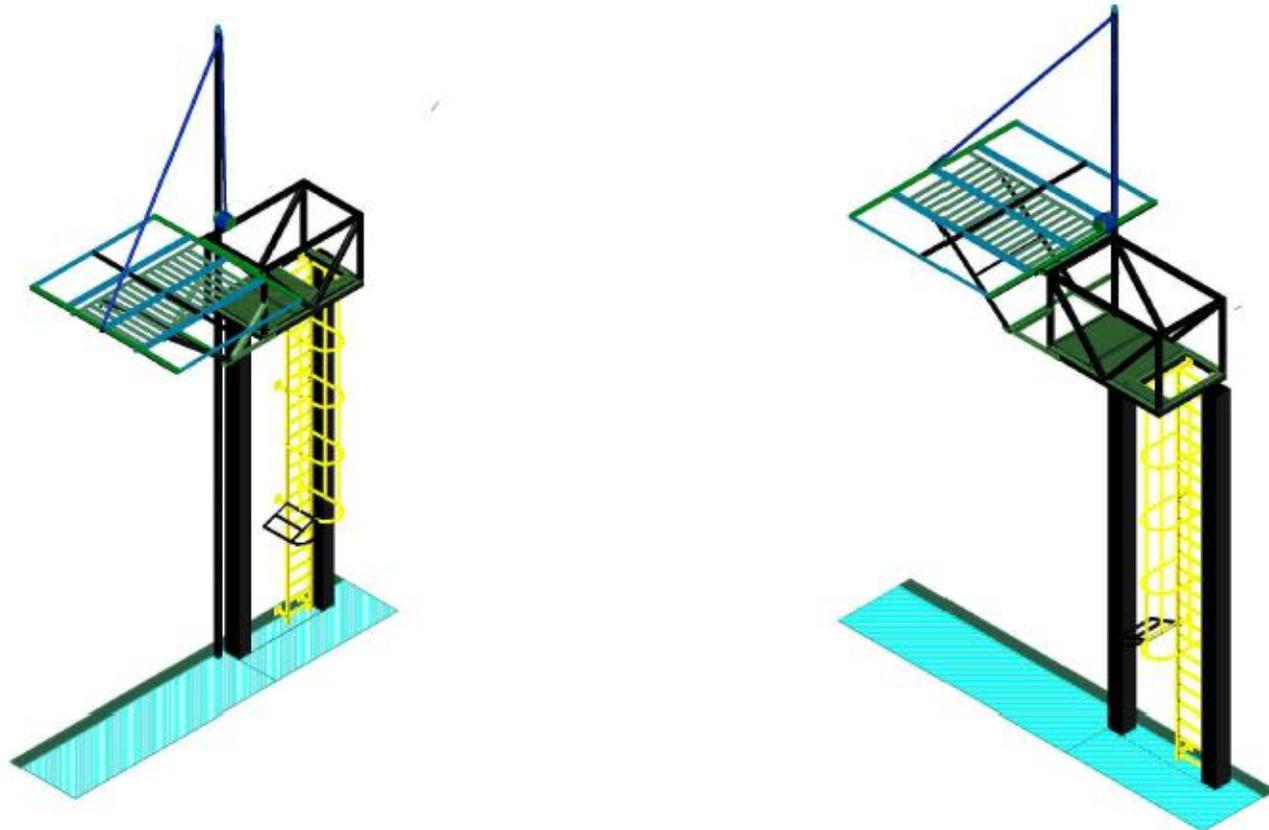
## Vista de Conjunto del Sistema



## Vista de Planta



## Vistas Isométricas

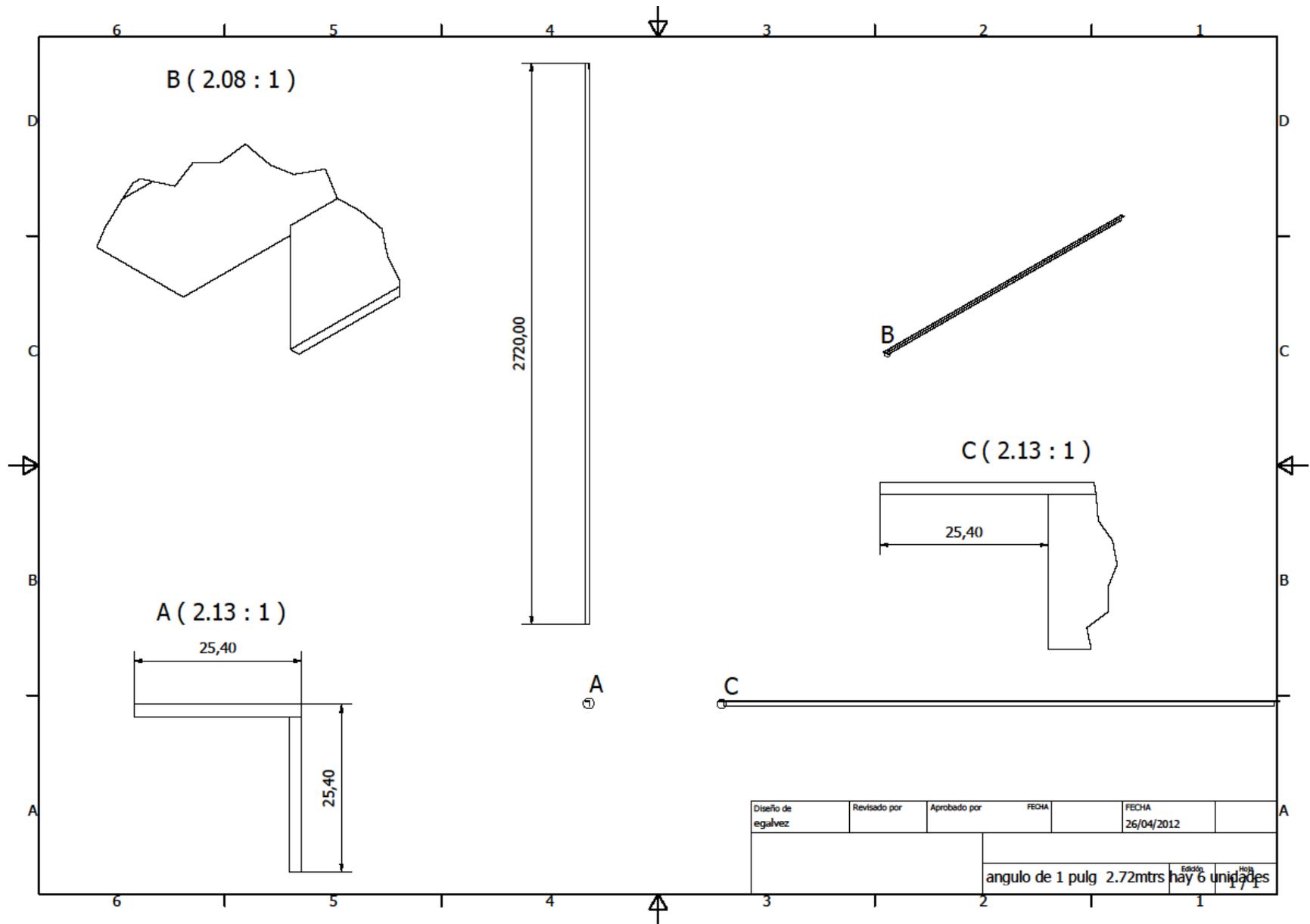


Nombre del dibujo: Dibujo de conjunto, vistas isométricas  
Material: varios  
Unidades: cm  
Fecha: 29 - Feb. - 2012

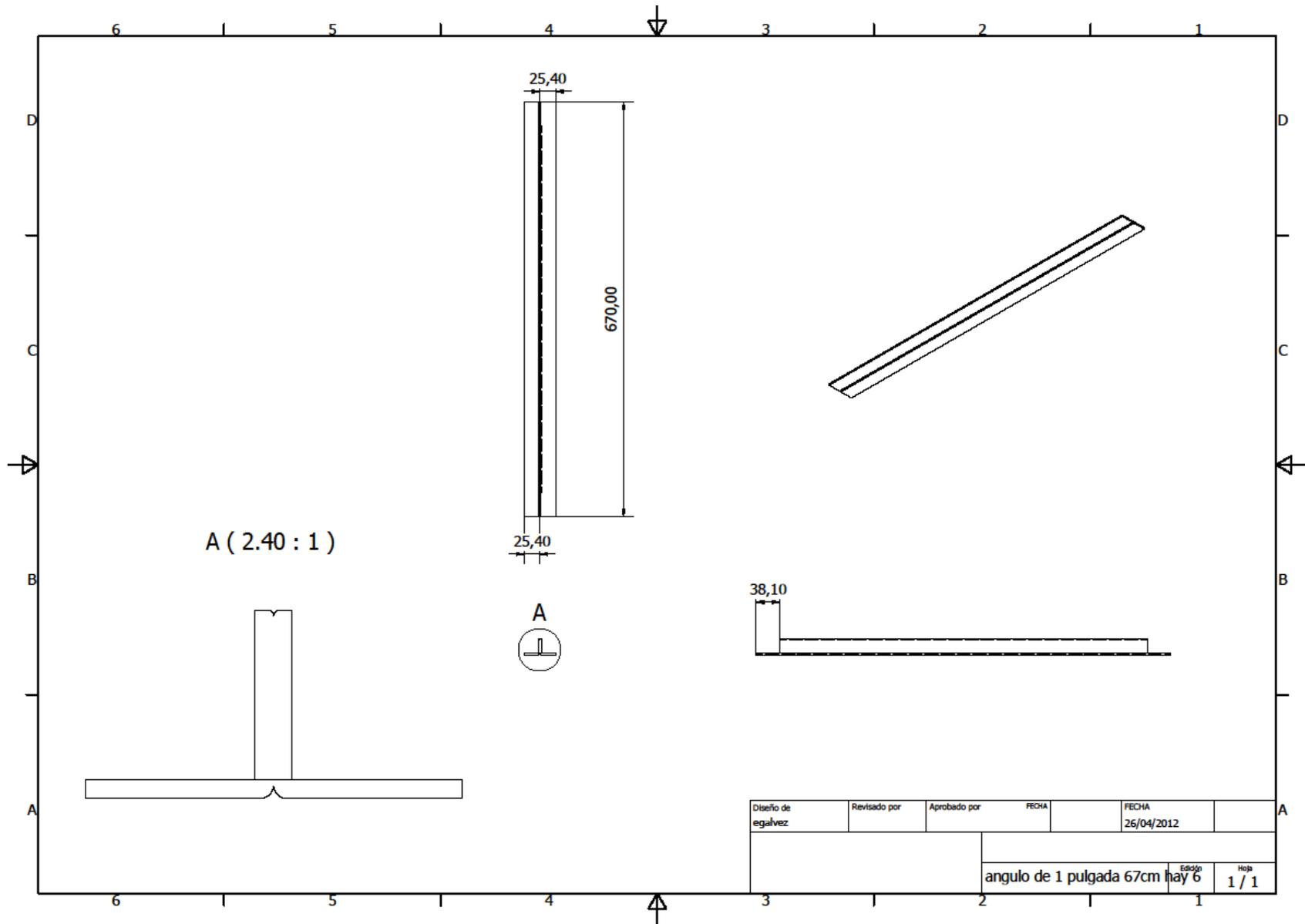
Observaciones :



# Planos de Piezas: Ángulo de 1" x 2.72 m

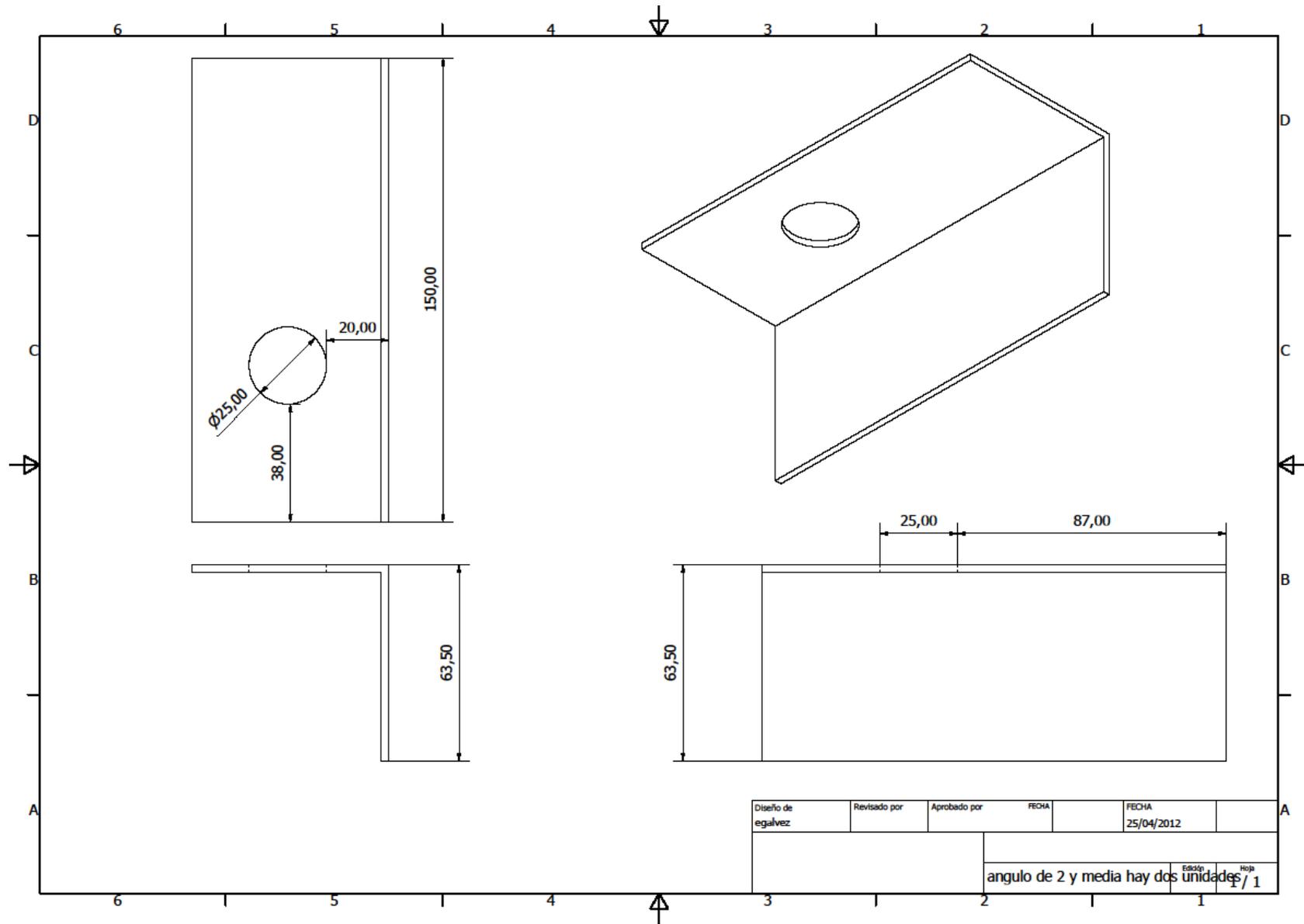


# Planos de Piezas:Ángulo de 1" x 0.67 m

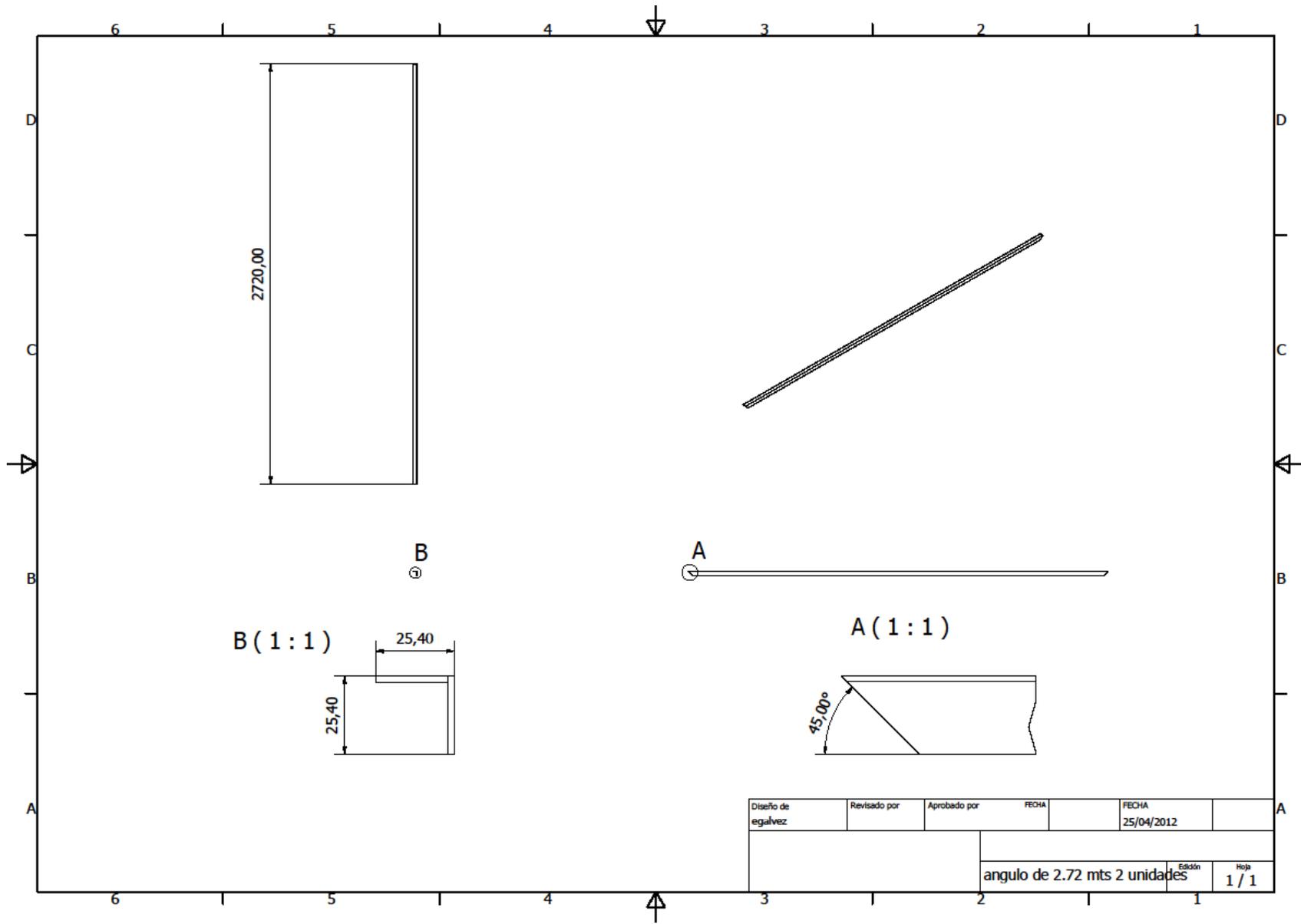


Diseño de egalvez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				26/04/2012	
			ángulo de 1 pulgada 67cm hay 6		Edición
					Hoja
					1 / 1

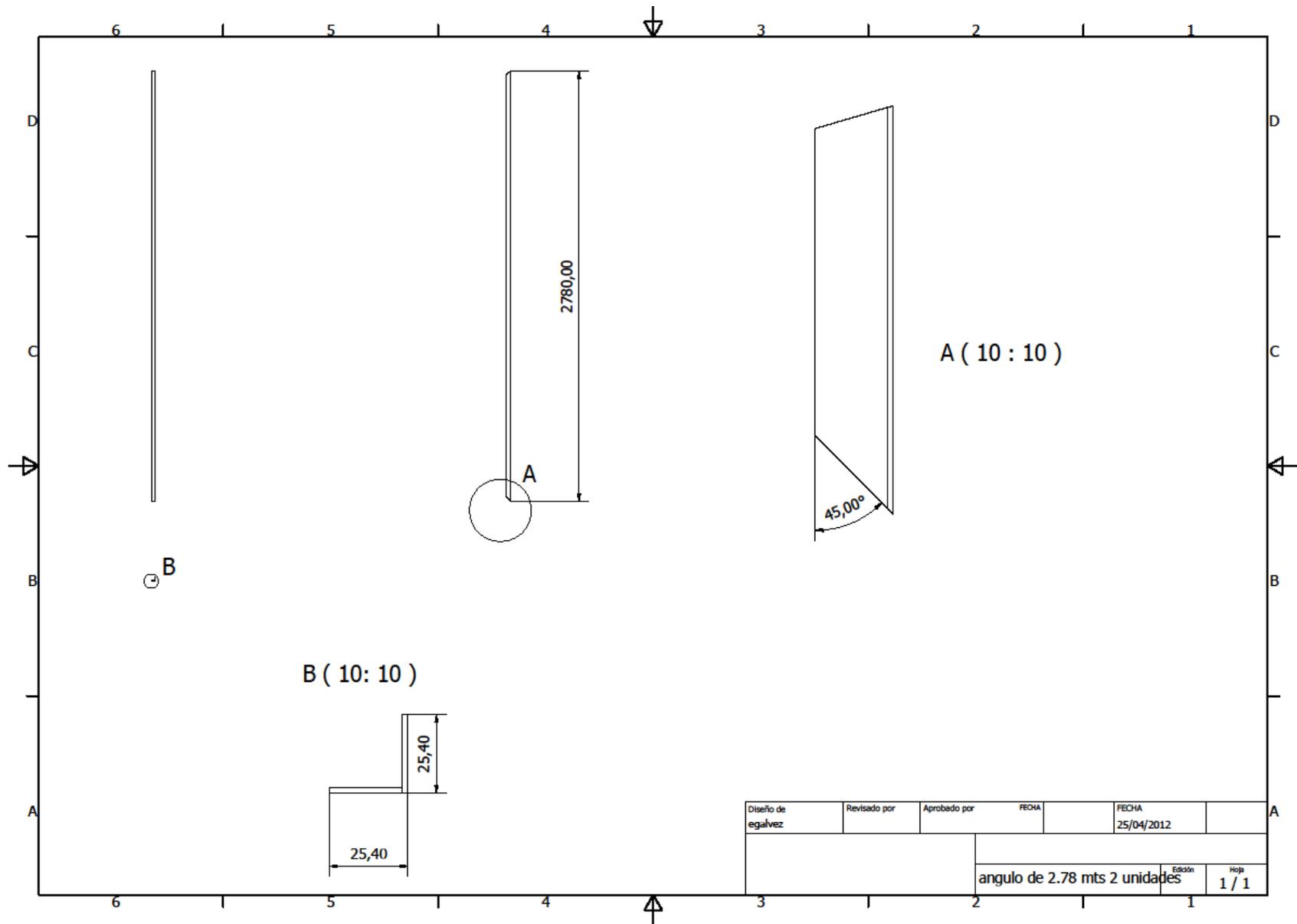
# Planos de Piezas:Ángulo de 2 ½”



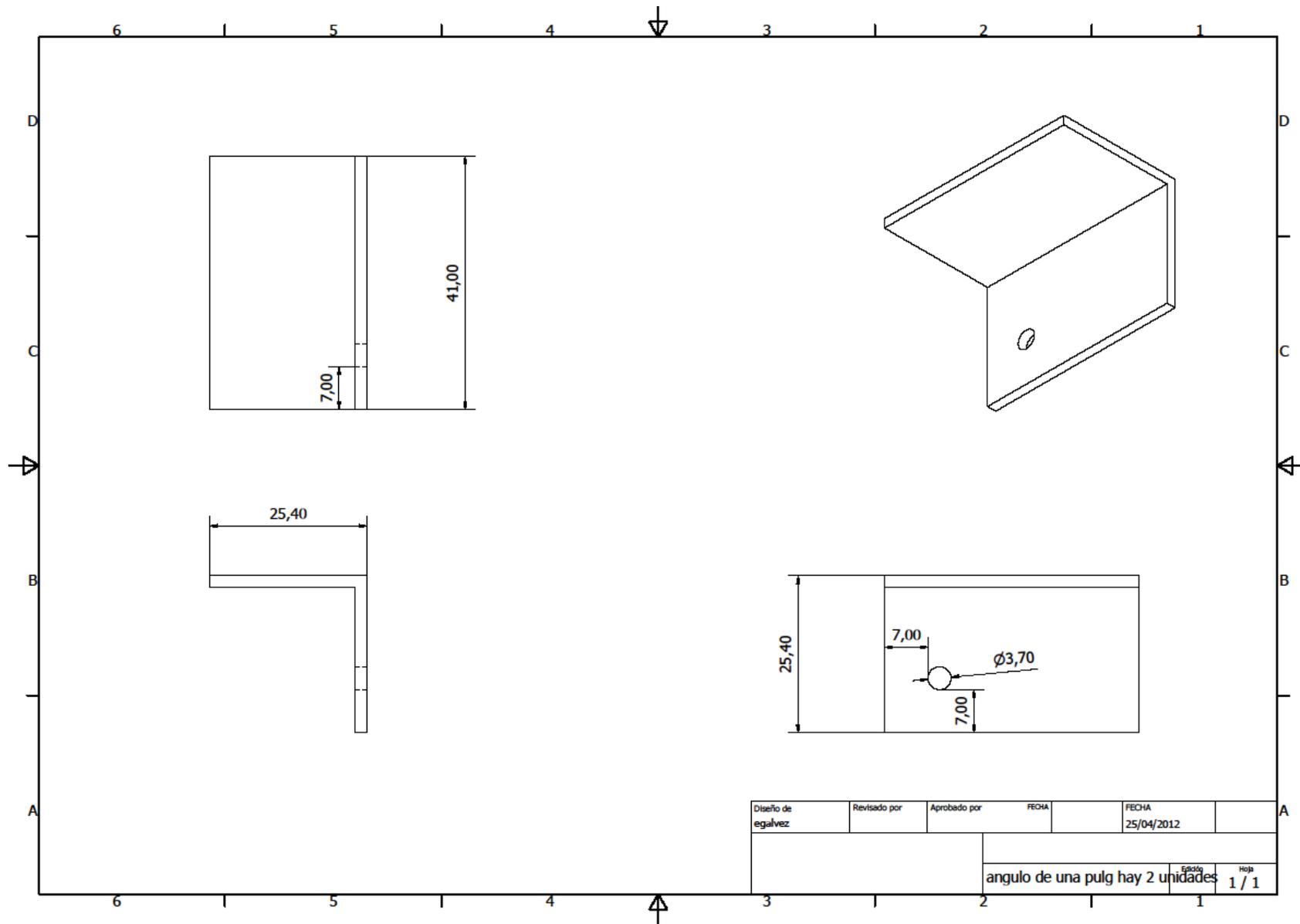
# Planos de Piezas:Ángulo 1" x 2.72 m



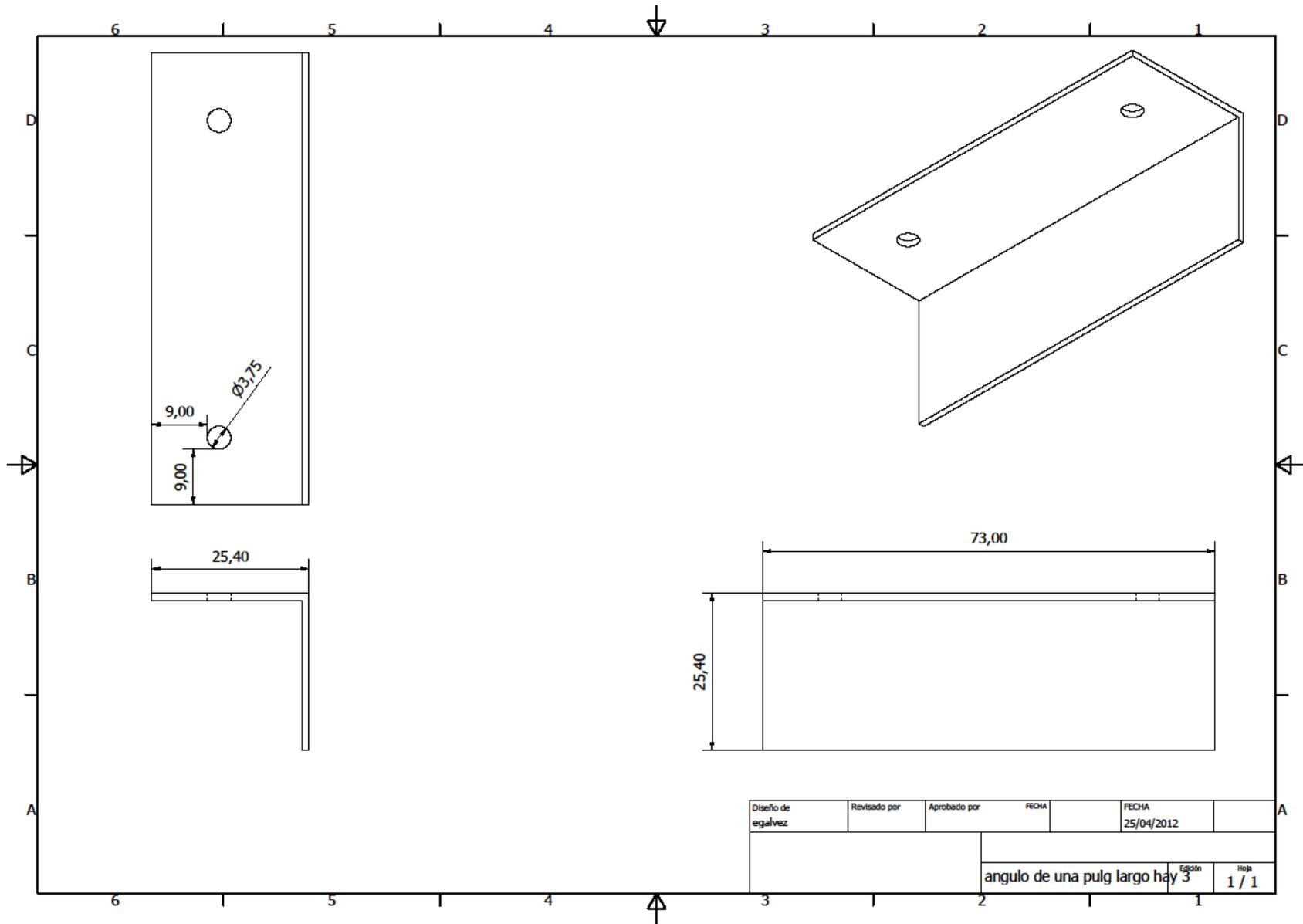
# Planos de Piezas:Ángulo de 1" x 2.78 m



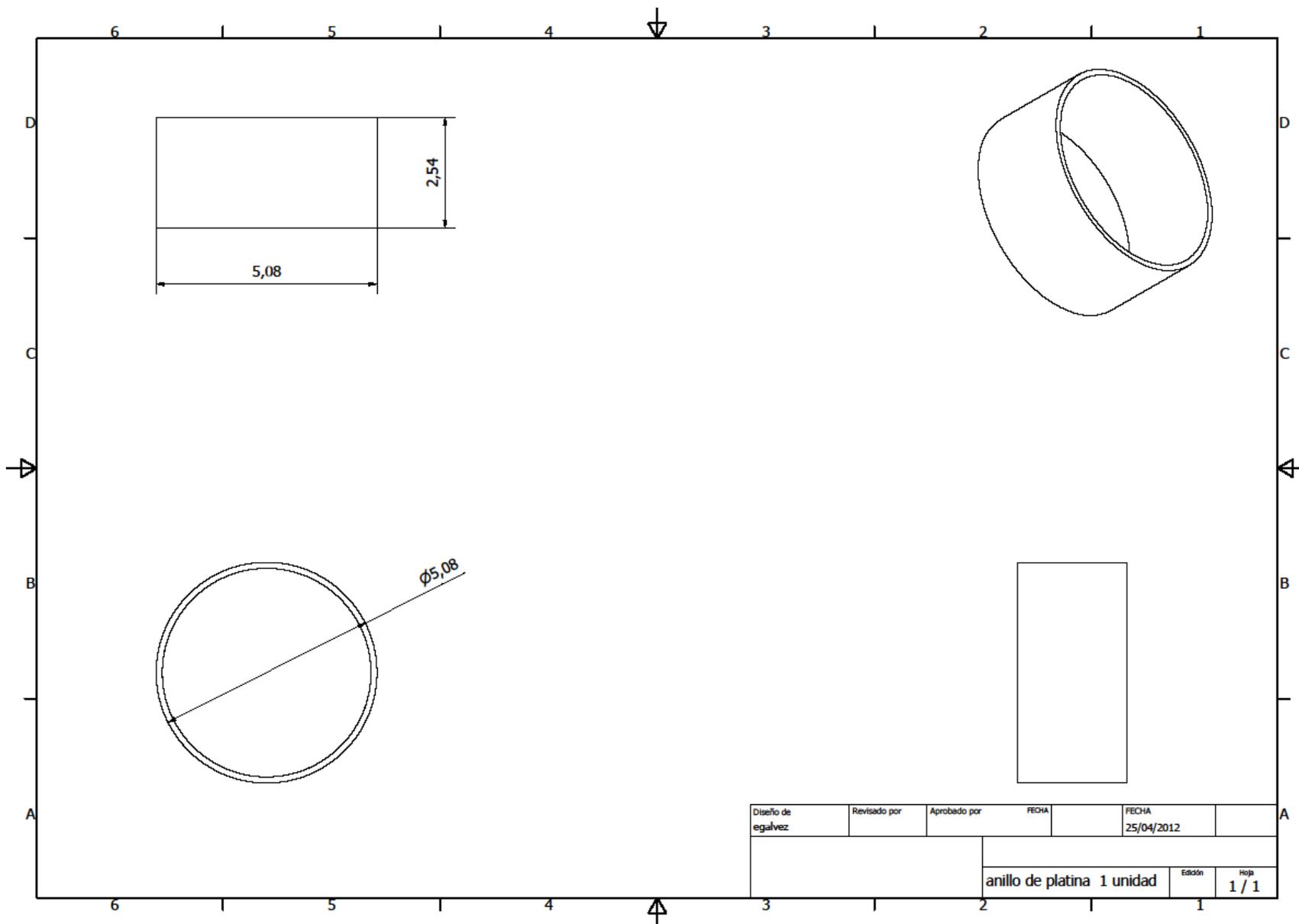
# Planos de Piezas:Ángulo de 1"



# Planos de Piezas:Ángulo de 1”

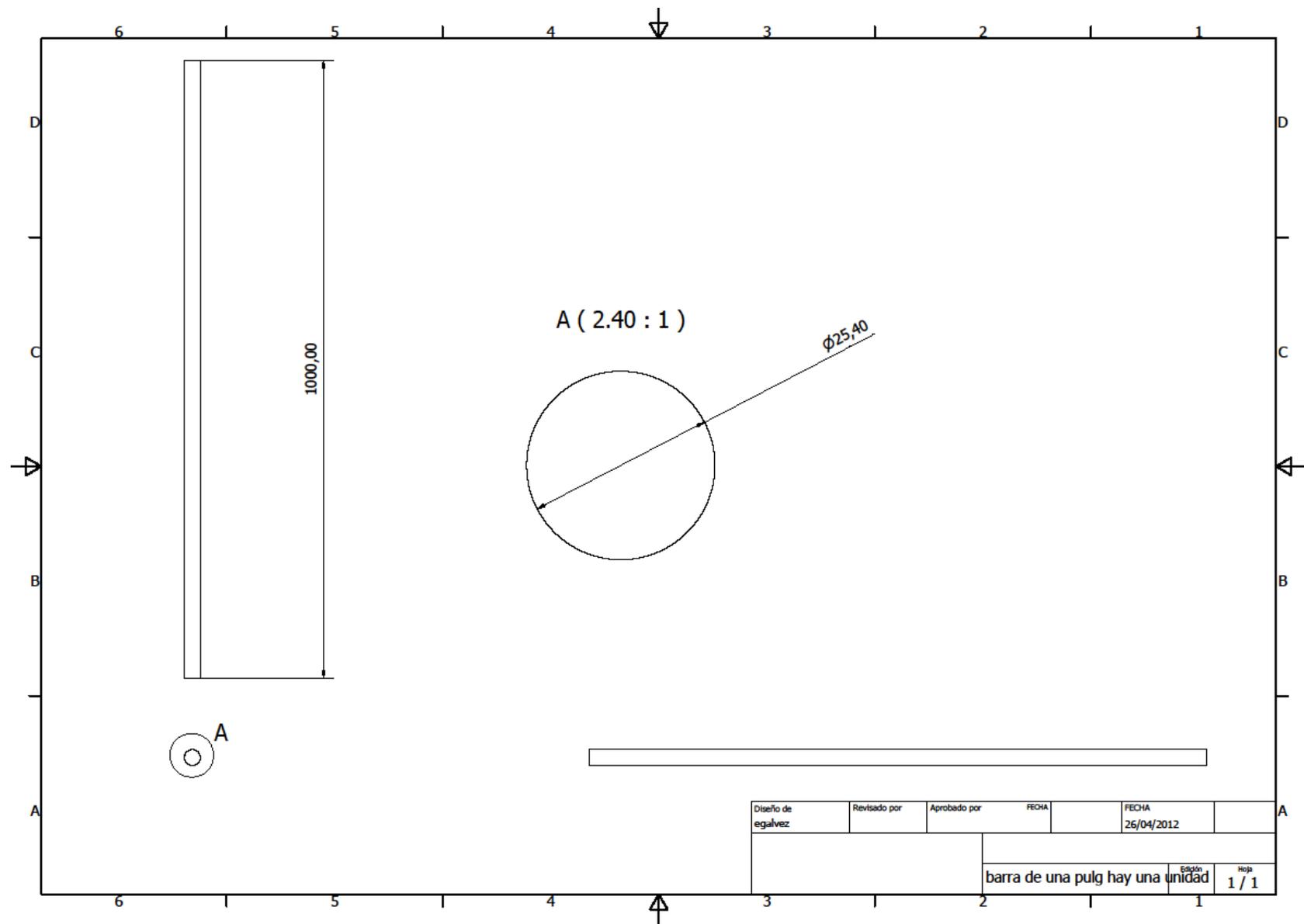


# Planos de Piezas:Anillo de Platina



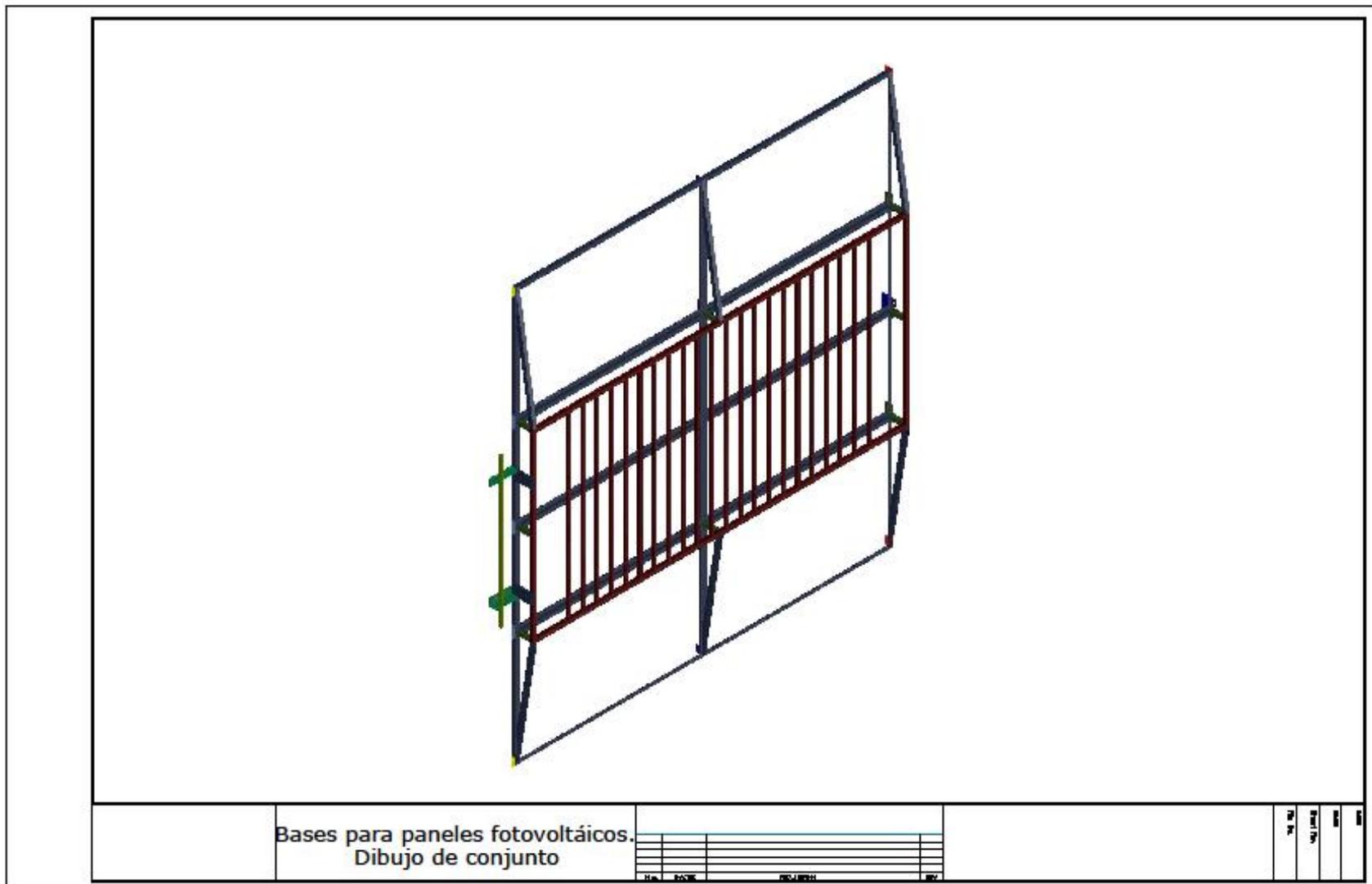
Diseño de egallez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				25/04/2012	
			anillo de platina 1 unidad		
				Edición	Hoja
				1 / 1	1 / 1

# Planos de Piezas: Barra de 1"

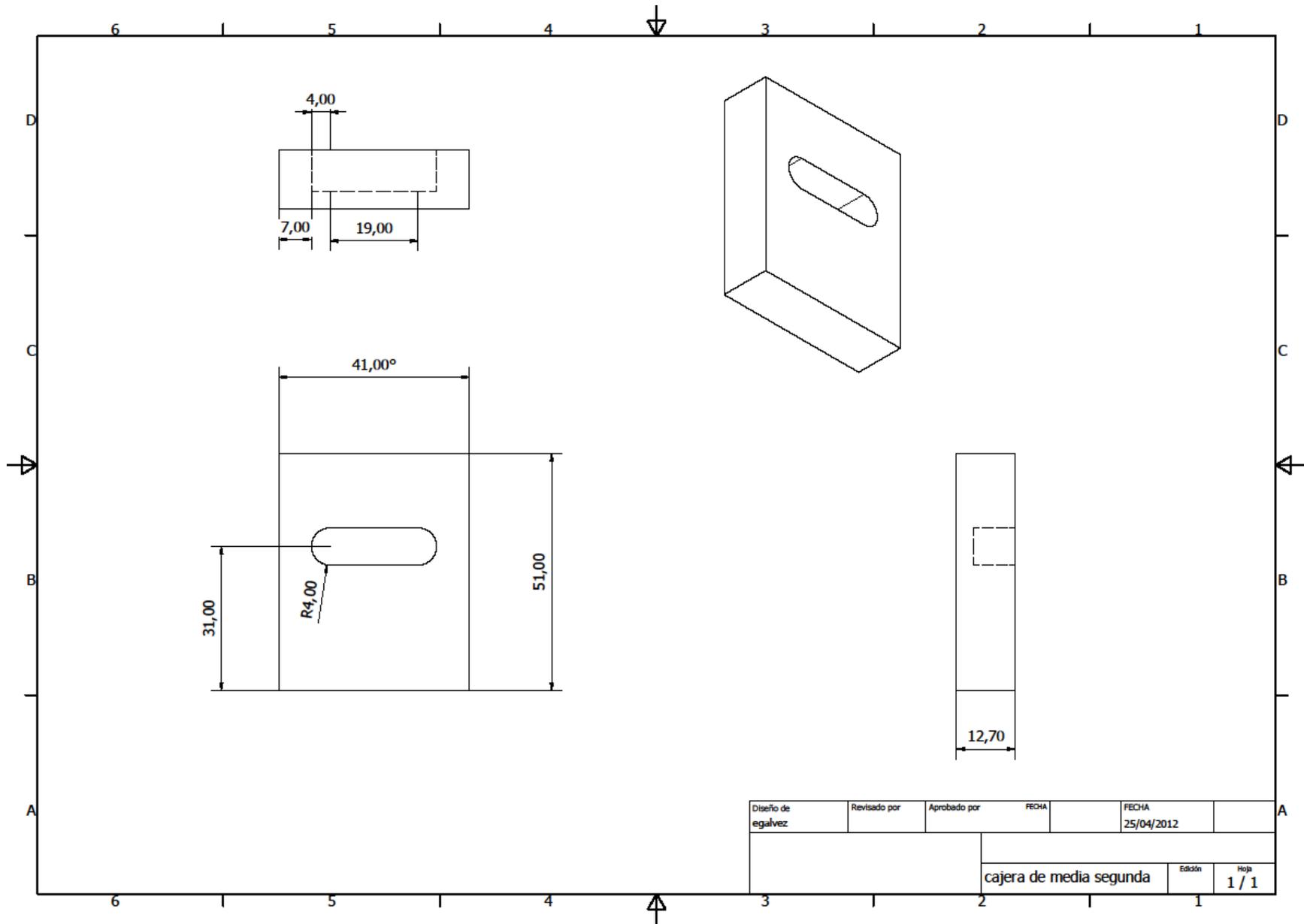


Diseño de egálvez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				26/04/2012	
				Edición	Hoja
barra de una pulg hay una unidad					1 / 1

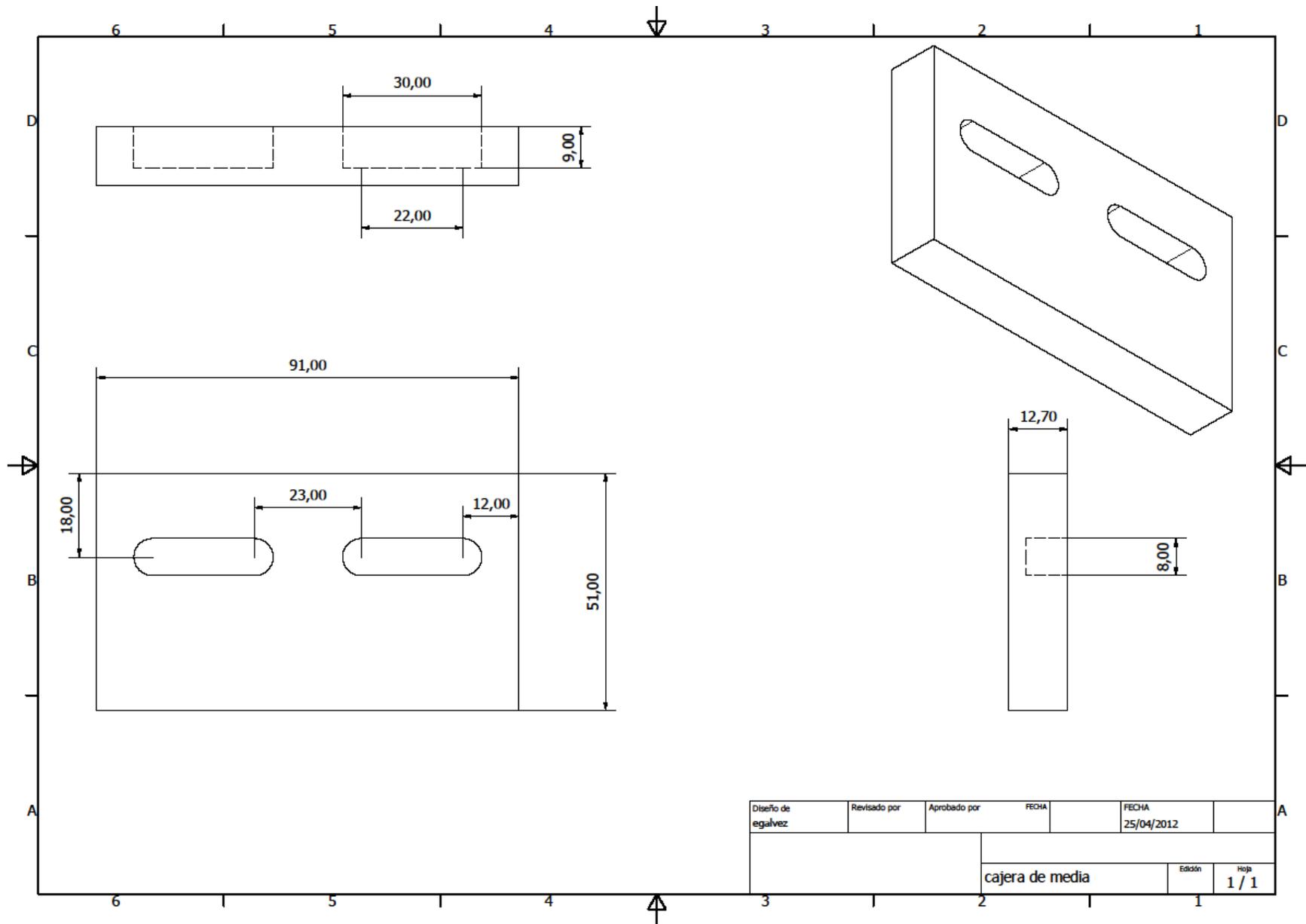
## Planos de Piezas: Bases para Paneles Fotovoltaicos



# Planos de Piezas:Cajera de Media

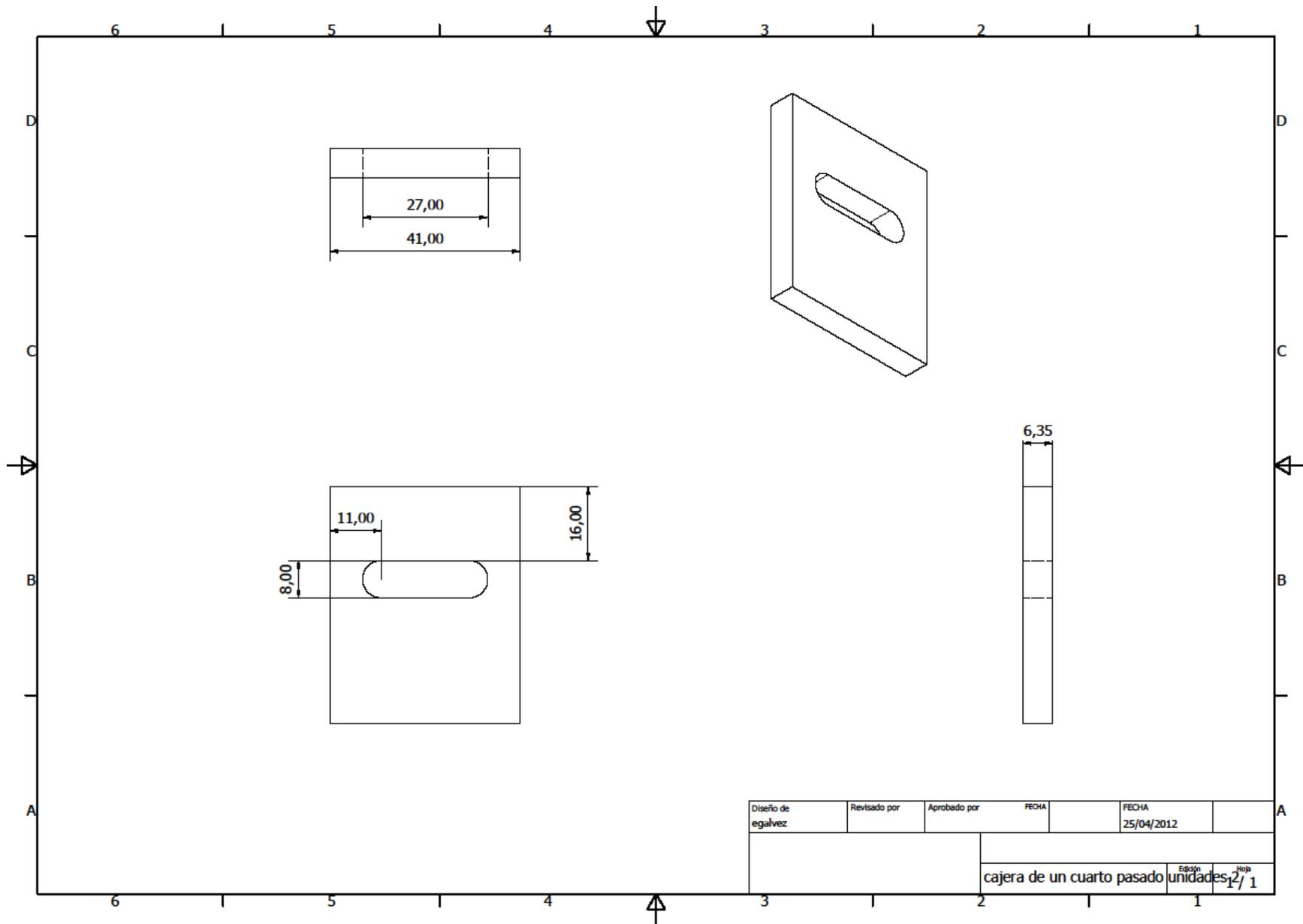


# Planos de Piezas:Cajera de Media



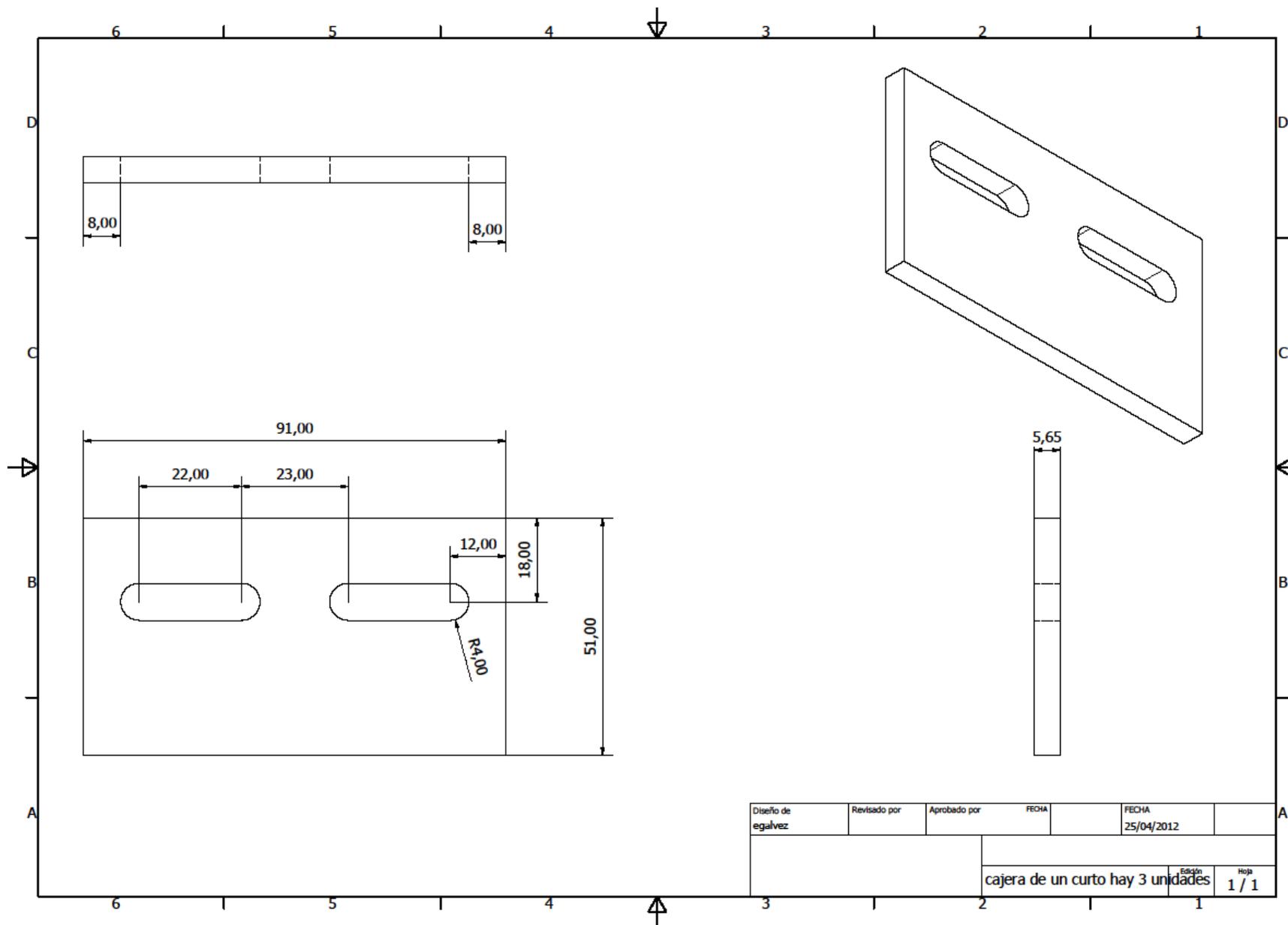
Diseño de egálvez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA 25/04/2012
			cajera de media	
			Edición	Hoja 1 / 1

# Planos de Piezas:Cajera de un cuarto pasado

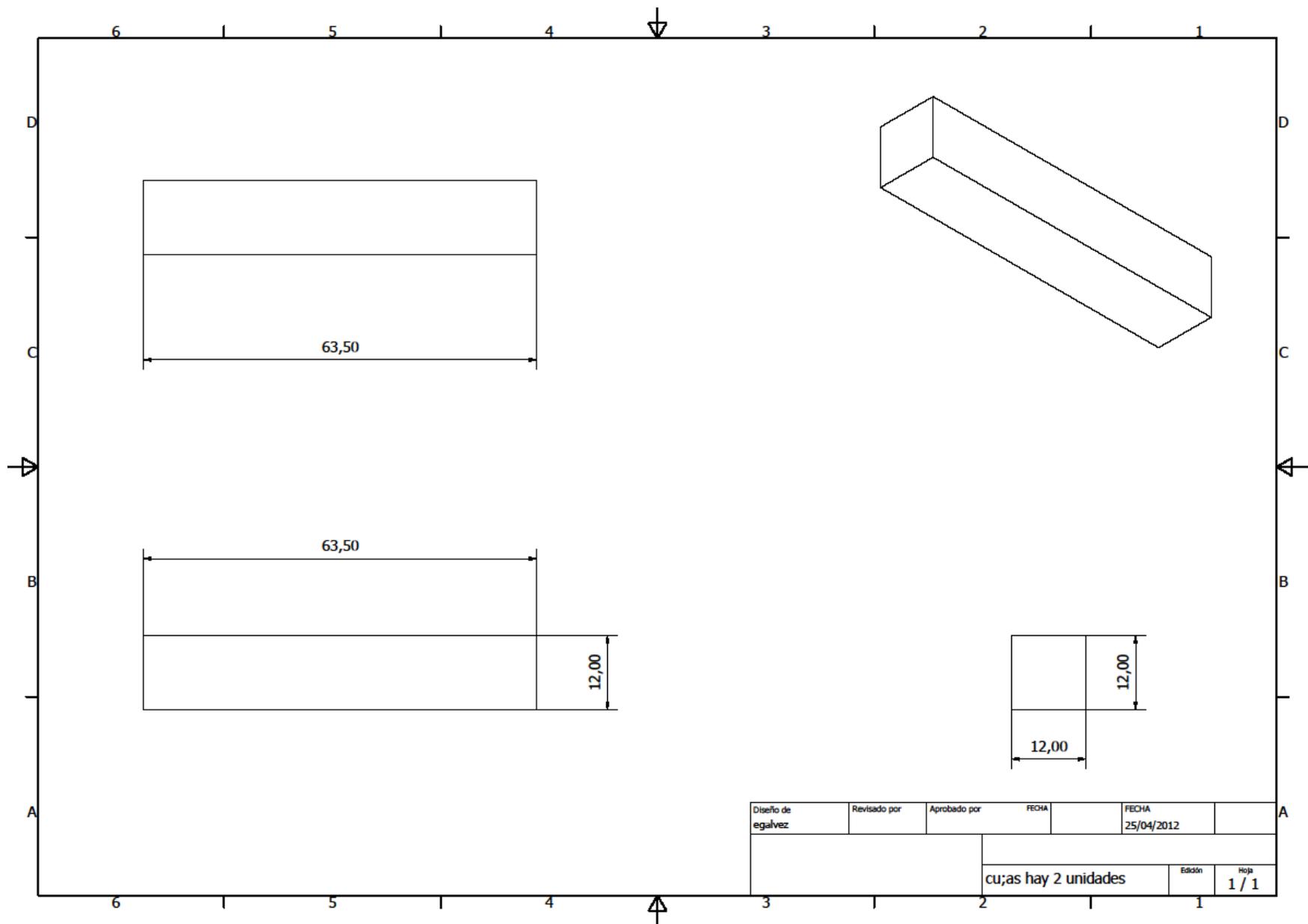


Diseño de egallez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				25/04/2012	
			cajera de un cuarto pasado		
			Edición: 1 Hoja: 1		

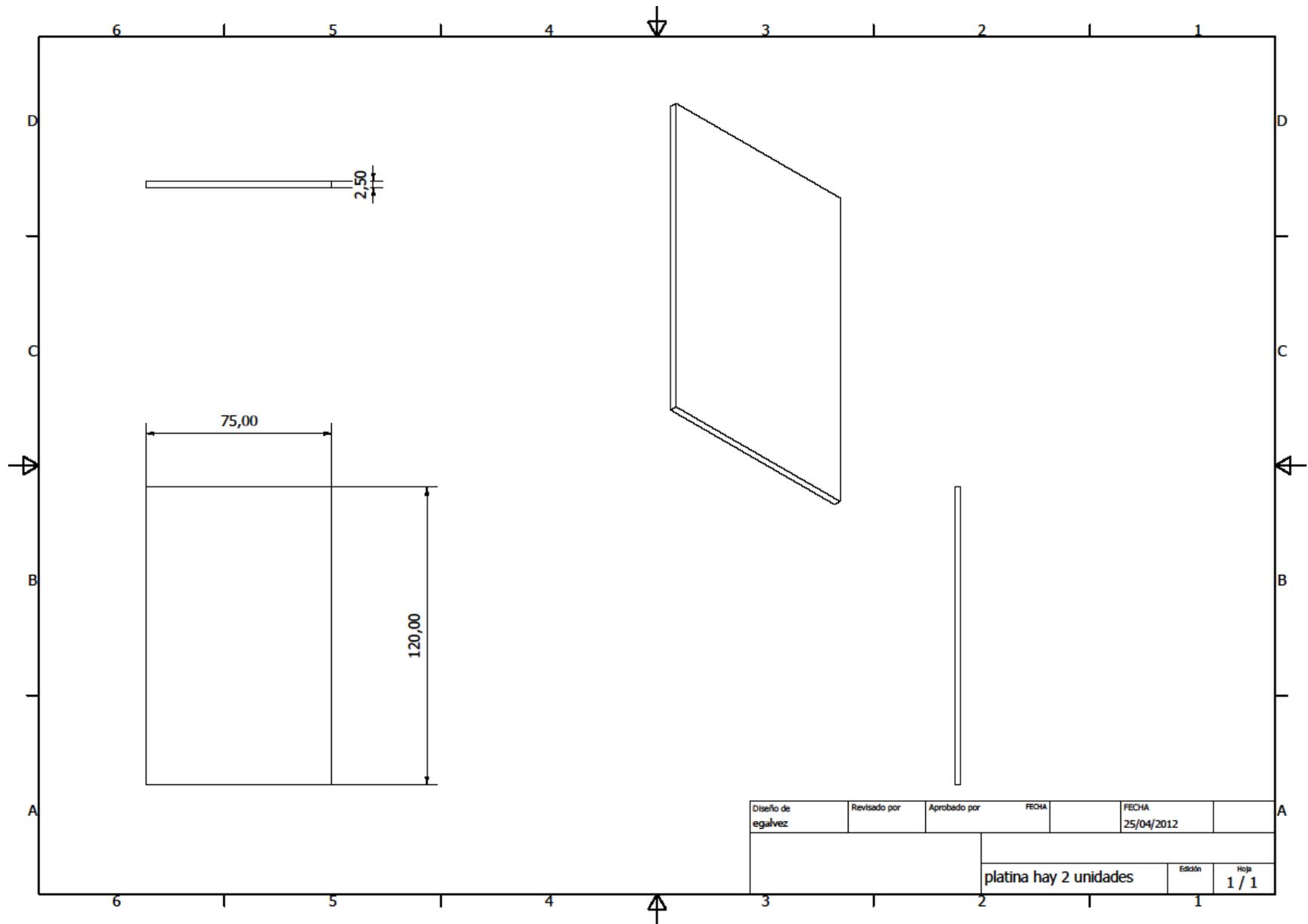
# Planos de Piezas:Cajera de un cuarto



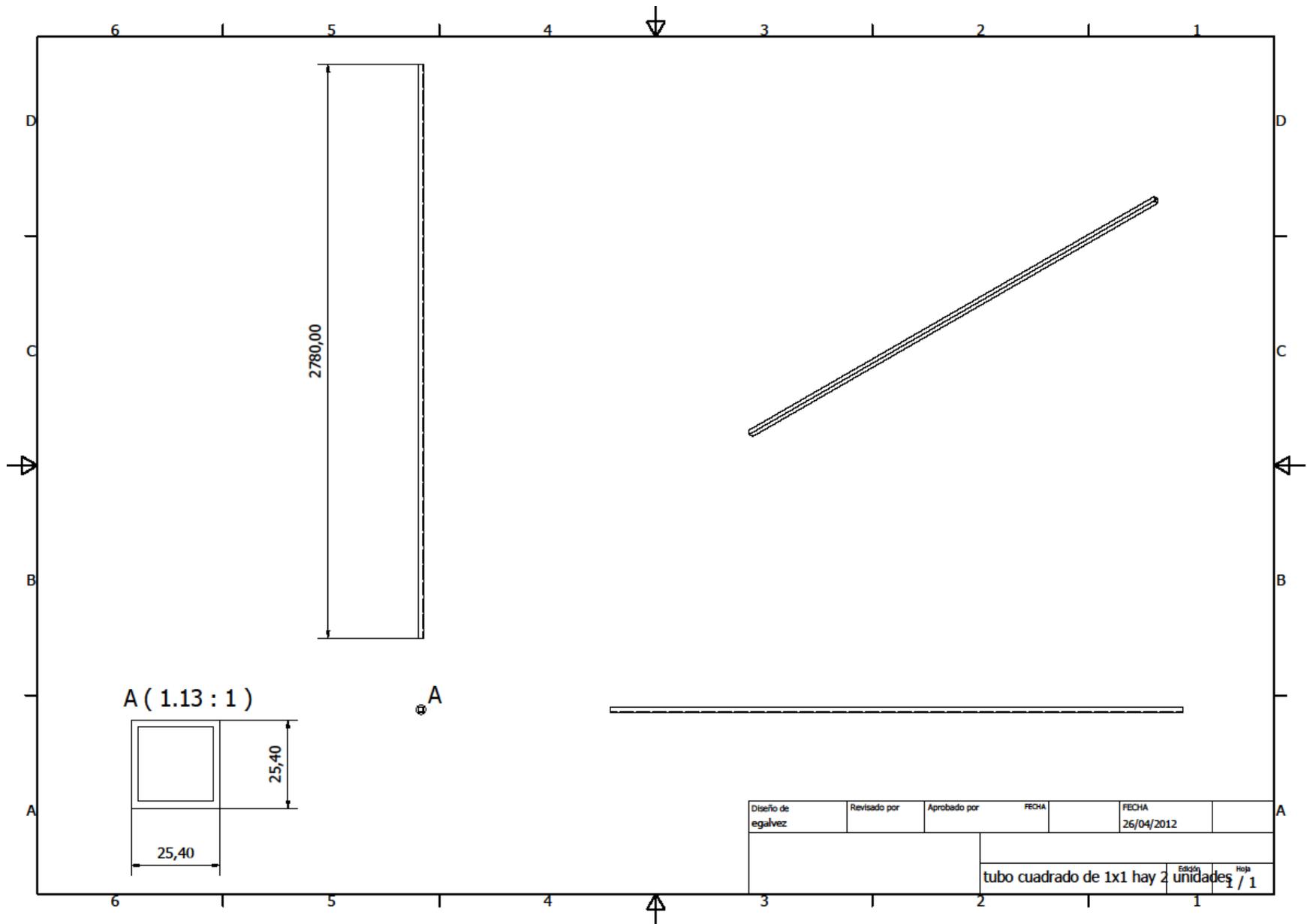
# Planos de Piezas:Cuñas



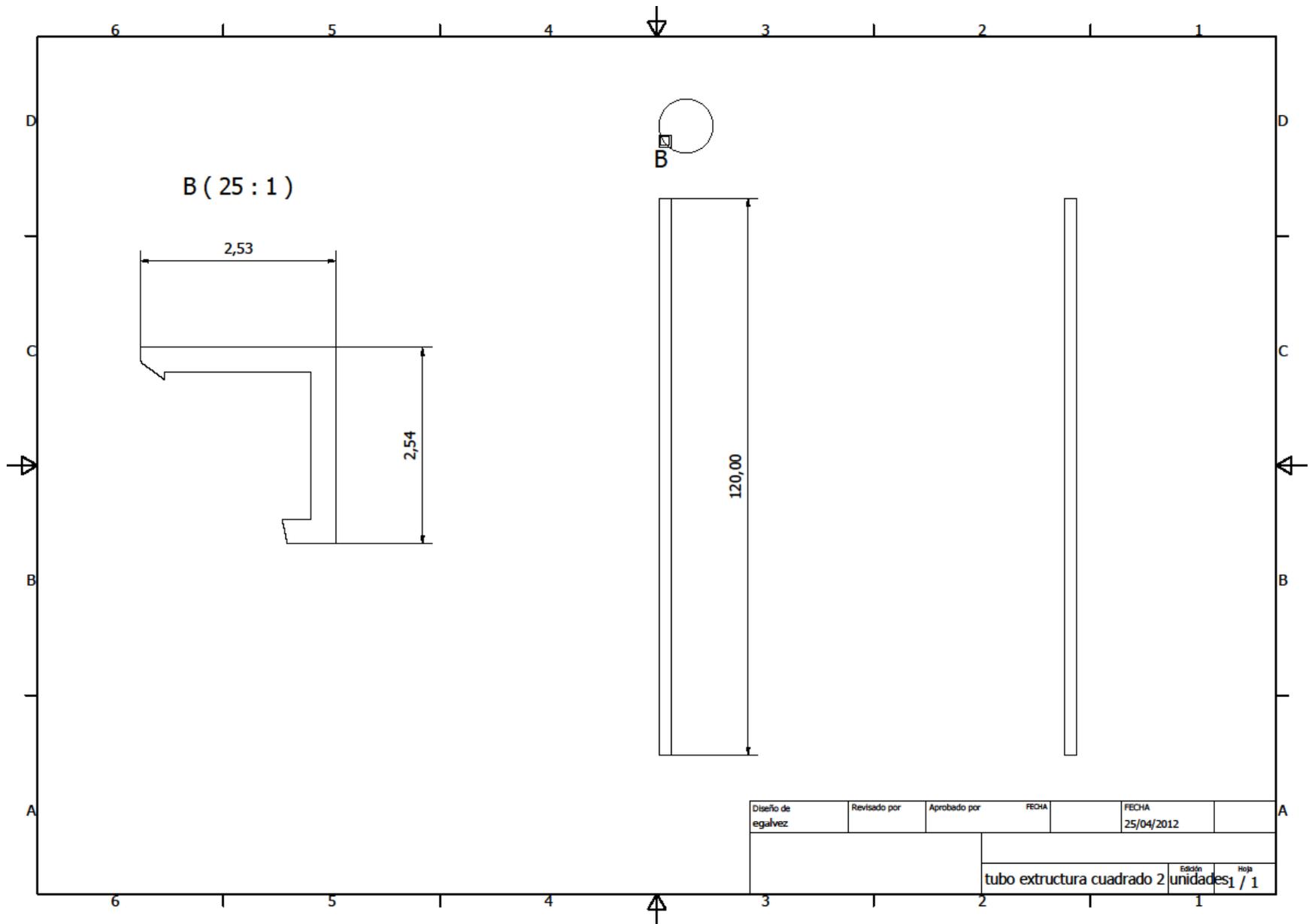
# Planos de Piezas:Platina



# Planos de Piezas:Tubo cuadrado de 1" x 1"

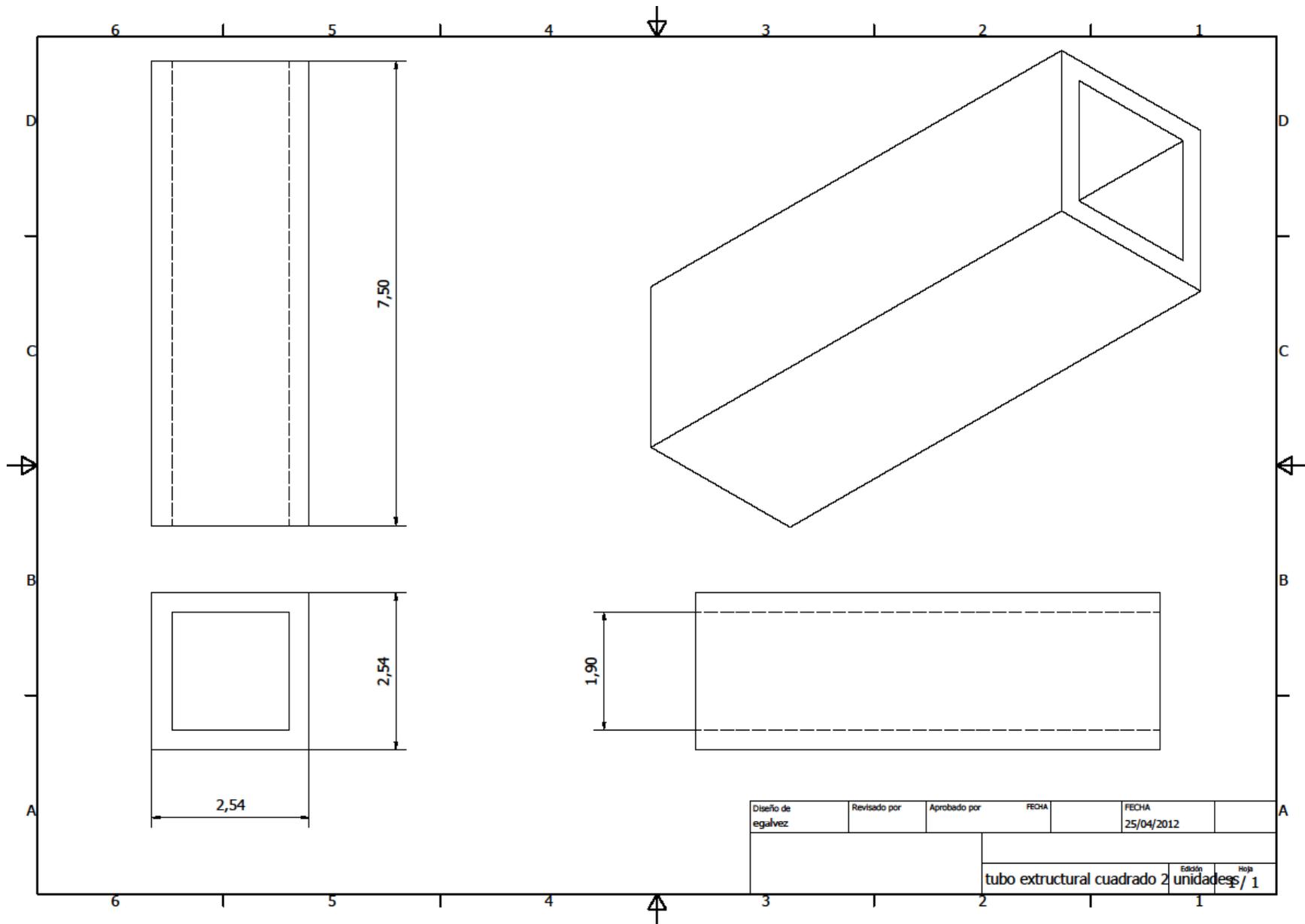


# Planos de Piezas:Tubo estructural cuadrado



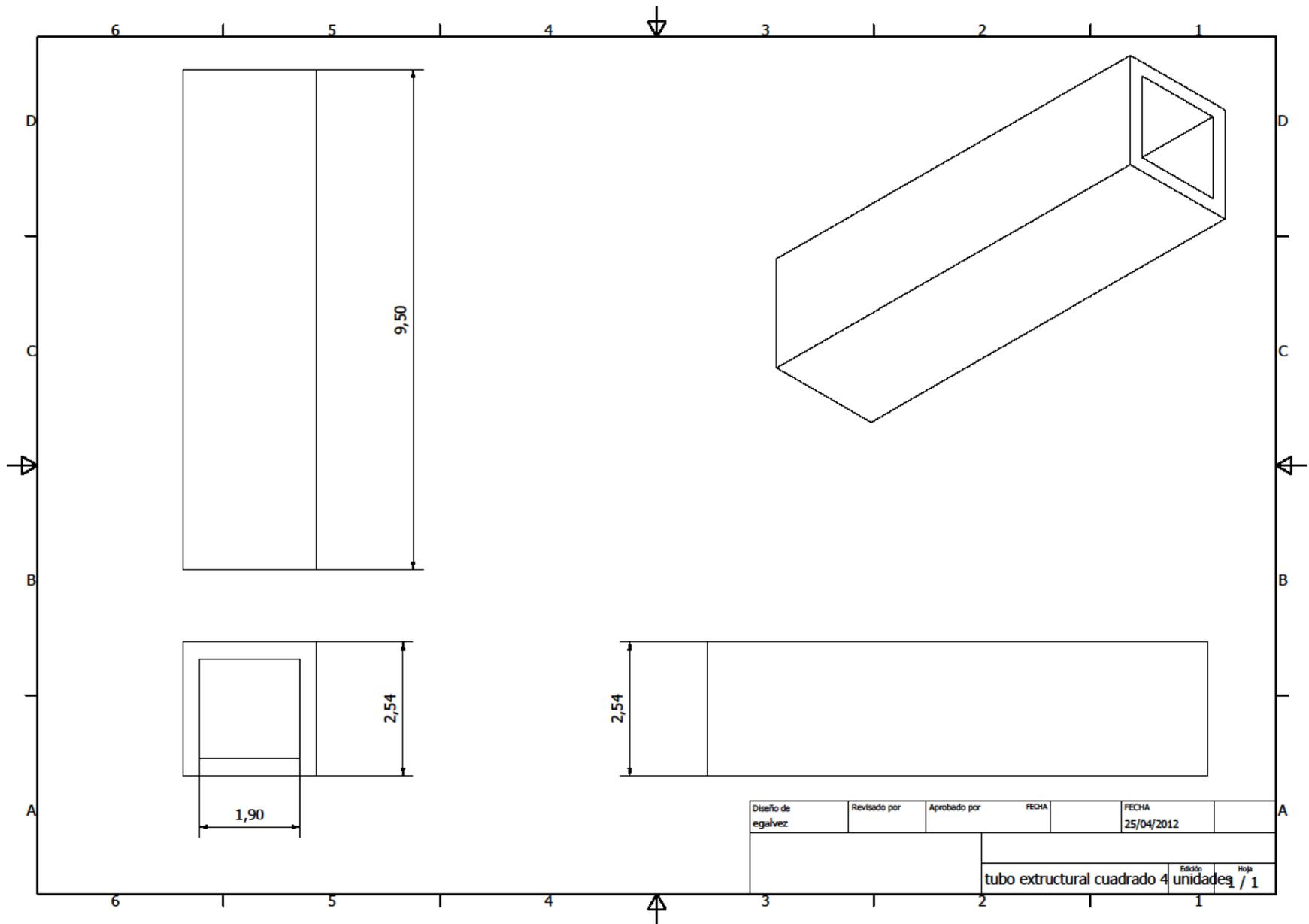
Diseño de egálvez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				25/04/2012	
			tubo estructura cuadrado 2 unidades		
			Edición Hoja 1 / 1		

# Planos de Piezas:Tubo estructural cuadrado



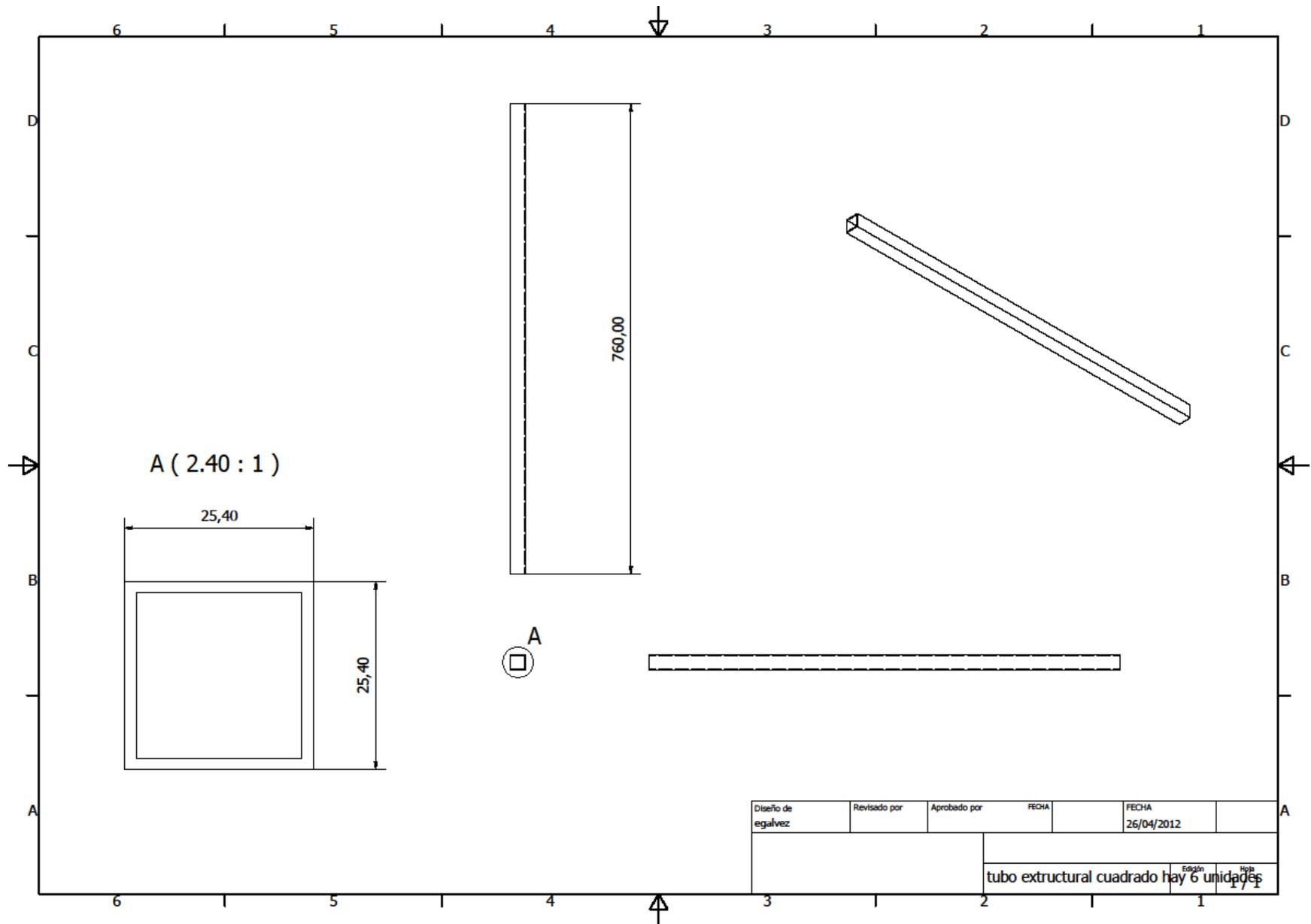
Diseño de egalez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA
				25/04/2012
tubo estructural cuadrado 2 unidades			Edición	Hoja
			2	1

# Planos de Piezas:Tubo estructural cuadrado

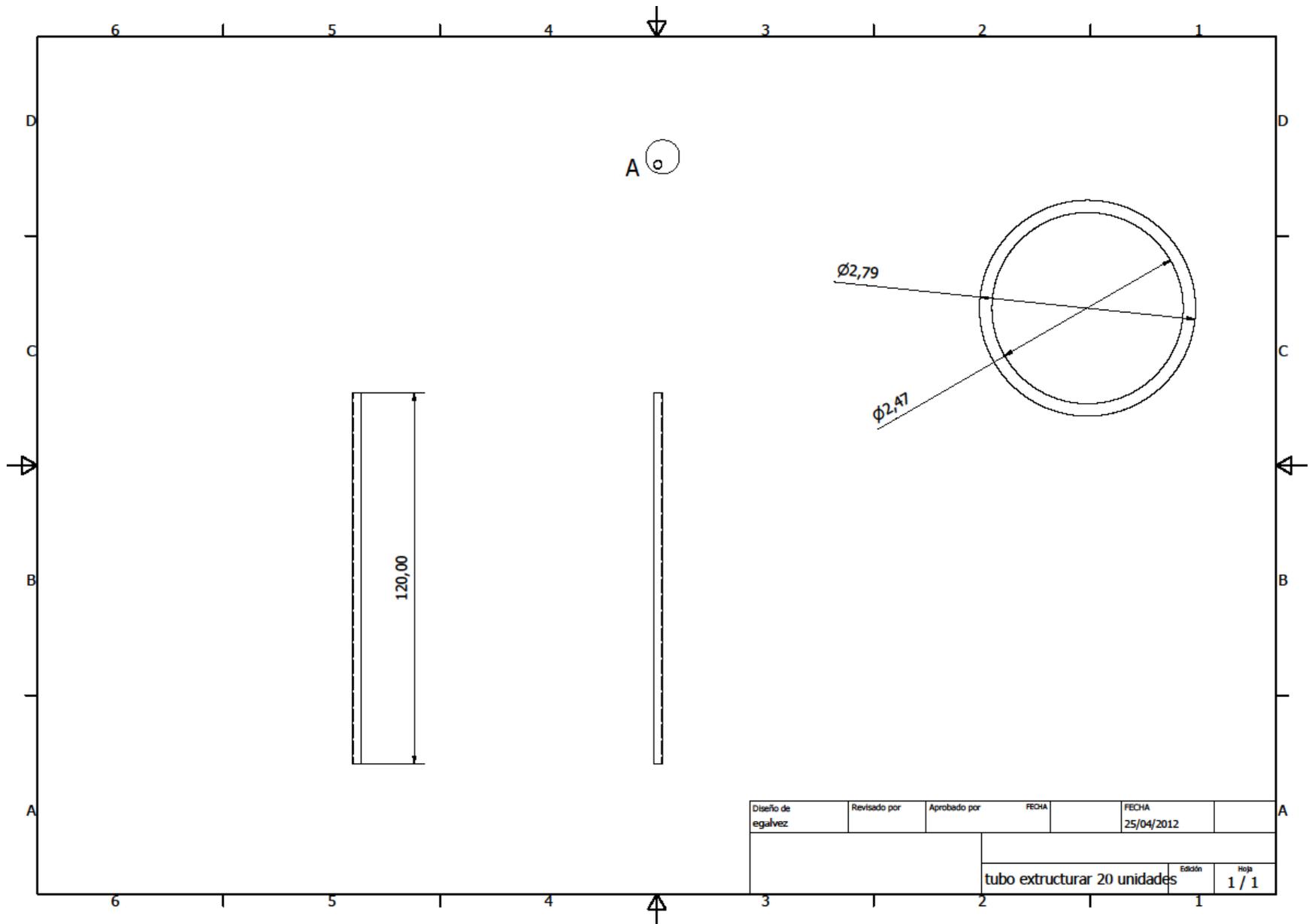


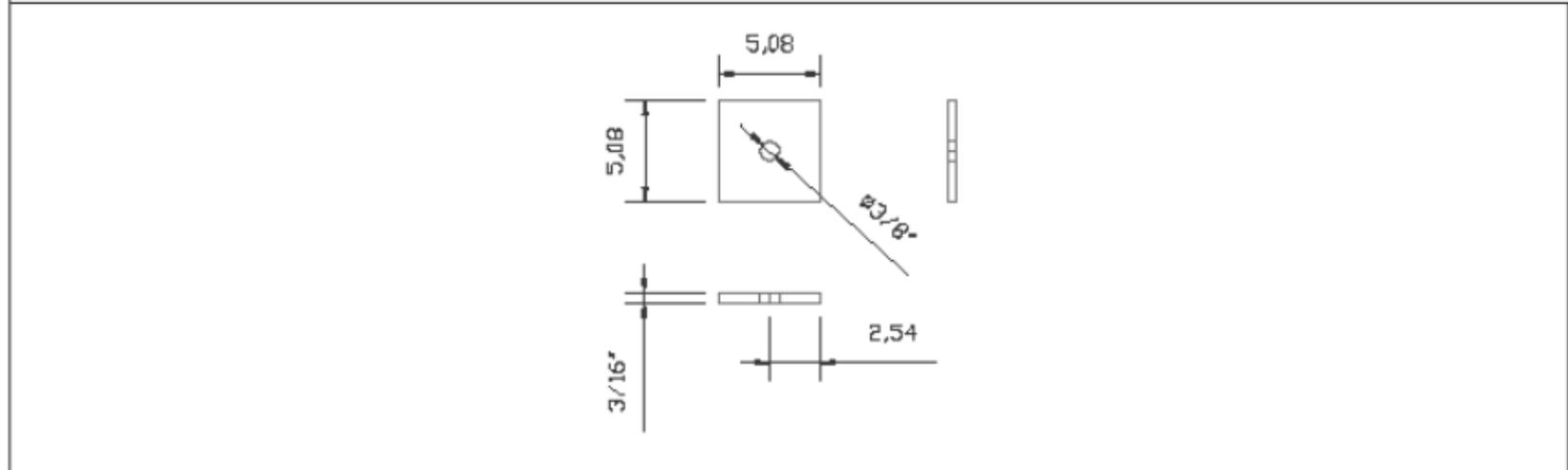
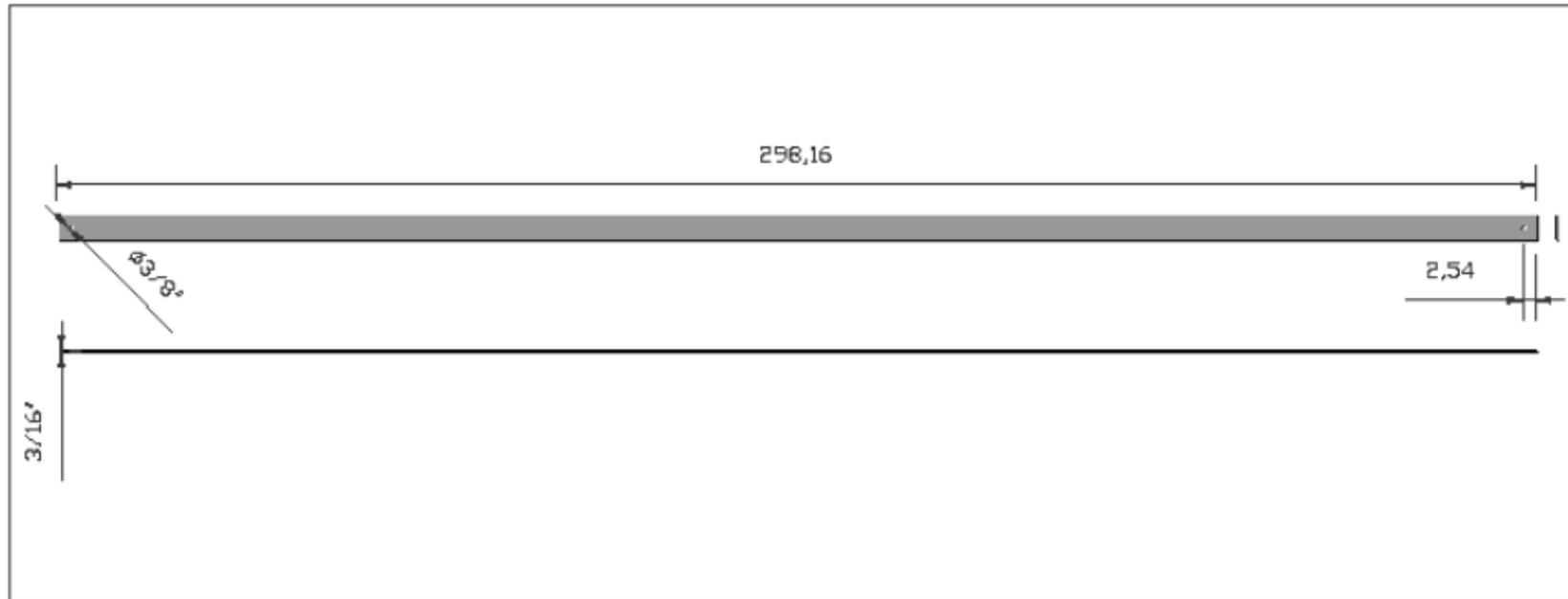
Diseño de egallez	Revisado por	Aprobado por	FECHA	FECHA	
				25/04/2012	
			tubo estructural cuadrado 4 unidades / 1		
			Edición	Hoja	
			1	1	

# Planos de Piezas:Tubo estructural cuadrado



# Planos de Piezas:Tubo estructural

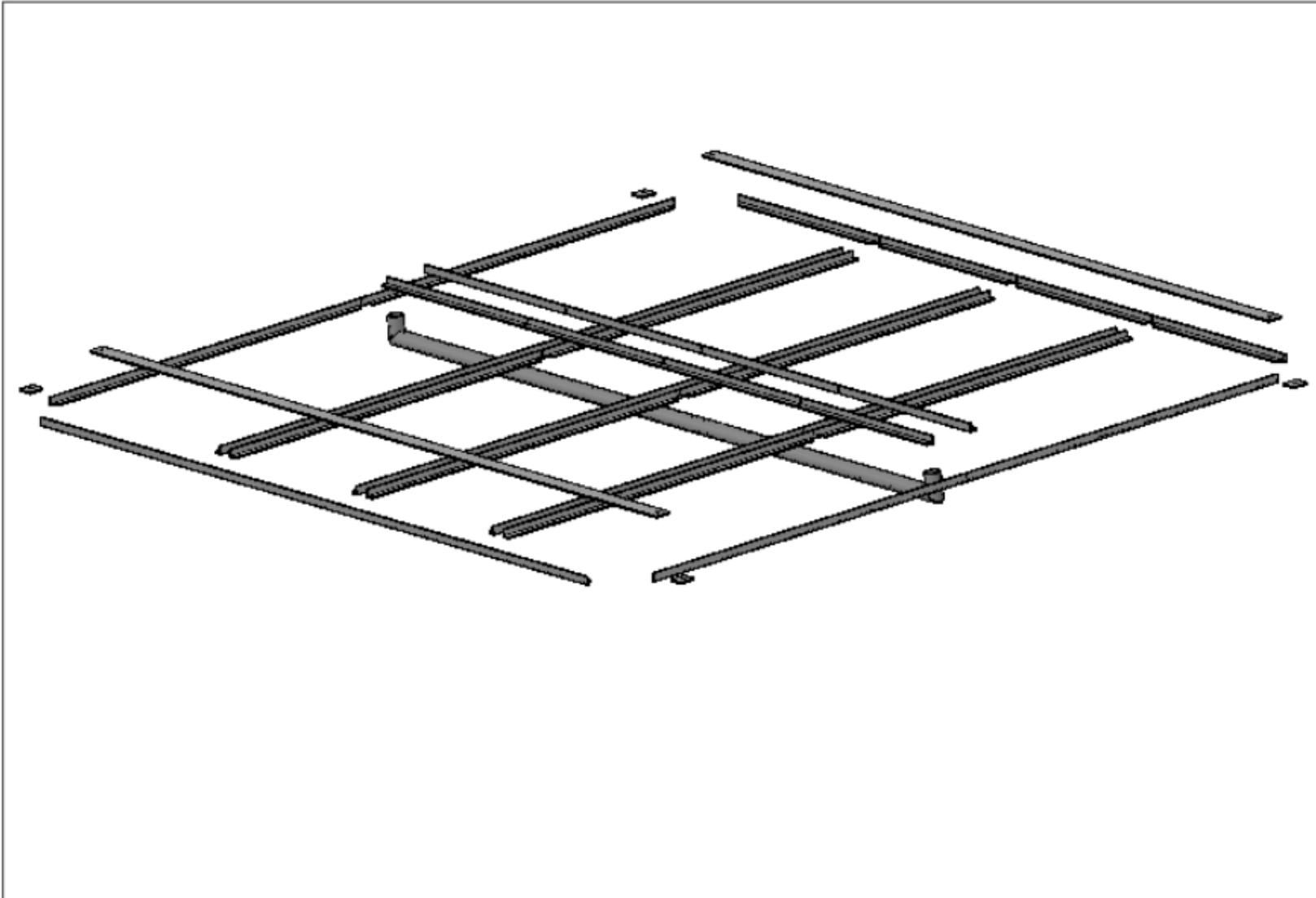




**Nombre del dibujo:** Detalle para base de peneles 4  
**Materia:** Platina de hierro  $2x 3/8"$   
**Unidades:** cm  
**Fecha:** 19 - Oct. - 2011

Observaciones :

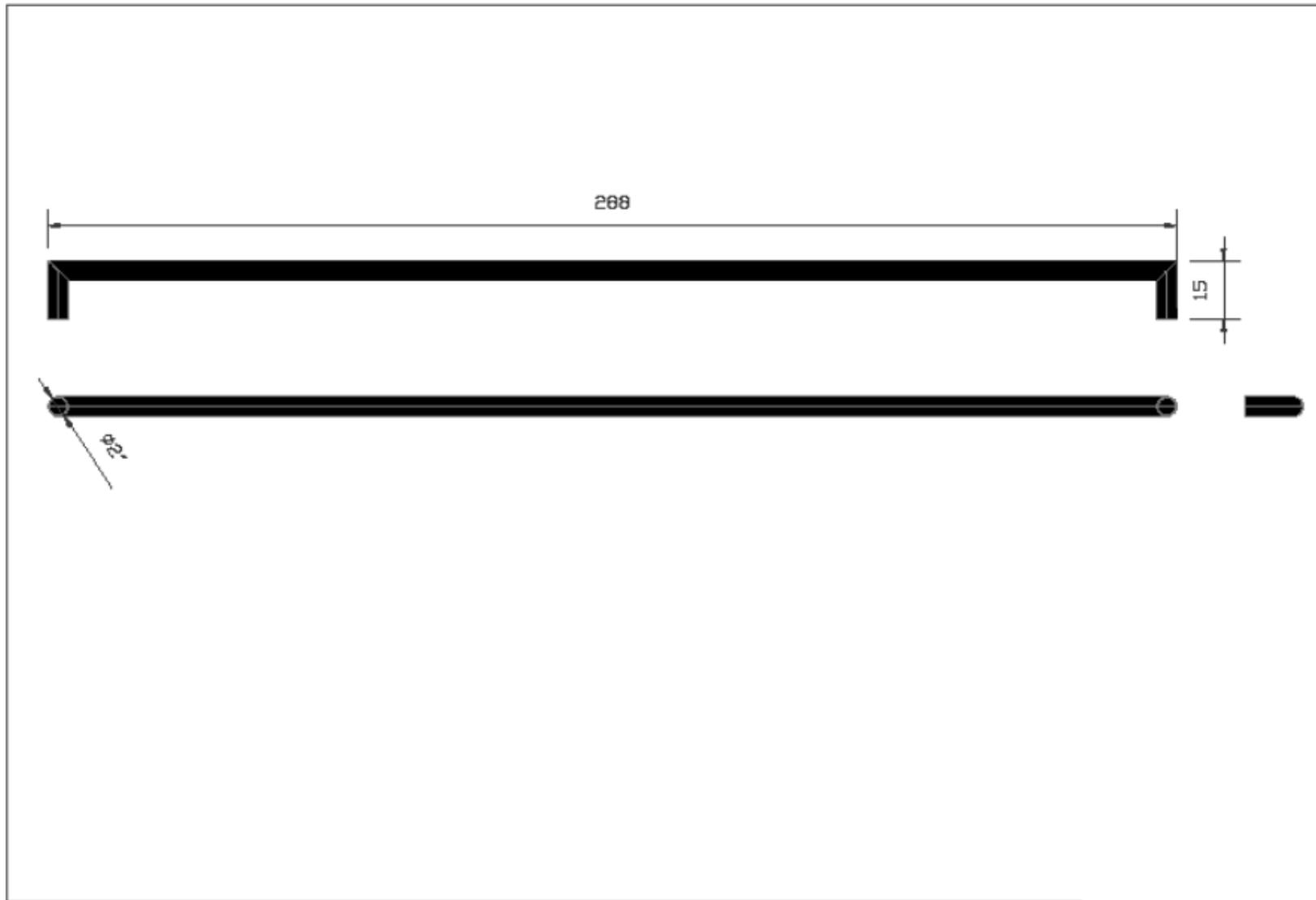
Escuela Especializada  
 en Ingeniería  
**ITCA** **FEPADE**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



**Nombre del dibujo:** Detalles de base para paneles 3. Explotado  
**Materia:**  
**Unidades:** cm  
**Fecha:** 19 - Oct. - 2011

**Observaciones :**

Escuela Especializada  
en Ingeniería  
**ITCA**  **FEPADE**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

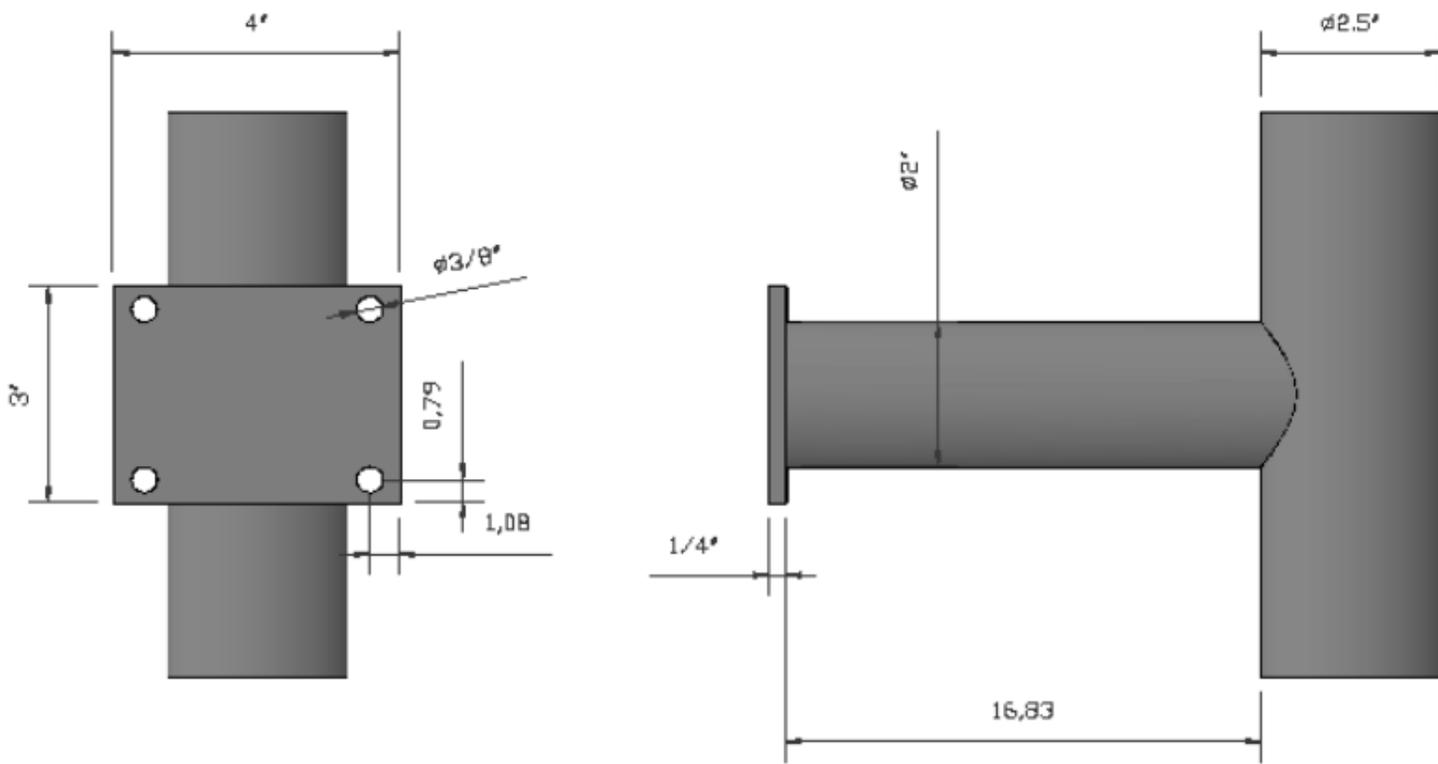


<b>Nombre del dibujo:</b>	Detalles de base para paneles Z	<b>Observaciones :</b>
<b>Material:</b>	Tubo estructural 2"	
<b>Unidades:</b>	cm	
<b>Fecha:</b>	19 - Oct. - 2011	

Escuela Especializada  
en Ingeniería

**ITCA**  **FEPADE**

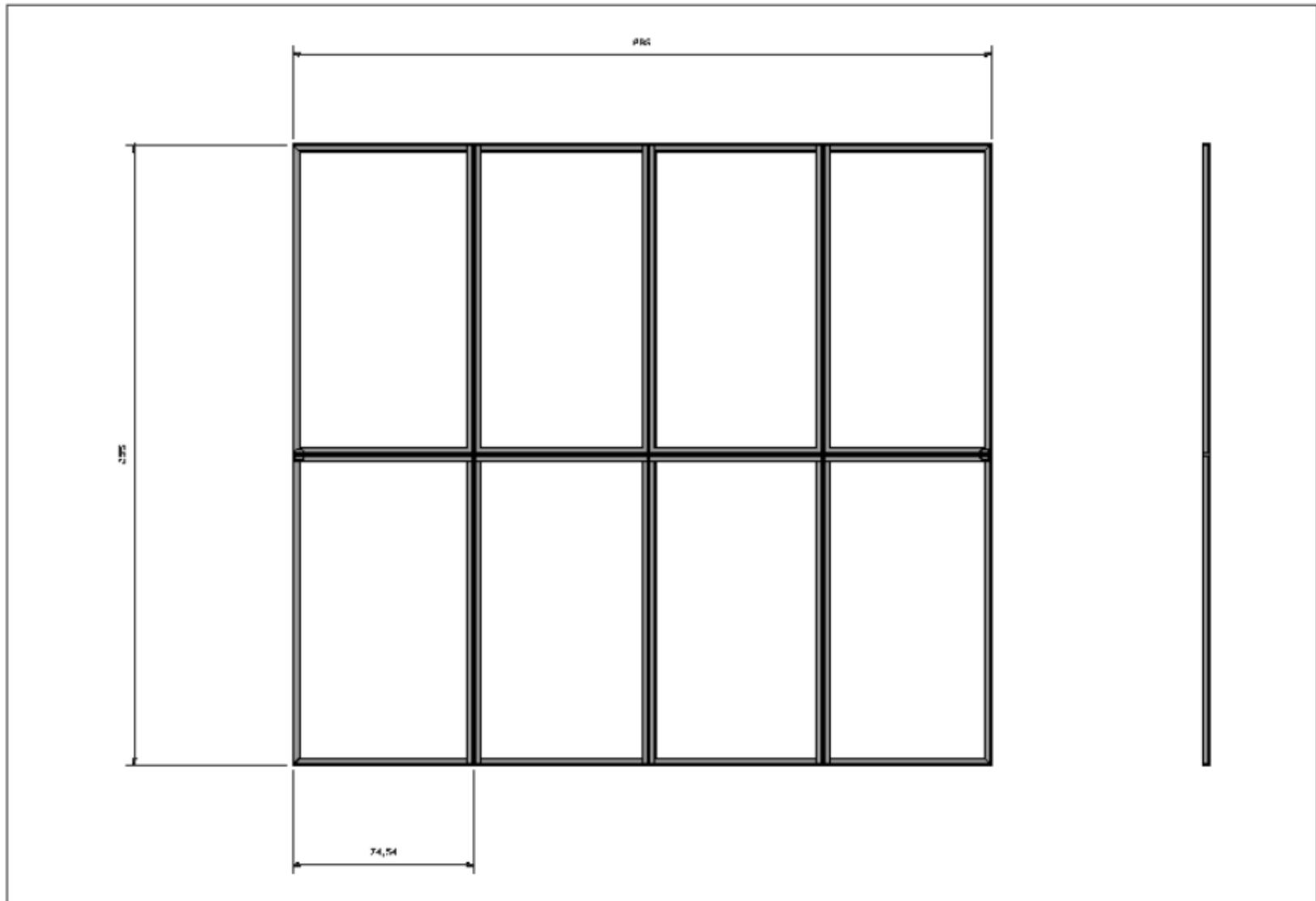
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CALDAS - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDAS



**Nombre del dibujo:** Detalles de base para paneles 1  
**Material:** Tubo estructural 2", 2 1/2" y platina 3x 4"  
**Unidades:** cm  
**Fecha:** 19 - Oct. - 2011

**Observaciones :**

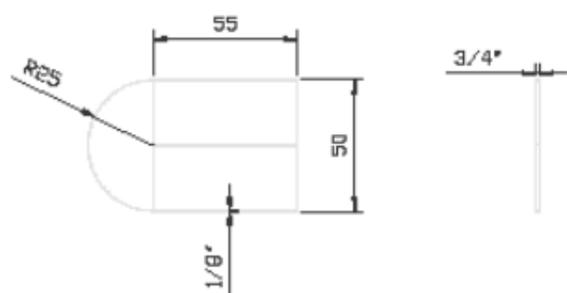
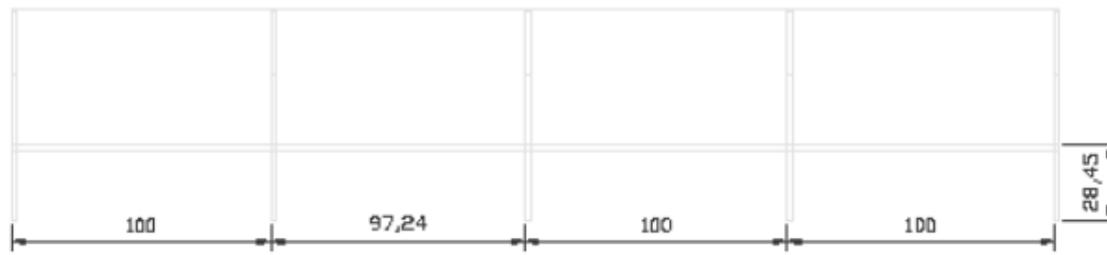
Escuela Especializada  
 en Ingeniería  
**ITCA**  **FEPADE**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



<b>Nombre del dibujo:</b> Base para paneles <b>Material:</b> Angulo de 1x1 1/4" <b>Unidades:</b> cm <b>Fecha:</b> 19 - Oct. - 2011	<b>Observaciones :</b>
---	------------------------

Escuela Especializada  
en Ingeniería

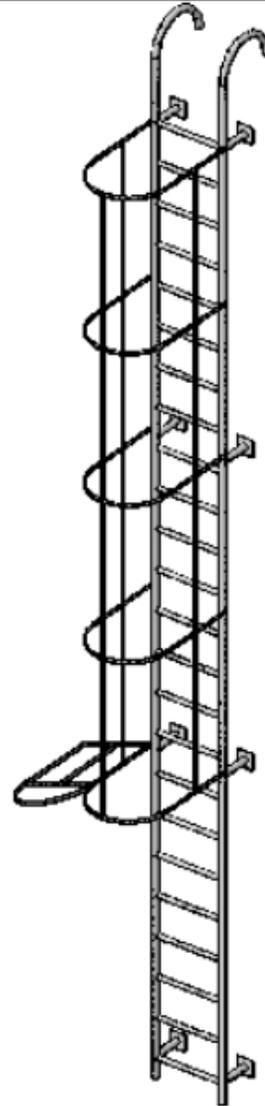
**ITCA**  **FEPADE**



**Nombre del dibujo:** Guarda para escalera  
**Material:** Platina de hierro  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$ "  
**Unidades:** cm  
**Fecha:** 19 - Oct. - 2011

**Observaciones :**

Escuela Especializada  
 en Ingeniería  
**ITCA**  **FEPADE**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAYAMA

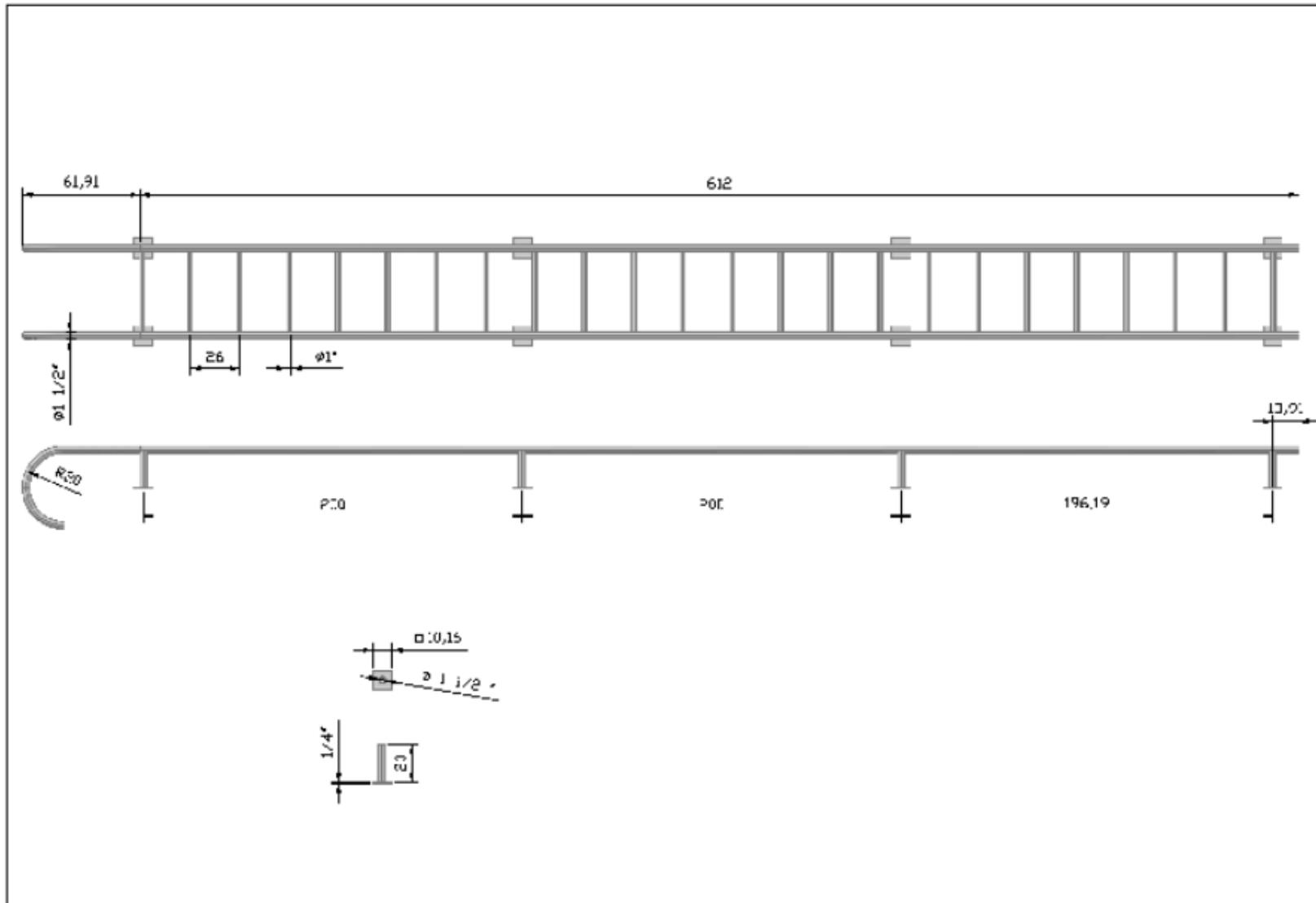


Nombre del dibujo: Escalera. Dibujo de conjunto  
Material:  
Unidades: cm  
Fecha: 19 - Oct. - 2011

Observaciones :

Escuela Especializada  
en Ingeniería

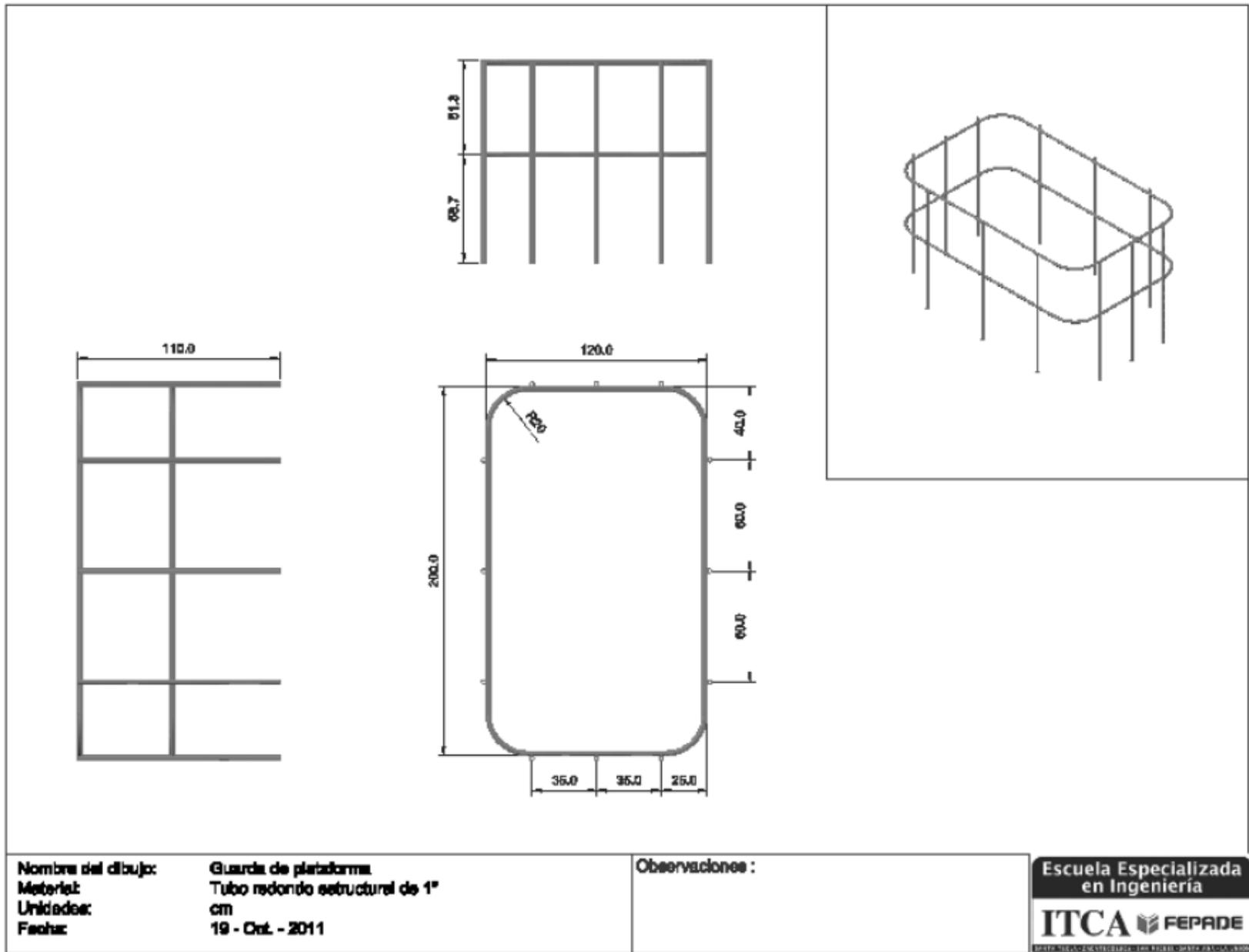
ITCA FEPADE

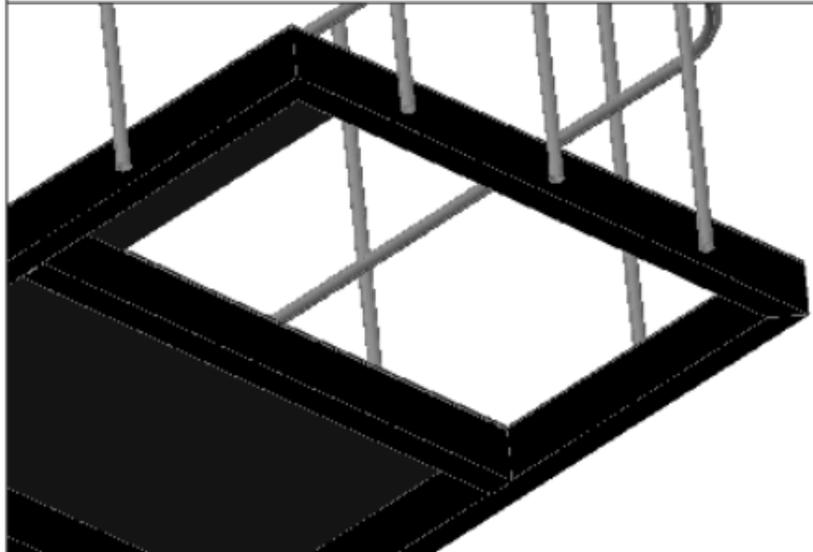
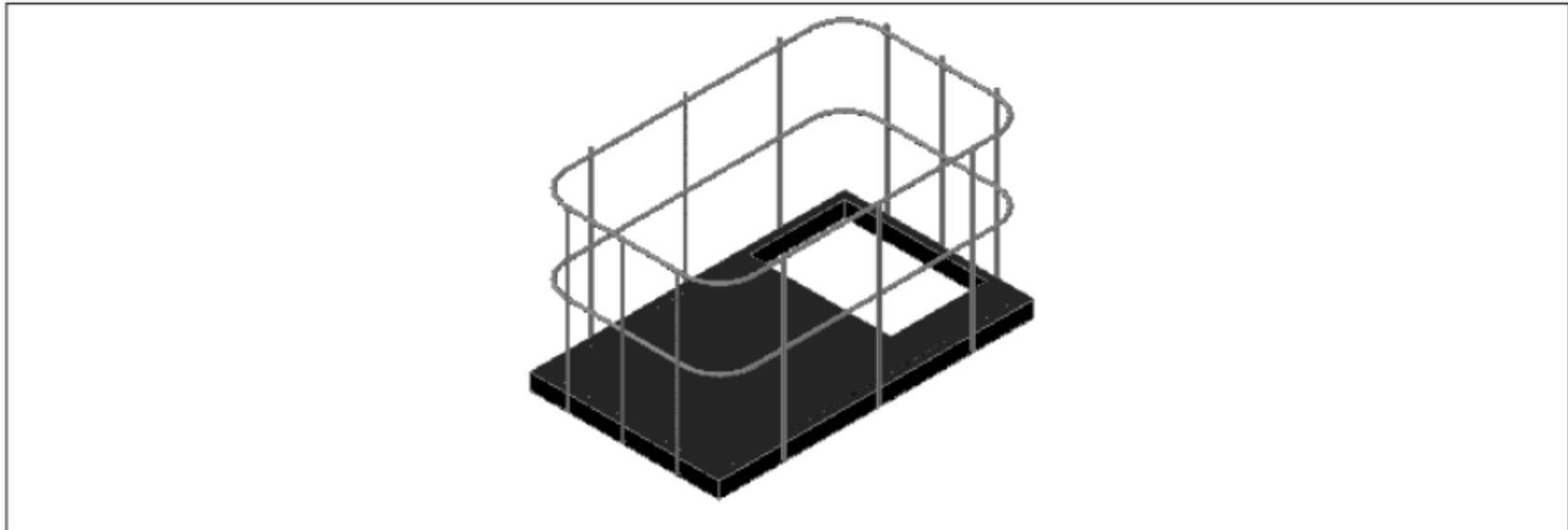


<b>Nombre del dibujo:</b>	Escalera	<b>Observaciones :</b>
<b>Material:</b>	Tubo redondo estructural de 1" y 1 1/2"	
<b>Unidades:</b>	cm	
<b>Fecha:</b>	19 - Oct. - 2011	

Escuela Especializada  
en Ingeniería

**ITCA** **FEPADE**

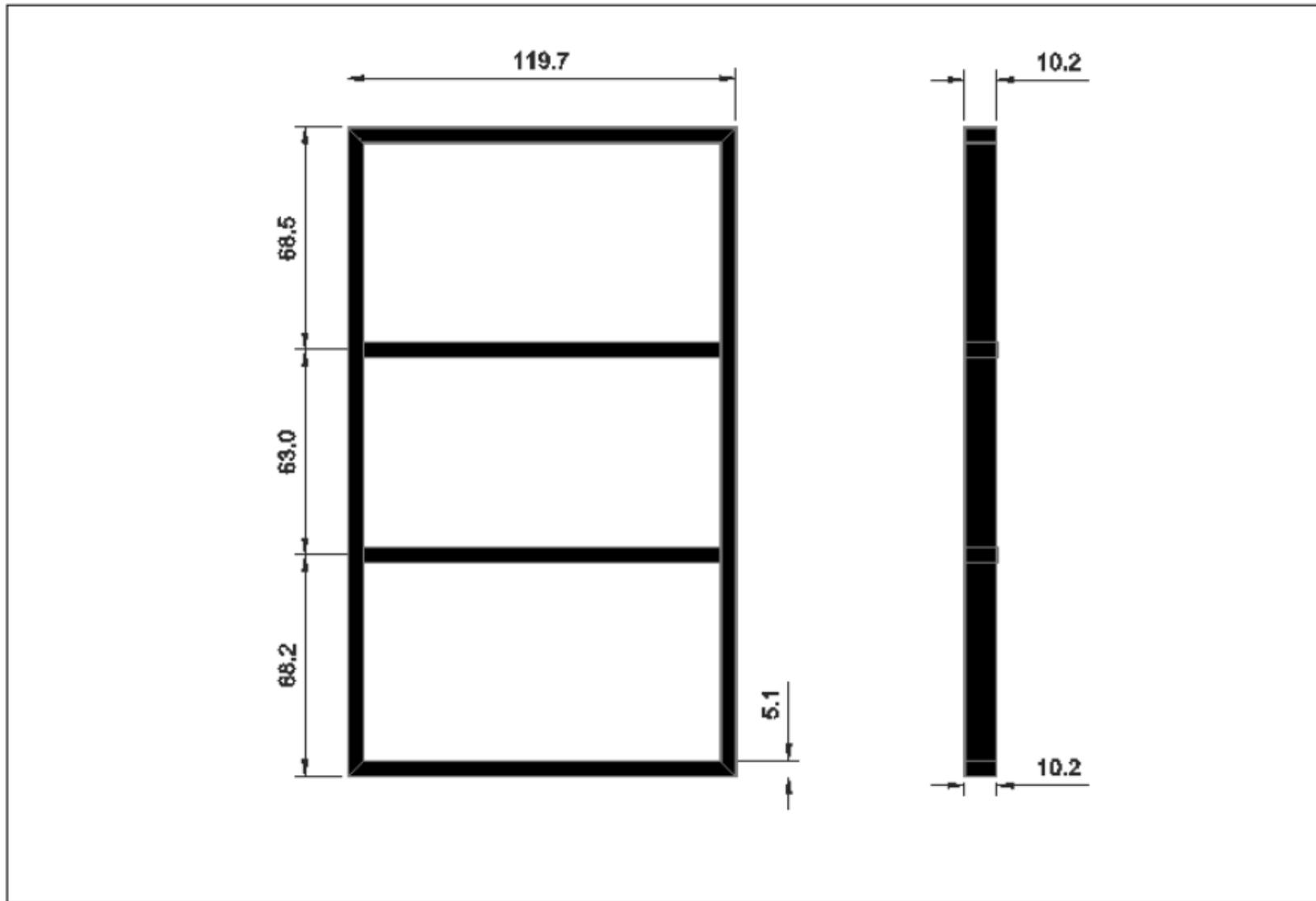




Nombre del dibujo: Plataforma. Dibujo de conjunto  
Medida: cm  
Unidades: cm  
Fecha: 19 - Oct. - 2011

Observaciones :

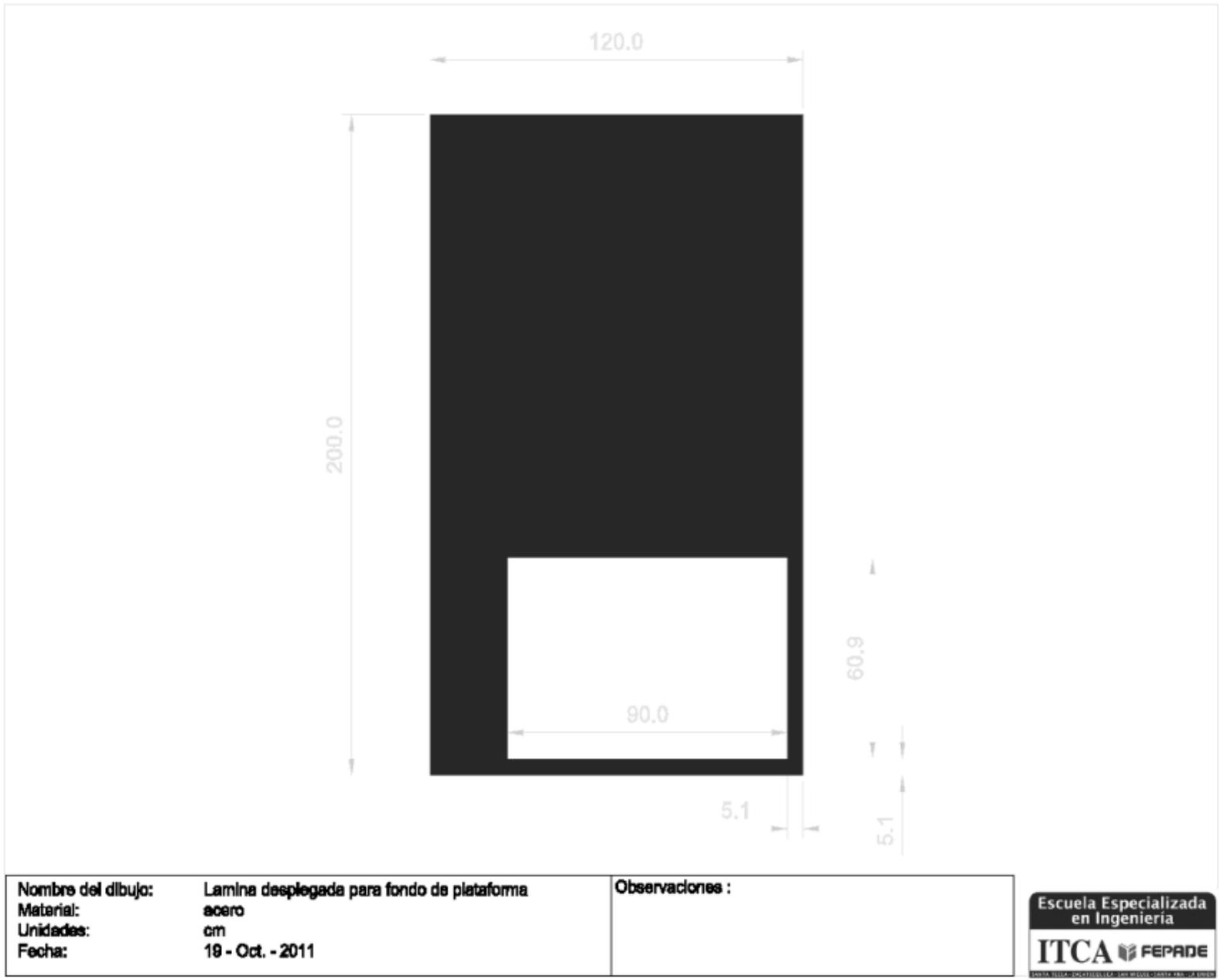




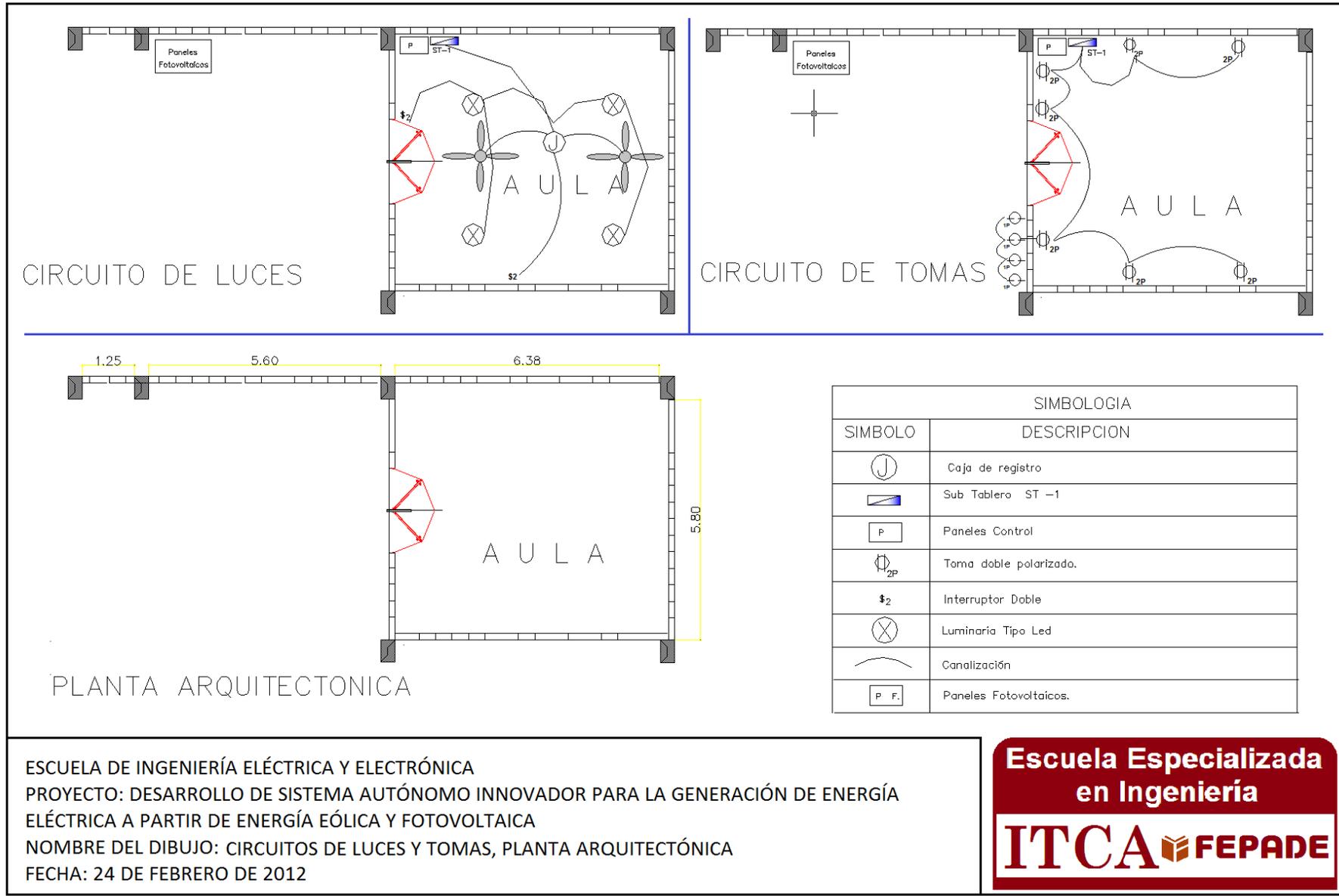
**Nombre del dibujo:** Base de plataforma  
**Materia:** Tubo cuadrado estructural de 4" x 2"  
**Unidades:** cm  
**Fecha:** 19 - Oct. - 2011

**Observaciones :**

Escuela Especializada  
 en Ingeniería  
**ITCA** **FEPADE**  
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



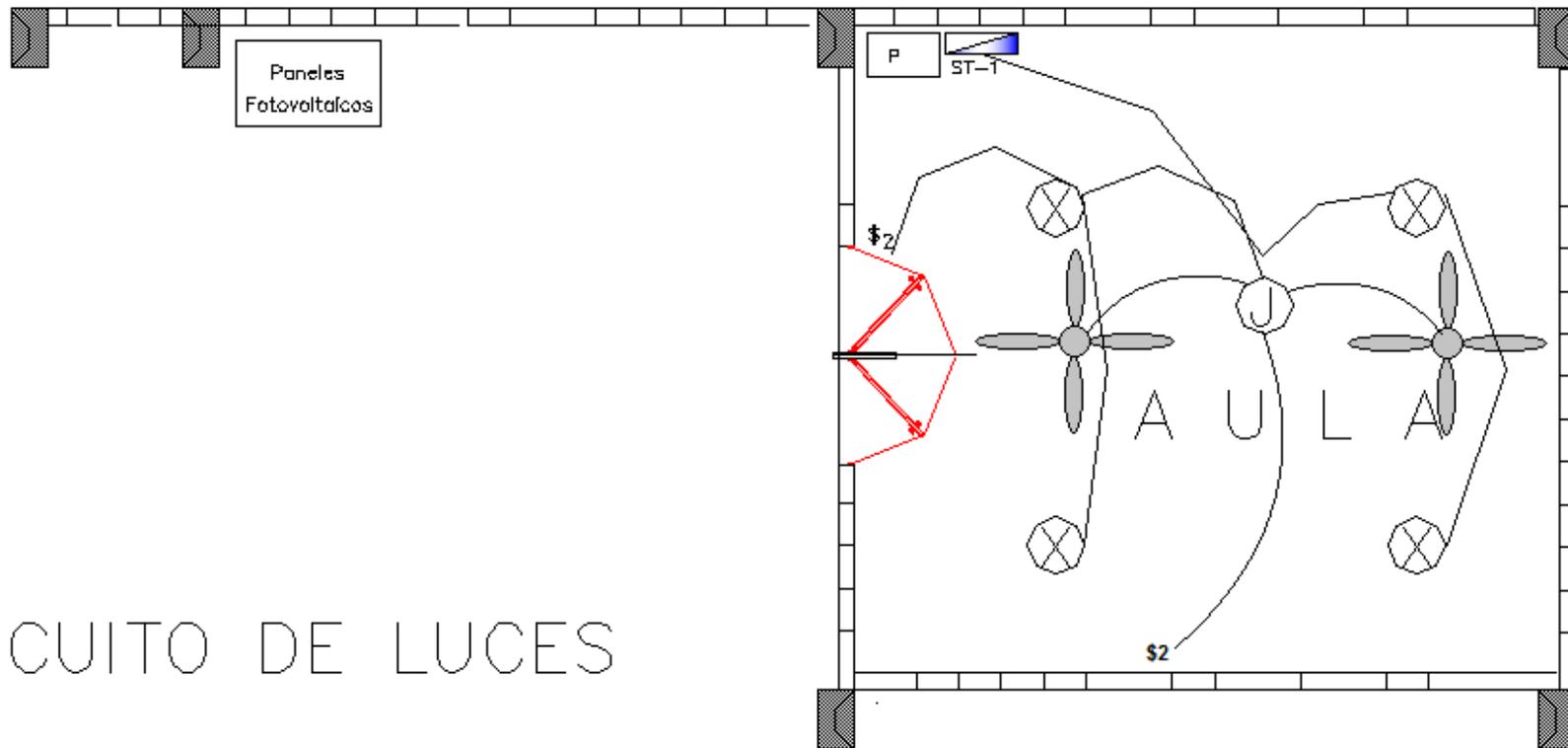
# Circuito de Luces, Tomas y Planta Arquitectónica.



ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
 PROYECTO: DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA  
 NOMBRE DEL DIBUJO: CIRCUITOS DE LUCES Y TOMAS, PLANTA ARQUITECTÓNICA  
 FECHA: 24 DE FEBRERO DE 2012



# CIRCUITO DE LUCES



ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

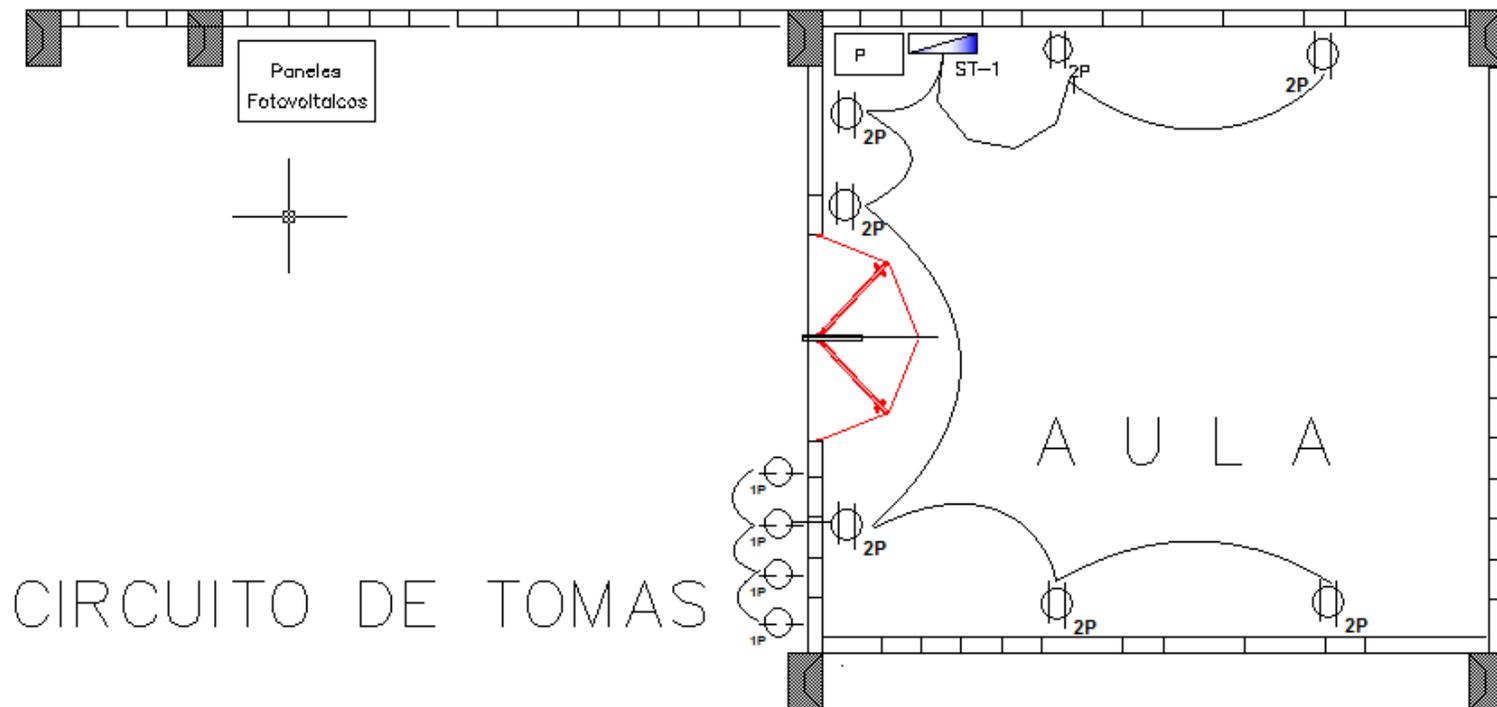
PROYECTO: DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

NOMBRE DEL DIBUJO: CIRCUITO DE LUCES Y VENTILACIÓN

FECHA: 24 DE FEBRERO DE 2012

Escuela Especializada  
en Ingeniería

ITCA  FEPADE



CIRCUITO DE TOMAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

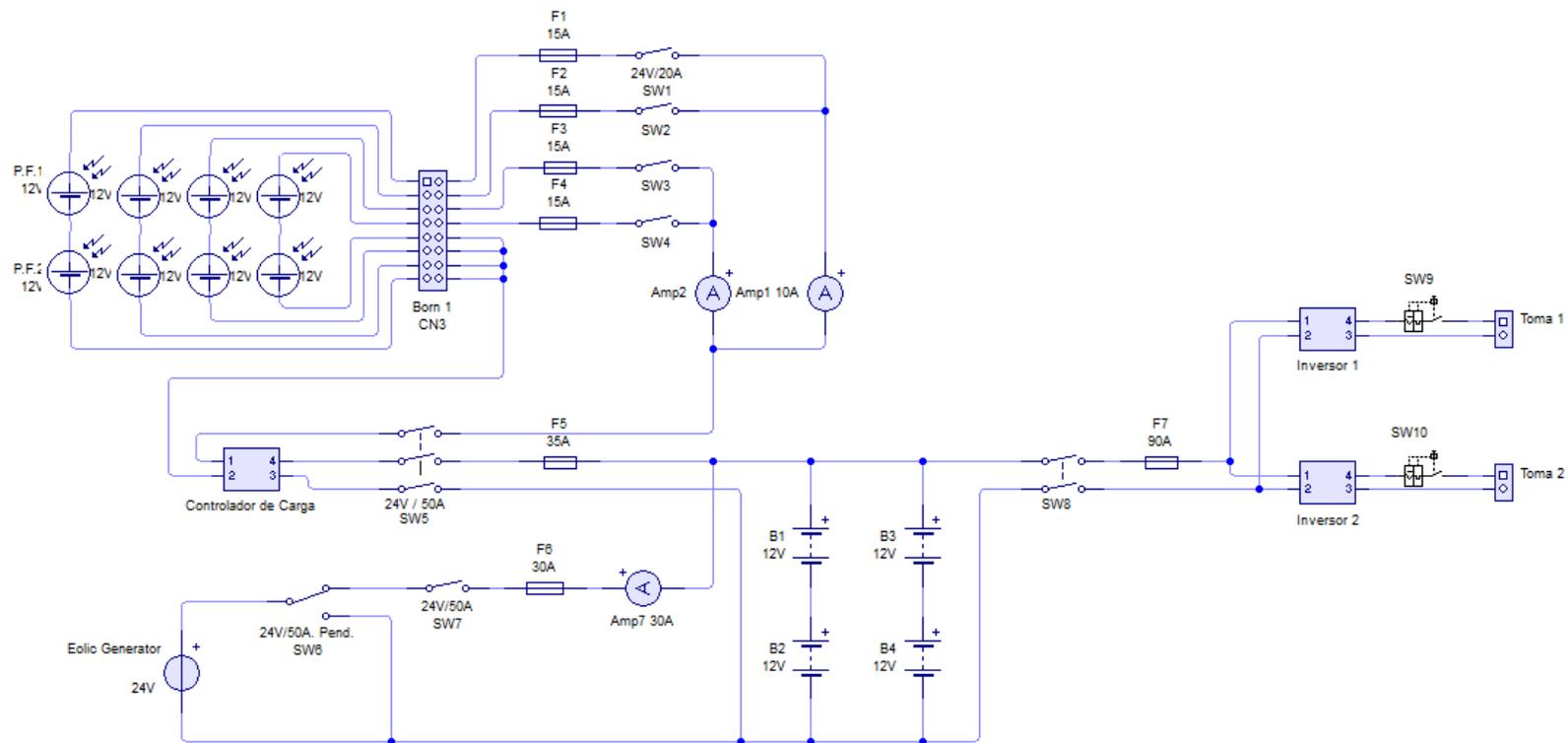
PROYECTO: DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

NOMBRE DEL DIBUJO: CIRCUITO DE TOMAS

FECHA: 24 DE FEBRERO DE 2012

Escuela Especializada  
en Ingeniería

ITCA FEPADE



ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

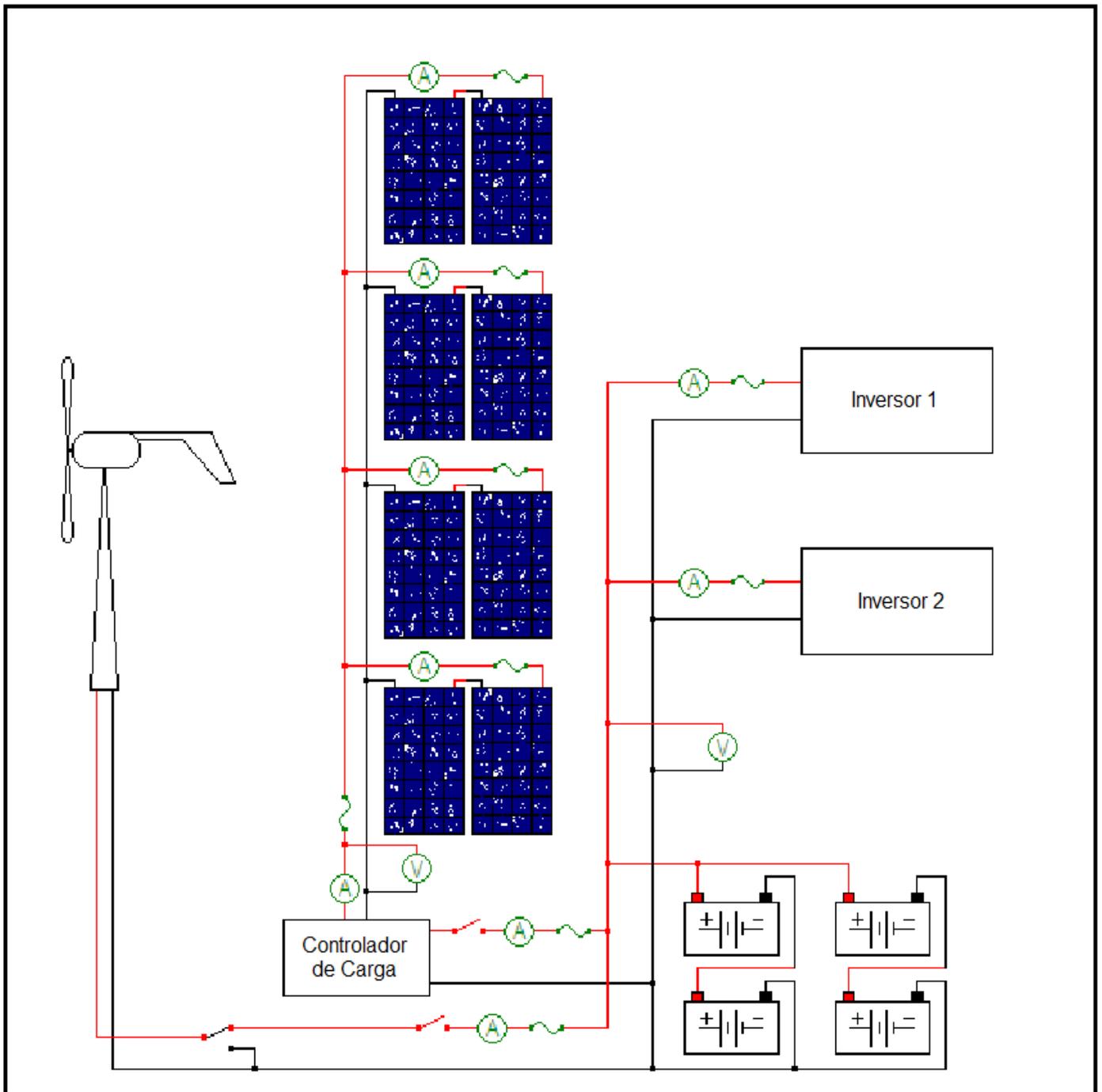
PROYECTO: DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

NOMBRE DEL DIBUJO: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA

FECHA: 24 DE FEBRERO DE 2012



# Esquema Eléctrico del Sistema



ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
PROYECTO: DESARROLLO DE SISTEMA AUTÓNOMO INNOVADOR PARA  
LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA EÓLICA  
Y FOTOVOLTAICA  
NOMBRE DEL DIBUJO: ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA  
FECHA: 13 DE DICIEMBRE DE 2011

Escuela Especializada  
en Ingeniería  
**ITCA**  **FEPADE**

# MEMORIA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

## DIMENSIONAMIENTO DE CARGAS

Descripción	Cantidad	Potencia Unidad [Watts]	Potencia conjunto [Watts]	Pico de arranque (1=Si, 0=No)	Potencia con sobredimensionamiento	Potencia cargas no inductivas [Watts]
Computadora	1	100	100	0	0	100
Iluminación T8	6	32	192	0	0	192
Iluminación LED	6	17	102	0	0	102
Iluminación Móvil	4	25	100	0	0	100
Ventilador	2	60	120	1	480	0
<b>SUBTOTAL</b>			614		480	494

<b>TOTAL (P<sub>AC</sub>)</b>	<b>974</b>
-------------------------------	------------

Tabla Anexos 1. Dimensionamiento y sobredimensionamiento de cargas.

## ENERGÍA REQUERIDA POR DÍA

Descripción	Cantidad	Potencia Unidad [W]	Potencia conjunto [W]	Horas de utilización por día	Energía Diaria por Tipo de Elemento [W-h]
Computadora	1	100	100	2	200
Iluminación T8	6	32	192	3	576
Iluminación LED	6	16	96	4	384
Iluminación Móvil	4	25	100	2	200
Ventilador	2	60	120	2	240

Energía Diaria Requerida [W-h] **1600**

Tabla Anexos 2. Cantidad de Energía requerida diariamente.

## BANCO DE ACUMULADORES

27MDCA	MBat	Modelo de Acumuladores elegidos
170	A	Ancho (mm)
310	L	Longitud (mm)
220	h	Altura (mm)
0.17	A	Ancho (m)
0.31	L	Longitud (m)
0.22	h	Altura (m)
23	W	Peso (Kg)
6	AT	Cantidad de Acumuladores
0.3162	ABANK	Área aproximada del banco (m2)
0.0627	Acelda	Área aproximada de celda + espaciado (m2)
0.250399681	Lcelda	Longitud cuadrática de celda (m) valor ideal
3	Col	Cantidad de Columnas del banco
2	Fil	Cantidad de Filas del banco
0.55	ABank	Ancho del banco de Baterías (m)
0.64	LBANK	Longitud del banco de Baterías (m)
138	WBank	Peso total del banco (Kg)

Tabla Anexos 3. Características del banco de Acumuladores (Baterías).

## PANELES FOTOVOLTAICOS

TBP1100P	MPFV	Modelo de Paneles FV elegidos
740	A	Ancho (mm)
1200	L	Longitud (mm)
30	h	Altura (mm)
0.74	A	Ancho (m)
1.2	L	Longitud (m)
0.03	h	Altura (m)
9.3	W	Peso (Kg)
8	AT	Cantidad de Paneles Fotovoltaicos
7.104	AG	Área aproximada de paneles (m2)
0.9272	APFV	Área aproximada por panel + espaciado (m2)
0.962912249	LPFV	Longitud cuadrática de panel (m) valor ideal
4	Col	Cantidad de Columnas del Generador FV
2	Fil	Cantidad de Filas del Generador FV
3.02	ANG	Ancho del generador FV (m)
2.42	LG	Longitud del generador FV (m)
74.4	WG	Peso total del generador FV (Kg)

Tabla Anexos 4. Características del Generador Fotovoltaico.

## INVERSOR

	24	$V_{Ent-Inv}$	Tensión de entrada
$P_{Inv} = 1.25 * P_{AC}$	1217.5	$P_{Inv}$	Máxima potencia del inversor (125% de la potencia de la carga)
	600	$P_{Nom}$	Potencia Nominal de salida
	120Vac	$V_{Nom}$	Tensión nominal de salida
	Seno		Forma de onda de salida
	60	$F_{Out}$	Frecuencia de salida
	2.02916667		Cantidad de inversores

Tabla Anexos 5. Dimensionamiento de Inversores.

[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)



# UN FUTURO LLENO DE OPORTUNIDADES

Escuela Especializada  
en Ingeniería

**ITCA**  **FEPADE**

SANTA TECLA - ZACATECOLUCA - SAN MIGUEL - SANTA ANA - LA UNION



[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

**Sede Central Santa Tecla**

Km. 11 Carretera a Santa Tecla.

Tel. (503) 2132-7400

Fax. (503) 2132-7599

**MEGATEC La Unión**

C. Santa María, Col. Belén, atrás del  
Instituto Nacional de La Unión.

Tel. (503) 2668-4700

**MEGATEC Zacatecoluca**

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo,  
sobre autopista a Zacatecoluca y  
Usulután. Tel. (503) 2334-0763, (503)  
2334-0768 Fax. (503) 2334-0462

**Centro Regional San Miguel**

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de  
Lima.

Tel. (503) 2669-2292, (503) 2669-2299

Fax. (503) 2669-0961

**Centro Regional Santa Ana**

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia  
Tel. (503) 2440-4348, (503) 2440-2007  
Tel. Fax. (503) 2440-3183