



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

DISEÑO DE PARADA INTELIGENTE PARA EL SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO EN EL TRANVÍA DE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Mecatrónico

AUTORES: KEVIN WLADIMIR VERA ÁVILA
WELLINGTON ANÍBAL VILLALTA NÚÑEZ
TUTOR: ING. DIEGO PAUL CHACON TROYA, MSc.

Cuenca – Ecuador

2022

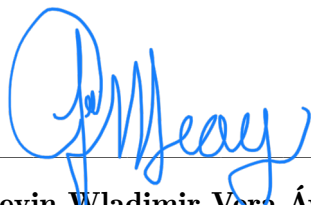
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Wladimir Vera Ávila con documento de identificación N° 0958622698 y Wellington Aníbal Villalta Núñez con documento de identificación N° 0941882847; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 30 de julio del 2022

Atentamente,



Kevin Wladimir Vera Ávila
0958622698



Wellington Aníbal Villalta Núñez
0941882847

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Kevin Wladimir Vera Ávila con documento de identificación N° 0958622698 y Wellington Aníbal Villalta Núñez con documento de identificación N° 0941882847, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Diseño de parada inteligente para el sistema de transporte público en el Tranvía de Cuenca", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecatrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 30 de julio del 2022

Atentamente,



Kevin Wladimir Vera Ávila
0958622698




Wellington Aníbal Villalta Núñez
0941882847

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Paúl Chacón Troya con documento de identificación N° 1900168168, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE PARADA INTELIGENTE PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN EL TRANVÍA DE CUENCA, realizado por Kevin Wladimir Vera Ávila con documento de identificación N° 0958622698 y Wellington Aníbal Villalta Núñez con documento de identificación N° 0941882847, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 30 de julio del 2022

Atentamente,



Ing. Diego Paul Chacón Troya, MSc.
1900168168

Dedicatoria

Kevin Wladimir

El presente trabajo de titulación está dedicado:

A Dios, por ser el guía de mi camino, dándome fortaleza en los momentos más difíciles.

A mis progenitores Edison Vera y Cecilia Avila que con paciencia, cariño y esfuerzo han sabido formar a una persona correcta que tiene clara sus metas, siendo el apoyo continuo de todo momento difícil en la vida. Gracias por siempre ser mi pilar y siempre motivarme a cumplir mis objetivos.

También lo dedico a toda persona que tuvo lugar en mi proceso de crecimiento para poder llegar a este punto, gracias a su apoyo y consejos he sabido superar todo obstáculo en mi vida.

Wellington Aníbal

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres que han estado conmigo en todo momento, dándome su apoyo en las situaciones más difíciles, sin ellos no podría haber conseguido todo lo que he hecho hasta ahora. Es por eso que gran parte de mis logros en la vida se deben a ellos, y me siento orgulloso de tenerlos a mi lado.

Así mismo a mis hermanos y abuelos que han sido muy comprensivos y caritativos en los años que he estudiado y trabajado para conseguir este logro, por ellos he estado inspirado a seguir adelante.

Más importante, dedico esto a Dios por todo lo bueno y malo que ha puesto en mi camino, ayudándome a superar mis problemas y a ser mejor.

Agradecimientos

Kevin Wladimir

Agradezco la paciencia y perseverancia que tuvo mi tutor el Ing. Diego Chacón, al momento de la realización de este trabajo, sin sus orientaciones y conocimientos no creería posible la culminación del presente.

También agradezco al Ing. Luis López, Ing. Paúl Torres, Ing. Diego Urgiles y el Ing. Eugenio Cárdenas, quienes brindaron su apoyo y conocimientos de diversos temas referentes al trabajo y así despejaron toda inquietud o duda que se tuvo en el proceso.

Wellington Aníbal

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y mi soporte para seguir adelante en este trabajo investigativo. A mi familia que siempre me ha apoyado, especialmente a mis padres, hermanos y abuelos que fueron los que han estado en todo momento a mi lado dándome su apoyo y comprensión en los momentos más difíciles que he tenido.

También estoy agradecido con mi tutor el Ing. Diego Chacón por haberme guiado en la realización de mi proyecto con sus conocimientos y consejos que fueron de gran ayuda. Así mismo al Ing. Luis López por la instrucción en la redacción de este documento, al Ing. Paúl Torres que me ha ayudado en los conocimientos y las normas de ingeniería civil, a los ingenieros Diego Urgiles y Eugenio Cárdenas que fueron muy amables en la enseñanza de mecánica de materiales y planos estructurales y a todos aquellos que han hecho posible la culminación de mi trabajo de titulación.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	II
Certificado de dirección del trabajo de titulación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XIII
Abstract	XIV
Introducción	1
CAPITULO I:	3
DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.	3
1. Problema.	3
1.1. Antecedentes.	3
1.2. Descripción del problema.	3
1.3. Importancia y alcances.	4
1.4. Delimitación.	5
1.4.1. Espacial o geográfica.	5
1.4.2. Temporal.	5
1.4.3. Sectorial o institucional.	5
1.5. Problema General.	5
1.6. Problemas Específicos.	6
2. Objetivos.	6
2.1. Objetivo General.	6
2.2. Objetivos Específicos.	6

3. Marco Teórico.	7
3.1. Parada Inteligente.	7
3.2. Tranvía de cuenca.	7
3.2.1. Condición actual de las paradas.	8
3.2.2. Necesidades detectadas.	8
3.3. Componentes de diseño.	9
3.3.1. Sistemas de Alimentación.	9
3.3.2. Sistema de Vigilancia.	10
3.3.3. Sistema Multimedia y Publicidad.	10
3.3.4. Sistema de Telecomunicaciones.	10
3.3.5. Sistema estructural.	10
3.4. Consideraciones de las Cargas.	10
3.4.1. Cargas Muertas.	11
3.4.2. Cargas Vivas.	11
3.4.3. Cargas Ambientales.	12
3.4.4. Combinaciones de Cargas.	12
3.5. Consideraciones estructura.	14
3.5.1. Diseño Guía.	14
3.5.2. Asientos para paradas.	15
3.6. Consideraciones de Esfuerzos y Factor de seguridad.	16
3.6.1. Esfuerzo permisible de la estructura.	16
3.6.2. Factor de Seguridad.	16
 CAPITULO II:	 18
 DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.	 18
 4. Marco Procedimental.	 18
4.1. Parámetros iniciales.	18
4.1.1. Dispositivos.	18
4.1.2. Consideraciones de Cargas.	26
4.1.3. Dimensiones del entorno.	30
4.2. Propuesta del diseño.	32
4.2.1. Modelado Estructural.	32
4.2.2. Análisis estructural.	38
4.2.3. Modelado del sistema fotovoltaico	46

4.2.4. Modelado de conexiones	50
4.3. Evaluación del diseño.	53
4.3.1. Sistema Mecánico	53
4.3.2. Sistema Fotovoltaico	53
4.3.3. Sistema Eléctrico-Electrónico	55
CAPITULO III:	56
ANÁLISIS DE RESULTADOS.	56
5. Resultados Obtenidos	56
5.1. Parámetros para el diseño de la parada inteligente.	56
5.1.1. Selección de dispositivos.	56
5.1.2. Consideración de Cargas.	56
5.1.3. Dimensionamiento.	57
5.2. Diseño de la parada inteligente.	57
5.2.1. Sistema Mecánico-Estructural.	57
5.2.2. Sistema Energético.	65
5.3. Resultados de la evaluación del diseño de la parada inteligente.	67
5.3.1. Costos de Dispositivos y Materiales.	67
6. Conclusiones	70
7. Recomendaciones	71
Referencias	73
ANEXOS	74

Lista de Tablas

1.	Sistema de seguridad.	19
2.	Sistema de seguridad.	20
3.	Sistema multimedia.	20
4.	Sistema multimedia.	21
5.	Sistema de alimentación.	22
6.	Sistema de alimentación.	22
7.	Sistema Luminario.	23
8.	Dispositivos adicionales.	24
9.	Dispositivos adicionales.	24
10.	Materiales de construcción.	25
11.	Cargas Muertas del sistema.	26
12.	Cargas Vivas del sistema.	27
13.	Carga de Granizo del sistema.	27
14.	Velocidad del Viento.	28
15.	Modelados de pilares.	32
16.	Distanciamiento de Paneles Solares.	36
17.	Valores considerados para el análisis frontal de la parada	40
18.	Valores considerados para el análisis lateral de la parada	44
19.	Carga total del sistema	48
20.	Parámetros del panel fotovoltaico	49
21.	Protocolos de red	51
22.	Materiales de construcción de la parada	68
23.	Dispositivos Eléctricos-Electrónicos de la parada	69

Lista de Figuras

1.	Parada Antonio Borrero.	8
2.	Cargas Muertas Referenciales	11
3.	Sistema de ecuaciones para combinaciones de cargas por el método LRFD.	13
4.	Sistema de ecuaciones para combinaciones de cargas por el método ASD.	13
5.	Estudio de diseño realizado por la Fundación Barranco.	14
6.	Estudio de diseño realizado por Panero y Zelnik (1991)	15
7.	Delimitación estructural para el diseño.	31
8.	Diseño Final del Poste de la Parada.	33
9.	Diseño Final del Techo de la Parada.	34
10.	Diseño Final de la base de los paneles solares.	35
11.	Calculo del distanciamiento de paneles dado por <i>MonSolar</i> (2022).	36
12.	Diseño Final de los asientos de la parada.	37
13.	Diseño Final de la Parada.	38
14.	Análisis de viga crítica vista frontal	39
15.	Valores introducidos en el software libre, vista frontal.	41
16.	Valor del Factor de seguridad	42
17.	Análisis de viga crítica vista lateral	43
18.	Valores introducidos en el software libre, vista lateral.	44
19.	Valor del Factor de seguridad	45
20.	Irradiación solar producida en la intersección Borrero y Lamar.	47
21.	Sistema fotovoltaico on-grid sometido a cargas.	50
22.	Diseño de conexiones de red	51
23.	Diseño de conexiones eléctricas	52
24.	Parámetros de orientación.	54
25.	Parámetros del sistema.	54
26.	Parámetros de pérdida.	55
27.	Cargas del Sistema	58
28.	Restricciones del Sistema	59
29.	Tensión de Von Mises del sistema	60
30.	Tensión de Von Mises del sistema con presión de aire	61
31.	Desplazamiento admisible del sistema	62
32.	Desplazamiento admisible del sistema con presión de aire	63
33.	Coeficiente de seguridad del sistema	64

34.	Coefficiente de seguridad del sistema con cargas de viento	65
35.	Monthly energy output from fix-angle PV system	66
36.	Producción y rendimiento del sistema	66
37.	Resultados	67
38.	Propiedades mecánicas de algunos aceros estructurales	76
39.	Propiedades de algunos perfiles de tubo cuadrado	77
40.	Propiedades físicas del policarbonato	78
41.	Render 1 de la posible parada	123
42.	Render 2 de la posible parada	123
43.	Render 3 de la posible parada	124
44.	Render 4 de la posible parada	125
45.	Render 5 de la posible parada	126

Resumen

El presente trabajo investigativo trata sobre el diseño de una parada inteligente en el Tranvía de Cuenca, tomando como referencia una ya existente y adecuándola a los nuevos avances tecnológicos. Se consideró la cantidad de dispositivos a usar y así determinar la viabilidad de la implementación de paneles solares, a su vez la reestructuración del apartado físico de la misma, haciendo que brinde mayor protección a los usuarios ante agentes climáticos. Adicionalmente, en el apartado de la seguridad en las estaciones, se analizó la importancia de añadir un sistema de vigilancia de circuito cerrado o CCTV con cámaras IP que monitoreen las 24 horas del día todo lo que sucede en el área de espera del transporte público, acompañado de esto se implementó botones de pánico en puntos estratégicos de la misma. Finalmente, para la comodidad del usuario se pensó que el mismo pueda esperar el vehículo de manera más cómoda en espacios de descanso donde pueda sentarse, acceder a internet o cargar sus dispositivos móviles; simultáneamente obteniendo información en tiempo real a través de pantallas TFT de lo que sucede en el sistema del tranvía.

Palabras clave: CCTV, Panel Solar, Cámara IP, Pantallas TFT.

Abstract

This research work deals with the design of an intelligent stop on the Cuenca Tram, taking an existing one as a reference and adapting it to new technological advances. Exceptionally, the number of devices to use and thus determine the viability of the implementation of solar panels, in turn the reconstruction of the physical section of the same, making it provide greater protection to users against climatic agents. Additionally, in the section on security at stations, the importance of adding a closed-circuit surveillance system or CCTV with IP cameras that monitor 24 hours a day everything that happens in the public transport waiting area was analyzed. of this, panic buttons were implemented at strategic points accompanied by it. Finally, for the comfort of the user, it was thought that they can wait for the vehicle in a more comfortable way in rest spaces where they can sit down, access the internet or charge their mobile devices; obtaining information simultaneously in real time through TFT screens of what is happening in the tram system.

Keywords: CCTV, Solar Panel, IP Camera, TFT Screens.

Introducción

Las paradas del tranvía, específicamente las del centro histórico, desde su inauguración no han sido actualizadas ni remodeladas, manteniendo su diseño simple y minimalista casi brindándole al usuario lo básico que se puede esperar de la misma. El aumento de los pasajeros ha hecho necesario que la mejora de las instalaciones sea una de las muchas prioridades que tenga el municipio de Cuenca, acudiendo a la implementación de nuevas tecnologías y mejores estructuras para que las estaciones esta vez si puedan cumplir las demandas de las personas y otorgarles más servicios de los esperados.

El diseño de una de estas instalaciones ha sido el foco central del trabajo y la investigación, donde se ha analizado alternativas de diseño estructural para que este se adecue a la infraestructura de la locación, dándole un aspecto simple pero elegante, muy apegado a la historia del centro de la ciudad. Así mismo, la implementación de diversos dispositivos primarios como el techo (protección climática), los asientos, mejoras en el sistema de seguridad han hecho que este modelo sea uno de los mas óptimos para la implementación en la parada Antonio Borrero. Dicha estación ubicada entre la calle Lamar y Antonio Borrero es una de las más concurrida de la urbe, pero aun así no cuenta con la mejor infraestructura que le brinde al usuario comodidad ni seguridad.

Se escogieron únicamente los elementos necesarios para el diseño, que son de bajo consumo y resistentes a exteriores, donde algunos de ellos pueden soportar acciones vandálicas que suelen ser provocadas por personas inconscientes. A su vez, los materiales elegidos para la estructura de la parada hacen que su vida útil sea larga y duradera, con la capacidad de mantenerse en servicio por varios lustros. Adicionalmente la mejora del sistema informativo hace que los usuarios se mantengan actualizados de lo que ocurre con la unidad que arriba a la estación, así como noticias importantes de la ciudad o del mismo tranvía. La mejora del apartado auditivo permite a los usuarios no videntes tener una noción de donde se encuentra su vehículo y se mantengan expectantes a su llegada, esto ayuda también a los demás usuarios que suelen ocuparse en sus propios asuntos y no están al tanto de las pantallas informativas.

Finalmente, el sistema de iluminación ha sido actualizado y mejorado para el horario nocturno, ya que es sabido que en estas partes del centro las paradas no cuentan con luces adecuadas para la iluminación peatonal, esta mejora también brinda un mejor campo visual a las personas que usan sillas de ruedas y se disponen a viajar en este medio

de transporte. El diseño final de la parada es escogido después de varios modelos que se realizaron con el fin de la investigación, dando como resultado un prototipo de estación enfocado en cubrir la mayoría de las necesidades de todo tipo de usuario garantizando su bienestar.

CAPITULO I:

DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

1. Problema.

1.1. Antecedentes.

Desde su inauguración el 25 de mayo del 2020 esta empresa ha luchado para salir a flote ya que por el efecto pandemia sus ingresos fueron sumamente bajos en comparación a lo que preveían, debido a esto se han implementados métodos que generen ganancias para cubrir el costo de casi 300 millones de dólares de su inversión. Las publicidades, programas de vinculación y de marketing han procurado mantener un precio accesible del pasaje y un flujo constante de unidades en el horario de atención, pero también se preocupan por el bienestar de sus usuarios, examinando nuevas propuestas que sean beneficiosas, que llamen la atención y los incentiven a usar este medio como uno de los principales de la ciudad.

Muy a parte de los métodos que han implementado para general dinero se tiene el aspecto más importante, las paradas del tranvía, siendo de las más modernas en la ciudad estas ayudan a atraer usuarios por lo novedosas que son. La mayoría de estas estaciones cuentan con un sistema informativo que muestran a cuanto tiempo se encuentra la unidad o si ocurre algún tipo de accidente que retrase el servicio, a su vez se tiene un lector de tarjetas y una maquina que permite recargar la misma. No obstante, varias de estas estructuras no poseen más que eso, incluso sin tener la debida protección climática que es sumamente importante para que el pasajero pueda esperar a gusto el medio de transporte.

1.2. Descripción del problema.

La pobre infraestructura de las paradas del centro hace que los usuarios exijan una mejora en las mismas, ya que estas no les brindan una protección ante agentes climáticos, muy necesarios en la ciudad debido al clima que la mayoría de las veces suele ser variado y cambiante afectando a la comodidad de las personas que usan el servicio, así mismo la falta de información en el actual sistema genera malestar en los pasajeros que necesitan actualizaciones constantes de donde está el vehículo. El constante incremento en las personas que se movilizan al centro o a las afueras de Cuenca, de forma rápida y sencilla, hace que sea indispensable la

mejora de las actuales estaciones y que estas den solución a la mayoría de necesidades que ellos poseen.

1.3. Importancia y alcances.

La posibilidad de mejorar las instalaciones de las paradas del tranvía por parte del municipio es un paso importante ante la comunidad, sabiendo que miles de usuarios no están a gusto con lo que brindan las actuales estaciones se hace necesario remodelar el sistema y así cubrir las necesidades más básicas. Cambiar la infraestructura ayuda a sementar la confianza que existe entre las personas y la empresa, generalmente debido a que mientras más cosas se ofrezca al cliente más se consumirá el producto, es decir, la innovación traerá mas usuarios que por curiosidad acudan a estas paradas.

No obstante, se observó en la investigación que renovar estos espacios ayudará de mejor manera a la empresa ejecutora a llevar un control más detallado de lo que ocurre en la parada, teniendo en tiempo real los datos del sistema de circuito cerrado y el sistema de seguridad de botones de pánico, estando al tanto de cualquier emergencia y actuar de forma rápida y oportuna ante la anomalía sucedida. Muchas de las estaciones poseen un sistema de vigilancia antiguo que no ofrece la calidad más óptima de imagen, y la mayoría de las veces no se puede tener información de la parada debido a los fallos que ocurren en las grabadoras de vídeo o el acceso a la red.

Como se ha mencionado anteriormente, el mayor beneficiario de esto son los usuarios del medio de transporte, ya que a ellos esta dirigido el proyecto, para atender sus necesidades y darle un tiempo de espera agradable cuando se dispongan a viajar. El viaje seguro, así como la comodidad que da la parada juegan un papel importante para que la empresa interesada en implementar el nuevo diseño tome una decisión enfocada en sus clientes y mantenerlos o incrementarlos, es ventajoso que el número de usuarios suba si se desea avanzar con el proyecto, recuperando la inversión realizada no solo en las paradas sino en la construcción del tranvía.

Actualmente el número de personas que posee una tarjeta vigente del tranvía es de alrededor de 78 mil, con un promedio de usuarios diarios de 14 mil. Se planea que el proyecto realizado llegue a la mayoría de personas que usan constantemente el vehículo, aunque algunos de ellos no aborden o desembarquen en la parada estudiada. Cabe recalcar que si bien hay un número especificado de personas que usan el tranvía diariamente esta cantidad solo representa

a los que poseen una tarjeta sin contar a cientos de turistas que prefieren comprar un ticket de viaje, donde uno de los alcances planeados está en capturar la atención de todas esas personas y en aquellas que solo prefieren viajar en bus como una alternativa más en el sistema de transporte público.

1.4. Delimitación.

El problema de estudio se ha delimitado de la siguiente manera con el fin de entender de forma fácil y sencilla cada situación que interviene en la realización del mismo.

1.4.1. Espacial o geográfica.

La investigación se la realizó en el centro histórico de la ciudad de Cuenca, tomando como referencia la parada Antonio Borrero de este sector, considerando los niveles de radiación solar para la implementación de paneles solares, así como la concurrencia que existe entre usuarios y transeúntes considerando el espacio entre la parada y el lugar de circulación peatonal.

1.4.2. Temporal.

El tiempo que se tuvo para la realización del proyecto fue alrededor de seis meses, a partir del mes de febrero hasta el mes de agosto del presente año. No obstante, el estudio del mismo fue realizado tres meses antes de la aprobación oficial.

1.4.3. Sectorial o institucional.

El proyecto se lo realizó con enfoque al sector público para la empresa Tranvía perteneciente al municipio de la ciudad de Cuenca. Con el fin de presentar una propuesta de diseño que mejore la infraestructura de las paradas existentes en el centro histórico.

1.5. Problema General.

- ¿Se podrá elaborar un diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca?

1.6. Problemas Específicos.

- ¿Es posible determinar los parámetros iniciales para el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca?
- ¿Es factible proponer el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca?
- ¿Es posible Evaluar el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca?

2. Objetivos.

2.1. Objetivo General.

- Elaborar un diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca.

2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los parámetros iniciales para el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca.
- Proponer el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca.
- Evaluar el diseño de una parada inteligente en el sistema de transporte público del Tranvía de Cuenca.

3. Marco Teórico.

3.1. Parada Inteligente.

Es aquella estación que cuenta con diversos instrumentos tecnológicos que permiten al usuario mantenerse informado sobre distintos temas relacionados con el medio de transporte que desea tomar. Dependiendo de cuál sea su nivel de infraestructura, ésta ofrecerá distintos servicios a las personas tales como la información de la ruta del vehículo, el tiempo en que tardará en arribar o incluso saber la ubicación exacta del mismo, a su vez detallará si es que la unidad ha sufrido algún accidente y por ello el tráfico se vea restringido. La gran cantidad de opciones que se pueden implementar en una de estas paradas es tanta que se ve solo limitada por el presupuesto que el contratista disponga y el entorno en donde será ubicada.

Generalmente las paradas son alimentadas con un sistema de energía alternativo, esto con el fin de reducir el costo energético para la ciudad y en propuesta del cuidado ambiental, este apartado la hace más llamativa a los usuarios denotando el nivel de avance tecnológico que posee. Mayormente son usados paneles solares para su funcionamiento, esto depende de la ubicación en la que se encuentre ya que no es lo mismo implementar esta tecnología en un lugar cálido a uno de clima frío; otro de los métodos a usar son los de energía eólica, pero se los usa en muy pocas ocasiones. Fuera del sistema de alimentación principal, la parada poseerá un sistema secundario que permitirá mantenerla en funcionamiento si es que la red primaria llegara a fallar por alguna circunstancia.

Éticamente el diseño de una parada debe estar enfocado no solo para cubrir las necesidades de la persona común sino también en los que poseen capacidades especiales. Dependiendo de cuales sean, el estudio se enfocará en las más comunes, permitiendo la fácil movilidad para las personas que usen sillas de ruedas, también usando botones para que el usuario privado de la visión pueda recibir información audible. En un buen diseño es primordial considerar a todas estas personas, así demostrando que estas paradas inteligentes tienen la capacidad de tratar con toda clase de usuarios.

3.2. Tranvía de cuenca.

Vehículo del tipo convencional que circula en áreas metropolitanas y comparte su plataforma con el tráfico mixto, estos se desplazan mediante ruedas metálicas sobre rieles. La

ciudad de Cuenca implementa el tranvía como medio de transporte masivo, siendo el más moderno en el Ecuador, Transportando al día un estimado de 120 mil pasajeros. Su recorrido empieza al sur en la parada Tarqui, pasa por las principales calles del Centro Histórico, el Terminal Terrestre, Aeropuerto y termina al norte, en el sector del Parque Industrial.

3.2.1. Condición actual de las paradas.

Las paradas ubicadas en el centro de la ciudad poseen un diseño básico, que en su mayoría no cumplen con los estándares de protección contra el clima, debido a esto, no satisfacen las necesidades de los usuarios. El diseño de estas fue limitado por el entorno, en donde se tomó muy en cuenta para su infraestructura, que esta se considera patrimonio cultural, pero también el poco espacio que hay entre las viviendas y los rieles, haciendo que muchas de estas estaciones sean pequeñas en comparación a las que se encuentran a las afueras del centro. La mayoría de estas, por no decir todas, cuentan con un sistema de vigilancia, boletería automática, sensor de validación de tarjetas y una pequeña pantalla donde se estima el tiempo de llegada del tranvía. Como se muestra en la Figura 2, se optó por la parada Antonio Borrero, ya que está ubicada en uno de los puntos más concurridos del centro y por ende posee mayor afluencia de usuarios en este sector.

Figura 1

Parada Antonio Borrero.



3.2.2. Necesidades detectadas.

Como se mencionó anteriormente, el diseño se encuentra limitado por el factor económico, pero aun así es factible la implementación de diversos recursos para mejorar el bienestar

de los usuarios sin afectar el aspecto visual del entorno. A continuación, se enlistan varios dispositivos que engloban el concepto de parada inteligente:

- Botón de Emergencia: Ante cualquier anomalía que se presente, este botón enviará una señal a la central del tranvía y se podrá visualizar que ocurre en tiempo real.
- Protección climática: Generalmente se usan techos o paneles que ayuden a la protección de los usuarios ante cualquier estado del clima.
- Pantallas TFT: La navegación del usuario por los distintos medios que ofrece la parada lo ayudará a orientarse de mejor manera.
- Asientos: Personas con problemas de salud o adultos mayores necesitan tener un espacio para poder esperar el tranvía de forma cómoda y por ello buscan un lugar donde sentarse siendo algo que toda parada debería poseer.
- Paneles solares: Una fuente extra de energía que ayudará a la parada a alimentarse, así se disminuiría el consumo que los generadores, de cada estación, aportan.
- WI-FI: Estar conectado es una necesidad primordial para cada persona y con este medio se ofrece una ventana para el acceso al internet.
- Altavoces: Algunas de estas unidades necesitan, o deben mejorar, su sistema de sonido o altavoces, sumamente importante para la información de personas no videntes.

3.3. Componentes de diseño.

Con el fin de generar propuestas de diseño para la satisfacción del usuario, se propondrán varias estructuras que sean de interés tanto para las personas que usan el servicio como para las autoridades del GAD de la ciudad, encargados de aportar el capital. En caso de implementar el proyecto es necesario el estudio de los siguientes sistemas:

3.3.1. Sistemas de Alimentación.

Aprovechando la energía solar producida en la ciudad de Cuenca y como medida de ahorro para consumo energético, se propone el uso del dispositivo denominado como panel o modulo solar, este comúnmente está compuesto por silicio, el cual aprovecha la energía producida por los fotones presentes en la luz para producir un salto de electrón, la suma de electrones produce la corriente eléctrica.

3.3.2. Sistema de Vigilancia.

Para mejorar la seguridad, se llevó a cabo una monitorización constante seguido de otros elementos electrónicos, estos podrán establecer un ambiente de comodidad para el usuario. El sistema consiste en circuitos de cámaras conectados a la red, la implementación de botones de emergencia y alarmas.

3.3.3. Sistema Multimedia y Publicidad.

Aquí se encuentran las pantallas informativas, los altavoces y carteles o señaléticas, estos permitirá captar la información de forma visual, auditiva y para las personas con discapacidad visual el sistema de lectura braille, se planteó su uso como medida de un ingreso económico adicional para la rentabilidad del proyecto.

3.3.4. Sistema de Telecomunicaciones.

El acceso a la red, es uno de los servicios de mayor importancia para una parada inteligente, tomando en cuenta los dispositivos que requieran de una conexión con la nube para su funcionamiento o para su control de manera remota, hoy en día esta prestación es muy concurrente en lugares públicos, con fin de investigación o entretenimiento para el usuario.

3.3.5. Sistema estructural.

En la estructura como primer punto se tiene la selección de materiales, en diseños arquitectónicos es muy común usar la familia de los aceros estructurales, entre los más comunes se tiene el ASTM A36 como se ve en la figura 38, el cual es muy resistente y tiene propiedades anticorrosivas, aun así, para diseños en exteriores y sin recubrimiento de paredes o losas este metal resulta ligeramente desfavorable. Sin embargo, se puede dar un tratamiento de pintura como la electrostática o usando pinturas automotrices.

3.4. Consideraciones de las Cargas.

En la mayoría de los trabajos ingenieriles para estructuras fijas o móviles son parte fundamental en el análisis la consideración de las distintas cargas que se presentan, ya sean de la naturaleza o porque la propia estructura las genera. Siendo así, estas cargas suelen

subdividirse en otras distintas dependiendo del entorno o el tipo de construcción que se tenga planeado realizar.

3.4.1. Cargas Muertas.

De acuerdo a McCormac y Csernak (2013) las cargas muertas son aquellas que se mantienen fijas e inmóviles, es decir, que son parte de la estructura en sí. Esto considera a cualquier componente que conforma la estación como los dispositivos tecnológicos ya estudiados, o algún tipo de accesorio que se inserte para el aspecto estético. Al ser valores usados frecuentemente en los cálculos estructurales se tienen valores referenciales de cargas basados en distintos factores de construcción nacidos de años de investigación y experiencia.

Figura 2

Cargas Muertas Referenciales

Concreto reforzado	150 lb/pie ³
Acero estructural	490 lb/pie ³
Concreto simple	145 lb/pie ³
Muros divisorios simples de acero	4 lb/pie ²
Emplaste sobre concreto	5 lb/pie ²
Cielo raso colgante	2 lb/pie ²
Filtro de 5 capas y grava	6 lb/pie ²
Piso de madera dura (7/8 plg)	4 lb/pie ²
Pisos de madera dobles de 2 × 12 × 16 plg	7 lb/pie ²
Montantes de madera con 1/2 plg de yeso en cada lado	8 lb/pie ²
Media citara de ladrillo de arcilla (4 plg)	39 lb/pie ²

Nota: Se puede observar las cargar muertas referenciales para edificios y estructuras que se consideran en distintos análisis estructurales, según McCormac y Csernak (2013).

3.4.2. Cargas Vivas.

Las cargas vivas son todas aquellas que actúan en la estructura de forma constante, siendo estas personas, vehículos, enseres, etc. En esta clase de carga se encuentran muchas más como las longitudinales, las de impacto, de tránsito o de pisos según McCormac y Csernak (2013). Al ser cargas que constantemente están activas o que pueden variar su valor o cantidad, la estructura debe estar diseñada para soportar todas estas en el peor de los casos, por ejemplo, la sobrecarga máxima que tendría un puente en hora pico y que todos sus vehículos sean trailers de más de 50 toneladas.

3.4.3. Cargas Ambientales.

Muchos de los factores de la naturaleza afectan constantemente a la integridad de la estructura dependiendo de la zona en donde se llevará a cabo el estudio. Factores como el sol, la lluvia o la nieve suelen dar problemas extras para los investigadores, es así que esta carga se subdivide en otras que faciliten el análisis y ayuden a dar un mejor enfoque a lo que el ingeniero desea tomar en cuenta para sus resultados.

- **Cargas de Granizo:** La normativa NEC-SE-CG dispone que en ciudades con una altura superior a 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm) se debe considerar cargas de granizo regidas por la siguiente formula:

$$S = p_s * H_s \quad (1)$$

Donde p_s corresponde al peso específico del granizo que generalmente es $1000 \frac{kg}{m^3}$ y H_s es la altura de acumulación en metros.

- **Cargas de lluvia:** Las cargas de lluvia son aquellas que generan un peso extra a los techos o pisos en donde se efectúan, generalmente son analizadas en marquesinas que no poseen una inclinación y las hacen propensas a elongaciones o encharcamientos de líquido provocando que esta variable sea casi constante en la estructura si el tiempo es desfavorable. (McCormac y Csernak, 2013)
- **Cargas de viento:** Se considera carga de viento a toda aquella que afecta la superficie de la construcción, en la actualidad es sumamente importante incluirla a los cálculos estructurales debido a que (dependiendo del área geográfica) las presiones que se ejercen suelen ser altas y variables. Una estructura que se encuentre constantemente sometida a fuerzas cambiantes tiende a debilitarse con el tiempo, si es que no se toma en cuenta esta carga en el peor de los casos llega a colapsar. (McCormac y Csernak, 2013)
- **Cargas Sísmicas:** Las cargas ejercidas por el suelo hacia la estructura son consideradas sísmicas según la norma NEC-SE-DS, estas pueden transmitirse de forma vertical u horizontal, dependiendo la magnitud del sismo o de que tan débil sea la construcción.

3.4.4. Combinaciones de Cargas.

Para la determinación de una carga que sea neta para el sistema a analizar se consideran los métodos que brindan distintas ecuaciones que usan las fuerzas que se ejercen en la

estructura. El método de diseño de factores de carga y resistencia (LRFD) se enfoca en el uso de factores de resistencia que multiplicados por la carga total brindan un resultado más aceptable para el análisis. Por otro lado, el método por diseño de esfuerzos permisibles (ASD) utiliza los factores de seguridad que suelen imponerse en las normativas de construcción que suelen darse en el mundo usando un principio similar al método anterior.

Figura 3

Sistema de ecuaciones para combinaciones de cargas por el método LRFD.

1. $U = 1.4D$
2. $U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L \text{ o } S \text{ o } R)$
3. $U = 1.2D + 1.6(L \text{ o } S \text{ o } R) + (L^* \text{ o } 0.5W)$
4. $U = 1.2D + 1.0W + L^* + 0.5(L \text{ o } S \text{ o } R)$
5. $U = 1.2D + 1.0E + L^* + 0.2S$
6. $U = 0.9D + 1.0W$
7. $U = 0.9D + 1.0E$

Fuente: *McCormac y Csernak (2013)*

Figura 4

Sistema de ecuaciones para combinaciones de cargas por el método ASD.

1. D
2. $D + L$
3. $D + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
4. $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
5. $D + (0.6W \text{ o } 0.7E)$
6. (a) $D + 0.75L + 0.75(0.6W) + 0.75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
(b) $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75(S)$
7. $0.6D + 0.6W$
8. $0.6D + 0.7E$

Fuente: *McCormac y Csernak (2013)*

Nota: Se considera que, U es la carga factorizada de diseño, D la carga muerta que tiene el sistema, L la carga viva que tiene una ocupación seguido de L_r que es la carga viva del techo, S la carga de nieve o granizo, R la carga de precipitación o acumulación de hielo o agua en la estructura, W carga de viento y finalmente E como la carga sísmica de la región

donde se ubicará la edificación.

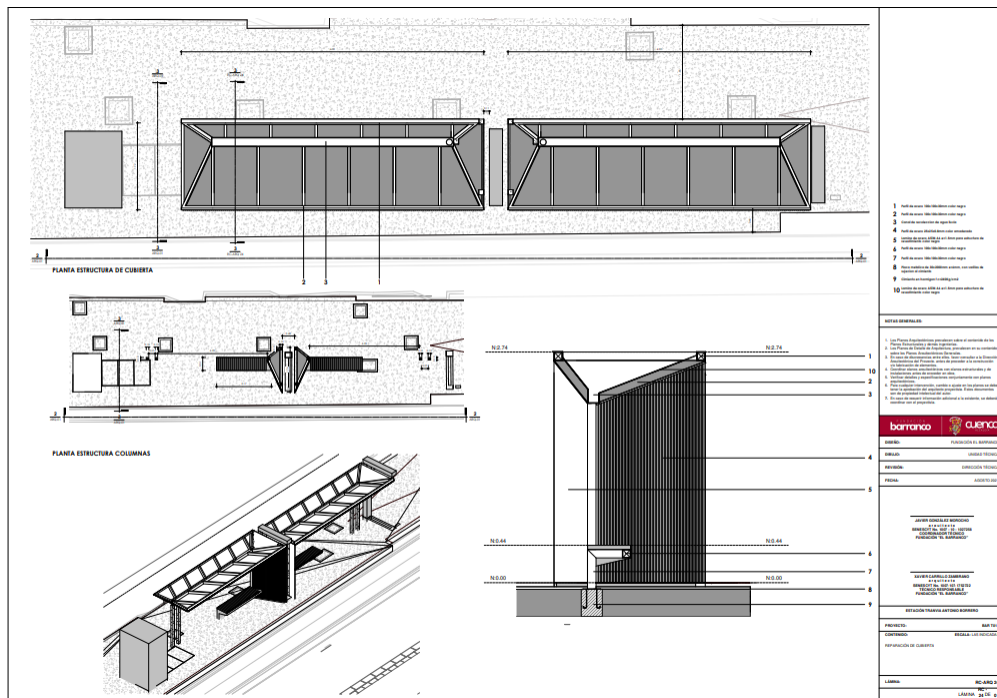
3.5. Consideraciones estructura.

3.5.1. Diseño Guía.

Para el diseño del esqueleto de la estructura se tuvo en cuenta el estudio realizado por la Fundación Barranco, este fue aceptado por el municipio de Cuenca, por lo cual fue tomado como referencia, adicionando los requerimientos preestablecidos por la norma NTE-INEN-2292 para la construcción de paradas de transporte publico del ecuador, entre sus parámetros se obtuvo dimensiones de diseño y materiales aprobados por el ente gestor del proyecto. A continuación, se presenta la figura 5 como una parte del estudio a modo de ejemplo.

Figura 5

Estudio de diseño realizado por la Fundación Barranco.



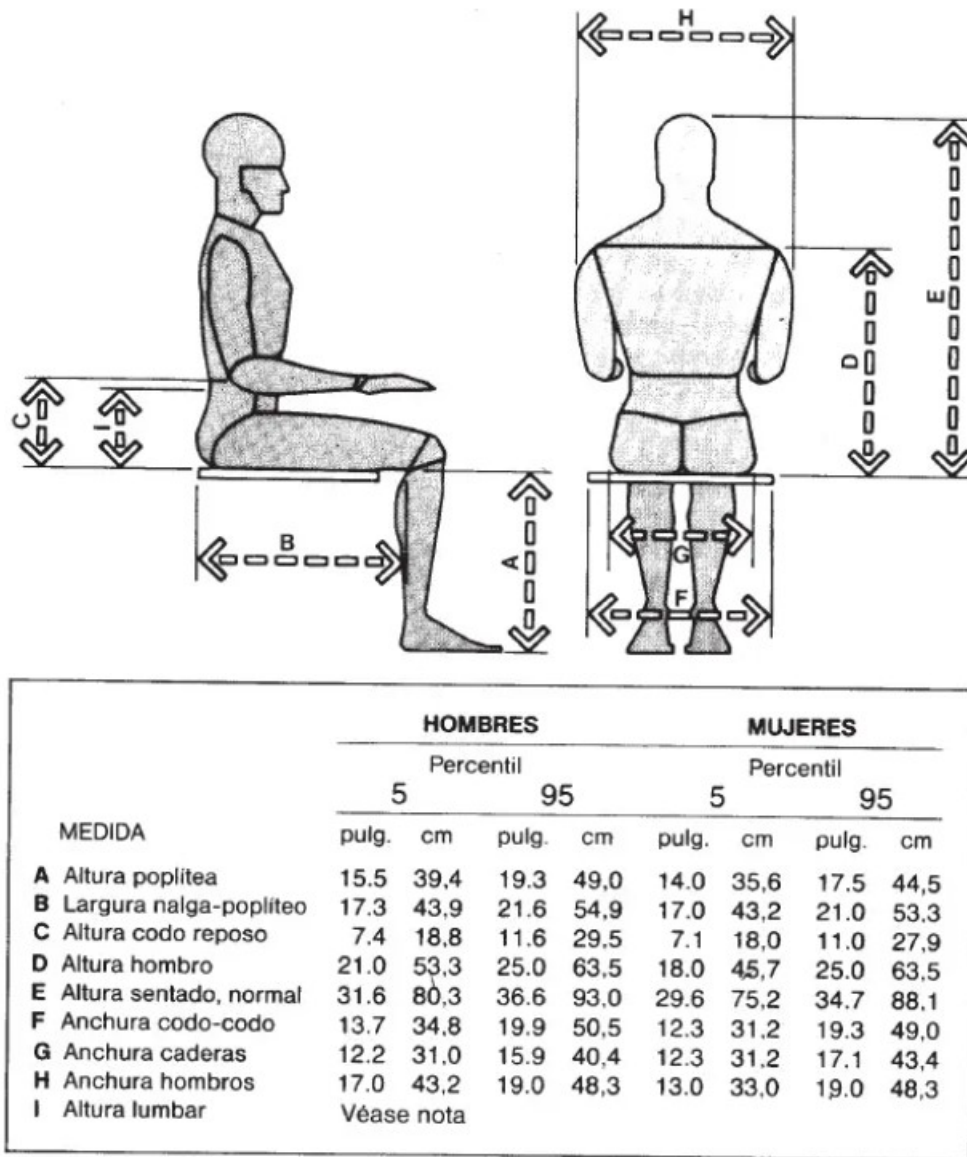
Fuente: Fundación Barranco

3.5.2. Asientos para paradas.

El diseño de un asiento de cualquier tipo se basó en las medidas antropométricas de las personas, dichos valores se obtuvieron de un estudio realizado por Panero y Zelnik donde clasifican estas dimensiones dependiendo de la parte del cuerpo humano y como se tomarían estos datos para la realización de un diseño.

Figura 6

Estudio de diseño realizado por Panero y Zelnik (1991)



Fuente: *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores*

3.6. Consideraciones de Esfuerzos y Factor de seguridad.

3.6.1. Esfuerzo permisible de la estructura.

El rango elástico es aquella tensión donde el material tiende a deformarse, pero sin perder sus propiedades elásticas, es decir, que mientras este en ese rango el material podrá volver a su forma original sin sufrir daños en su composición atómica. No obstante, si dicho componente excede este límite se deformará de forma permanente provocando grietas o fracturas con el transcurso del tiempo.

Siendo así, las ecuaciones que generan el esfuerzo permisible están conformadas por el momento de inercia I , seguido del momento flector M y el centroide o centro de masa c de la viga en cuestión:

$$\sigma_{perm} = \frac{M * c}{I} \quad (2)$$

Sin embargo, esta no es la única ecuación que permite encontrar esta deformación, en la mayoría de análisis mecánicos suelen usar la siguiente fórmula para determinar este valor por medio del coeficiente o factor de seguridad FS , seguido del esfuerzo último σ_u que suele ser el máximo valor de fluencia que tiene el material σ_y , en otras palabras, el límite máximo al que puede llegar para evitar deformaciones permanentes.

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_u}{FS} \quad (3)$$

3.6.2. Factor de Seguridad.

El Factor de seguridad es aquel valor que indica que tan segura es la estructura y cuanto podrá soportar acorde a la máxima capacidad que tiene el sistema dependiendo a los requerimientos que impone el cliente o el diseñador, por ejemplo, este factor se multiplica por la fuerza máxima aplicada obteniendo una nueva carga que excede los límites impuestos, esta última fuerza es la que el sistema tolera sin sufrir daños.

Observación: Al tener el esfuerzo de fluencia del material que se planea usar el diseñador impone su factor de seguridad así obteniendo el esfuerzo permisible, posteriormente el análisis que se realiza es de comparación, donde $\sigma_{perm} < \sigma_y$, si esto se cumple se puede decir que el material a elegir es viable. Sin embargo, muchos textos como el de Beer y Johnston (2010b) recomiendan que el valor mínimo a tomar en cuenta para el σ_{perm} resultante sea el 60 por ciento del σ_y , caso contrario se requeriría un nuevo análisis.

Para el caso de las columnas se necesita de pasos extras para llegar a el factor de seguridad máximo que tiene este componente, siendo así se requiere determinar la carga critica que tendrá la misma, seguido de la fuerza posible que será aplicada sobre ella.

La carga critica que soportará la columna esta dada por el módulo de elasticidad del material, así como la inercia y la longitud de la viga obteniendo la siguiente ecuación:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \quad (4)$$

Posterior se usa la ecuación de Factor de seguridad que involucra la fuerza que se ejercerá sobre la columna con la carga critica de la misma, dicha expresión viene dada por:

$$F.S. = \frac{P_{cr}}{F_{tr}} \quad (5)$$

CAPITULO II:

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.

4. Marco Procedimental.

4.1. Parámetros iniciales.

En la elaboración del modelado se necesitó realizar mediciones en el entorno físico para limitar el área de diseño; como principales componentes se tiene la selección de cada uno de los dispositivos y materiales a implementar en la parada, entre sus características más importantes se debió resaltar el peso y las dimensiones de cada uno, para su posterior uso en el modelado físico, en la simulación eléctrica se necesitó de sus potencia o índices de consumo con el fin de recrear el sistema asumiendo cada dispositivo como una carga.

4.1.1. Dispositivos.

1. Seguridad.

Este sistema busca otorgarle seguridad y confianza al usuario, mediante la implementación de dispositivos tecnológicos que ayuden con la monitorización del entorno en caso de emergencias efectuar acciones rápidas y precisas.

Tabla 1


Sistema de seguridad.

Cámaras de vigilancia IP	
	Marca: REVO Peso: 1.7 lb Resolución Ultra HD 4K (8MP) Resistencia climática de -31 °F a 140 °F
Grabadora NVR	
	Marca: REVO 4 canales 2TB de almacenamiento H.265 Compression

Nota: Como se conoce las paradas actuales ya disponen de cámaras, por lo cual se eligió elementos de dispongan de mejores características que las actuales. Lo mejor en sistemas de vídeo vigilancia son las *Cámaras IP* (2022) que funcionan a la par con un *NVR* (2022), este proporciona calidad gráfica de hasta 4K, incorpora múltiples tecnologías como son el reconocimiento de formas, caras, entre otros, también disponen de servicio en la nube proporcionado por el fabricante, otra cualidad es la elección de cámara tipo domo, la cual otorga cualidades de movimiento y antivandálismo.

Tabla 2

Sistema de seguridad.

Intercomunicador IP	
	<ul style="list-style-type: none">2 Interfaces ethernetAnti-vandálico, protección IP65Peso: 0.85 kg2 Cuentas SIP2 Botones DSS Inteligentes

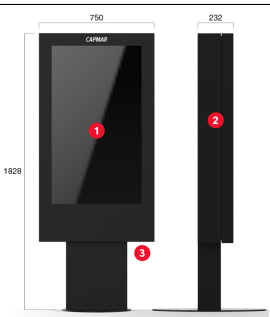
Nota: Muchas de las paradas actuales ya disponen de un botón de pánico, pero al encontrarse en un lugar poco favorable no es del conocimiento del usuario. Se quiere mejorar este servicio, utilizando un botón de pánico que incorpora un *Intercomunicador IP* (2022), este funciona con tecnología SIP proporcionando conexión directa con el ECU 911, el dispositivo fue elegido por su robustez.

2. Multimedia.

En el apartado multimedia se da la implementación de pantallas TFT, junto al sistema de audio que dispondrá de altavoces de alta gama, los cuales funcionarán en conjunto con las pantallas y darán cualquier comunicado que se disponga.

Tabla 3


Sistema multimedia.

Pantalla informativa TFT	
	<ul style="list-style-type: none">Marca: CAPMARResoluciones de 2K de alto brillo de 46"Temperatura de Operación: -20 a 80°CComunicación 4G, WiFi, EthernetResistente a las vibracionesProtección de la pantalla: Policarbonato antirreflejosMateriales del Tótem: Aluminio, policarbonato

Nota: La pantalla informativa con tecnología *TFT* (2022) fue elegida debido a que esta lleva siendo usada con regularidad en la malla publicitaria, teniendo grandes avances y superioridad tecnológica en este campo, entre sus cualidades dispone de un controlador adaptativo al ambiente otorgando calidad de imagen sin importar el ángulo de visión o resplandores solares, este controlador también otorga al dispositivo la cualidad de proyección de múltiples pantallas a la vez, el tipo de pantalla tótem se escogió por la compatibilidad que tiene con cierto espacio en la parada, dando un mejor acabado estético.

Tabla 4

Sistema multimedia.


Altavoces	
	<p>Marca: Bosec</p> <p>Dispersión de sonido cónica de 145°</p> <p>Peso: 3.6 lb</p> <p>Sensibilidad: 86dB</p>

Nota: En la búsqueda de calidad de sonido se ha encontrado una gran variedad de marcas en el mercado que ofrecen características similares, por cual se seleccionó este dispositivo debido a la calidad y reputación de la marca *Bose* (2022), su diseño empotrado y su color hace que combine con la estética de la parada.

3. Fuentes de energías.


La implementación del panel solar entra como opción de ahorro, para el consumo eléctrico del diseño, por motivos de espacio y las limitaciones que tiene el entorno este sistema fue incorporado como una Instalación FV de autoconsumo acogida a compensación, esto quiere decir que este no incorporara baterías ni otra fuente de respaldo, esta compensará el consumo inyectando energía a la red eléctrica.

Tabla 5*Sistema de alimentación.*

Paneles Solares	
	<p>Marca: RESUN</p> <p>Modulo de 230 W</p> <p>Peso: 12 kg</p> <p>Dimensiones 1560 X 700 X 35 mm</p> <p>Temperatura nominal de funcionamiento: 45°C a -2°C</p>

Nota: La incorporación de paneles solares se eligió con el fin de aliviar la carga de consumo de cada parada, al principio se propuso la implementación de baterías en caso de fallas eléctricas, pero debido a la escasez de espacio solo se implementó los módulos, estos fueron elegidos no por su potencia si no por su tamaño, esta tenía que calzar con la estructura del techo de la parada. (como punto importante a mayor tamaño, mayor potencia y costo posee). (*Resun*, 2022)

Tabla 6*Sistema de alimentación.*

Inversor	
	<p>Marca: Huawei</p> <p>Inversor de 3.6 kW</p> <p>Peso: 12 kg</p> <p>Dimensiones 365 X 365 X 156 mm</p> <p>Rango de voltaje operacional: 90V a 560 V</p> <p>Temperatura nominal de funcionamiento: 25°C a 60°C</p>

Nota: Al usar esta clase de inversor se tomó en cuenta la potencia del mismo, así como la versatilidad que tiene, dicho elemento es capaz de funcionar de forma híbrida pudiendo conectarse de forma simultanea a la red principal de energía y a la corriente que dan



los paneles regulándola para valores deseados. Como ya se mencionó anteriormente, esto ayudará a la reducción del consumo de energía del proyecto. (*Huawei Smart String Inverter*, 2022)

4. Iluminación.

En el estudio de campo se observó que la iluminaria de la parada se encuentra en mal estado (posiblemente quemadas), se recomendó el uso de iluminación LED, también se propuso el uso de cable LED, el cual es flexible, puede tomar cualquier forma deseada y es resistente a diversos cambios climáticos.

Tabla 7

Sistema Luminario.

Tubos LED	
	Marca: ONLYLUX Color Temperatura: 6000-6500K Peso: 19.96 pounds Dimensiones 93.8 x 1.45 x 1.3 in
Manguera LED	
	Marca: Tangkula Waterproof 7.59 pounds Dimensiones: 11.73 x 11.69 x 4.09 in

Nota: Estos dispositivos se eligieron debido a su tecnología Led, esta es de bajo consumo y no produce incandescencia. Estos cubren necesidades básicas dentro de cualquier espacio: La lampara otorgará visibilidad a los usuarios en tiempos de poca luz y la manguera no es más que un acabado estético, dándole una apariencia futurista a la parada. (*Amazon LED*, 2022)


5. Otros dispositivos.

Para completar el concepto de parada inteligente se requiero la incorporación de redes WI-FI, por lo cual se dispondrá de un router con los respectivos servicios a la red.

Para satisfacer necesidades del usuario con los dispositivos móviles se dio uso de toma corrientes USB con la disponibilidad de hasta 4 puntos de carga simultanea.

Tabla 8


Dispositivos adicionales.

Tomacorriente USB	
	<p>Marca: Maxxima Voltaje: 125 Peso: 5.6 ouns Dimensiones 1.81 x 2.82 x 4.55 in</p>

Nota: En este espacio existe una diversa variedad de puertos de entre los más comunes se encuentran el USB y el USB-C, al ser de los concurridos se incorporó para satisfacer al usuario. No se optó por la implementación de tomacorriente ya que el servicio está limitado a la carga de dispositivos pequeños como celulares. (*Amazon Electrics, 2022*)

Tabla 9

Dispositivos adicionales.

Router	
	<p>Marca: Outdoor Voltaje: 12 IP67 Waterproof Protection WiFi 4G</p>

Nota: Como medida de ahorro este Rúter es alimentado puramente por energía solar, entre sus características esta la robustes y la resistencia a cambios climáticos a la intemperie. (*Outdoor Router, 2022*)

6. Materiales.

La armadura o esqueleto de la parada fue elegida según especificaciones otorgadas por el municipio de Cuenca, en estas se denomina al acero como material primordial de construcción, este fue elegido por sus propiedades de resistencia de quiebre. Para la cubierta superior se escogió el policarbonato, comúnmente usado en el sector urbano por la alta resistencia que tiene a los impactos climáticos y a la deformación.

Tabla 10

Materiales de construcción.

Tubo de acero estructural A36	
	Carencia de Magnetismo Tipo: Acero ASTM A36 Fácilmente soldable y mecanizable Dimensiones del tubo para los postes: 120 x 120 x 6 mm Dimensiones del tubo para el techo: 70 x 70 x 4 mm Dimensiones del tubo para la base del panel: 60 x 60 x 2.5 mm Dimensiones del tubo para el asiento: 2 x 2 x 0.125 in
Planchas de policarbonato	
	Resistencia térmica Espesor: 3 mm Resistencia ante impactos Peso: 3.6 kg/m ² Dimensiones: 2050 x 3050 mm
Madera Ipé o Cumarú	
	Resistencia ante putrefacción Ideal para exteriores Larga durabilidad Dimensiones de la barra: 2 x 2 in

Nota: Para la selección de los materiales de construcción se consideró un estudio realizado por la Fundación Barranco, en este se dispone la utilización de aceros ASTM por su gran variedad en el mercado y por sus ventajas al momento de construcción, debido a esto se escogió el acero A36 para la mayor parte de la estructura tomando en cuenta su factor

de fluencia y por la resistencia que este otorga en ambientes exteriores. Dicho trabajo también expone la implementación de techos de acrílico o policarbonato (*Koscon Industrial S.A.*, 2022), así como el empotramiento de los postes. (Gonzales y Carrillo, 2021)

4.1.2. Consideraciones de Cargas.

A lo largo de este estudio se consideraron varias cargas que interfieren en los cálculos estructurales, muchas de ellas sumamente importantes en la parada y muchas otras no relevantes para el trabajo. A continuación, se describe las cargas que se tomaron en cuenta desarrollar, aunque algunas de ellas no fueron ejecutadas.

1. Cargas Muertas.

Al momento de analizar estas cargas se tomó en cuenta las que afectan directamente en la estructura, algunas siendo las del propio peso del metal así como la de los dispositivos, el policarbonato, etc. En la siguiente tabla se exponen las cargas que se usaron en el análisis.

Tabla 11

Cargas Muertas del sistema.

Componentes	Masa	Peso	Área Proyectada	Carga
Estructura	810.3 kg	8103 N	78.46 m ²	103.3 $\frac{N}{m^2}$
Dispositivos	89.3 kg	893 N	78.46 m ²	11.4 $\frac{N}{m^2}$
Paneles	48 kg	480 N	78.46 m ²	6.12 $\frac{N}{m^2}$
Cargas Muertas Totales (N)				121 $\frac{N}{m^2}$

Nota: El dato de gravedad se lo redondeó a $10\frac{m}{s^2}$. Así mismo el componente *Estructura* incluye la estructura general de la parada como la de la base de los paneles y el policarbonato.

2. Cargas Vivas.

Se consideró como carga viva a las personas encargadas de darle mantenimiento a la parada desde el techo, o incluso a los contratistas que se encargan del armado de la estructura.

Tabla 12*Cargas Vivas del sistema.*

Factor	Carga
Mantenimiento	$2 \frac{KN}{m^2}$

Nota: Datos obtenidos de la normativa NEC-SE-CG que considera esta carga viva a superficies de marquesinas expuestas a mantenimiento.

3. Cargas Ambientales.

Debido a las condiciones ambientales en las que se encuentra la ciudad de Cuenca los factores en los que se enfocó el estudio son los siguientes:

3.1. Cargas de Nieve o Granizo.

Usando la ecuación 1 se determinó la carga de granizo obteniendo:

Tabla 13*Carga de Granizo del sistema.*

p_s	H_s	Valor (kg/m ²)	Valor (N/m ²)
$1000 \frac{kg}{m^3}$	0.35 m	$350 \frac{kg}{m^2}$	$3432 \frac{N}{m^2}$

3.2. Cargas de Viento.

La norma NEC-SE-CG muestra tres distintas categorías dependiendo a la zona en donde se va a realizar la obra, tomando como base la categoría C de zonas urbanas con edificios de altura se escogió el coeficiente de corrección (σ) de 0.8 y la velocidad instantánea máxima del viento que según la normativa es menor a 21m/s. Para obtener la Velocidad del viento se efectúa el producto de estos dos términos.

Tabla 14*Velocidad del Viento.*

V	σ	V_s (m/s)	V_s (km/h)
21	0.8	16.8	60.48

Para la presión del viento se consideró varios factores dados por la normativa dependiendo al tipo de estructura que se diseñe, en la tabla 7 de ese documento se especifica el coeficiente de forma (C_f) de 0.8 por ser una obra protegida por edificios. La presión viene dada por la ecuación:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * C_e * C_f \quad (6)$$

El coeficiente de entorno (C_e) esta dada por la ecuación que se analizará a continuación, los datos referenciales que se obtuvieron para los cálculos están dados por Balmori Roiz (2018) de la Universidad de Valladolid y se escoge el grado IV según el tipo de entorno de la parada.

$$C_e = F * (F + 7 * k) \quad (7)$$

Donde:

$$F = k * \ln \frac{\max(z, Z)}{L} \quad (8)$$

Los Factores Z , k y L se obtuvieron de la Tabla D.2 del documento mencionado teniendo los valores: $Z = 5m$; $k = 0.22$; $L = 0.3m$. Estos últimos se reemplazan en la ecuación 8 dando como resultado:

$$F = 0,22 * \ln \frac{5m}{0,3m} \quad (9)$$

$$F = 0,619$$

Una vez obtenido el valor de F se procede al reemplazo de la misma en la ecuación 7.

$$C_e = 0,619 * [0,619 + (7 * 0,22)] \quad (10)$$

$$C_e = 1,3364$$

Se reemplaza el coeficiente en la ecuación 6. A su vez se utilizan todos los Valores obtenidos previamente adicionando la densidad del aire ($\rho \frac{kg}{m^3}$) de 1,25 dada por la norma NEC-SE-CG (2014)

$$P = \frac{1}{2} * (1,25 \frac{kg}{m^3}) * (16,8 \frac{m}{s})^2 * (1,3364) * (0,8)$$

$$P = 188,6 \frac{N}{m^2}, P = 188,6 Pa \quad (11)$$

Para este análisis se consideró a la presión como una carga viva que actúa sobre la superficie de la parada, es decir, en una o varias áreas de ella. Como el viento circula en el sentido de la carretera en donde se ubicaría la estación, la carga se ejercería en sus dos caras laterales acogiendo el nombre de área bidimensional o área proyectada.

4. Combinaciones de Cargas.

Se usó el método ASD (Diseño por esfuerzos permisibles) para encontrar las debidas combinaciones de las cargas existentes y posteriormente usar la más alta de ellas (conocida como carga de trabajo) para el análisis en donde se obtuvo:

$$W_u = 4198 \frac{N}{m^2} \quad (12)$$

Las cargas sísmicas no se consideraron en el análisis debido a que esta, siendo una estructura pequeña en comparación a grandes edificaciones, no es descrita como construcción de riesgo sísmico, así que se la obvió. Por otro lado, la carga de lluvia se excluyó porque la marquesina de la parada ha sido diseñada con ángulos prominentes de inclinación, haciendo que el agua no se estanque en los lugares de desfogue.

5. Tensión permisible.

El acero ASTM A36 posee un esfuerzo de fluencia de $250 MPa$ según Beer y Johnston (2010a), valor que se lo tomó para la ecuación 3. Posteriormente se consideró un Factor de seguridad en un rango de 2.5 a 5, esto tomado de la normativa NEC-SE-GM-26:8 (2015) que estipula el rango entre 2.5 y 3, en posteriores apartados se expondrá el motivo de escoger un factor más alto. Con estos datos se reemplaza en la ecuación teniendo,

para un valor de 3, lo siguiente:

$$\begin{aligned}\sigma_{perm} &= \frac{\sigma_u}{FS} \\ \sigma_{perm} &= \frac{250MPa}{3} \\ \sigma_{perm} &= 83.333MPa\end{aligned}$$

Así mismo para factores de 2.5 y 5 se obtuvo valores respectivamente de:

$$\begin{aligned}\sigma_{perm_{2.5}} &= 100MPa \\ \sigma_{perm_5} &= 50MPa\end{aligned}$$

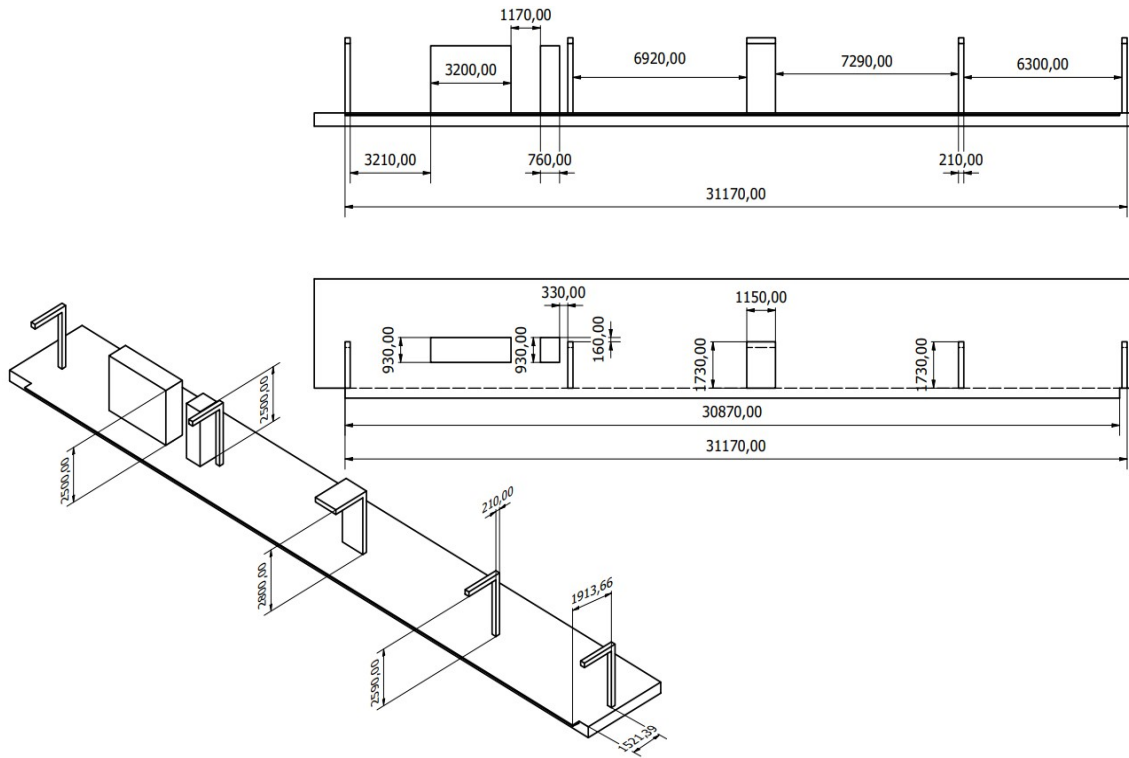
Con esta referencia de valores a los que se planeó llegar se utilizó el software Autodesk Inventor para modelar las vigas y columnas del sistema para así dar un diseño que satisfaga los valores obtenidos.

4.1.3. Dimensiones del entorno.

Dentro de las delimitaciones se habló del entorno geográfico o ubicación del proyecto, pero para proceder con el diseño se tuvo que realizar las mediciones correspondientes con el fin de obtener el área máxima que puede abarcar el diseño, tomando en cuenta el estudio realizado por la Fundación Barranco y la normativa NTE-INEN-2292 para la construcción de paradas de transporte público, utilizando cinta métrica y un metro se procedió identificar cada medida dentro de la parada. Con la ayuda del mismo software de diseño se procedió a realizar un modelado 3D, para poder apreciar mejor las delimitaciones, a continuación se muestra el entorno con sus respectivas medidas.

Figura 7

Delimitación estructural para el diseño.



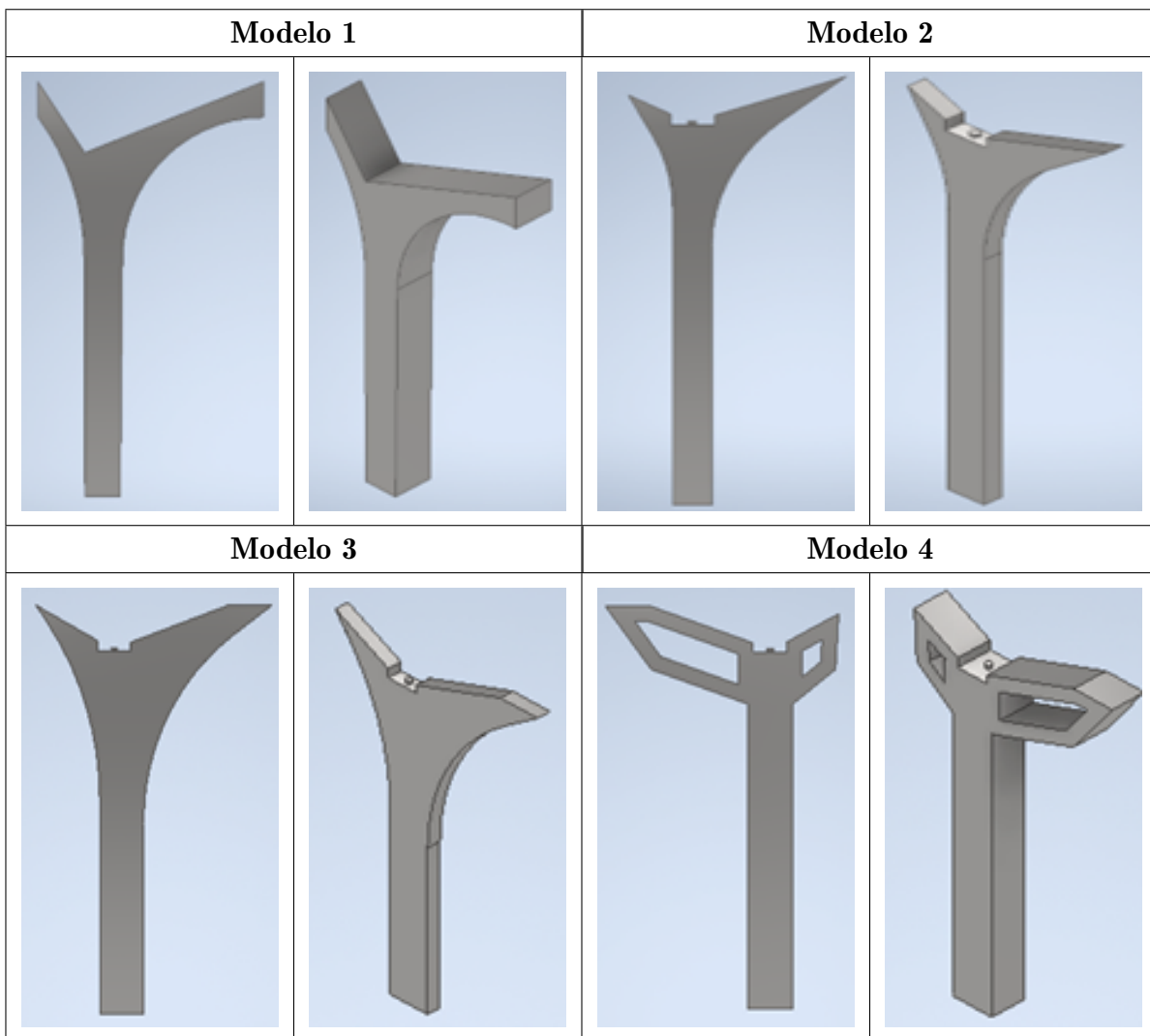
4.2. Propuesta del diseño.

4.2.1. Modelado Estructural.

Teniendo como referencia la normativa NTE-INEN-2292 y el estudio de la Fundación Barranco se procedió a realizar diversos diseños de pilares, entre ellos se tiene:

Tabla 15

Modelados de pilares.



Aunque los modelos se vieron estéticamente agradables y posiblemente eficientes se decidió no optar por ninguno de ellos, debido a que la manufactura de cada uno era com-

plicada. A partir de estos diseños se realizó el modelo final el cual tenía similitudes en apariencia, pero para la fabricación solo se requería de un tubo recortado con perfil cuadrado, este fue enfocado de manera realista al mercado de insumos como se muestra en la figura 39.

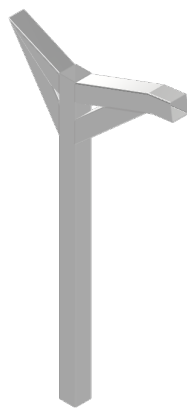
Como se mencionó anteriormente, el acero ASTM A36 fue el material seleccionado debido a su disponibilidad en el mercado, propiedades físicas y un alto índice anticorrosivo que se le puede dar con tratamientos de pintura. Adicionalmente se consideró las medidas de la tabla 10 por el peso y dimensionamiento de la estructura. La cubierta de la marquesina se consideró dos materiales, el policarbonato y el vidrio templado, a partir de sus características y comportamiento ante impactos se propuso la implementación del policarbonato, ya que ante una posible ruptura este es menos peligroso. Se aprecia en la figura 40 el espesor y el dimensionamiento de la plancha del material, precisando que es resistente ante agentes climáticos.

1. **Diseño del Poste de la Parada.**

Una vez especificado los materiales se procedió al diseño de un nuevo poste capaz de soportar el peso de la marquesina y todos los elementos de la parada, este nuevo modelo fue realizado de una forma más sencilla, pero considerando los grados de inclinación para que el factor carga lluvia no afecte en el análisis estructural como se había mencionado con anterioridad.

Figura 8

Diseño Final del Poste de la Parada.



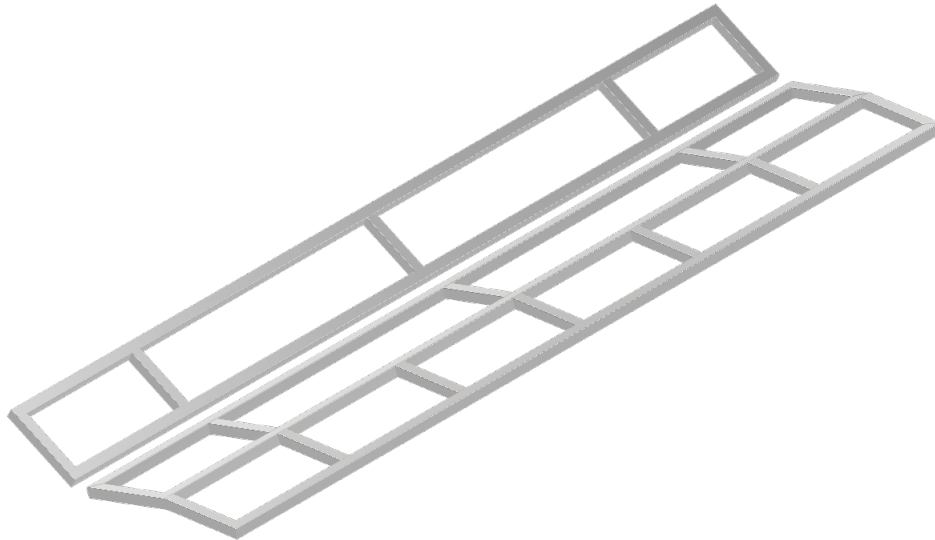
Nota: Para una mejor apreciación de las dimensiones de este objeto ver el Anexo B.

2. Diseño de la Marquesina.

Al momento de rediseñar la marquesina se consideró los elementos que irán sobre ella, siendo estos los paneles solares y sus soportes, así como las planchas de policarbonato y los demás dispositivos. Se optó por unos tubos más delgados para librar peso a los postes y porque la cantidad de material usado en esta área será grande en comparación al resto de la estructura.

Figura 9

Diseño Final del Techo de la Parada.



Nota: Para una mejor apreciación de las dimensiones de este objeto ver el Anexo C.

Como se puede observar en la figura 9 este rediseño se dio en dos partes, siendo la primera la parte posterior del techo (la de menor tamaño) mientras que la más grande es la que se colocará en la parte frontal del poste, todo esto encajando de forma perfecta y lista para su soldadura.

3. Diseño de la base del panel solar.

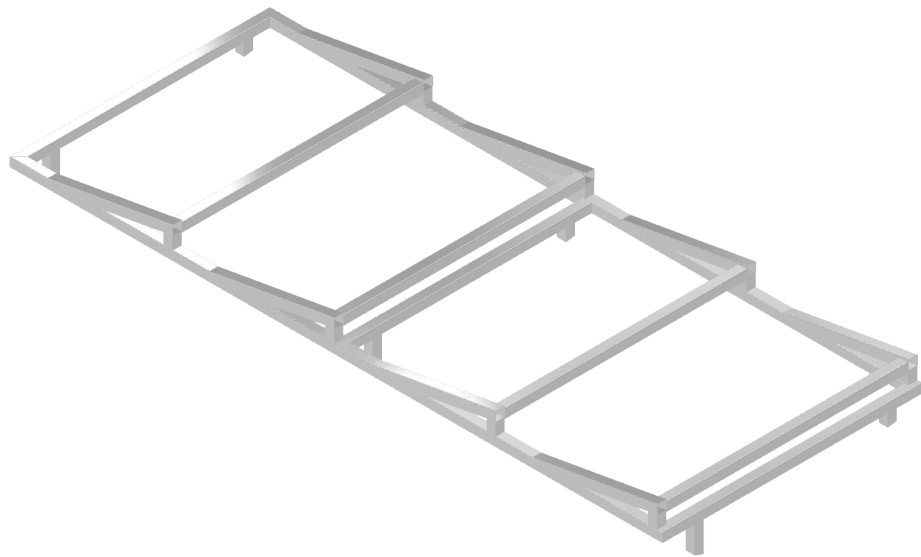
Se optó por un diseño escalonado para la base de los paneles, esto se debe al apartado

estético que este elemento le da a la parada. No se consideró el diseño tipo rampa ya que le daba mayor altura a la estructura, así como ocasionar mayor resistencia al viento. Cabe mencionar que al ser una mono estructura es más sencilla su colocación en la marquesina y brinda mayor espacio para la posible implementación de más paneles de los que ya se han seleccionado.

A su vez el material escogido fue el mismo acero estructural ya mencionado, ya que este es ideal para estructuras en exteriores, esto lo hace óptimo para su colocación en la parte superior de la parada.

Figura 10

Diseño Final de la base de los paneles solares.

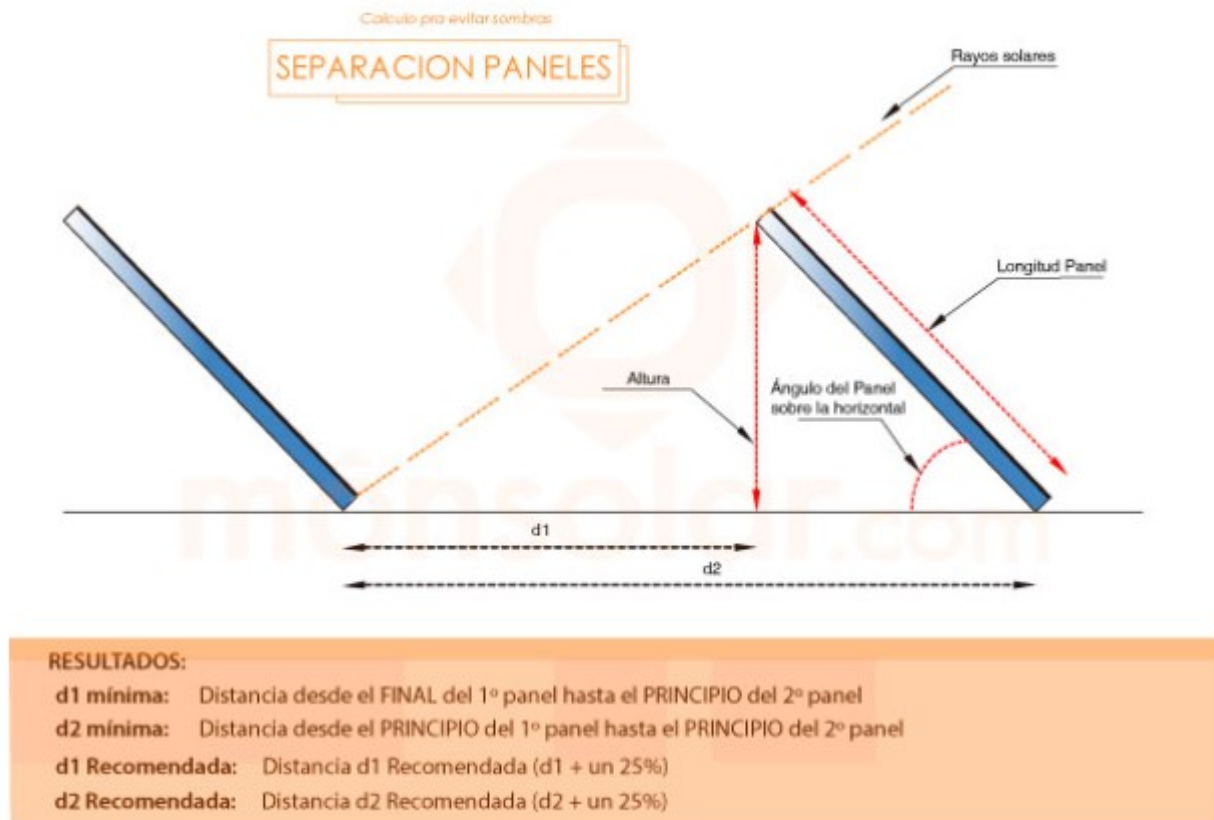


Nota: Para una mejor apreciación de las dimensiones de este objeto ver el Anexo D.

Cabe recalcar que los distanciamientos de panel a panel se obtuvieron gracias a la latitud de la ciudad de Cuenca, seguido del ángulo recomendado de inclinación y la longitud del panel. La página *MonSolar* (2022) permite la realización sencilla de las ecuaciones para el distanciamiento que posteriormente fueron usados en el diseño.

Figura 11

Calculo del distanciamiento de paneles dado por MonSolar (2022).



Fuente: *MonSolar.*

Donde:

Tabla 16

Distanciamiento de Paneles Solares.

d1 min.	d1 recom.	d2 min.	d2 recom.
0.063 m	0.078 m	0.777 m	0.971 m

4. Diseño de los Asientos.

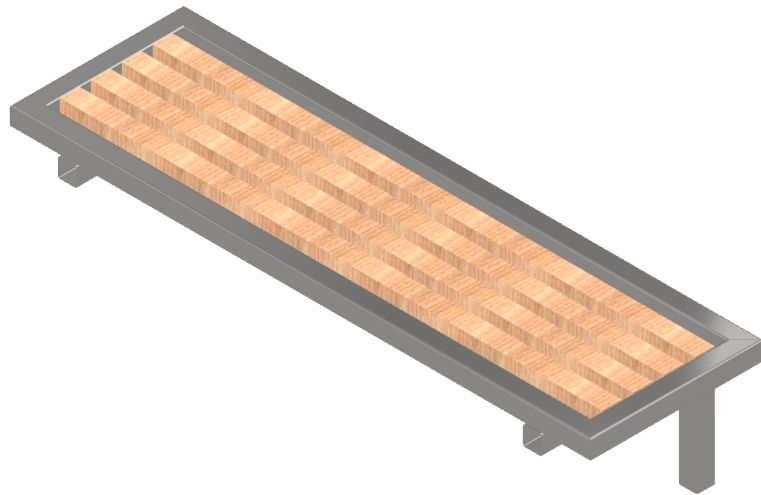
Al momento de diseñar los asientos se consideró las medidas antropométricas estándar de las personas, donde los valores más importantes que se seleccionados fueron: Para la

altura poplítea (A) se consideró 40cm aproximadamente y para la largura nalga-poplíteo alrededor de 45cm. Con la longitud de 1,5 metros de los asientos se ha teniendo la capacidad de alrededor de 3 personas con anchura de hombros (H) de 50 cm.

Seguidamente se consideró el uso del mismo acero ya estudiado y de un tipo de madera ya sea el cumarú o la ipé, ambos muy usados para diseños maderables en exteriores. Estos elementos se combinaron para brindar un tipo de asiento sencillo pero cómodo para los usuarios, así como su funcionalidad y versatilidad.

Figura 12

Diseño Final de los asientos de la parada.



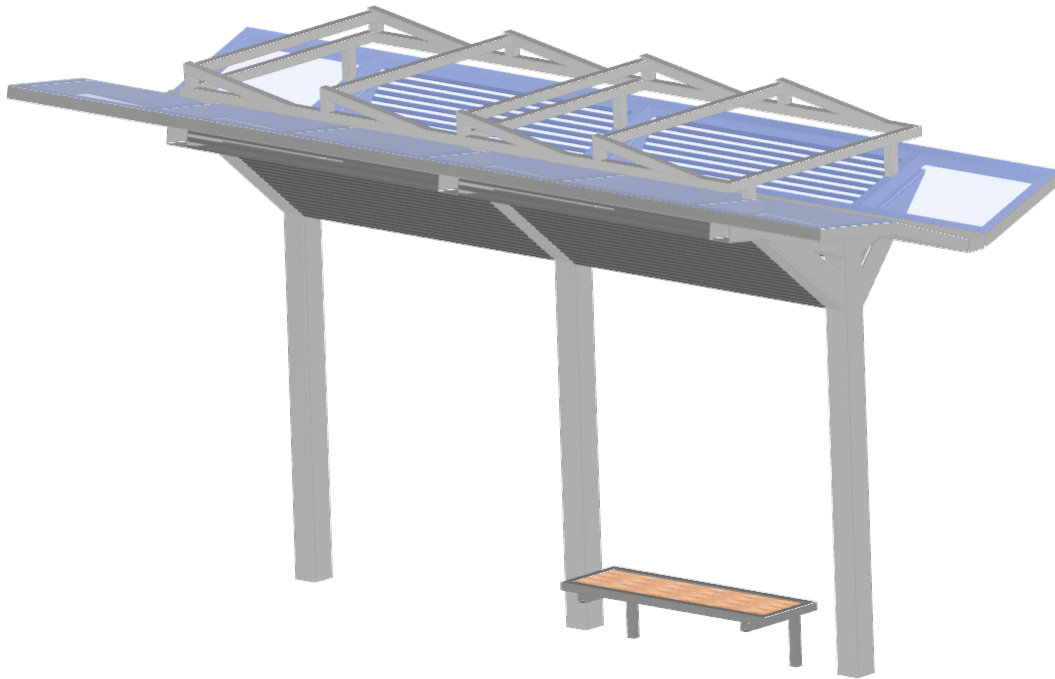
Nota: Para una mejor apreciación de las dimensiones de este objeto ver el Anexo E.

5. Diseño Final.

Finalmente, el ensamble de estas partes da como resultado el siguiente modelo:

Figura 13

Diseño Final de la Parada.



Nota: Para una mejor apreciación de la vista final de la parada ver el Anexo F.

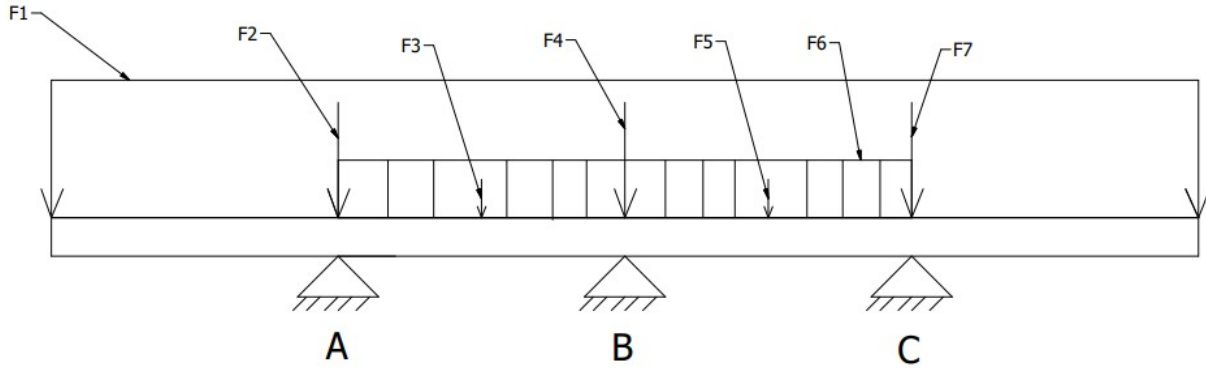
4.2.2. Análisis estructural.

Los cálculos analíticos son de gran importancia si se pretende corroborar la validez de los parámetros escogidos, resulta muy importante conocer distintos factores que demuestren que la elección de los materiales fue la correcta. Siendo así el análisis que se consideró fue el cálculo de esfuerzos y fuerzas en vigas, así como en columnas por el método de viga crítica, esto efectúa un análisis del techo de forma frontal y lateral como una sola viga incluyendo todos los soportes y fuerzas que actúan sobre ella. Posteriormente se procedió a la obtención del factor de seguridad, cabe recalcar que varios de los cálculos fueron realizados con ayuda de software libres que hacen que el análisis físico-matemático sea más sencillo, esto debido a que varias de las expresiones son extensas de resolver.

1. Análisis Vista Frontal

Figura 14

Análisis de viga crítica vista frontal



Nota: Se considero los apoyos A , B y C como la representación de los postes que tendrá cada estación, así mismo la carga continua $F1$ representa el peso del techo. Las cargas puntuales $F2$, $F4$ y $F7$ definen el peso que genera los paneles en cada apoyo que está en el techo. Las fuerzas $F3$ y $F5$ representan el peso de algunos dispositivos y finalmente la carga continua $F6$ hace referencia al peso de la estructura de la base de los paneles que actúa en los postes de la parada.

Donde los valores de masa de la estructura del techo y de la base de los paneles se extrajeron del software Inventor, así mismo el área que ocupa cada uno de ellos para la determinación de las cargas. La masa de los dispositivos a usarse como los parlantes y las cámaras se habían descrito anteriormente. Posterior a esto se obtuvo el valor del peso de los factores involucrados y para el caso de las fuerzas continuas se dividió el peso sobre el área donde actúan obteniendo así un valor de carga en N/m^2 , es importante aclarar que una fuerza continua debe estar en N/m es por eso que se multiplicó este número por la longitud de acción de la fuerza, que para el techo es de $6m$ y para la base de los paneles es de $4m$.

Tabla 17*Valores considerados para el análisis frontal de la parada*

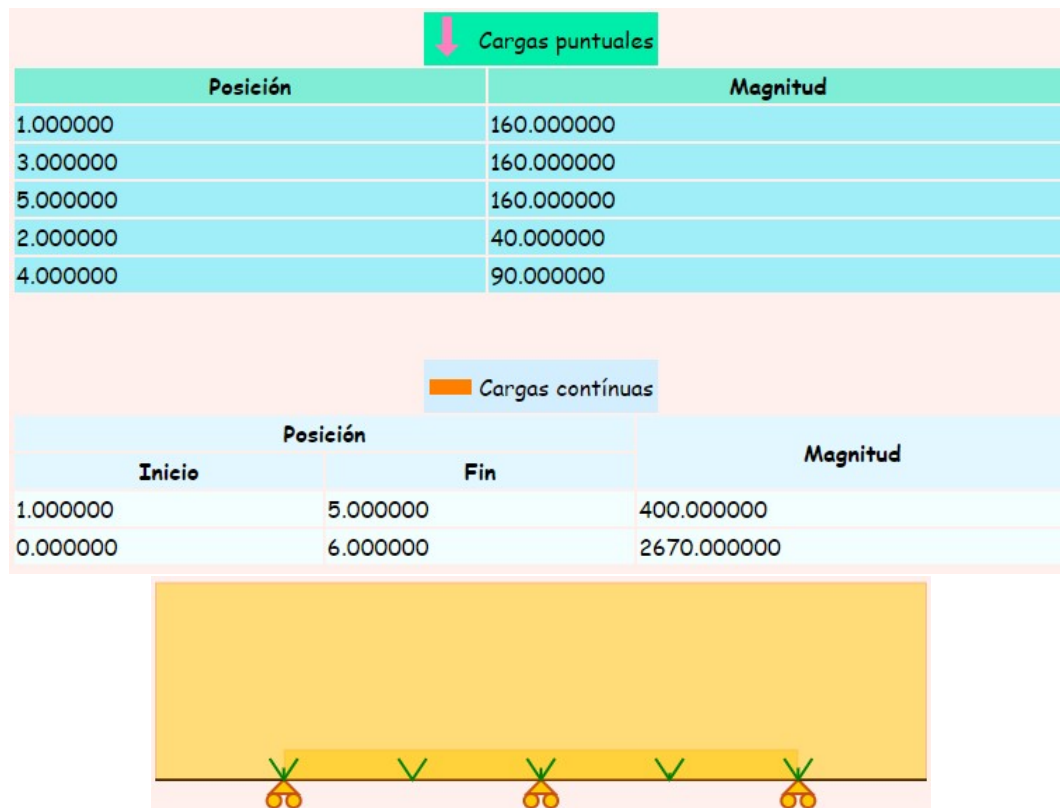
Elemento	Peso	Área	Carga Muerta	Fuerza Resultante
Techo	7500 <i>N</i>	19.96 <i>m</i> ²	375.71 <i>N/m</i> ²	2256 <i>N/m</i>
Base paneles	1200 <i>N</i>	12 <i>m</i> ²	100 <i>N/m</i> ²	400 <i>N/m</i>
Dispositivos	900 <i>N</i>	19.96 <i>m</i> ²	45.1 <i>N/m</i> ²	270.6 <i>N/m</i>
Cámara	40 <i>N</i>	—	—	40 <i>N</i>
Parlante	80 <i>N</i>	—	—	80 <i>N</i>
Paneles Solares	160 <i>N</i>	—	—	160 <i>N</i>

Nota: Para mejor veracidad se consideró la suma de los pesos de los dispositivos y del techo para posteriormente dividir su resultado sobre el área actuada, esto debido a que muchos de los elementos tecnológicos estarán colocados en el techo de forma arbitraria. Así se obtuvo una carga continua de 2670 *N/m*.

Una vez determinados todos los valores a usarse se procedió al diseño de la viga en el software libre XVigas, así obteniendo los valores máximos de momentos flectores de la viga y las cargas que se ejercen en cada apoyo, muy importantes para el siguiente análisis a realizar.

Figura 15

Valores introducidos en el software libre, vista frontal.



Fuente: Software XVigas.

El momento de Inercia de la barra se dio por la siguiente formula, cabe mencionar que cada forma posee una ecuación distinta, como se planeó usar una barra cuadrada hueca se utilizó la formula descrita a continuación.

$$I = \frac{H^4 - h^4}{12}$$

$$I = \frac{(70)^4 - (62)^4}{12}$$

$$I = 7.69x10^{-7}m^4 \tag{13}$$

Para el esfuerzo permisible se utilizó la ecuación siguiente, así se reemplazan los valores obtenidos anteriormente de Momento Flector máximo (dado en los resultados del software) y de inercia, posteriormente el centroide se calculó de forma sencilla dividiendo

para 2 el valor de su lado menor.

$$\sigma_{perm} = \frac{M_{Fmax} * c}{I}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{1335Nm * 0.035m}{7.69x10^{-7}m^4}$$

$$\sigma_{perm} = 60.72MPa \tag{14}$$

El factor de seguridad de este análisis se lo obtuvo de la formula de esfuerzo permisible usada en apartados anteriores y despejada a conveniencia, resolviendo se tuvo:

$$F.S. = \frac{\sigma_u}{\sigma_{perm}}$$

$$F.S. = \frac{250MPa}{60.72MPa}$$

$$F.S. = 4.12 \tag{15}$$

Se muestran los valores simplificados de este calculo en la siguiente imagen:

Figura 16

Valor del Factor de seguridad

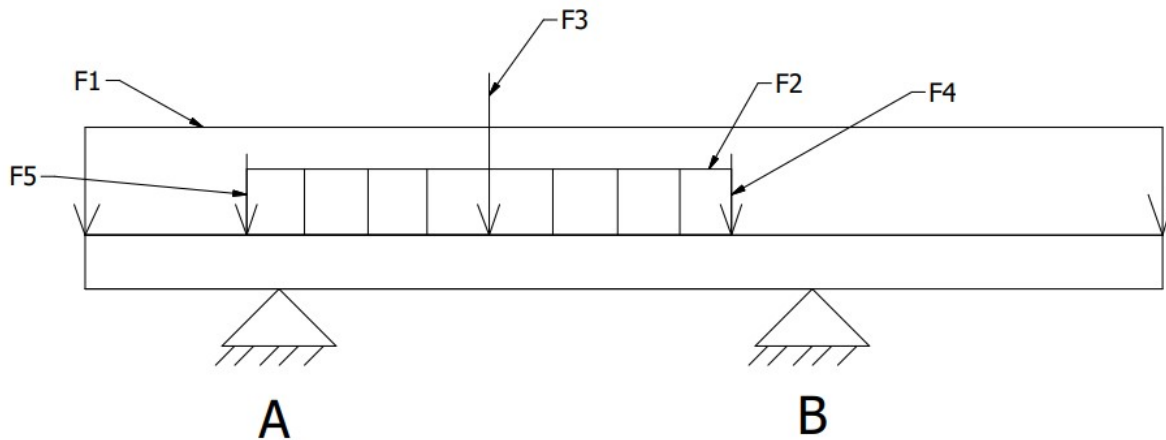
Vista Frontal					
	Momento Flector	Centroide	Inercia	Valor	Valor
Esfuerzo permisible Viga	1335	0,035	7,69E-07	6,07E+07	60,72
	Nm	m	m4	Pa	MPa
Factor de Seguridad		4,12			

Fuente: Autores.

2. Análisis Vista Lateral

Figura 17

Análisis de viga crítica vista lateral



Nota: Se considero los apoyos *A* y *B* como la representación de los soportes del poste, es decir, el soporte delantero y trasero conectados a la base de asentamiento del techo. Así también la fuerza *F3* es la mayor que se obtuvo en los valores de fuerza en apoyos del análisis anterior, dichos valores dados por el software. También las cargas continuas *F1* y *F2* representan el peso del techo y de la base de los paneles respectivamente. Y por ultimo las fuerzas *F4* y *F5* son puntuales referenciando al peso de los paneles solares.

La longitud en la que actúa la carga continua del techo es de $2.05m$, mientras que la carga continua de la base de los paneles es de alrededor de $1.2m$.

Tabla 18

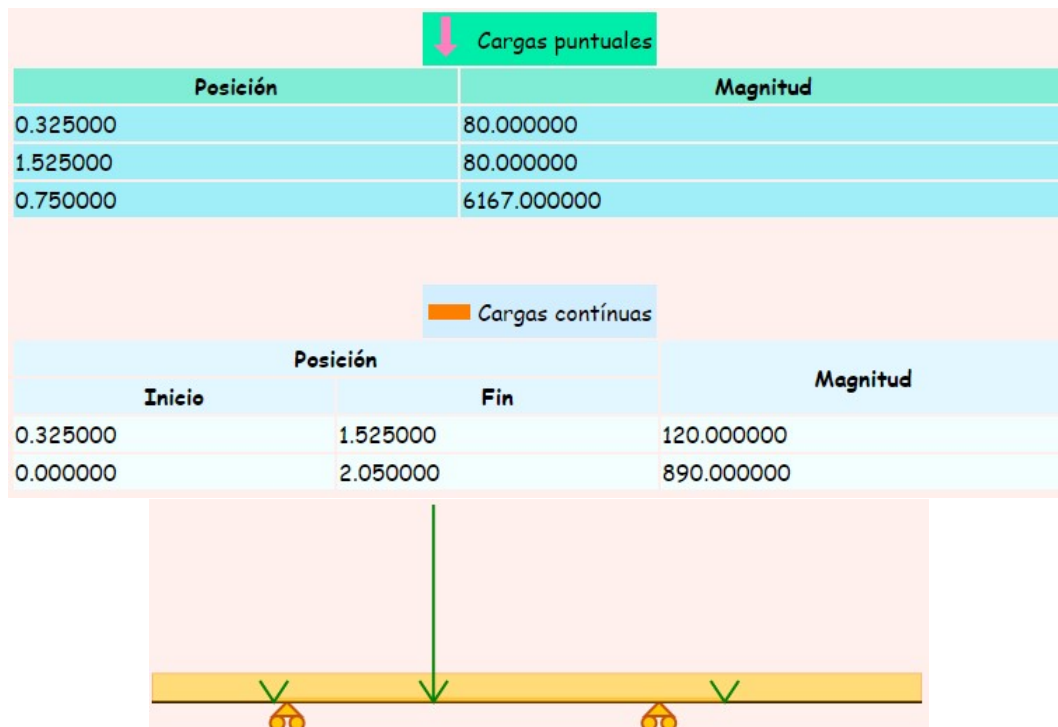
Valores considerados para el análisis lateral de la parada

Elemento	Peso	Área	Carga Muerta	Fuerza Resultante
Techo	7500 N	19.96 m ²	375.71 N/m ²	770.21 N/m
Base paneles	1200 N	12 m ²	100 N/m ²	120 N/m
Dispositivos	900 N	19.96 m ²	45.1 N/m ²	92.5 N/m
Paneles Solares	160 N	—	—	160 N

Nota: Se consideró la suma de los pesos de los dispositivos y del techo para posteriormente dividir su resultado sobre el área actuada, así se obtuvo una carga continua de 890 N/m.

Figura 18

Valores introducidos en el software libre, vista lateral.



Fuente: Software XVigas.

Las ecuaciones usadas para encontrar esfuerzos y factor de seguridad fueran las mismas

que el calculo anterior, así que se muestran los resultados obtenidos de dichas operaciones matemáticas seguido del valor de Momento Flector máximo brindado por el software.

$$M_{Fmax} = 1447Nm \quad (16)$$

$$\sigma_{perm} = 65.82MPa \quad (17)$$

$$F.S. = 3.798 \quad (18)$$

Finalmente, se muestran los valores simplificados de este calculo en la siguiente imagen:

Figura 19

Valor del Factor de seguridad

Vista Lateral					
	Momento Flector	Centroide	Inercia	Valor	Valor
Esfuerzo permisible Viga	1447	0,035	7,69E-07	6,58E+07	65,82
	Nm	m	m4	Pa	MPa
Factor de Seguridad			3,798361141		

Fuente: Autores.

Al promediar ambos valores de factor de seguridad se obtuvo un coeficiente de 3.95769 que se redondea a 4, este número se lo consideró en el modelado de la estructura en el software de diseño que se detallará en los próximos apartados.

3. Análisis de Columna

El calculo de factor de seguridad de las columnas es muy importante para determinar si dicho elemento no se pandeará, siendo la parte más fundamental de la estructura, este valor debe demostrar que el pilar podrá soportar el peso que se le aplique, sea constante o variable. Dicho esto, los factores a tomar en cuenta para el cálculo se detallan a continuación.

El momento de Inercia de la columna se dio por la misma ecuación usada para las vigas, puesto que esta barra es de igual forma que la del techo, siendo así se obtuvo:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{H^4 - h^4}{12} \\
 I &= \frac{(120)^4 - (108)^4}{12} \\
 I &= 5.94x10^{-6}m^4
 \end{aligned} \tag{19}$$

Para la determinación de la carga critica de la viga se consideró la ecuación 4, donde el módulo de elasticidad del acero estructural ASTM A36 es de $2.00x10^{11}N/m^2$, por otro lado la longitud escogida fue de $2.465m$, y se encontró el valor siguiente:

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \\
 P_{cr} &= \frac{\pi^2 * 2.00x10^{11}N/m^2 * 5.94x10^{-6}m^4}{2.65^2m} \\
 P_{cr} &= 1.93x10^6N
 \end{aligned} \tag{20}$$

En el cálculo del factor de seguridad se utilizó la ecuación 5, donde la fuerza critica se obtuvo mediante la suma de las cargas totales encontrados en el software XVigas, se consideró toda esta carga como única para cada viga, así se pretendió que cada una de ellas pueda soportar más de lo que se planea usar, hablando propiamente de la carga.

$$\begin{aligned}
 F.S. &= \frac{P_{cr}}{F_{tr}} \\
 F.S. &= \frac{1.93x10^6N}{8x10^4N} \\
 F.S. &= 24.13
 \end{aligned} \tag{21}$$

4.2.3. Modelado del sistema fotovoltaico

Se especifico la cantidad de paneles a usar teniendo en cuenta el área rectangular que proyecta la cubierta, que es 1.6 m de ancho y 6 m de largo, al tener presente que el diseño selecto fue escalonado, se tuvo que determinar la separación mínima requerida para el trabajo óptimo.

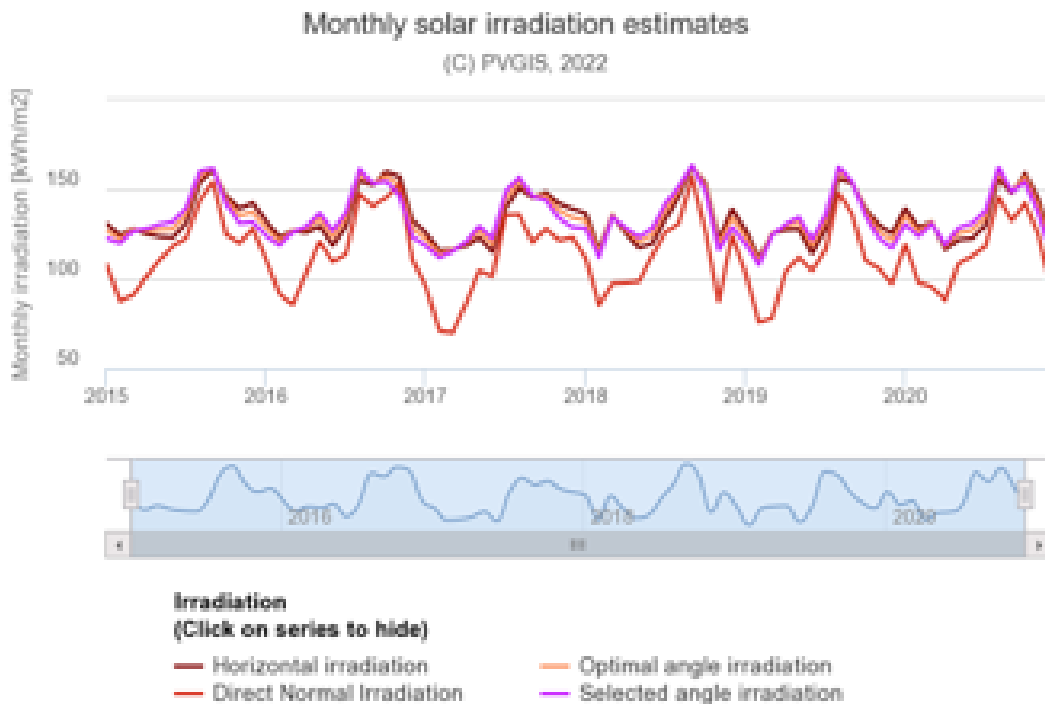
En contraste la parada podrá albergar 4 paneles por cubierta, dándonos un total de 8 paneles, obtenido este valor y sabiendo que el modulo escogido tiene una potencia nominal de 230 W, la potencia máxima que podrá entregar el sistema es de 1840 W.

1. Dimensionamiento del sistema

Antes de proceder con el diseño del sistema de energía renovables se deben determinar ciertos parámetros como: la irradiación solar, este se determina a partir de la ubicación geográfica donde se realizara el proyecto, con la ayuda de la pagina *PHOTO-VOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM* (2022), se obtuvo todos los datos meteorológicos del lugar proporcionados por PVGIS-ERA5, que se muestran a continuación.

Figura 20

Irradiación solar producida en la intersección Borrero y Lamar.



En la gráfica se pudo recatar gran variedad de parámetros, pero para el calculo solo se requirió del Horizontal irradiation, del cual se eligió su valor mas bajo, que al ser trasformado a días nos queda como: $3.878 \text{ kWh}/m^2$.

En el apartado de selección se determino el uso del panel *Resun* por sus dimensiones, a continuación se realizara un pequeño calculo sobre su funcionamiento, antes de efectuar

este se requieren de los parámetros de carga total del sistema, se realizó la tabla 20 donde se identificó las potencias de cada uno de los dispositivos a usar en el diseño, teniendo en cuenta la ecuación 22.

$$Potencia \times Tiempo = \text{Consumo de energía eléctrica} \quad (22)$$

Tabla 19

Carga total del sistema

Dispositivo	Cantidad	Potencia (Whatts)	Potencia total (Whatts)	Horas	Energía
Cámaras IP	2	9	18	12 h	216
Grabadora NVR	1	8	8	12 h	96
Pantallas informativas	1	185	185	12 h	2220
Sistema de sonido	1	36	36	12 h	432
Tomacorriente USB	4	2 X 15	120	12 h	1440
Router	1	10	10	12 h	120
Potencia total del sistema			377	-	-
Energía total del sistema					4524

Nota: En la elaboración de la tabla se analizó el sistema fotovoltaico que se iba a efectuar, el cual consiste en el uso de la energía solar solo en las horas de luz disponibles, un controlador de conexión redireccionará la energía en caso de que el sistema se encuentre indisponible o no abastezca. Por lo cual se desprecia los dispositivos del sistema de iluminación ya que su funcionamiento estará programado para la noche, así mismo se efectuó a todos los elementos con 12 horas máximas de trabajo.

Establecido los parámetros de la tabla 5, tabla 20 y la imagen 21, se procedió a calcular el número de paneles necesario para la carga preestablecida con la ecuación 23, recomendada en el estudio realizado por Serrano-Guerrero, Ochoa-Malhaber, y Ortega-Romero (2022), donde N_t es el número total de paneles, E_T es la energía total requerida, P_{PV} es la potencia máxima del panel, G_{dm} es la irradiación del sol en un determinado lugar o punto, $1000W$ es la irradiación global y P_r es el coeficiente de rendimiento, el cual para sistemas fotovoltaicos es 0,8.

$$N_t = \frac{E_T}{P_{PV} * G_{dm} * P_r} \quad (23)$$

$$N_t = \frac{4.524kW*1000W}{220W*3,878kW*0,8} = 6.63 \cong 7\text{paneles}$$

Habiendo determinado la cantidad de paneles se procedió con el calculo del inversor, pero para este se necesito de la tabla de parámetro del panel solar, apreciada a continuación.

Tabla 20

Parámetros del panel fotovoltaico

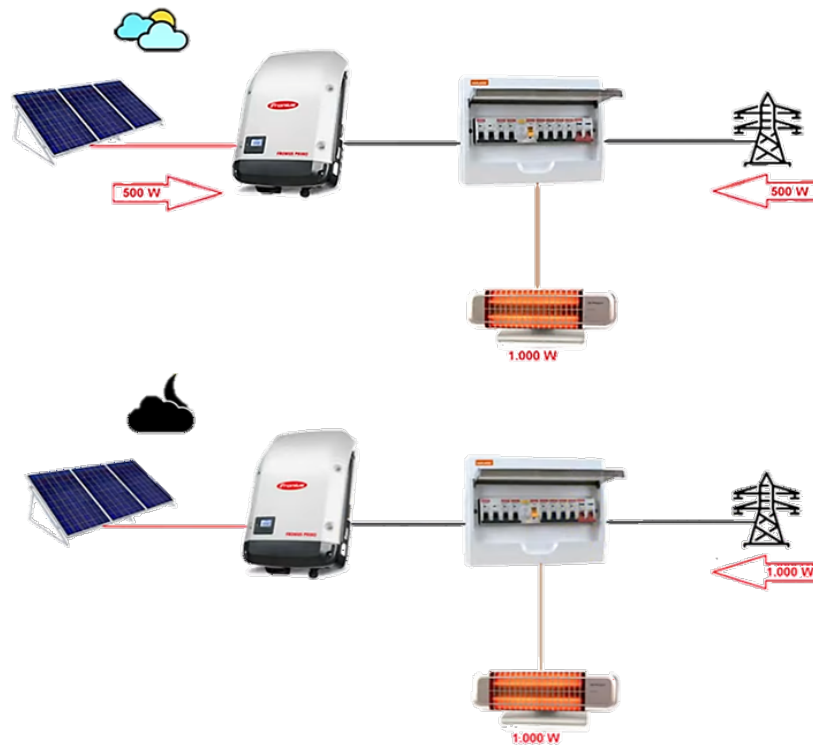
Parametros	Valores
Nominal power (Pmpp)	220 Wp
Number of cells (matrix)	40(4x10)
Open circuit voltage (Uoc)	27.0 V
Short circuit current (Isc)	10.74 A
Nominal voltage (Umpp)	22.7 V
Nominal current (Impp)	9.69 A

La corriente y el voltaje total del sistema fueron dados por el tipo de conexión, que se estableció para el numero de paneles a efectuar. Como una medida de seguridad este fue sobredimensionado, estableciendo una cantidad de 8 paneles con una conexión matricial de (8x1), dándonos un voltaje total de 216 V y la corriente es de 11 A, la potencia nominal del inversor es determinada por el pico de potencia de las cargas, el cual se calculara a partir de la potencia total del sistema de la tabla 20 multiplicado por el factor de seguridad recomendado dado por el 10% del valor, dándonos una potencia nominal de 4976.4 W.

En base a estas consideraciones se puede seleccionar un inversor que se ajuste a las necesidades del usuario. Como punto importante del sistema se uso un inversor on-grid, el cual mezcla y sincroniza las energías de la red y el panel creando una, teniendo como prioridad la energía producida por el panel, como se muestra en las figuras a continuación.

Figura 21

Sistema fotovoltaico on-grid sometido a cargas.



4.2.4. Modelado de conexiones

En este apartado se determinó las conexiones existentes entre dispositivos, de estos se obtuvo un diagrama de red y un diagrama eléctrico, los cuales están efectuados con sus respectivas simbologías y nomenclaturas de diseño.

El diagrama de red se consideró de manera simplista, este proporciona los dispositivos que necesitan de conexión con la nube para su funcionamiento, más no describe los protocolos de conexión existentes, se sabe que incluyen mecanismos que permiten que los dispositivos se identifiquen y se conecten entre sí, así como reglas de formato que definen cómo se forman los paquetes y los datos en los mensajes enviados y recibidos. Varios protocolos admiten la validación de mensajes y la compresión de datos para garantizar una comunicación de red eficiente y confiable, entre los protocolos más usados tenemos.

Tabla 21

Protocolos de red

Protocolo	Descripción
FTP	Protocolo capas de proporcionar interfaz para la transferencia de archivos en la red.
SMTP	Protocolo usado en los servicios de correos electrónicos.
TCP	Protocolo de transporte orientado a la conexión, gestiona conexiones entre emisor y receptor.
UDP	Protocolo de transporta sin conexión, a conjunto de TCP.
IP	Este Protocolo es la base de todo el direccionamiento que ocurre en las redes TCP/IP.
ARP	Protocolo de reducción de direcciones, correlación entre las direcciones IP con las MAC de hardware.

A continuación se presentará los respectivos diagramas de conexiones;

Figura 22

Diseño de conexiones de red

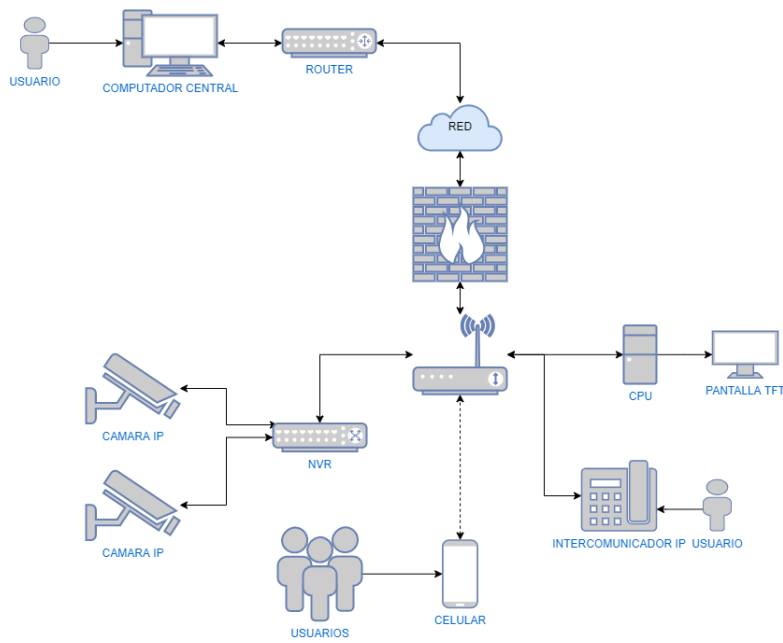
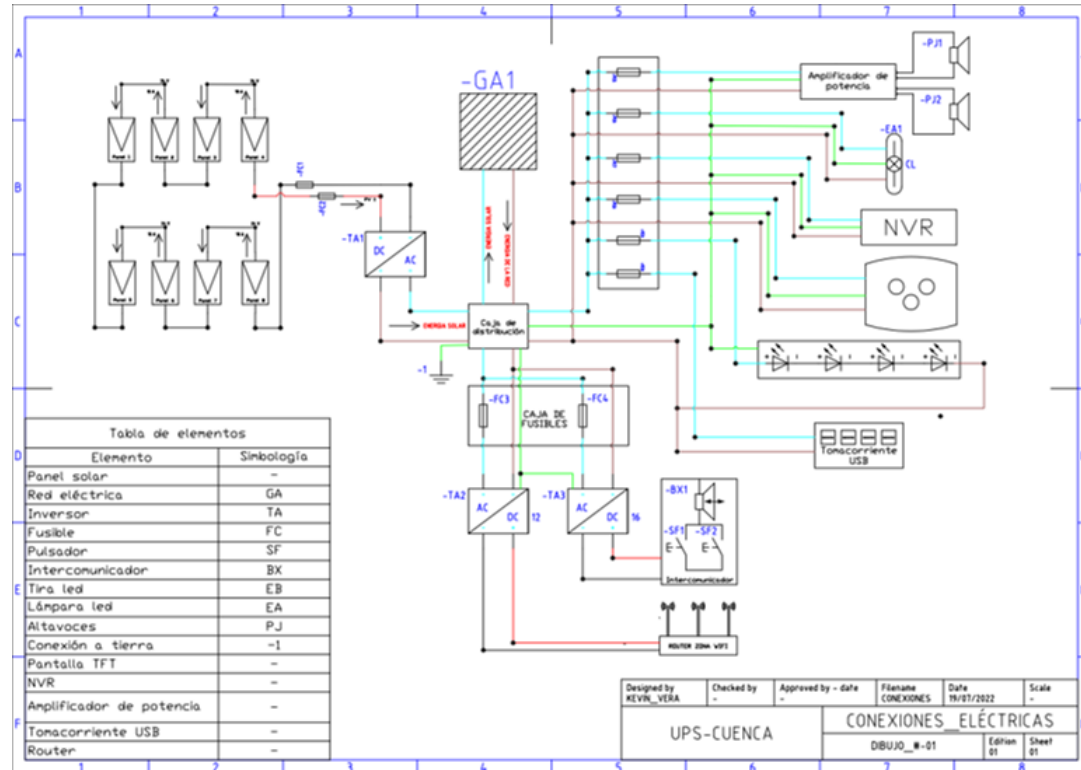


Figura 23

Diseño de conexiones eléctricas



Nota: El diseño busca comprender la conexión de los dispositivos para un sistema conectado a la red y a una fuente fotovoltaica.

4.3. Evaluación del diseño.

4.3.1. Sistema Mecánico

El software utilizado ha servido para determinar los distintos valores de deformación que puede admitir el sistema para ser viable, así como el factor de seguridad que la normativa ecuatoriana prevé como aceptable para su construcción. La evaluación entre los cálculos analíticos y los simulados brindan veracidad al proceso que se realizó, muchos de estos datos serán tratados en el capítulo siguiente a mayor detalle. Como se puede ver en la normativa NEC-SE-GM-26:8 el límite establecido para el factor de seguridad de cargas muertas y vivas es de alrededor de 2.5 a 3, aun así, se decidió trabajar en un rango de 3 a 5, puesto que el sistema posee varias cargas de consideración. Se necesita tener un factor de seguridad más amplio para cualquier posible amenaza, más adelante se especificará a mayor detalle este aspecto.

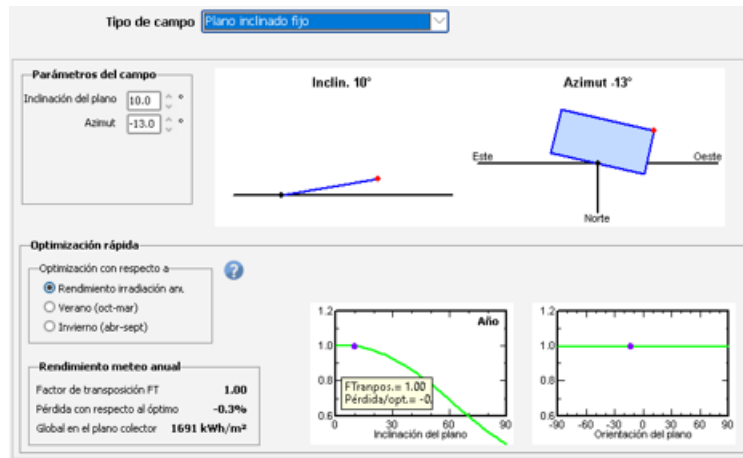
4.3.2. Sistema Fotovoltaico

En la evaluación se determinó el uso del software PVsyst, este dispone de múltiples herramientas que nos ayudaran a calcular, medir y simular nuestro sistema fotovoltaico, entre los apartados tenemos la selección geográfica del lugar, con el fin obtener parámetros como los de la imagen 21, establecido el proyecto pasamos al apartado de variante, donde encontramos parámetros como: orientación, sistema, perdidas detalladas y otros apartados adicionales, pero que afectan al resultado del cálculo.

La orientación establece variables como el ángulo de inclinación del panel y el ángulo azimut, que no es más que el grado de inclinación del panel con respecto al Oeste, establecido los parámetros el software te da como retroalimentación el rendimiento anual, tal como se muestra en la figura 24.

Figura 24

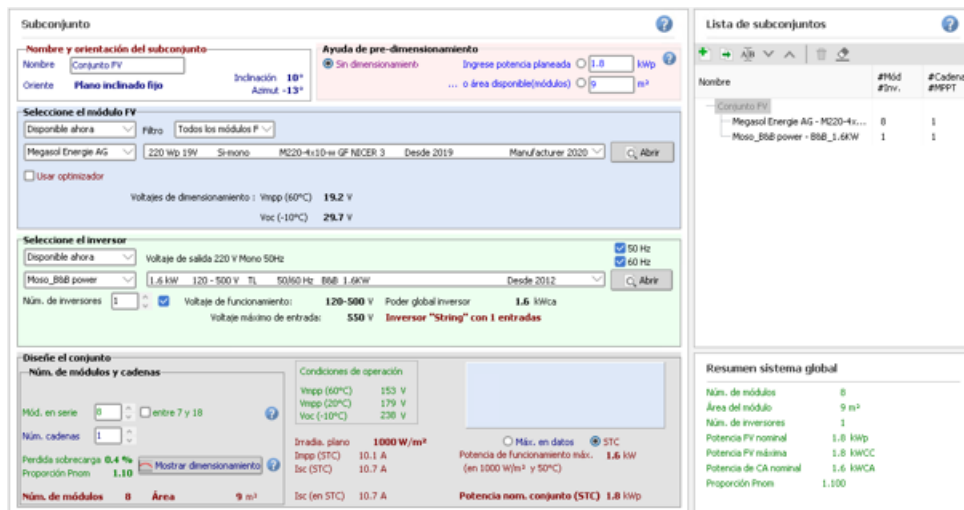
Parámetros de orientación.



En el apartado de sistema se estableció el conjunto fotovoltaico, aquí se buscó el panel solar ya determinado, se estableció el tipo de conexión entre paneles, se seleccionó el inversor que mejor se acople al sistema, tal como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Parámetros del sistema.



En el apartado de pérdidas como su nombre lo indica, este establece todas las pérdidas que tiene el sistema, este apartado es automático y se obtiene de todos los variables establecidas hasta el momento. Como se observa en la figura 26 tenemos variables como el deterioro del panel, obstrucciones por suciedad y otros factores que producen pérdidas.

Figura 26

Parámetros de pérdida.

Cabe destacar que el software presentado no solo se puede usar como medida de comprobación de un diseño previo, el mismo con base en un dimensionamiento ya sea de potencia o área de implementación, calculara la cantidad de paneles que se necesita y cuál es la forma más óptima para su conexión, también nos ofrece la posibilidad de determinar sistemas fotovoltaicos para distintos entornos como pueden ser: sistemas independientes, sistemas de bombeo y sistemas de conexiones con la red.

4.3.3. Sistema Eléctrico-Electrónico

Al establecer todos los parámetros eléctricos en el diagrama de componentes se procedió a la evaluación de cada elemento basándose en la conexión que van a tener entre ellos, como se muestra en la figura.23. El funcionamiento de estos se detalló en el software PVsyst para determinar que el sistema energético de la parada soporta las cargas existentes de los dispositivos.

Observación: La viabilidad del proyecto no solo depende de los resultados prometedores que se dan en el campo ingenieril, sino también de las estimaciones de costo que puede tener el proyecto, al ser un trabajo ambicioso se necesita de recurso medianamente grande para poder ejecutarlo en la vida real, pero para ofrecer una mejor alternativa de inversión se necesita que el presente sea lo menos costoso posible salvaguardando la calidad e integridad que puede brindar la parada. La estimación de costos es un parámetro decisivo para presentar el trabajo ante inversionistas o a una empresa ejecutora dispuesta a la implementación del modelo virtual.

La evaluación del proyecto está muy relacionada con el aspecto económico, así que se realizara una estimación de gastos y de beneficios en el capítulo posterior.

CAPITULO III:

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5. Resultados Obtenidos

5.1. Parámetros para el diseño de la parada inteligente.

A continuación, se presentan los distintos resultados que se obtuvieron a través de investigación y experimentación para determinar los parámetros iniciales que conforman este proyecto.

5.1.1. Selección de dispositivos.

Al referirse a los dispositivos seleccionados se tiene que cada uno de ellos corresponde a un funcionamiento vital de la parada, desde los más sencillos como las luces led hasta los más importantes como las cámaras de vigilancia. Cada uno fue elegido por la versatilidad que presenta y como se integran unos con otros, hablando de los dispositivos eléctricos y electrónicos. Por otro lado, los materiales de construcción se adecuan a los estándares de calidad y durabilidad que una empresa requiere, disponiendo de una pequeña inversión el producto que se ofrece podrá cumplir con las expectativas de los inversores y los usuarios en general.

5.1.2. Consideración de Cargas.

Las cargas que se tomaron a consideración dieron resultados viables en el estudio debido a que los valores son más acercados a los dados por el simulador. Al no considerarse cargas como la de lluvia o las sísmicas la fuerza resultante fue aproximada a la que el software tomaba, puesto que el programa no considera accionar de cargas ambientales más que solo las ejercidas por la misma estructura. Excluir ciertos parámetros que no eran necesarios en el cálculo hizo que las operaciones fueran más sencillas y rápidas de deducir dando valores factibles como se verá más adelante.

5.1.3. Dimensionamiento.

Tener una referencia clara del entorno ha ayudado a dimensionar correctamente la parada, tomando en cuenta la movilidad de toda clase de usuario, dándoles un área amplia para poder circular e interactuar con los dispositivos existentes en la misma. Los resultados que se esperan obtener (si se da una posible implementación) son: el aumento de la confiabilidad de las personas, así como garantizar el bienestar de los usuarios en general. Cabe mencionar que la correcta colocación de los componentes eléctricos y electrónicos brindan una mejor comunicación humano-máquina.

5.2. Diseño de la parada inteligente.

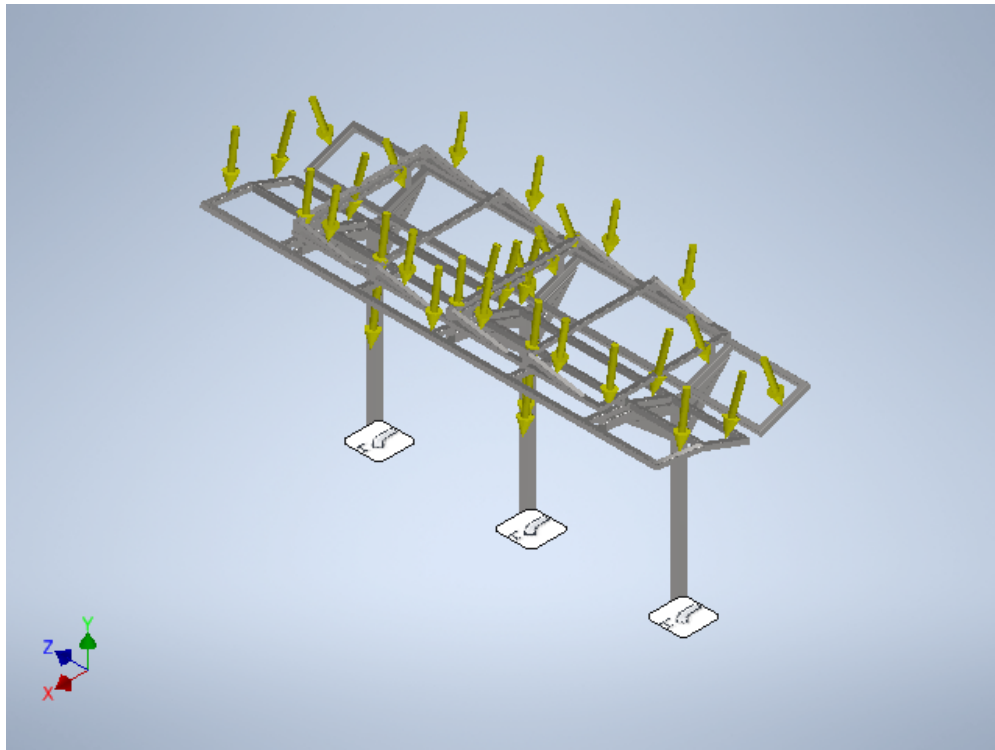
Muchos de los sistemas que conforman la parada necesitaron ser puestos a prueba, al ser un diseño más no una implementación de proyecto, la mejor forma de poner a prueba los parámetros ya establecidos es por medio de cálculos analíticos y por uso de software. Siendo así los resultados virtuales se expresan a continuación.

5.2.1. Sistema Mecánico-Estructural.

Una vez obtenido los valores mínimos de diseño se procedió al análisis de tensiones por medio del software Autodesk Inventor Profesional en donde se insertaron las cargas previamente calculadas y las restricciones ya establecidas para observar el comportamiento de cada uno de sus miembros. Primero se colocaron todas las soldaduras a las vigas, sea del techo o del poste, luego se ensambló todas las piezas del esqueleto de la estructura y se ejecutó el debido estudio.

Figura 27

Cargas del Sistema

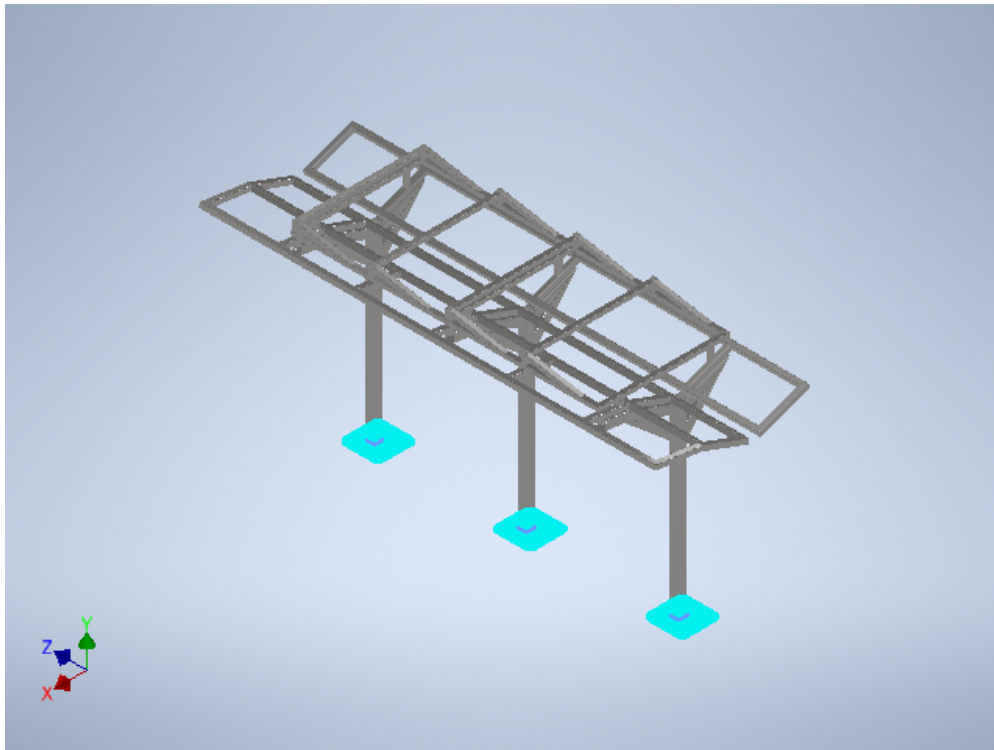


Nota: Las cargas usadas en el análisis virtual fueron las obtenidas analíticamente en las combinaciones de cargas.

Las restricciones fijas del diseño fueron colocadas en la parte inferior de la estructura como normalmente es utilizado.

Figura 28

Restricciones del Sistema



Nota: Estas restricciones cuentan también como la placa base que se planeó colocar, así mismo hace referencia al empotramiento del poste.

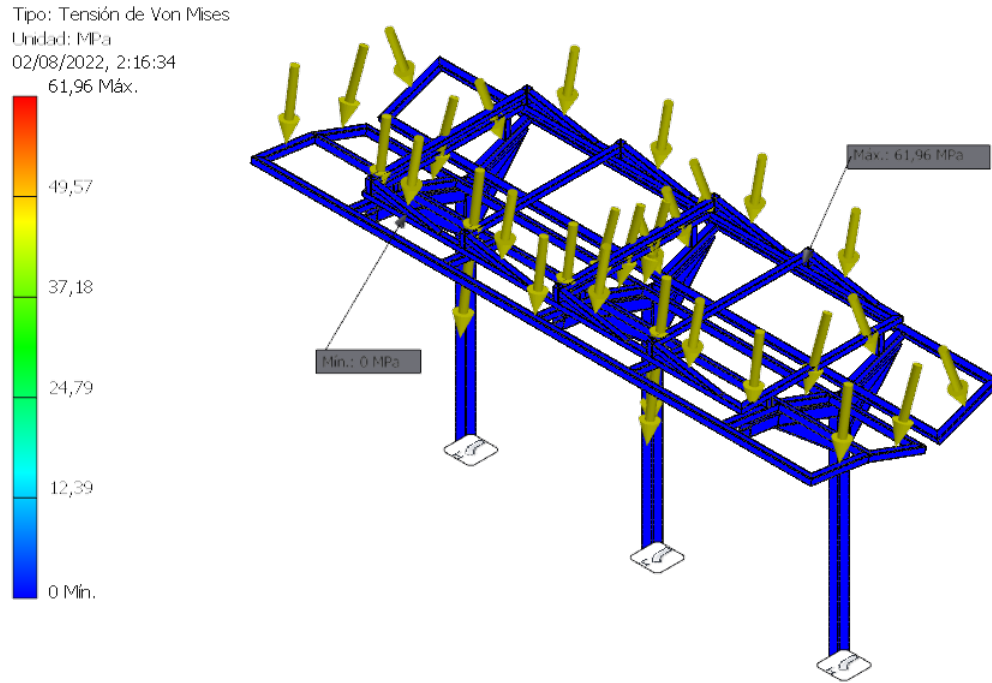
A partir las dimensiones de tubos utilizados para la construcción virtual de la parada se obtuvieron varios valores de tensión y factor de seguridad, de los cuales los más importantes para un análisis de viabilidad de estructura son los siguientes:

1. Tensión permisible o de Von Mises.

En secciones anteriores se presentó el esfuerzo de fluencia del material, que es de 250MPa , como se observa en la figura 29 el esfuerzo máximo que se obtiene en el sistema es de 61.96MPa haciendo que se mantenga alejado del límite máximo elástico determinando la viabilidad de la estación.

Figura 29

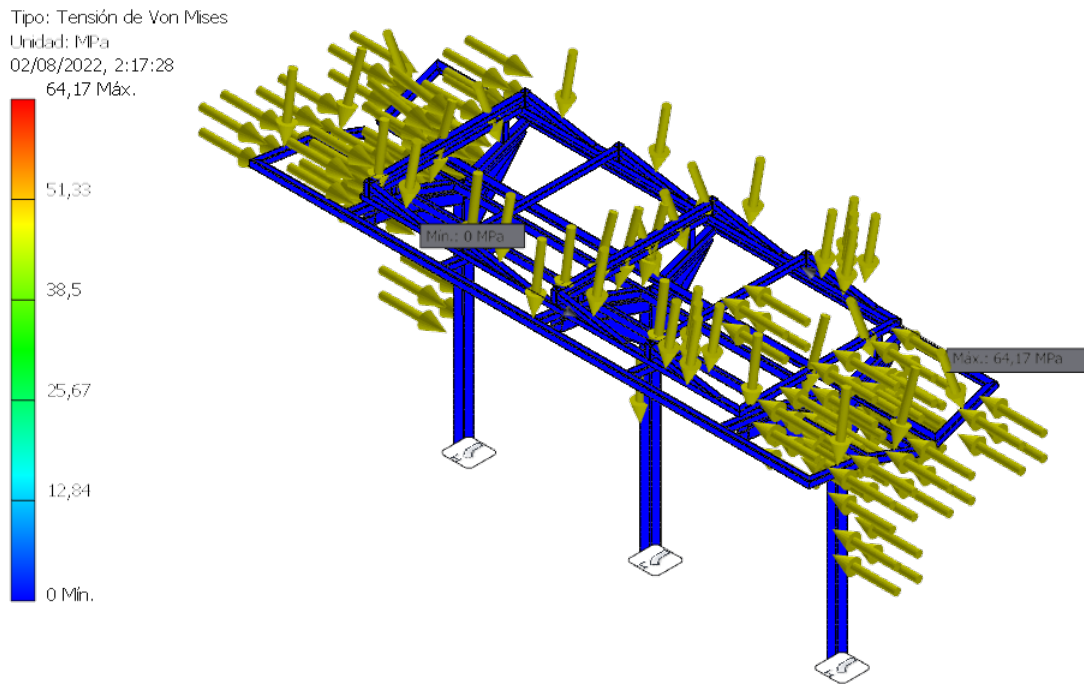
Tensión de Von Mises del sistema



Se consideró también una presión de aire que se direcciona en ambos lados de la parada, como se aprecia en la figura 30. La fuerza del aire actúa en toda la estructura, pero al poseer edificaciones altas tanto atrás como adelante la presión considerada se la posicionó en los laterales de la estación, justo en la dirección de la carretera. Así se observa como la tensión permisible de 64.17MPa no varía en gran medida a la conseguida anteriormente dando un valor aceptable.

Figura 30

Tensión de Von Mises del sistema con presión de aire

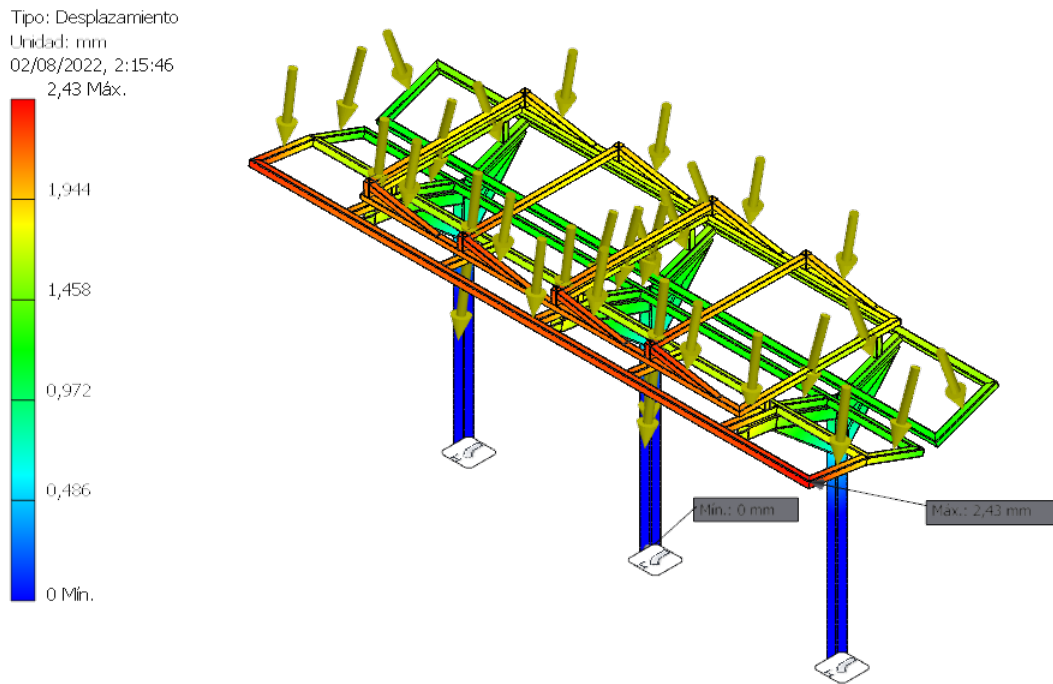


2. Desplazamiento admisible.

La figura 31 muestra el valor de desplazamiento que tiene el sistema, en muchos escritos se define que el límite de deformación que debe tener una estructura es de 3mm , el valor obtenido es de 2.43mm , donde se acepta y se sustenta este parámetro de estudio.

Figura 31

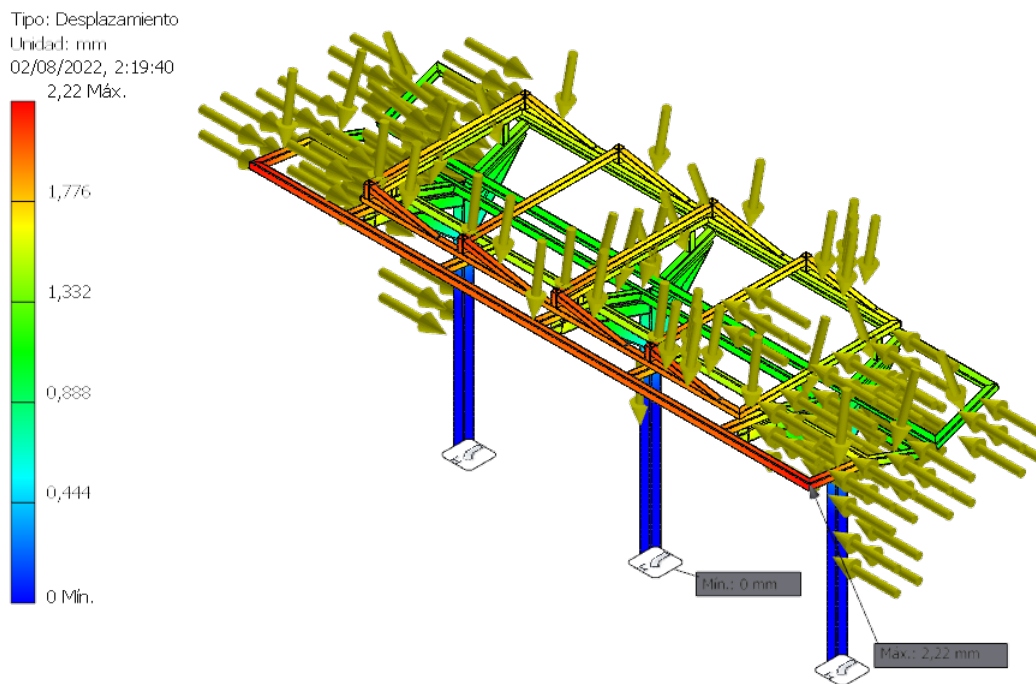
Desplazamiento admisible del sistema



Así mismo la figura 32 muestra la deformación del sistema con cargas de viento, también se aprecia que el valor obtenido es de 2.22mm siendo aceptable pero dando una pequeña variación con el resultado anterior.

Figura 32

Desplazamiento admisible del sistema con presión de aire

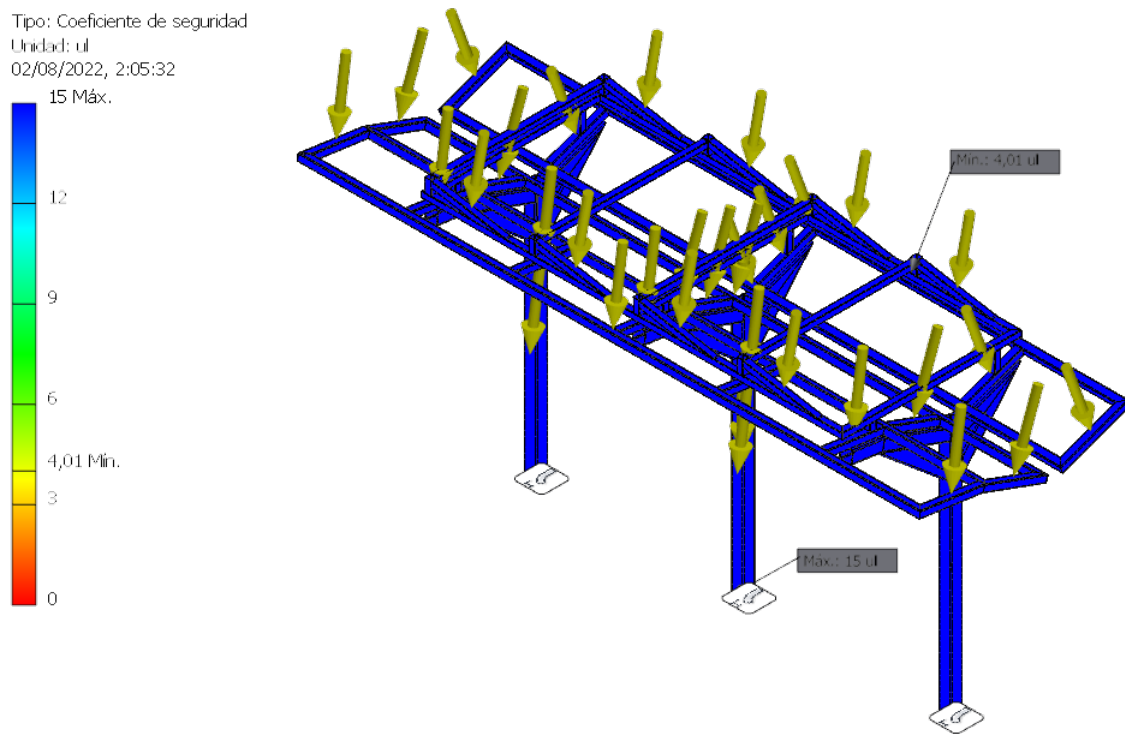


3. Factor de Seguridad.

Como último resultado se presenta el factor de seguridad definitivo que posee la parada, al ser una estructura con cargas de distintos tipos se consideró un número alto en comparación al que expone la normativa. Teniendo un rango establecido por los propios investigadores se presenta el dato numérico del coeficiente que es de 4.01, manteniéndose en el margen descrito para esta clase de estructura, fidelizando el diseño.

Figura 33

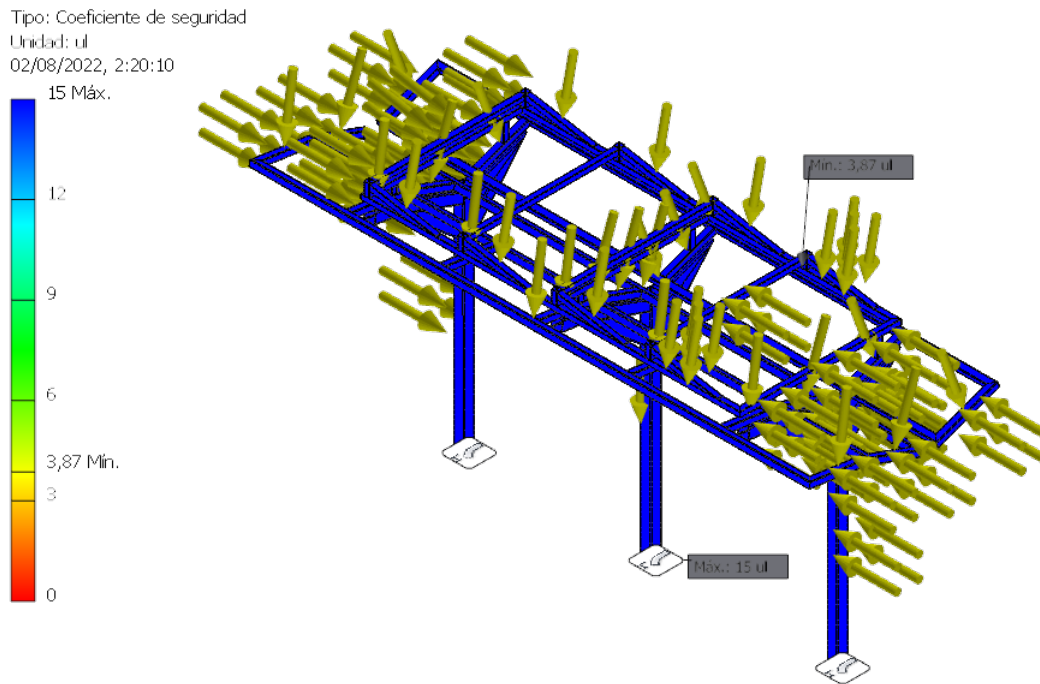
Coefficiente de seguridad del sistema



Al igual que los casos anteriores se considera la carga de viento en este punto brindando valores aceptables para el diseño de 3.87 con solo una ligera variación, este dato obtenido sigue estando en los parámetros aceptables de diseño así que la parada es viable.

Figura 34

Coefficiente de seguridad del sistema con cargas de viento



5.2.2. Sistema Energético.

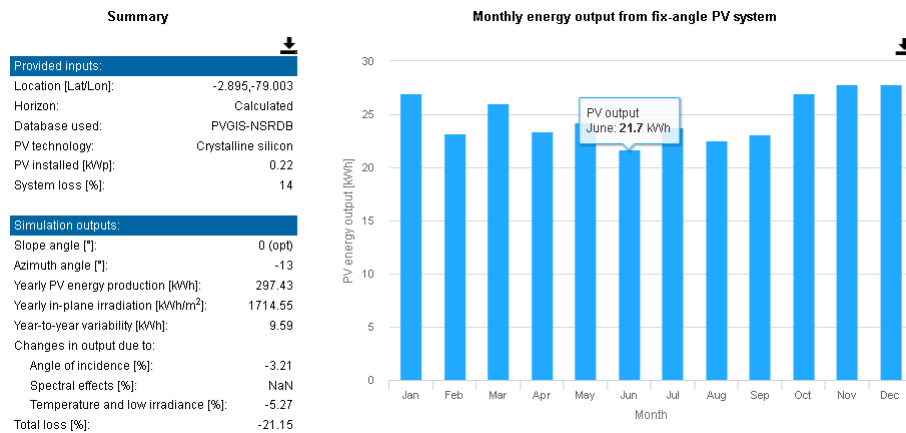
Determinado todas las variables que afectan a los sistemas eléctricos y sistemas fotovoltaicos, se establece el contraste de dos resultados:

Con ayuda de la página *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM* (2022) y con el valor de potencia del panel se estableció que en la ubicación determina, este proporcionaría por hora una salida diaria de 0.723 kW, la cual si la escalamos a los 8 paneles nos da una potencia de 5.79 kW, en contraste con la tabla 20 de cargas del sistema solo se necesita de 4.524 kW.

A continuación se observa la gráfica de la salidas mensuales del sistema.

Figura 35

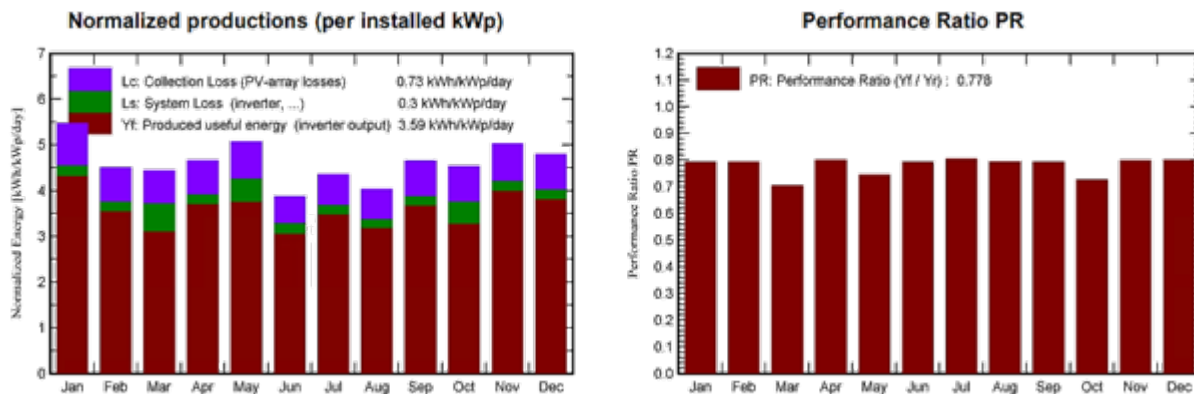
Monthly energy output from fix-angle PV system



Como segundo resultado tenemos el funcionamiento de un sistema más real, determinando variables de salida, entrada u otra variable externa que afecte a la salida de energía.

Figura 36

Producción y rendimiento del sistema



Nota: En la primera gráfica se tuvo a detalle la producción de energía con respecto a las pérdidas, en la segunda gráfica se observa el rendimiento. Estos diagramas nos ayudan a determinar el mes con menor producción o rendimiento en el sistema

Como resultado final tenemos un contraste de los diagramas, en este se recató que el sistema en el mes más bajo proporciona 162,2 kWh al mes, teniendo en cuenta que necesitamos 4.524 kWh al día, realizamos el escalamiento del valor a mes, teniendo como resultado 140 kWh al mes.

Figura 37

Resultados

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	181.2	68.21	11.71	169.6	159.8	249.4	236.6	0.793
February	130.3	73.51	12.00	125.9	118.6	186.1	175.5	0.792
March	138.2	83.79	11.51	137.5	129.7	203.9	170.3	0.704
April	137.0	73.02	11.29	139.7	132.3	207.7	196.5	0.799
May	150.4	81.32	11.43	157.1	148.5	233.6	205.9	0.744
June	111.0	67.39	10.76	116.2	109.6	174.6	162.2	0.793
July	128.6	69.16	10.24	134.9	127.4	201.9	190.7	0.803
August	121.3	72.21	11.12	124.8	117.9	185.3	174.4	0.794
September	139.1	93.62	10.86	139.5	131.4	205.8	194.7	0.793
October	143.7	89.55	12.14	140.5	132.5	206.2	179.7	0.727
November	158.2	72.64	11.64	150.8	142.5	223.4	211.8	0.798
December	158.4	77.29	10.98	148.5	140.0	220.5	208.8	0.799
Year	1697.3	921.71	11.30	1685.0	1590.3	2498.4	2307.0	0.778

Nota: *Se debe tener en cuenta que para nuestro análisis, el valor resultante debe ser menor o igual que el valor de salida mínimo del sistema*

Tanto para los dos análisis, nuestros resultados fueron favorable, en este se puede determinar que para las cargas producidas por los dispositivos de nuestro sistema es necesaria 4,524 kW/h y como resultados, tenemos que el sistema puede producir un mínimo de 5,41 kW/h al día, el cual proporciona la energía necesaria para que el sistema funcione, incluso genera valores de carga adicionales que se podrían inyectar a la red eléctrica.

5.3. Resultados de la evaluación del diseño de la parada inteligente.

Es prescindible una estimación de costos en un proyecto como este, siendo así los puntos que se analizaron van desde la maquinaria que se dispone a usar, hasta la mano de obra estimada. Los dispositivos y elementos de la parada se enlistaron para calcular el número de tubos necesarios para la construcción.

5.3.1. Costos de Dispositivos y Materiales.

Los dispositivos, al igual que los materiales, se los adquirirá desde el principio, debido a que muchas de las veces los distribuidores tienden a demorar en la entrega y sería un gasto innecesario mantener al personal en espera hasta que lleguen los componentes faltantes. Cabe

mencionar que el análisis se dio por costos tentativos de los elementos en el mercado actual, pero son una buena referencia para las estimaciones.

1. Materiales

Se calculó la cantidad en metros que se necesitaba de cada cosa y se lo referenció con uno ya existente en el mercado.

Tabla 22

Materiales de construcción de la parada

Material	Cantidad en parada	Longitud disponible en el mercado	Cantidad	Costo
Tubo A36 poste	33624 mm	6000 mm	6	480 USD
Tubo A36 Techo	79578 mm	6000 mm	14	980 USD
Tubo A36 asiento	14280 mm	6000 mm	3	135 USD
Madera	10720 mm	3000 mm	4	60 USD
Tubos A36 Base panel	49930 mm	6000 mm	9	625 USD
Policarbonato	16327200 mm^2	8750000 mm^2	2	200 USD
Costos de Materiales (USD)				2480.00 USD

2. Dispositivos.

Los dispositivos fueron los elementos más complicados de conseguir, ya que muchos de ellos se tienen que importar y por ende su precio aumenta, la siguiente tabla muestra los precios estimados de cada dispositivo.

Tabla 23*Dispositivos Eléctricos-Electrónicos de la parada*

Dispositivos	Cantidad	Costo
Cámaras IP	2	216 USD
NVR	1	400 USD
Router	1	500 USD
Altavoces	2	1000 USD
Tomacorrientes	4	80 USD
Luces LED	10	190 USD
Manguera LED	1	60 USD
Tótem TFT	1	800 USD
Intercomun. IP	1	300 USD
Panel Solar	8	2560 USD
Inversor	1	3500 USD
Costos de Dispositivos (USD)		9606.00 USD

Nota: No se consideró el costo de la mano de obra ni las herramientas a usarse, debido a que estos suelen variar con más frecuencia que los elementos anteriormente mencionados, además de que el proyecto se enfoca en el diseño. Para un mejor análisis de gastos y costos se debería realizar un estudio más a fondo sobre este tema.

6. Conclusiones

Se concluye que para la determinación de los parámetros iniciales de este proyecto se requirió un completo estudio de todas las variables que intervienen en un problema específico, siendo este la mejora del actual diseño de parada inteligente, se consideró todas las posibles soluciones a una necesidad pensando que no todas las respuestas son satisfactorias, así tomando en cuenta las variables estrictamente necesarias, puesto que si se tomaban elementos de más el proyecto pudo haberse alargado más de la cuenta y causar inconvenientes a los investigadores. Es así, que para la resolución de un problema solamente se consideraron los parámetros necesarios como iluminación, seguridad, áreas de descanso, movilidad e información y poder brindar una solución óptima y duradera de forma rápida y sin complicaciones.

El diseño fue elaborado tomando en cuenta los factores anteriormente seleccionados, es así que cada variable está fundamentada por criterios ingenieriles como normativas de construcción avaladas por el país y la ciudad o parámetros internacionales de energías renovables que dan valor a la respuesta final. No obstante, los problemas presentados suele ser retrasos cortos o largos y se tuvo que volver a analizar las variables principales en busca de soluciones. El uso de dispositivos y software que beneficien el cálculo o las mismas normas establecidas permiten brindar más veracidad a lo que se expresa, es por ello que este proyecto se fundamentó en elementos que son únicamente necesarios para el avance, brindando un diseño de parada acorde a las necesidades de los usuarios y de una larga vida útil.

Finalmente, se tiene que la elaboración de un diseño llamativo y en teoría viable no lo es todo para llegar a una implementación final, puesto que cada sistema y subsistema que conforma el trabajo investigativo es evaluado en busca de fallas o mejoras que puedan economizar el costo de producción, siendo así, un proyecto es viable también si se sostiene en parámetros monetarios sustentables, donde la empresa ejecutora esté dispuesta a invertir lo necesario, pero esperando resultados favorables. Es por ello que la evaluación de la parada estuvo dada por criterios no solo ingenieriles, sino también económicos, de esta manera los inversores estén interesados en la construcción de la misma, pero sabiendo que los resultados futuros a obtener serán satisfactorios.

7. Recomendaciones

Es recomendable el análisis profundo de la mayoría de variables que se tengan a la mano, luego de esto determinar cuáles son las más convenientes a implementar. Esto debido a que si se dejan pasar parámetros que no parezcan relevantes, a futuro podría ocasionar problemas en el desarrollo del trabajo investigativo. Adicionalmente, elaborar informes de las variables que se analizaron es beneficioso y evita contratiempos al momento de trascender al siguiente paso. Para el armado del diseño del proyecto se encontraron varios inconvenientes que valdría la pena ser analizado en futuras investigaciones, por ello se recomienda que al momento de seleccionar factores como el de seguridad o el de desplazamiento se tenga un rango corto entre el límite establecido por las normativas a seguir, esto hará que se economice en materiales al momento de la construcción, pero dándole un factor confianza a los cálculos realizados. No obstante, apearse mucho a este límite puede causar problemas de diseño, haciendo que lo elaborado tenga fallas y la investigación sea en vano.

Al momento de seleccionar un inversor para algún tipo de sistema fotovoltaico se recomienda escoger la carga pico que producen los dispositivos para el análisis, debido a que muchos de los elementos electrónicos poseen una carga nominal baja que al ser encendidos esta puede llegar a números elevados creando una deficiencia de energía haciendo que el sistema a diseñar colapse. Así mismo, para ubicaciones en donde el grado de inclinación óptimo es de 0 grados se recomienda usar un valor mínimo de 10, esto se debe a que si el panel se encuentra totalmente horizontal lo hace propenso a la acumulación de polvo y requeriría mantenimientos continuos reduciendo la vida útil del mismo.

Para terminar, el uso de materiales económicos, pero duraderos, hará que la evaluación del proyecto terminado sea más llamativa para futuros interesados en implementar el trabajo en la vida real. Aun así, si se descuidan estos elementos y se utilizan unos de dudosa procedencia, el proyecto puede ser un riesgo para construirse, mucho más si este está enfocado al uso diario de civiles o se encuentra en zonas pobladas o de alto riesgo.

Referencias

- Amazon electric*s. (2022). Descargado de <https://acortar.link/fw0vbU>
- Amazon led*. (2022). Descargado de <https://acortar.link/8iMlWu>
- Balmori Roiz, J. A. (2018). *Cálculo de carga de viento según cte*. Universidad de Valladolid.
- Beer, F. P., y Johnston, E. R. (2010a). *Manual de diseño para la construcción con acero*. Mc. Graw-Hill.
- Beer, F. P., y Johnston, E. R. (2010b). *Mecánica de materiales*. Mc. Graw-Hill.
- Bose*. (2022). Descargado de https://www.crutchfield.com/p_201FS2CB/Bose-FreeSpace-FS2C-Black.html
- Cámaras ip*. (2022). Descargado de <https://www.revoamerica.com/ultra-hd-4-megapixel-ip-surveillance-mini-dome-camera>
- Gonzales, J., y Carrillo, X. (2021). *Estación tranvía antonio borrero: Fundación el barranco*. Alcaldía de Cuenca.
- Huawei smart string inverter*. (2022). Descargado de <https://drive.google.com/file/d/1ksUPmdjHM4Ag-sjsChVbHtdxntQChv5F/view>
- Intercomunicador ip*. (2022). Descargado de https://ciudadesseguras.mx/index.php?id_product=1556&rewrite=intercomunicador-ip-2-lineas-sip-2-relevadores-con-2-botones-para-llamada-anti-vandalico-ip65-e-ik10-poe-i12-n-02p&controller=product
- Koscon industrial s.a*. (2022). Descargado de <https://diaterm.com/wp-content/uploads/2017/05/CATALOGO-CELULAR-Y-COMPACTO-KOSCON.pdf?1657593959000>
- McCormac, J. C., y Csernak, S. F. (2013). *Diseño de estructuras de acero*. Alfaomega.
- Monsolar*. (2022). Descargado de <https://www.monsolar.com/separacion-paneles-solares>
- NEC-SE-CG. (2014). *Cargas no sísmicas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- NEC-SE-DS. (2014). *Peligro sísmico y diseño sísmico resistente*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- NEC-SE-GM-26:8. (2015). *Geotécnica y cimentaciones*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- NTE-INEN-2292. (2017). *Accesibilidad de las personas al medio físico: terminales, estaciones y paradas de transporte público*. Instituto Ecuatoriano de normalización.
- Nvr*. (2022). Descargado de <https://www.revoamerica.com/ultra-hd-4-channel-2tb-nvr>
- Outdoor router*. (2022). Descargado de <https://www.outdoorrouter.com/product/solar-powered-mimo-lte-4g-outdoor-wifi-router/>

Panero, J., y Zelnik, M. (1991). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Gustavo Gili SL.

Photovoltaic geographical information system. (2022). Descargado de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Resun. (2022). Descargado de <https://acortar.link/1I2aS4>

Serrano-Guerrero, X., Ochoa-Malhaber, C., y Ortega-Romero, I. (2022, 07). Procedure of the design of photovoltaic systems applied to ornamental lighting. , 4.

Tft. (2022). Descargado de <https://www.capmarsystems.com/es/totems-es>

ANEXOS

Anexo A: Propiedades de Materiales a Utilizar.

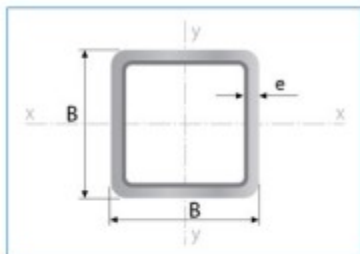
Figura 38

Propiedades mecánicas de algunos aceros estructurales

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

Figura 39

Propiedades de algunos perfiles de tubo cuadrado



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos,
previa consulta

- **Aplicaciones**
- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
 - Agroganadera: maquinaria e implementos industriales, agrícolas, avícolas y ganaderos.
 - Señalización y vialidad: soportes.
 - Aparatos de gimnasia y fitness.
 - Construcción: columnas.
 - Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.



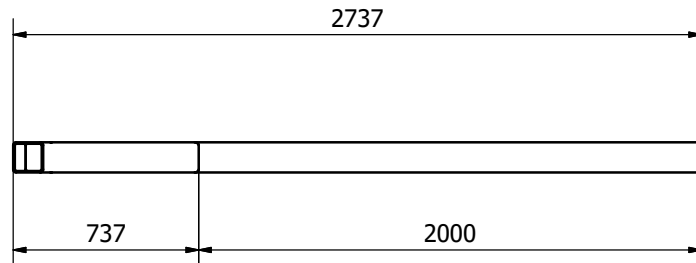
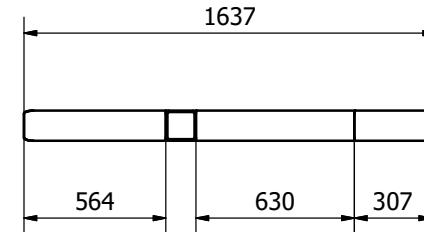
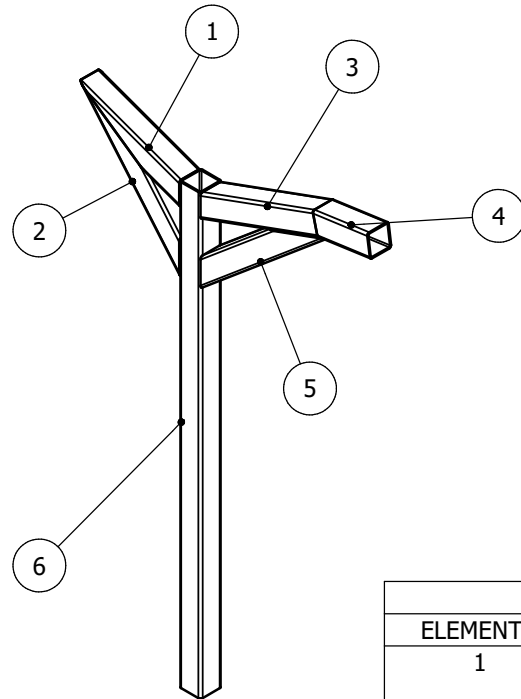
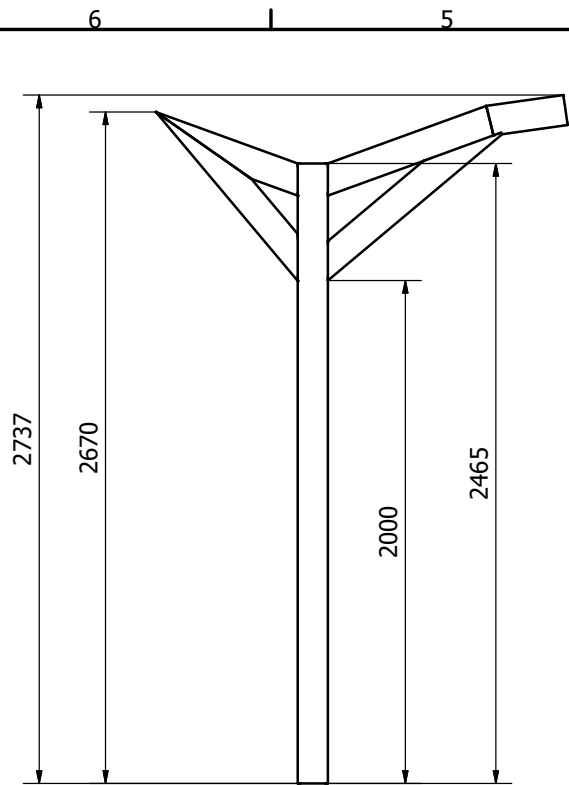
Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas			
			Eje x-x' = y-y'			
			Momento de inercia	Modulo de resistencia	Radio de giro	
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,40	0,99	0,78	0,56	0,56	0,75
	1,50	1,05	0,83	0,58	0,58	0,75
	1,80	1,23	0,96	0,66	0,66	0,73
	2,00	1,34	1,05	0,70	0,70	0,72
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93
30	1,40	1,55	1,22	2,08	1,39	1,16
	1,50	1,65	1,30	2,20	1,47	1,15
	1,80	1,95	1,53	2,53	1,68	1,14
	2,00	2,14	1,68	2,73	1,82	1,13
38	1,40	2,00	1,57	4,41	2,32	1,48
	1,50	2,13	1,67	4,67	2,46	1,48
	1,80	2,52	1,98	5,42	2,85	1,47
	2,00	2,78	2,18	5,89	3,10	1,46
40	1,40	2,11	1,66	5,18	2,59	1,57
	1,50	2,25	1,77	5,49	2,75	1,56
	1,80	2,67	2,09	6,39	3,19	1,55
	2,00	2,94	2,31	6,95	3,47	1,54
	2,50	3,59	2,82	8,23	4,12	1,51
	3,00	4,21	3,30	9,36	4,68	1,49
	4,00	5,35	4,20	11,18	5,59	1,45
50	1,40	2,67	2,10	10,42	4,17	1,97
	1,50	2,85	2,24	11,07	4,43	1,97
	1,80	3,39	2,66	12,95	5,18	1,96
	2,00	3,74	2,93	14,15	5,66	1,95
	2,50	4,59	3,60	16,96	6,78	1,92
	3,00	5,41	4,25	19,50	7,80	1,90
	4,00	6,95	5,45	23,84	9,54	1,85
60	1,50	3,45	2,71	19,52	6,51	2,38
	1,80	4,11	3,22	22,95	7,65	2,36
	2,00	4,54	3,56	25,15	8,38	2,35
	2,50	5,59	4,39	30,36	10,12	2,33
	3,00	6,61	5,19	35,17	11,72	2,31
	4,00	8,55	6,71	43,65	14,55	2,26
70	1,50	4,05	3,18	31,46	8,99	2,79
	1,80	4,83	3,79	37,09	10,60	2,77
	2,00	5,34	4,19	40,73	11,64	2,76
	2,50	6,59	5,17	49,43	14,12	2,74
	3,00	7,81	6,13	57,56	16,45	2,72
	4,00	10,15	7,97	72,22	20,64	2,67
75	1,50	4,35	3,42	38,92	10,38	2,99
	1,80	5,19	4,07	45,95	12,25	2,98
	2,00	5,74	4,50	50,50	13,47	2,97
	2,50	7,09	5,56	61,40	16,37	2,94
	3,00	8,41	6,60	71,65	19,11	2,92
	4,00	10,95	8,59	90,29	24,08	2,87
90	1,80	6,27	4,92	80,71	17,94	3,59
	2,00	6,94	5,45	88,87	19,75	3,58
	2,50	8,59	6,74	108,57	24,13	3,56
	3,00	10,21	8,01	127,32	28,29	3,53
	4,00	13,35	10,48	162,02	36,01	3,48
100	1,80	6,99	5,48	111,62	22,32	4,00
	2,00	7,74	6,07	123,01	24,80	3,99
	2,50	9,59	7,53	150,65	30,13	3,96
	3,00	11,41	8,96	177,08	35,42	3,94
	4,00	14,95	11,73	226,46	45,29	3,89
	5,00	18,36	14,41	271,36	54,27	3,84
	6,00	21,63	16,98	312,00	62,40	3,80
120	2,50	11,59	9,10	264,81	44,13	4,78
	3,00	13,81	10,84	312,38	52,06	4,76
	4,00	18,15	14,25	402,38	67,06	4,71
	4,50	20,27	15,91	444,87	74,14	4,68
	5,00	22,36	17,55	485,73	80,95	4,66
	6,00	26,43	20,75	562,68	93,78	4,61
125	3,00	14,41	11,31	354,53	56,73	4,96
	4,00	18,95	14,87	457,33	73,17	4,91
	5,00	23,36	18,33	552,87	88,46	4,87
	6,00	27,63	21,69	641,41	102,63	4,82
135	3,00	15,61	12,25	449,88	66,65	5,37
	4,00	20,55	16,13	581,80	86,19	5,32
	5,00	25,36	19,90	705,16	104,47	5,27
	6,00	30,03	23,58	820,25	121,52	5,23
150	3,00	17,41	13,67	622,76	83,03	5,98
	4,00	22,95	18,01	807,92	107,72	5,93
	5,00	28,36	22,26	982,37	130,98	5,89
	6,00	33,63	26,40	1146,43	152,86	5,84

Figura 40

Propiedades físicas del policarbonato

Espesor (mm)	Peso (kg/m ²)	LT %			Medida estándar [■] (ancho x largo)	Valor U [■] (W/m ² K)
		Cristal (0010)	Ópalo (0332)	Bronce (0220)		
1,5	1,8	89	---	---	2050 x 3050 2050 x 6100	5,7
2	2,4	89	68	52		5,6
3	3,6	88	56	52		5,5
4	4,8	87	48	52		5,3
5	6,0	87	42	52		5,2
6	7,2	86	36	52		5,1
8	9,6	85	28	52	2050 x 3050	4,8
10	12,0	83	23	52		4,6
12	14,4	81	---	52		4,4
15	18,0	80	---	---		4,1

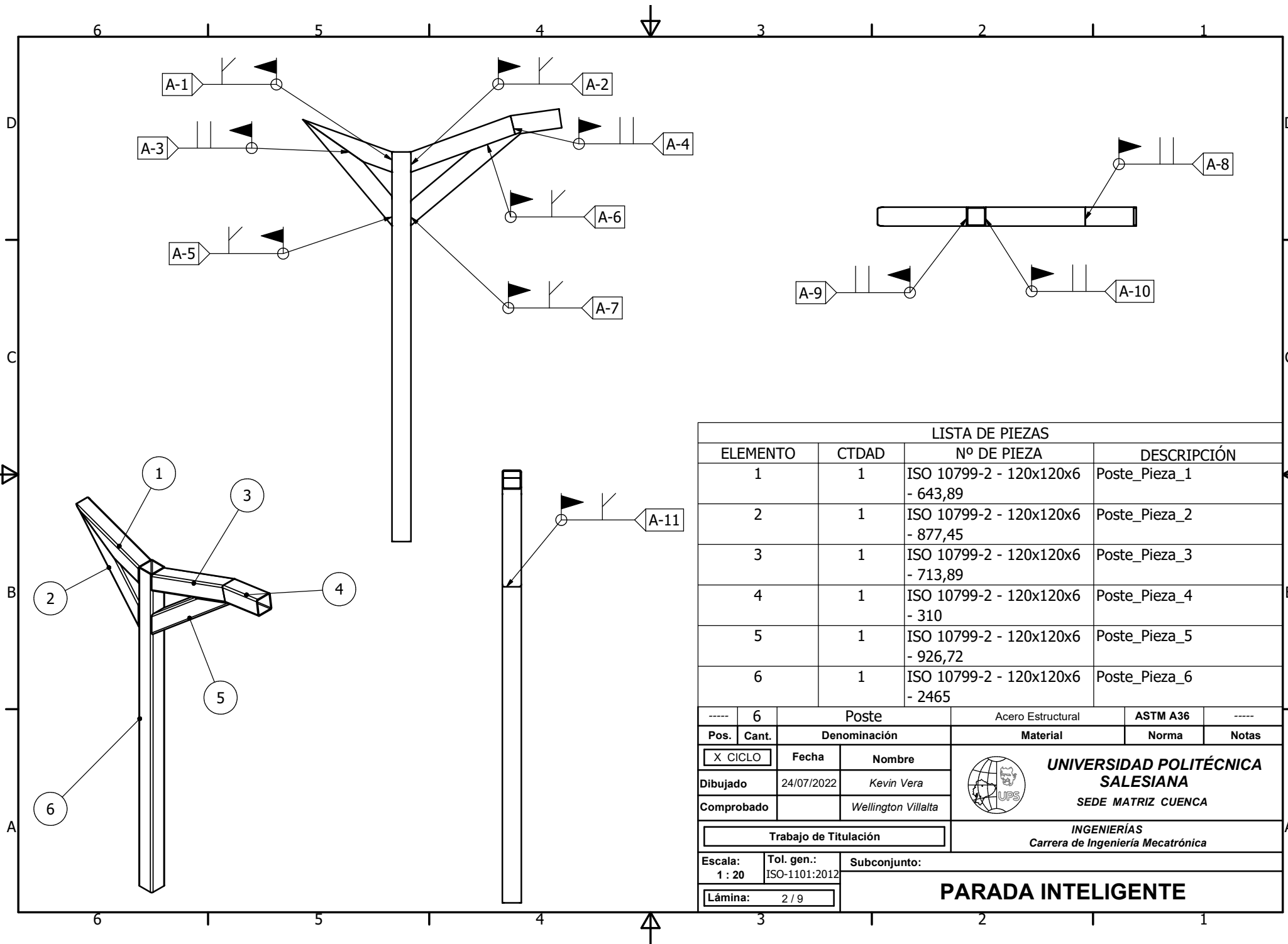
Anexo B: Planos del Poste de la Parada



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 643,89	Poste_Pieza_1	
2	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 877,45	Poste_Pieza_2	
3	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 713,89	Poste_Pieza_3	
4	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 310	Poste_Pieza_4	
5	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 926,72	Poste_Pieza_5	
6	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 2465	Poste_Pieza_6	

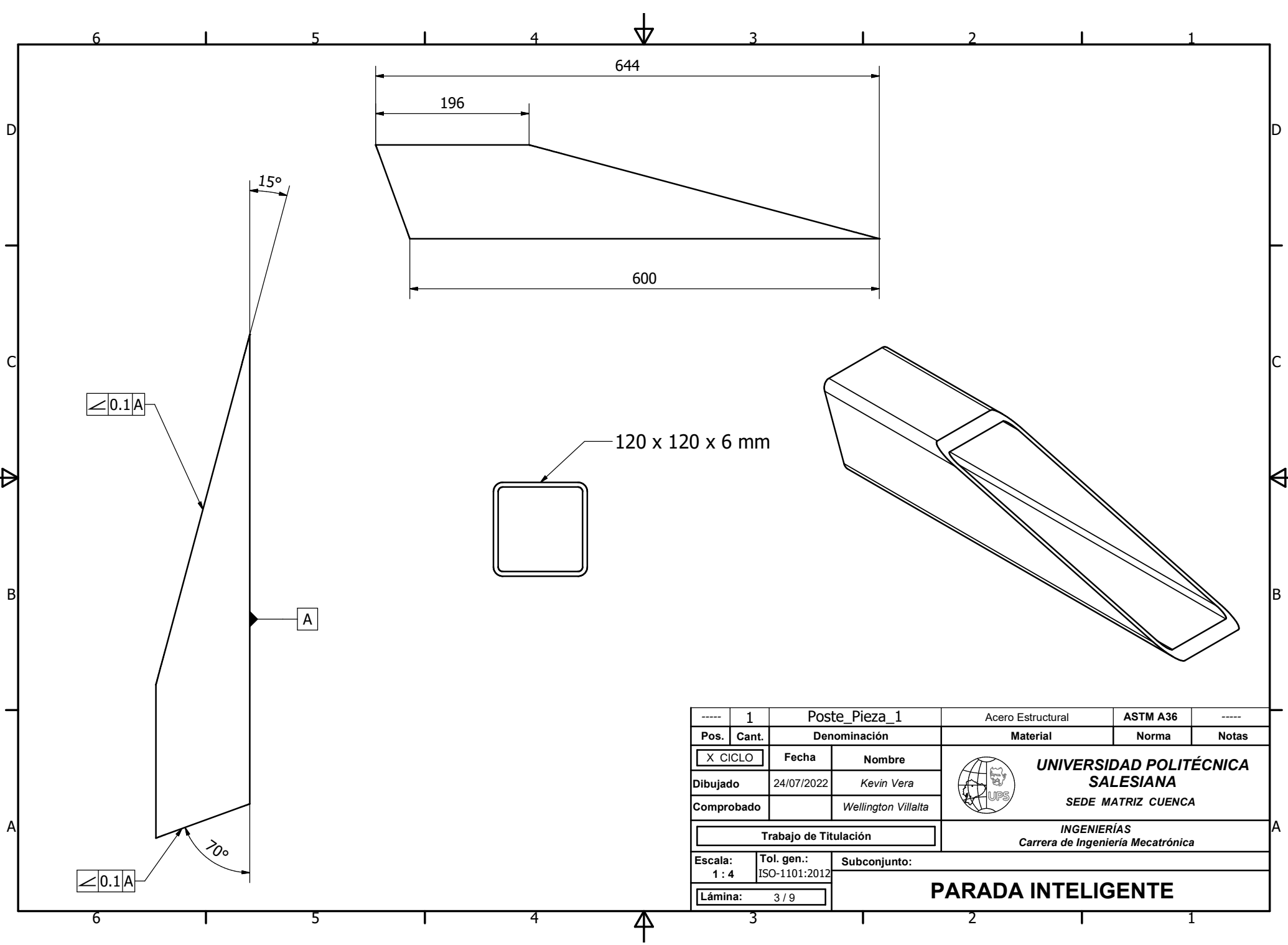
-----	6	Poste	Acero Estructural	ASTM A36	-----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 20	ISO-1101:2012				
Lámina:	1 / 9				

PARADA INTELIGENTE



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 643,89	Poste_Pieza_1	
2	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 877,45	Poste_Pieza_2	
3	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 713,89	Poste_Pieza_3	
4	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 310	Poste_Pieza_4	
5	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 926,72	Poste_Pieza_5	
6	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 2465	Poste_Pieza_6	

----	6	Poste	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:	PARADA INTELIGENTE		
1 : 20	ISO-1101:2012				
Lámina:	2 / 9				



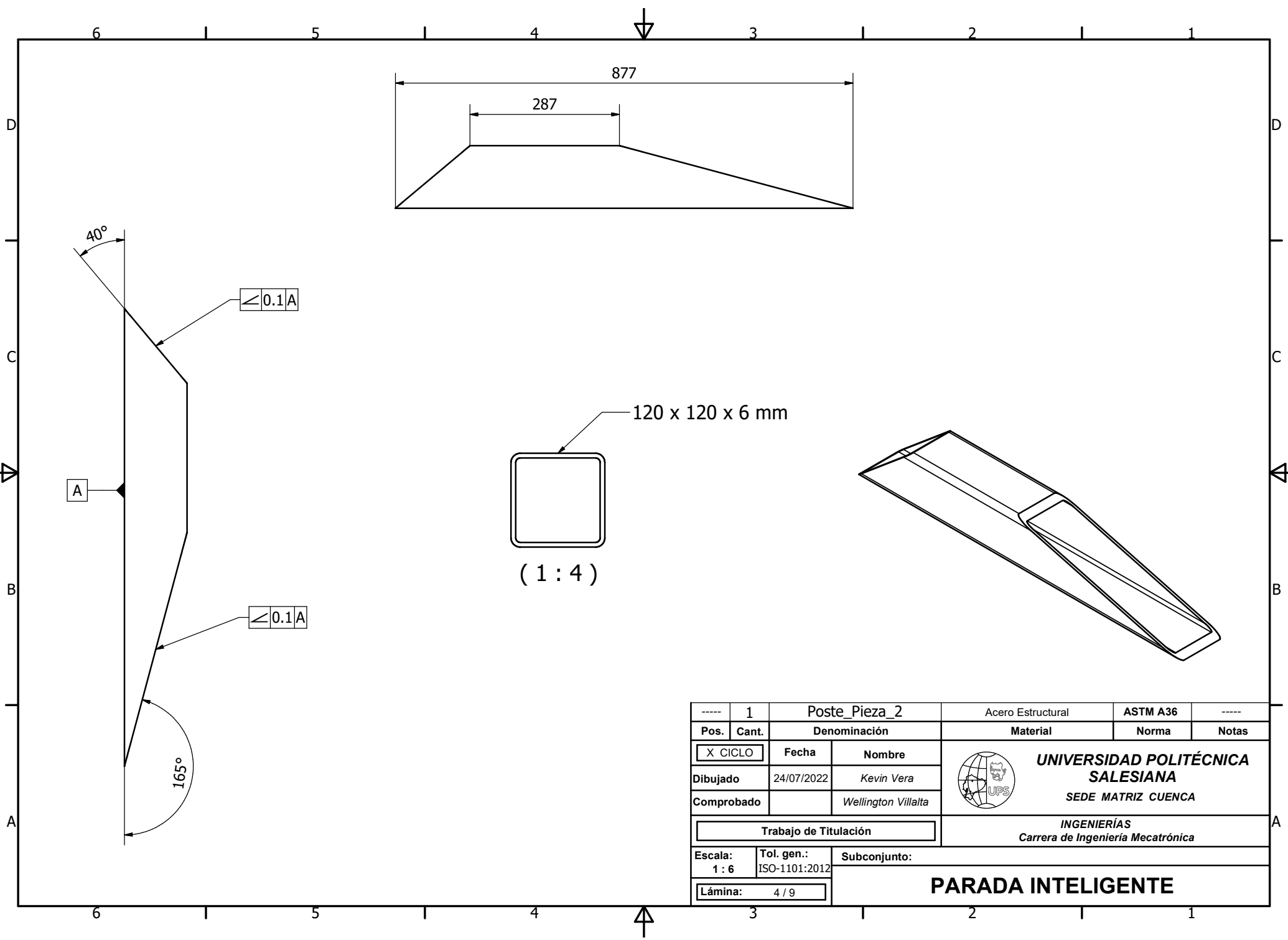
≤0.1A

A

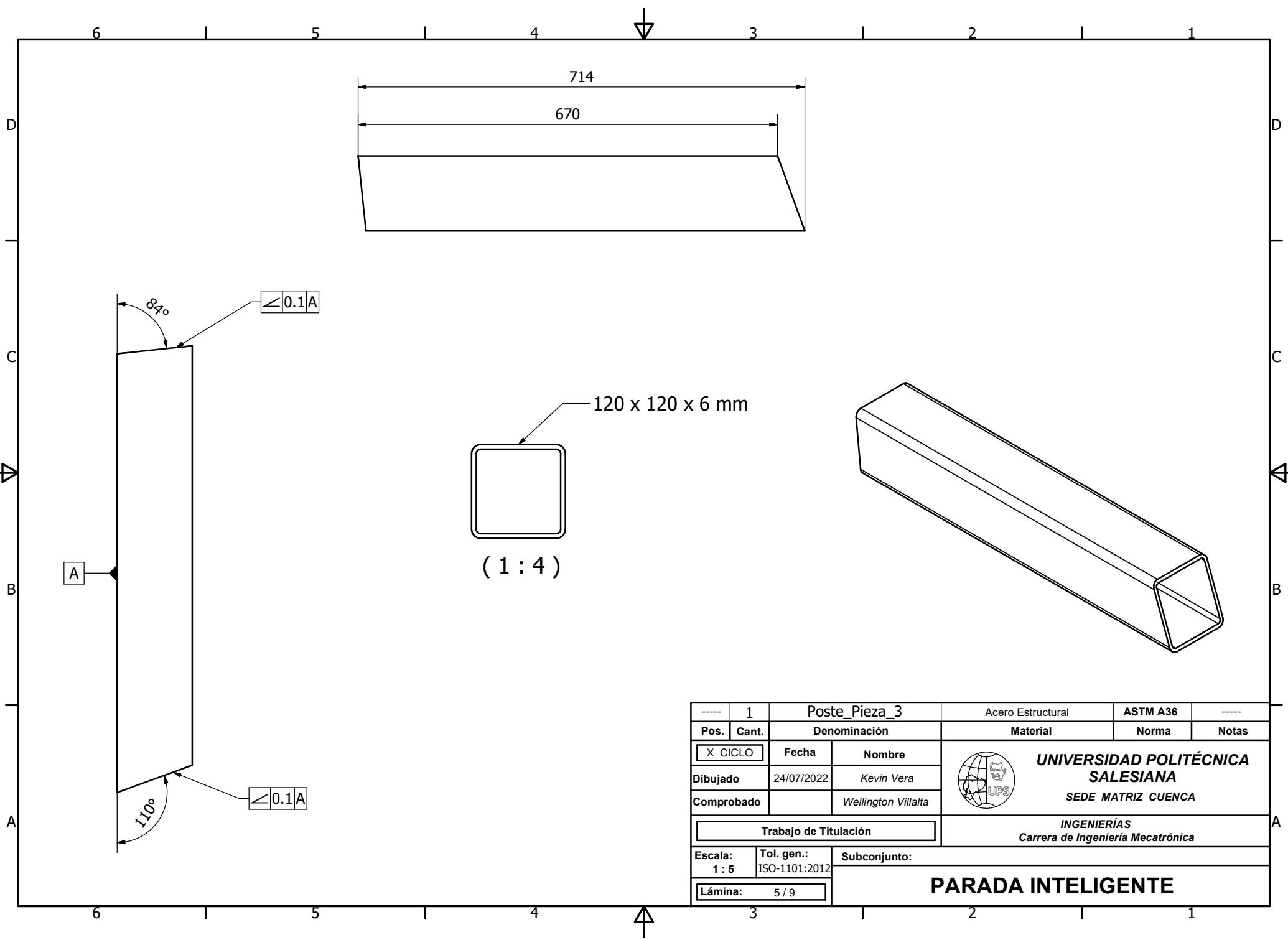
120 x 120 x 6 mm

≤0.1A

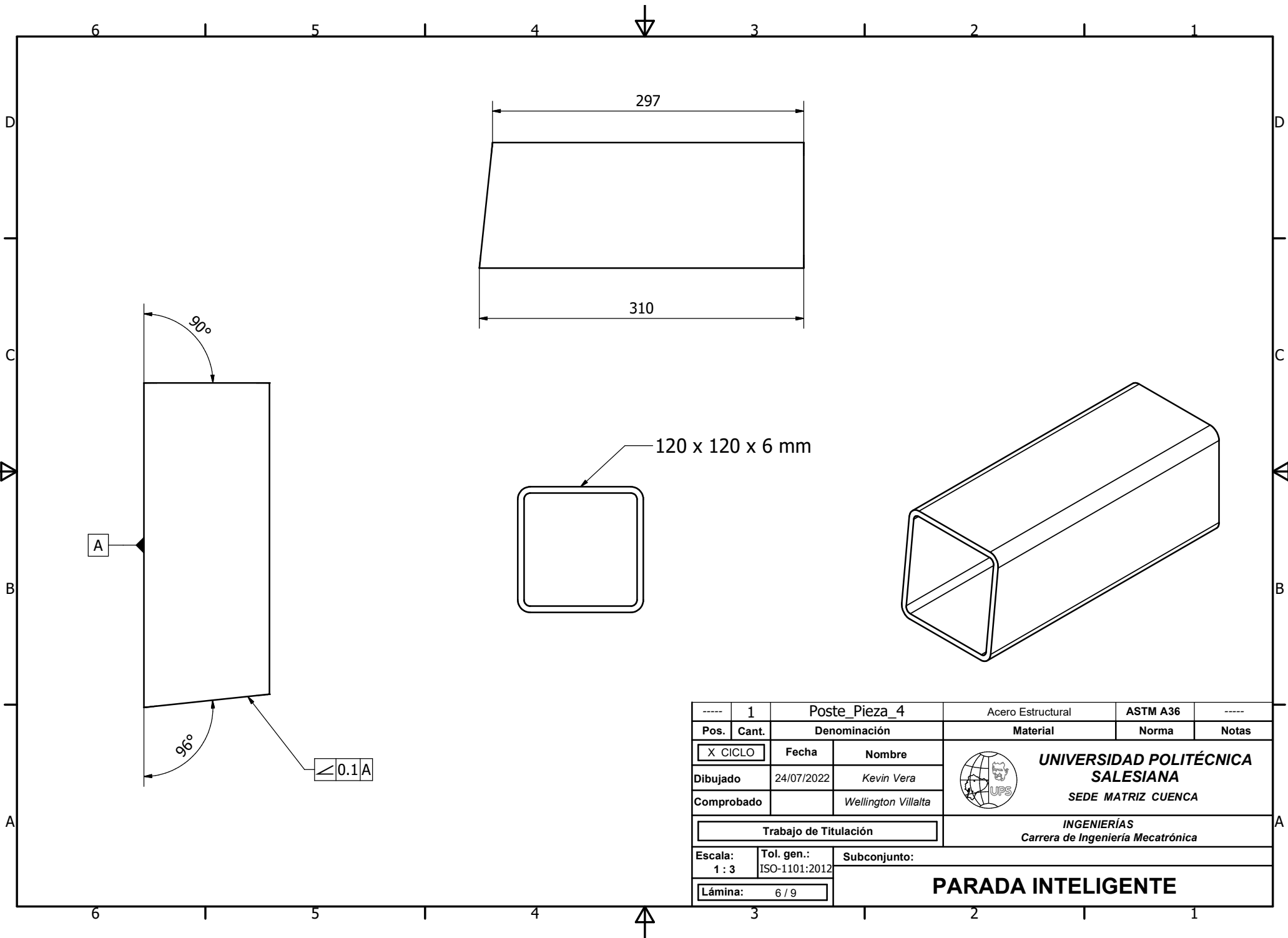
----	1	Poste_Pieza_1	Acero Estructural	ASTM A36	----	
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas	
X CICLO		Fecha		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Nombre				Kevin Vera
Comprobado						Wellington Villalta
Trabajo de Titulación						
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:				
1 : 4	ISO-1101:2012					
Lámina:	3 / 9	PARADA INTELIGENTE				



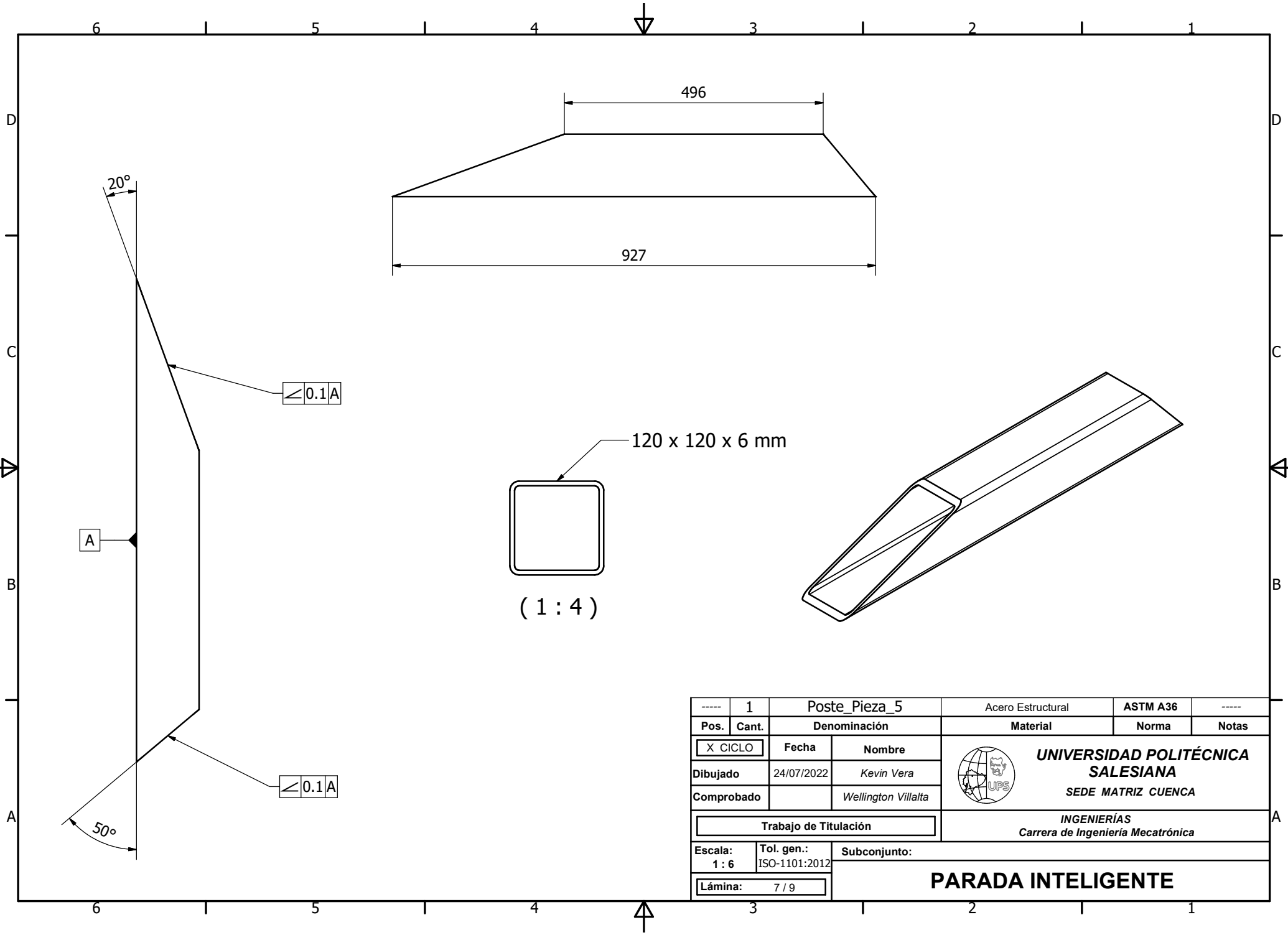
----	1	Poste_Pieza_2	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 6	ISO-1101:2012				
Lámina:	4 / 9	PARADA INTELIGENTE			



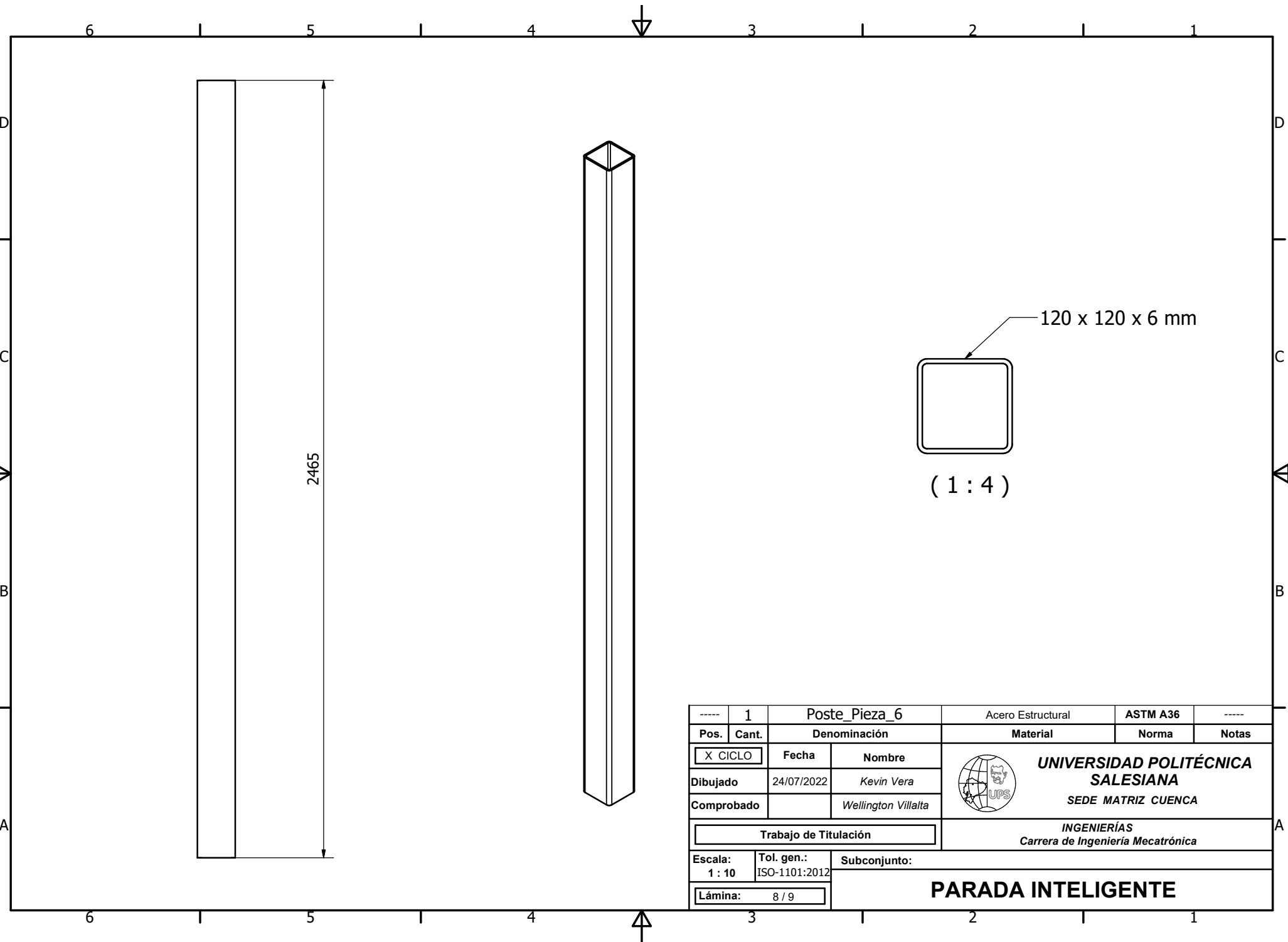
----	1	Poste_Pieza_3	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 5	ISO-1101:2012				
Lámina:	5 / 9	PARADA INTELIGENTE			



----	1	Poste_Pieza_4	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 3	ISO-1101:2012				
Lámina:	6 / 9	PARADA INTELIGENTE			



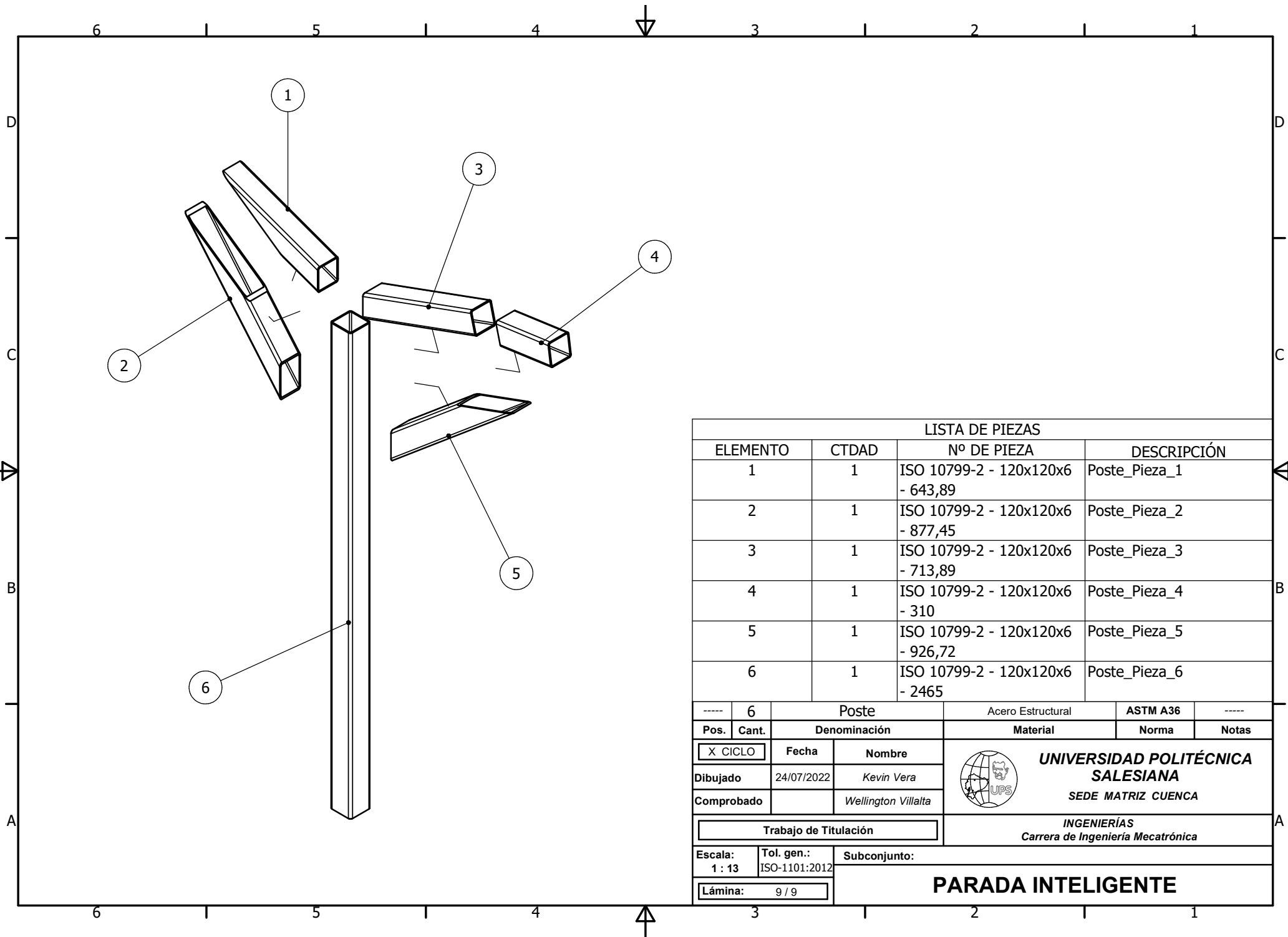
----	1	Poste_Pieza_5	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 6	ISO-1101:2012				
Lámina:	7 / 9	PARADA INTELIGENTE			



2465

120 x 120 x 6 mm
(1 : 4)

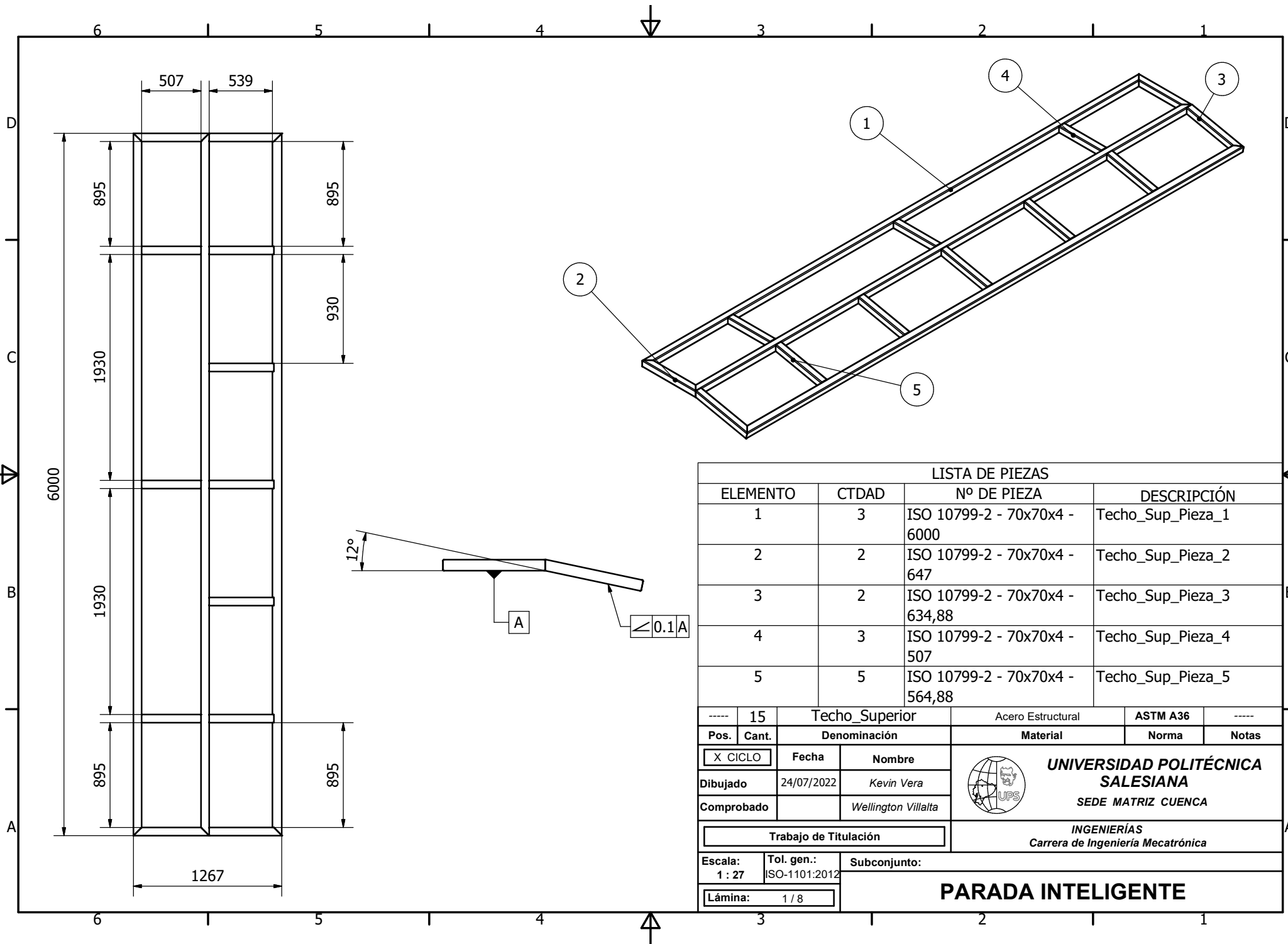
----	1	Poste_Pieza_6	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
		Nombre			
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 10	ISO-1101:2012				
Lámina:	8 / 9	PARADA INTELIGENTE			



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 643,89	Poste_Pieza_1	
2	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 877,45	Poste_Pieza_2	
3	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 713,89	Poste_Pieza_3	
4	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 310	Poste_Pieza_4	
5	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 926,72	Poste_Pieza_5	
6	1	ISO 10799-2 - 120x120x6 - 2465	Poste_Pieza_6	

-----	6	Poste	Acero Estructural	ASTM A36	-----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 13	ISO-1101:2012				
Lámina:	9 / 9	PARADA INTELIGENTE			

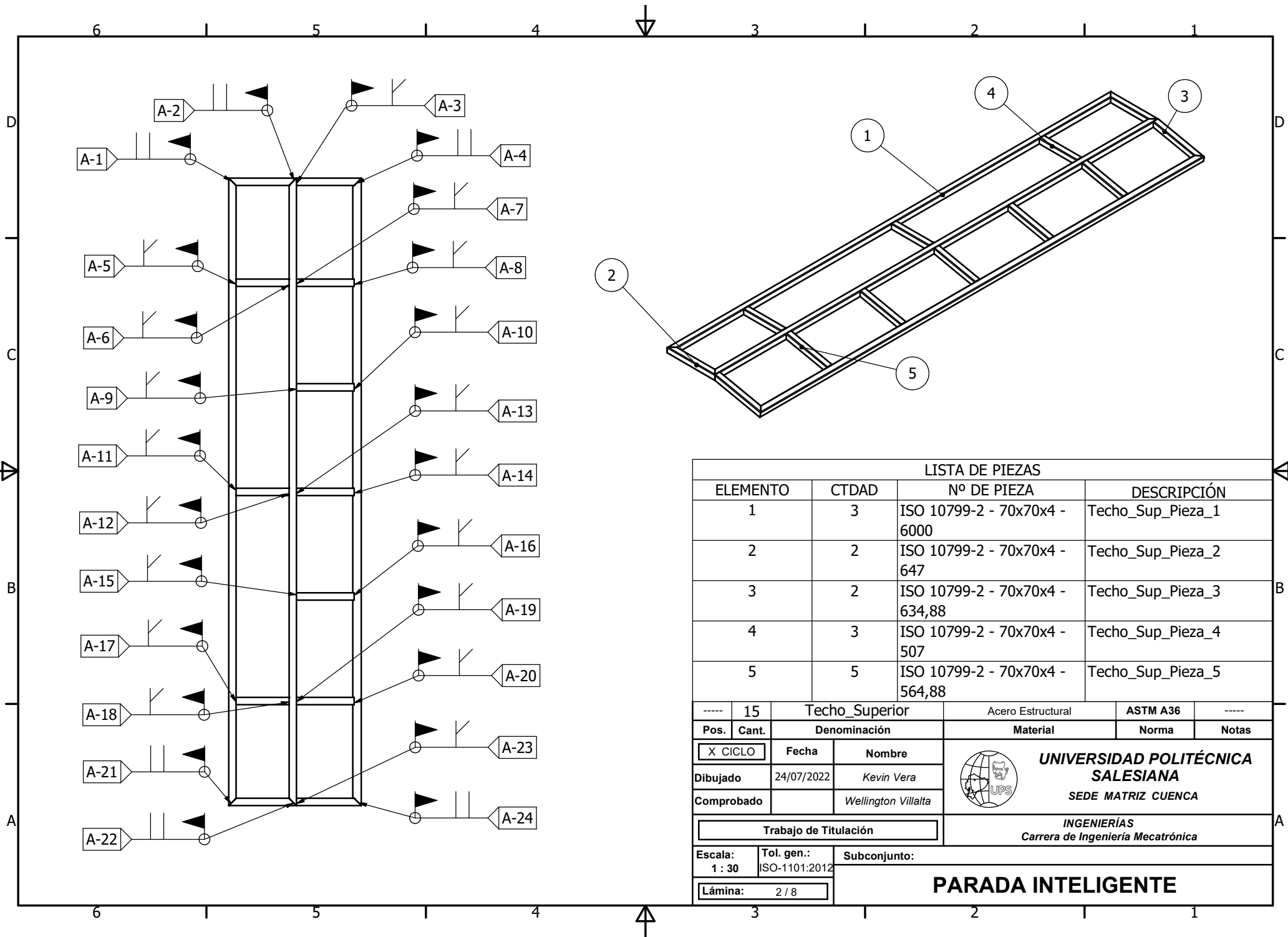
Anexo C: Planos del Techo de la Parada



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 6000	Techo_Sup_Pieza_1	
2	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 647	Techo_Sup_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 634,88	Techo_Sup_Pieza_3	
4	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 507	Techo_Sup_Pieza_4	
5	5	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 564,88	Techo_Sup_Pieza_5	

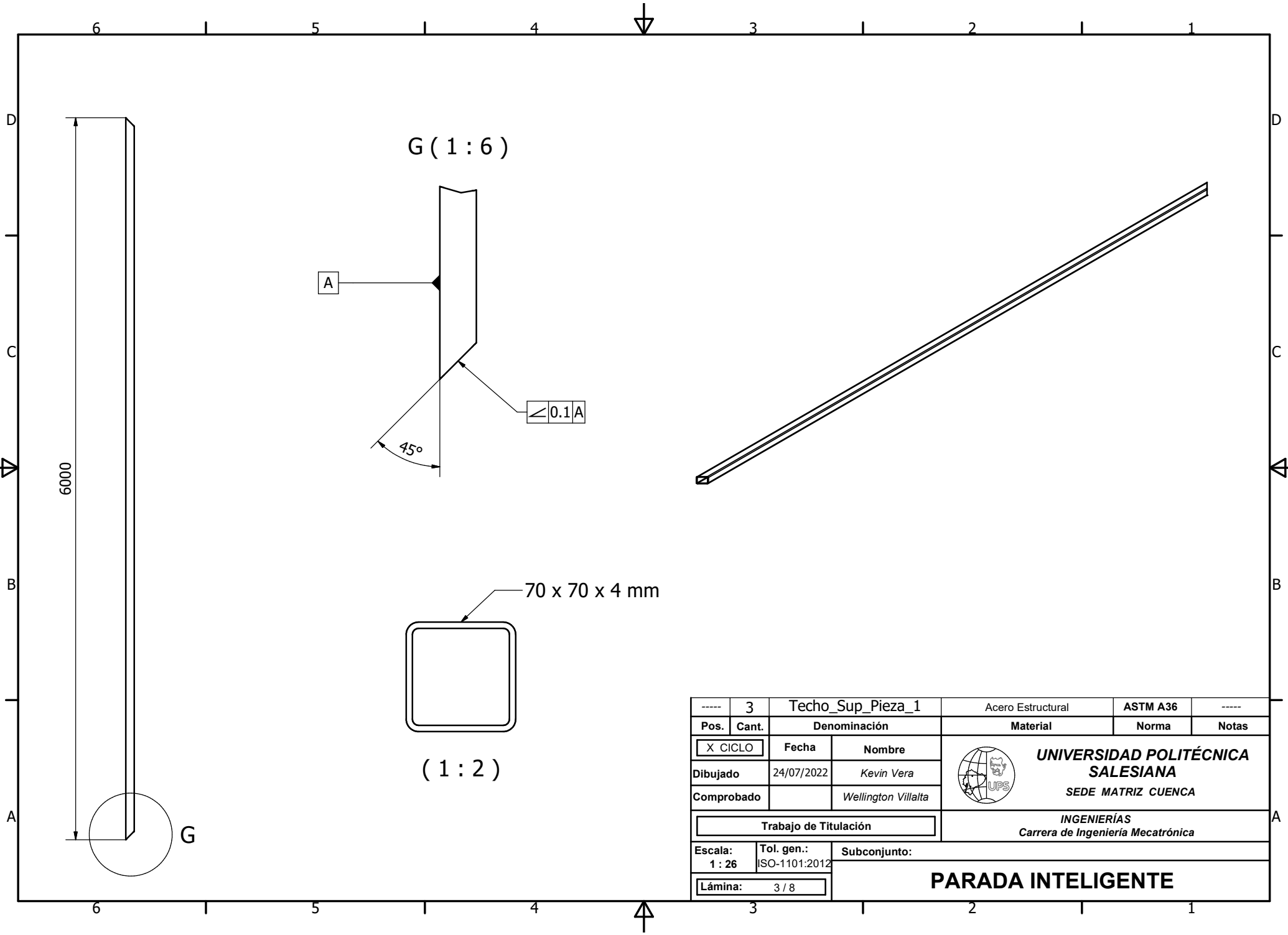
-----	15	Techo_Superior	Acero Estructural	ASTM A36	-----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input type="checkbox"/> X CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 27	ISO-1101:2012				
Lámina:	1 / 8				

PARADA INTELIGENTE

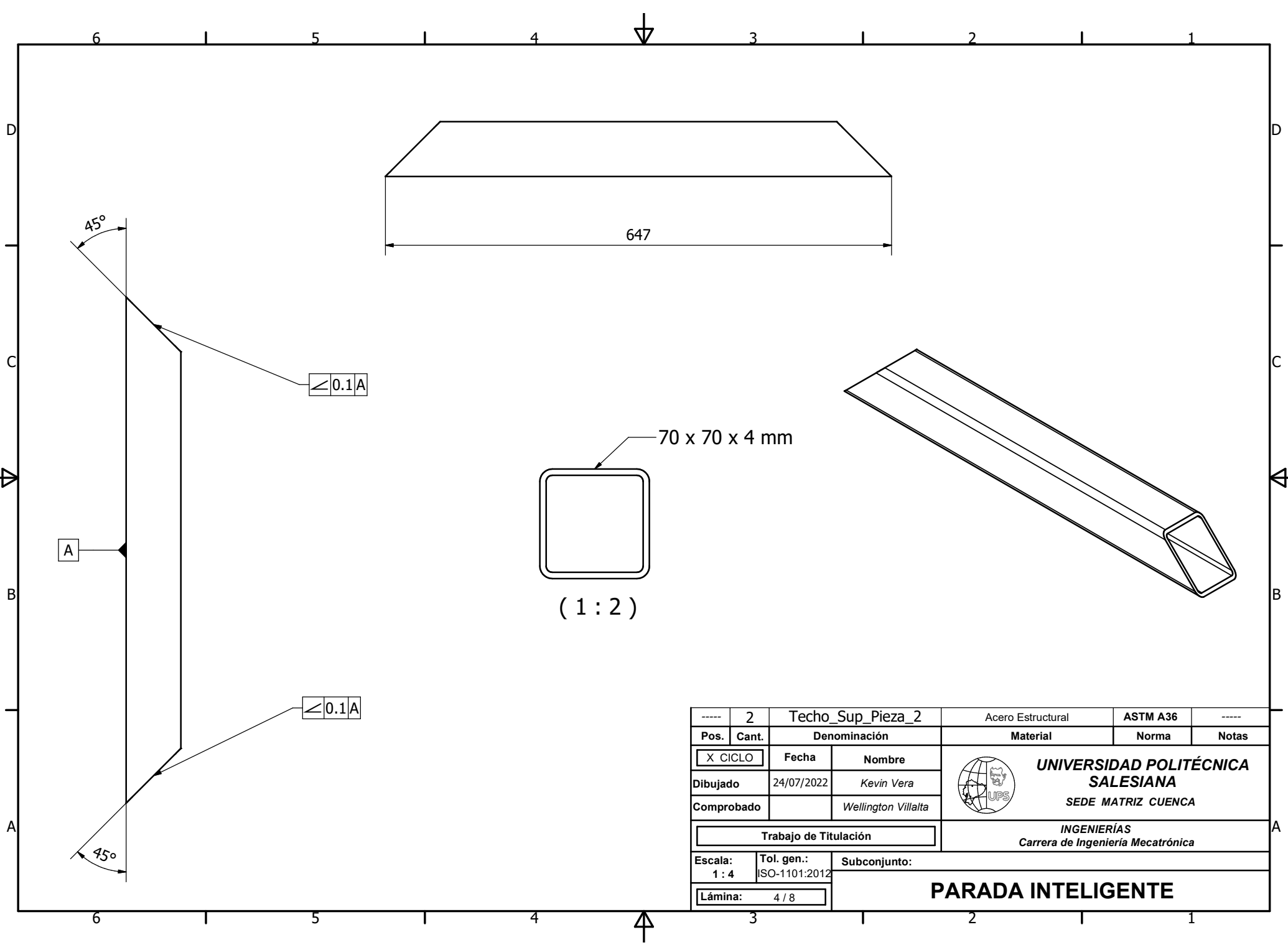


LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 6000	Techo_Sup_Pieza_1	
2	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 647	Techo_Sup_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 634,88	Techo_Sup_Pieza_3	
4	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 507	Techo_Sup_Pieza_4	
5	5	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 564,88	Techo_Sup_Pieza_5	

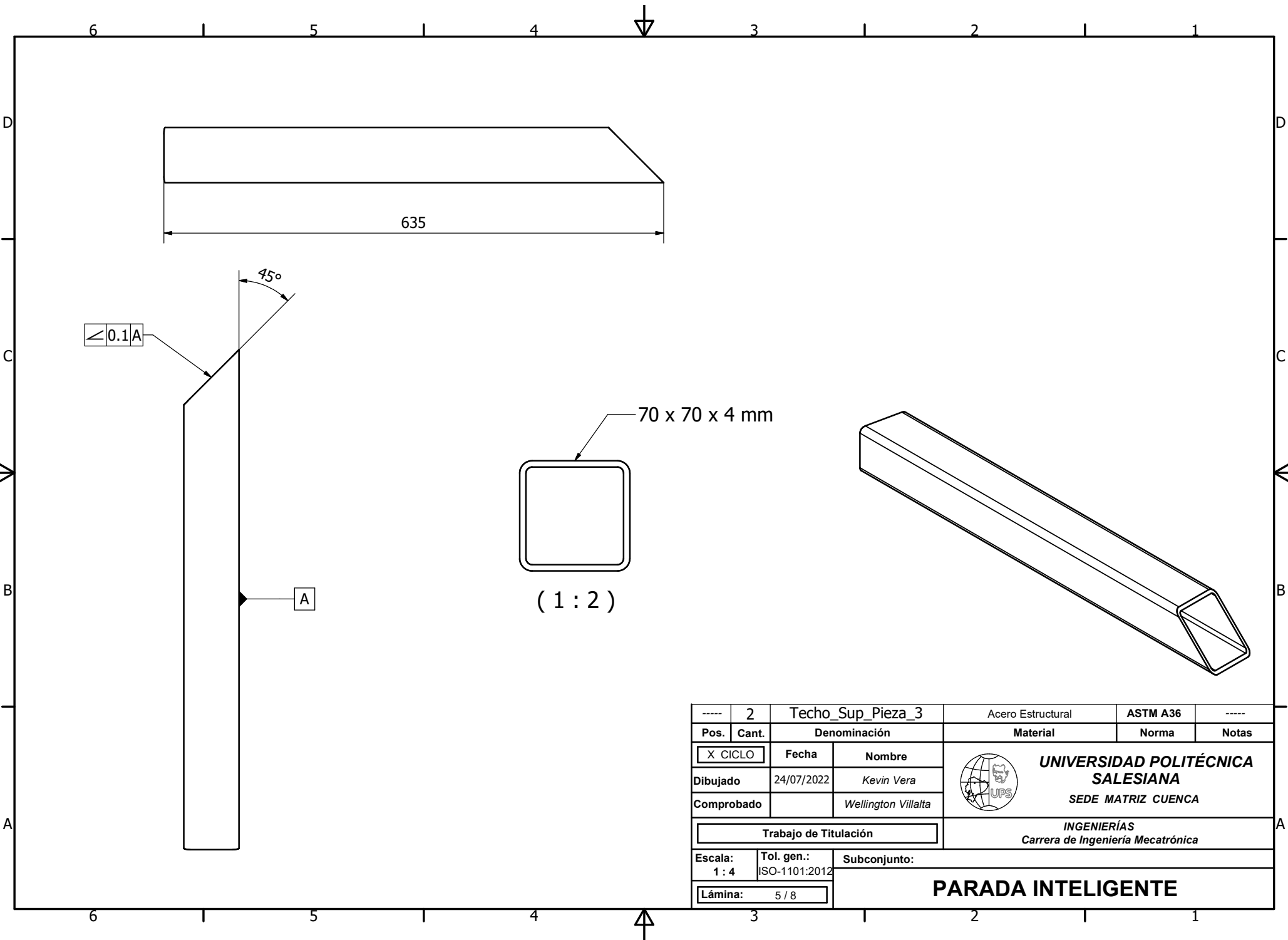
-----	15	Techo_Superior	Acero Estructural	ASTM A36	-----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 30	ISO-1101:2012				
Lámina:	2 / 8	PARADA INTELIGENTE			



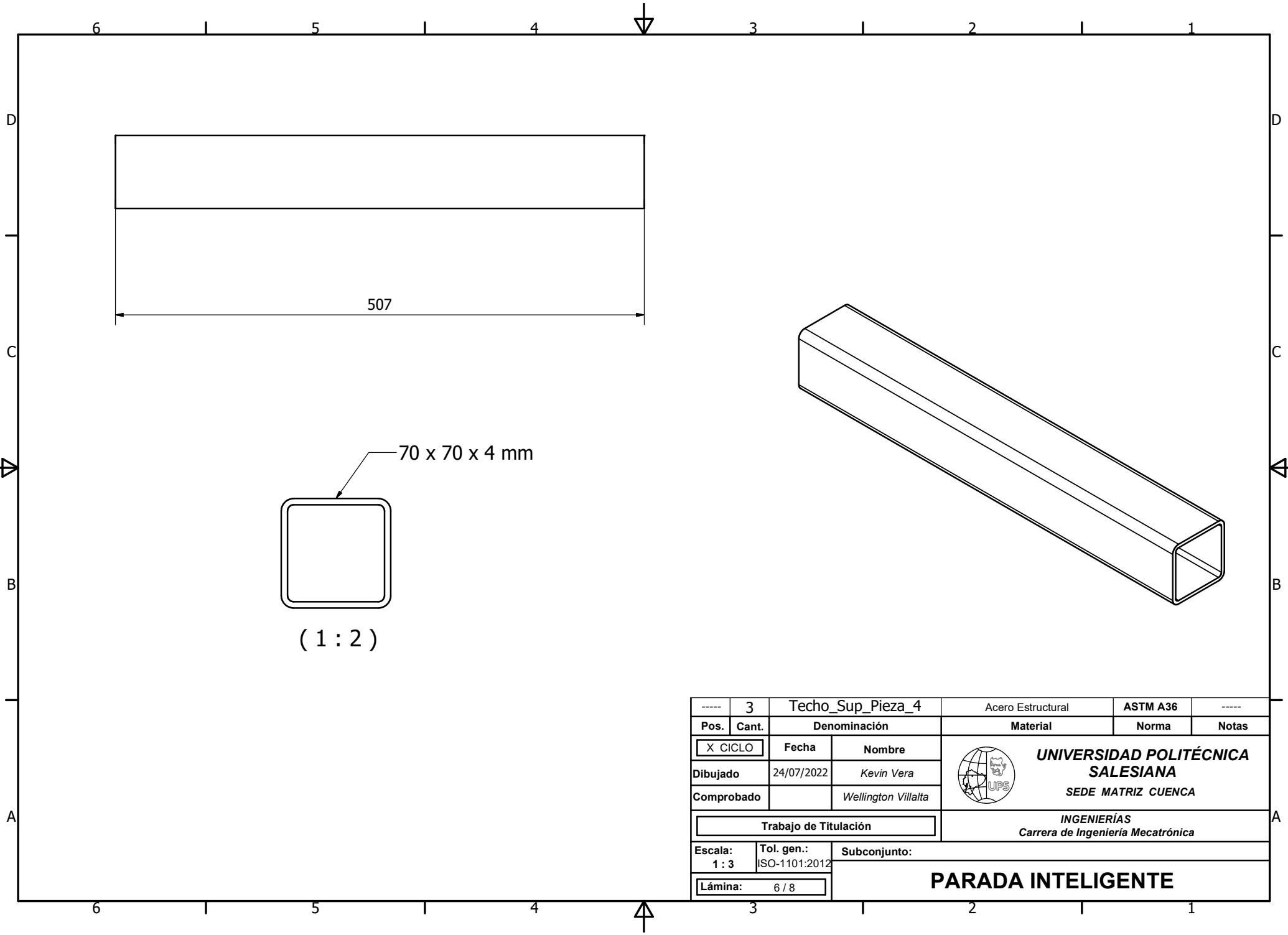
----	3	Techo_Sup_Pieza_1	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA	INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 26	ISO-1101:2012				
Lámina:	3 / 8	PARADA INTELIGENTE			



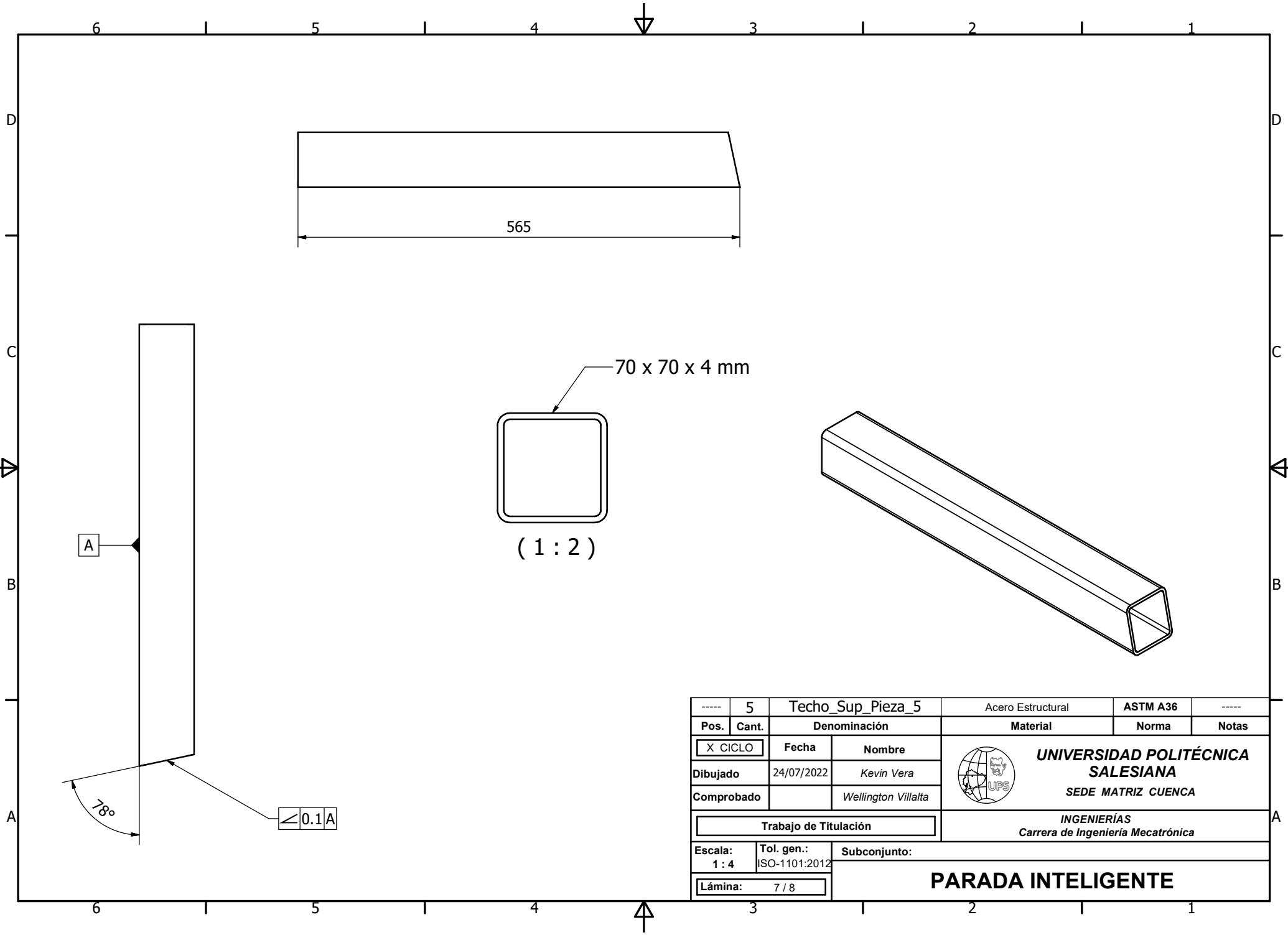
----	2	Techo_Sup_Pieza_2	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	4 / 8	PARADA INTELIGENTE			



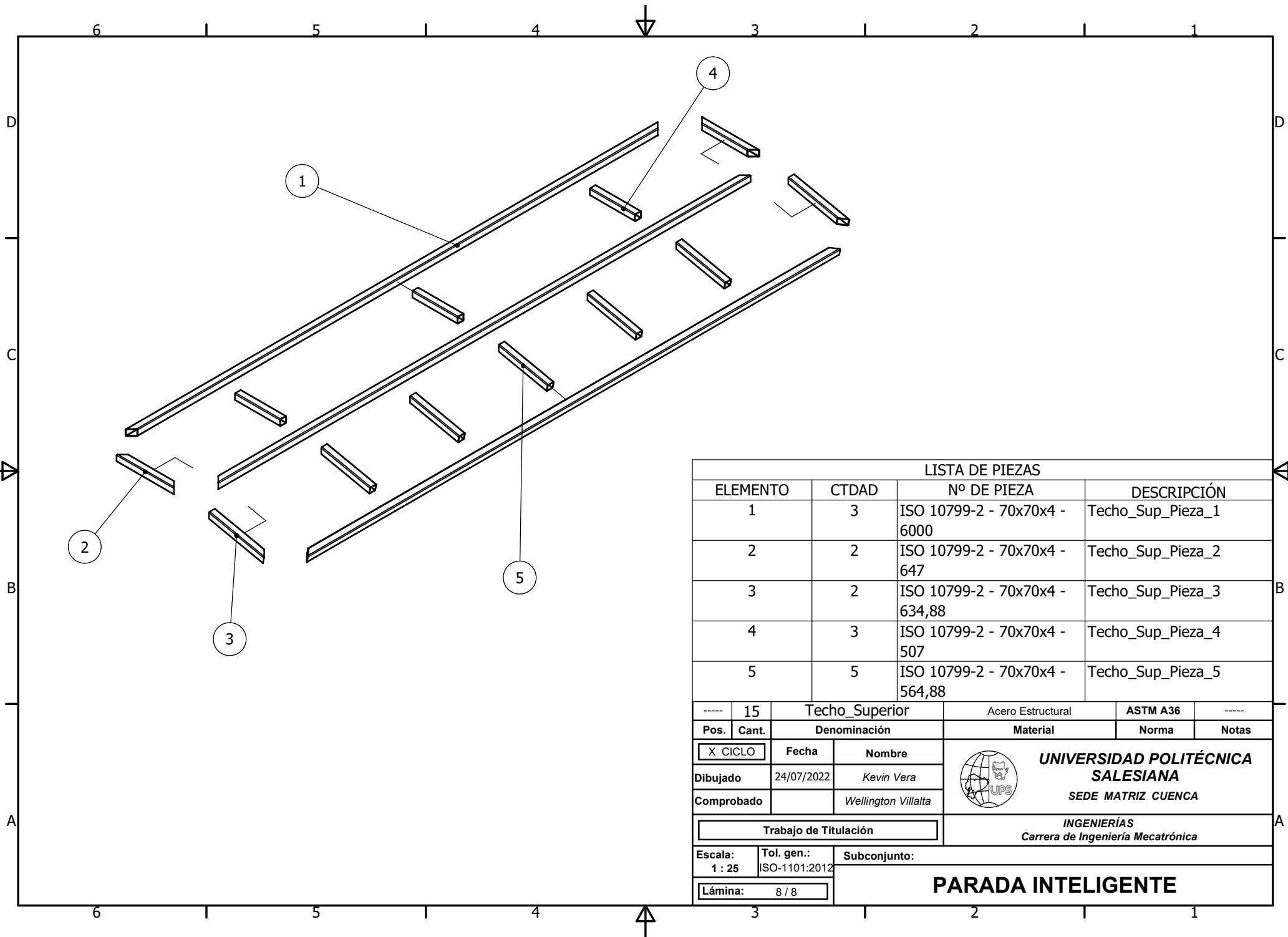
----	2	Techo_Sup_Pieza_3	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:	PARADA INTELIGENTE		
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	5 / 8				



----	3	Techo_Sup_Pieza_4	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 3	ISO-1101:2012				
Lámina:	6 / 8	PARADA INTELIGENTE			

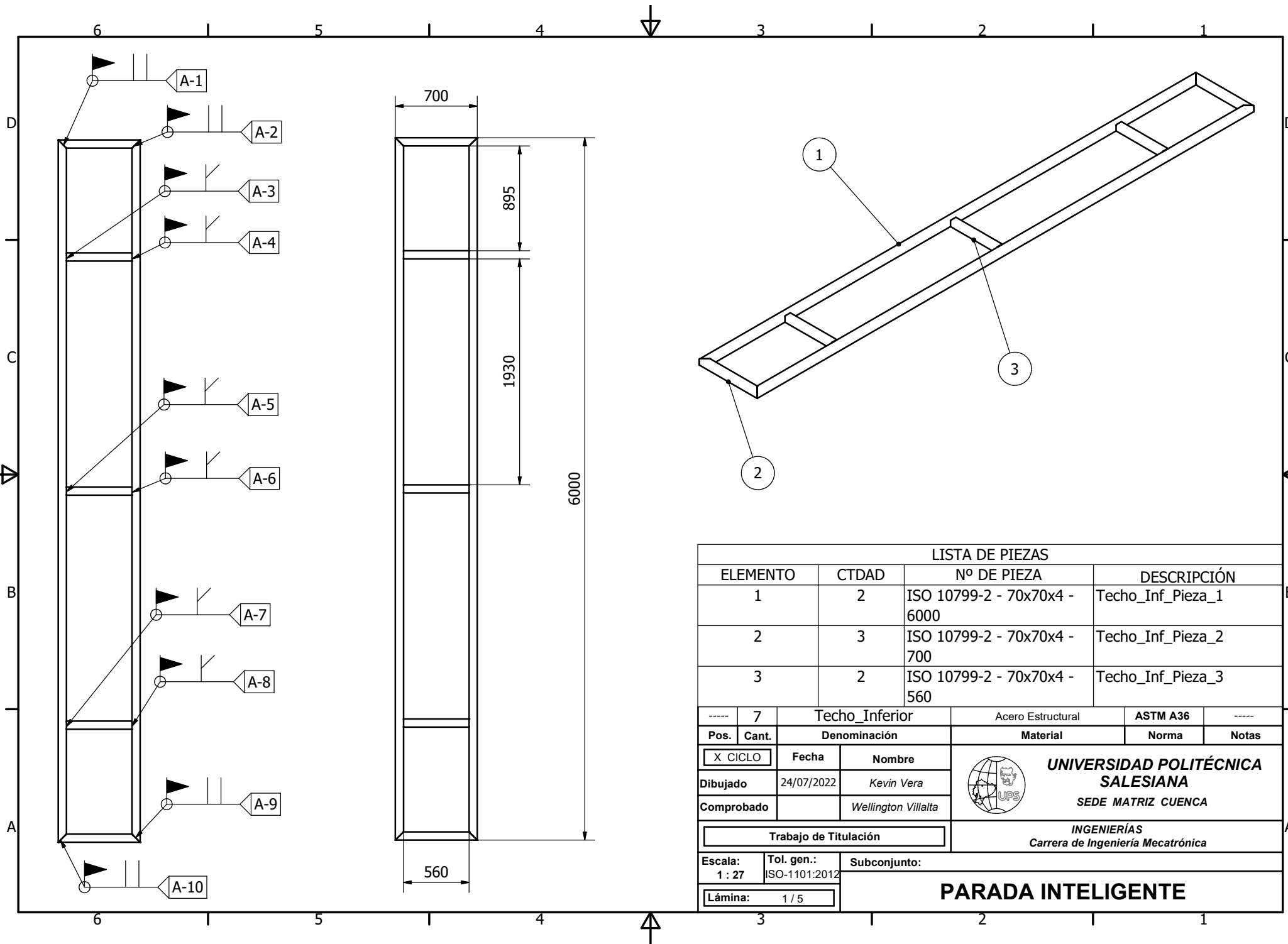


----	5	Techo_Sup_Pieza_5	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	7 / 8	PARADA INTELIGENTE			

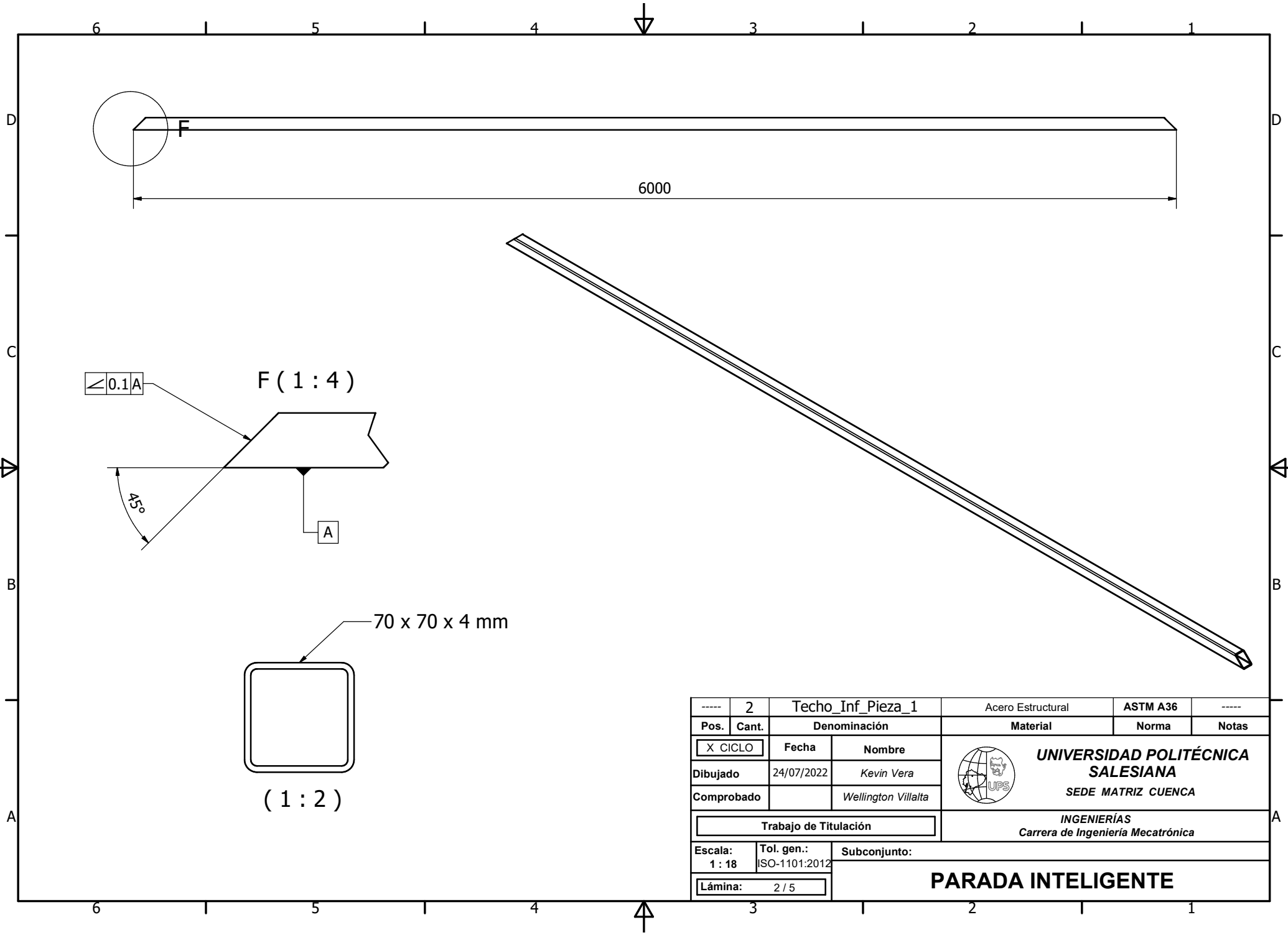


LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 6000	Techo_Sup_Pieza_1	
2	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 647	Techo_Sup_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 634,88	Techo_Sup_Pieza_3	
4	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 507	Techo_Sup_Pieza_4	
5	5	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 564,88	Techo_Sup_Pieza_5	

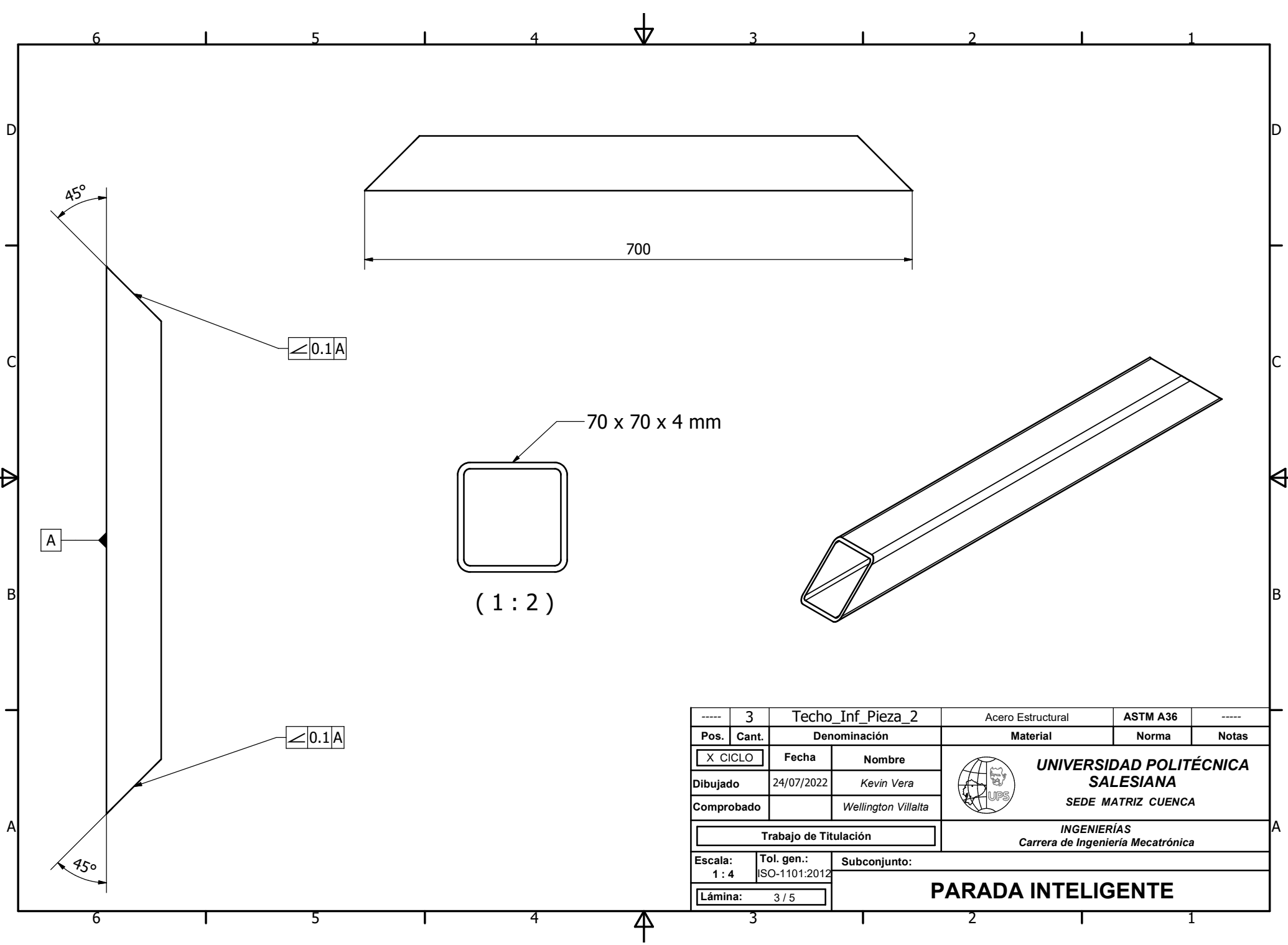
----	15	Techo_Superior	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 25	ISO-1101:2012				
Lámina:	8 / 8	PARADA INTELIGENTE			



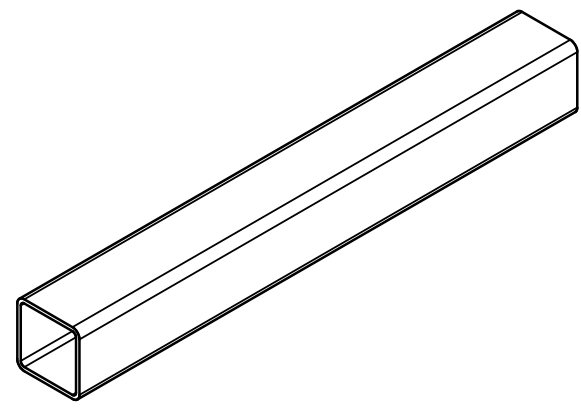
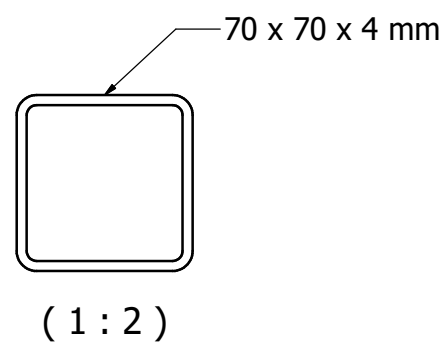
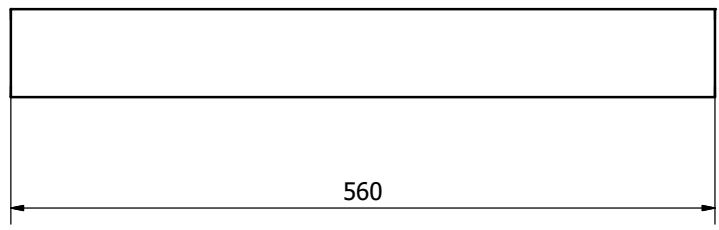
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 6000	Techo_Inf_Pieza_1	
2	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 700	Techo_Inf_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 560	Techo_Inf_Pieza_3	
----	7	Techo_Inferior	Acero Estructural	ASTM A36
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera		
Comprobado		Wellington Villalta		
Trabajo de Titulación				
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:		
1 : 27	ISO-1101:2012			
Lámina:	1 / 5	PARADA INTELIGENTE		




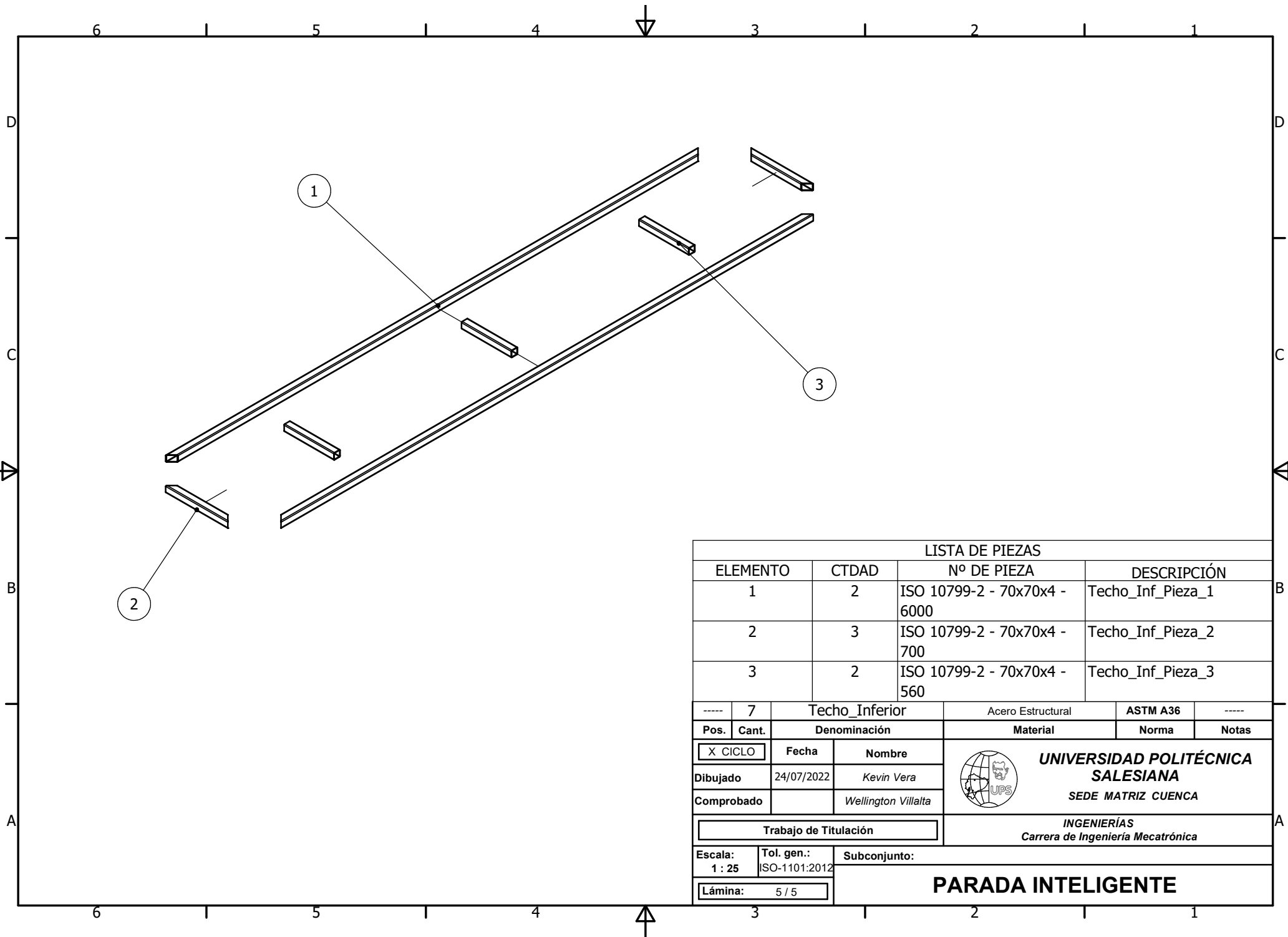
----	2	Techo_Inf_Pieza_1	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 18	ISO-1101:2012				
Lámina:	2 / 5	PARADA INTELIGENTE			



----	3	Techo_Inf_Pieza_2	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	3 / 5	PARADA INTELIGENTE			

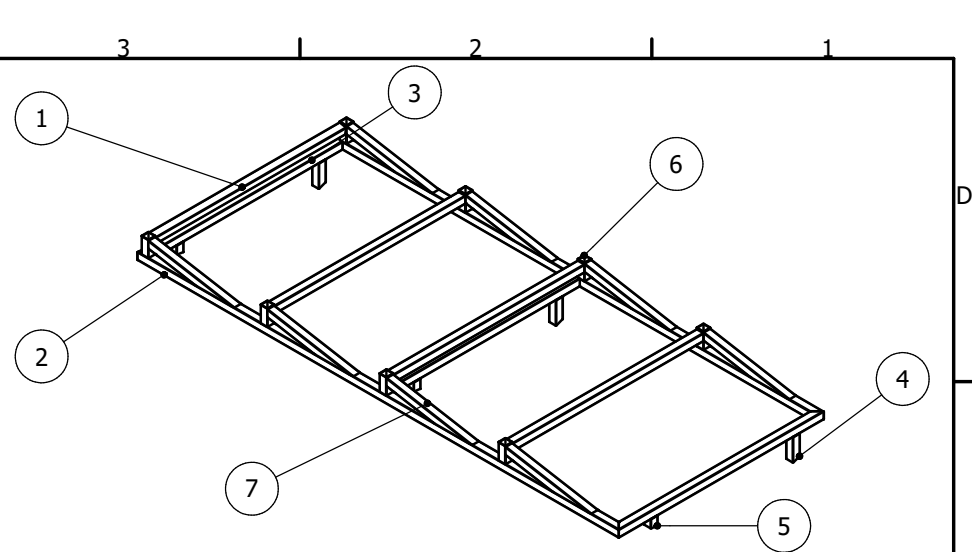
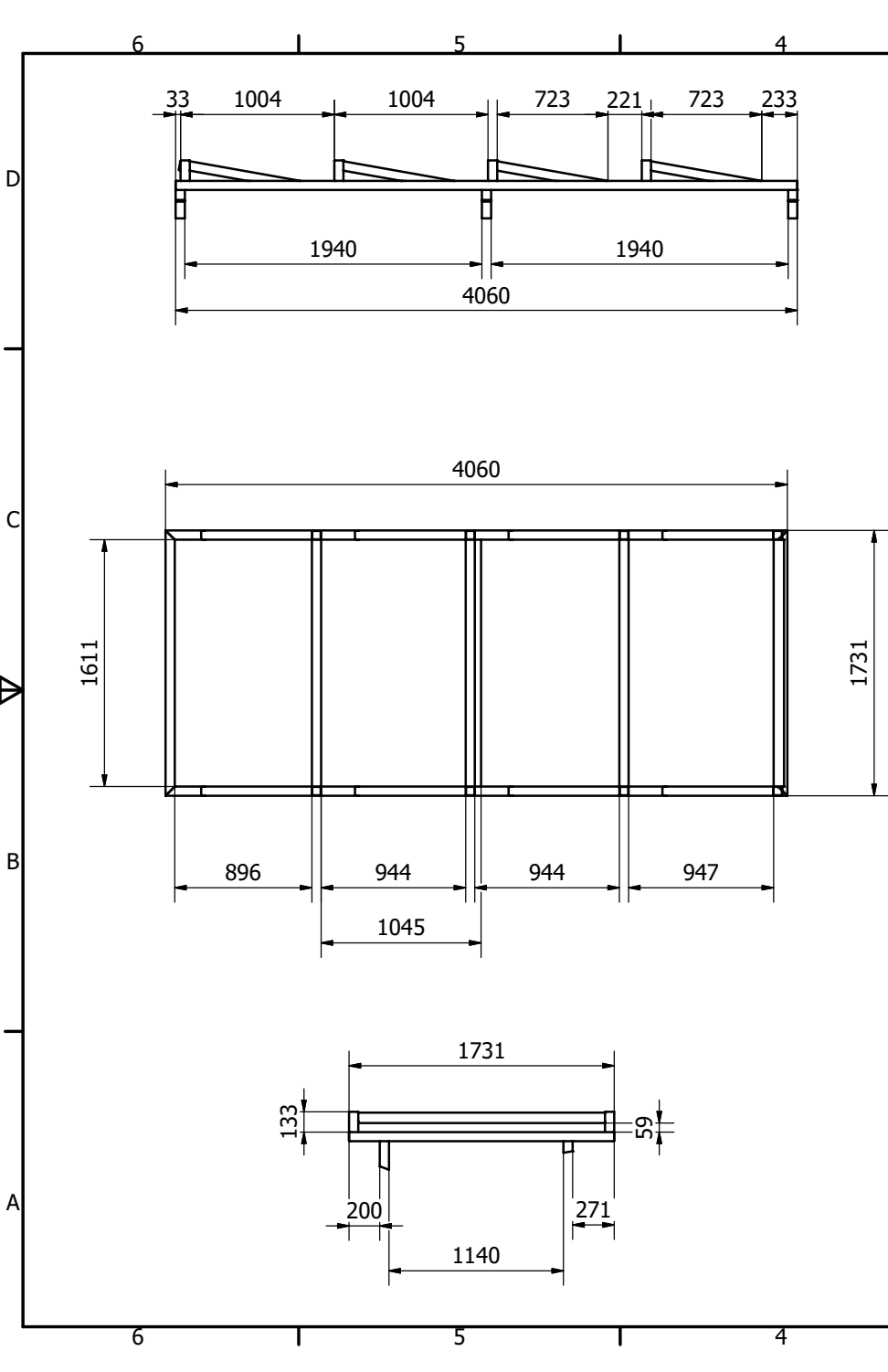


----	2	Techo_Inf_Pieza_3	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	4 / 5	PARADA INTELIGENTE			



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 6000	Techo_Inf_Pieza_1	
2	3	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 700	Techo_Inf_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 70x70x4 - 560	Techo_Inf_Pieza_3	
----	7	Techo_Inferior	Acero Estructural	ASTM A36
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera		
Comprobado		Wellington Villalta		
Trabajo de Titulación				
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:		
1 : 25	ISO-1101:2012			
Lámina:	5 / 5	PARADA INTELIGENTE		

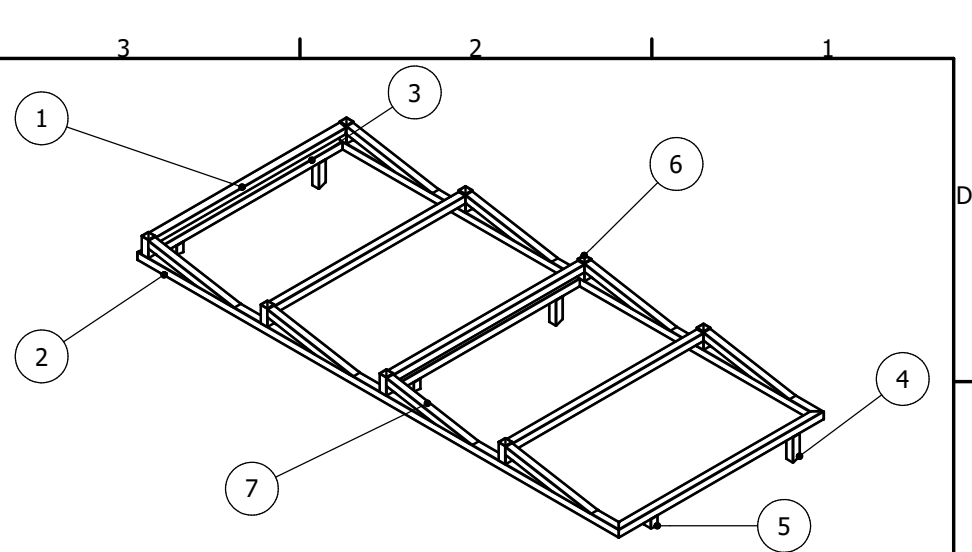
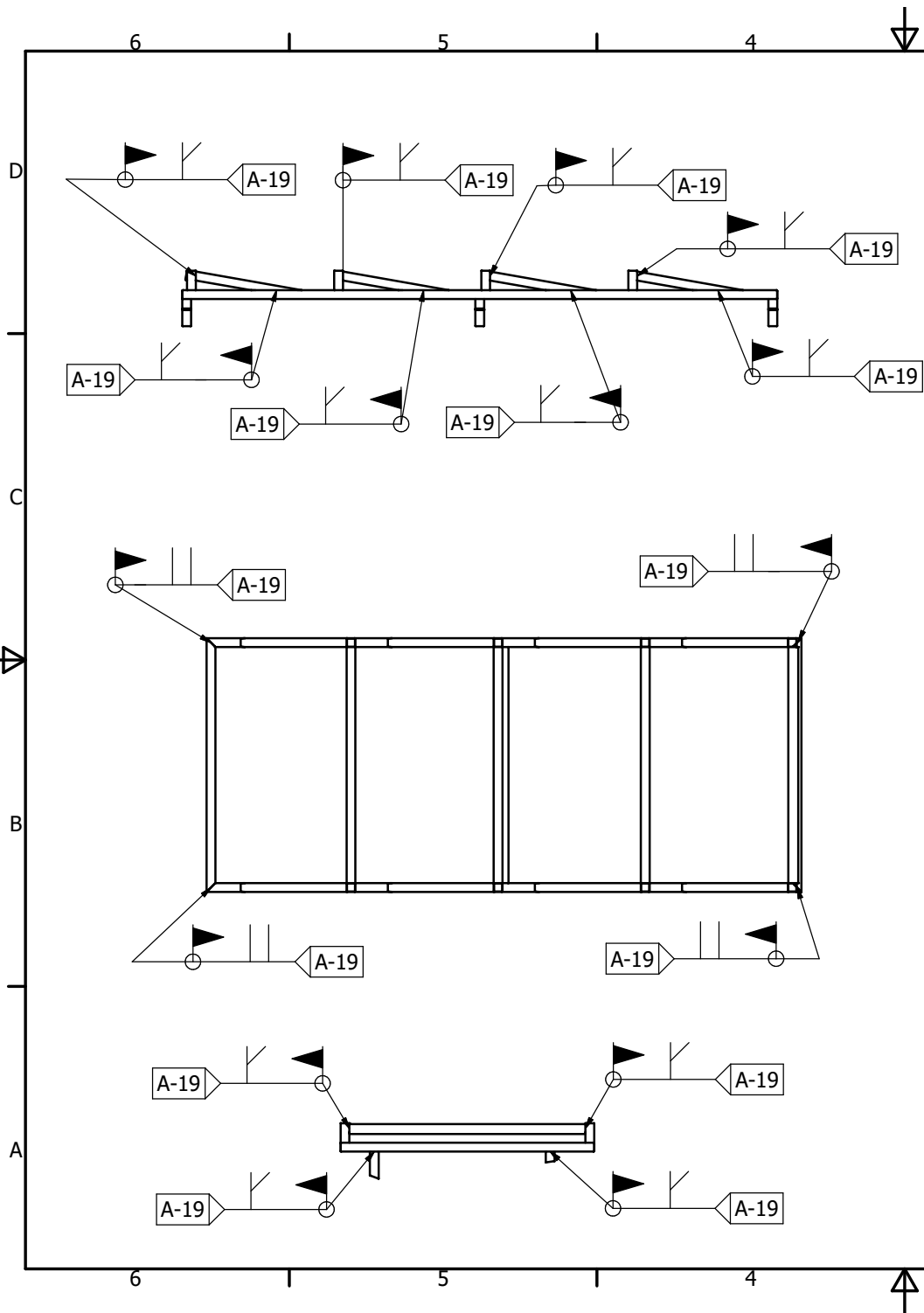
Anexo D: Planos de la Base del Panel Solar



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	5	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1611	Base_Panel_Pieza_1
2	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 4060	Base_Panel_Pieza_2
3	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1731	Base_Panel_Pieza_3
4	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 185,27	Base_Panel_Pieza_4
5	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 74,22	Base_Panel_Pieza_5
6	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 132,75	Base_Panel_Pieza_6
7	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 734,01	Base_Panel_Pieza_7

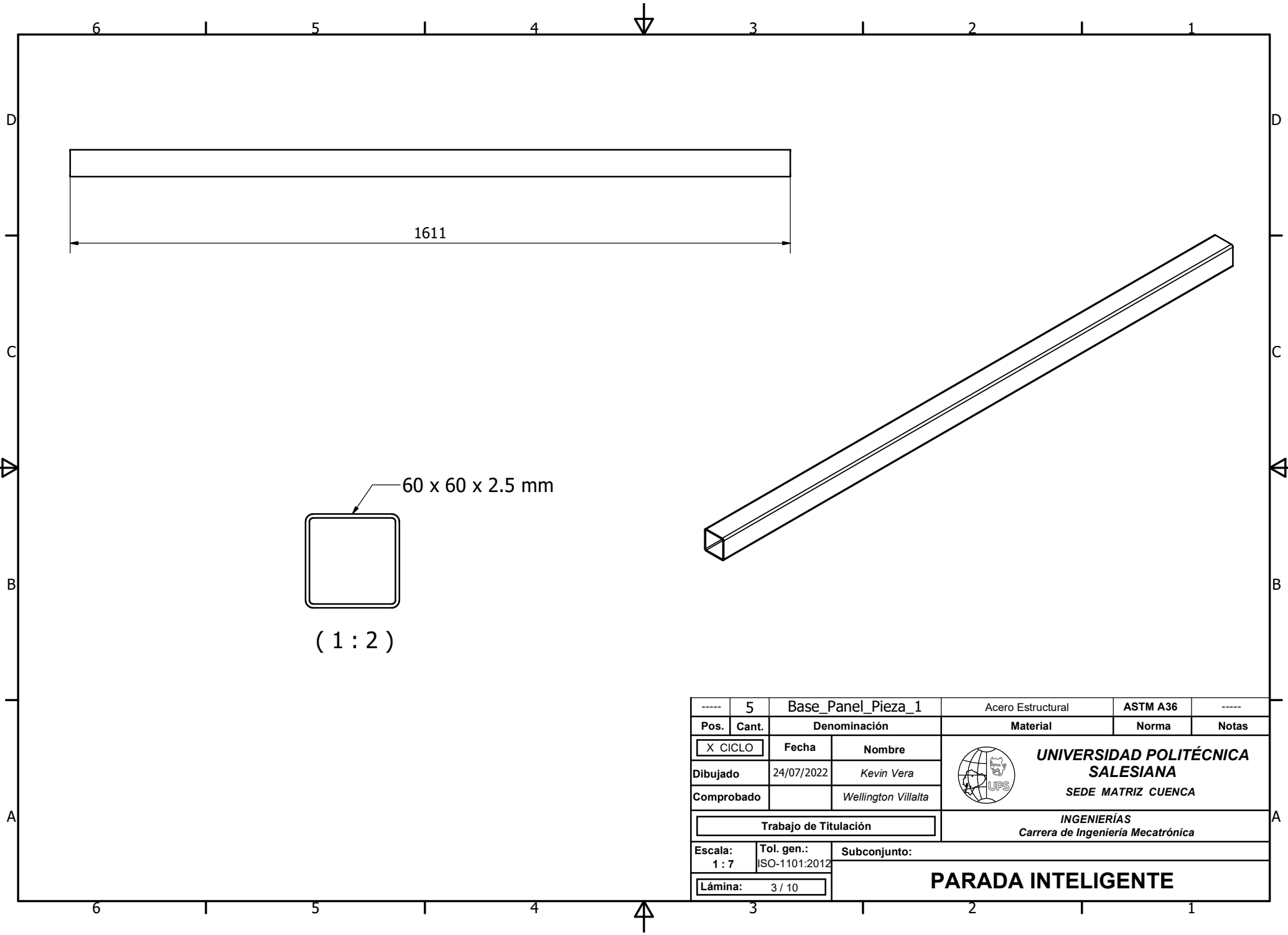
----	31	Base Panel	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 30	ISO-1101:2012				
Lámina:	1 / 10				

PARADA INTELIGENTE



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	5	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1611	Base_Panel_Pieza_1	
2	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 4060	Base_Panel_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1731	Base_Panel_Pieza_3	
4	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 185,27	Base_Panel_Pieza_4	
5	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 74,22	Base_Panel_Pieza_5	
6	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 132,75	Base_Panel_Pieza_6	
7	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 734,01	Base_Panel_Pieza_7	

----	31	Base Panel	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha	Nombre		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
			INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 30	ISO-1101:2012				
Lámina:	2 / 10	PARADA INTELIGENTE			

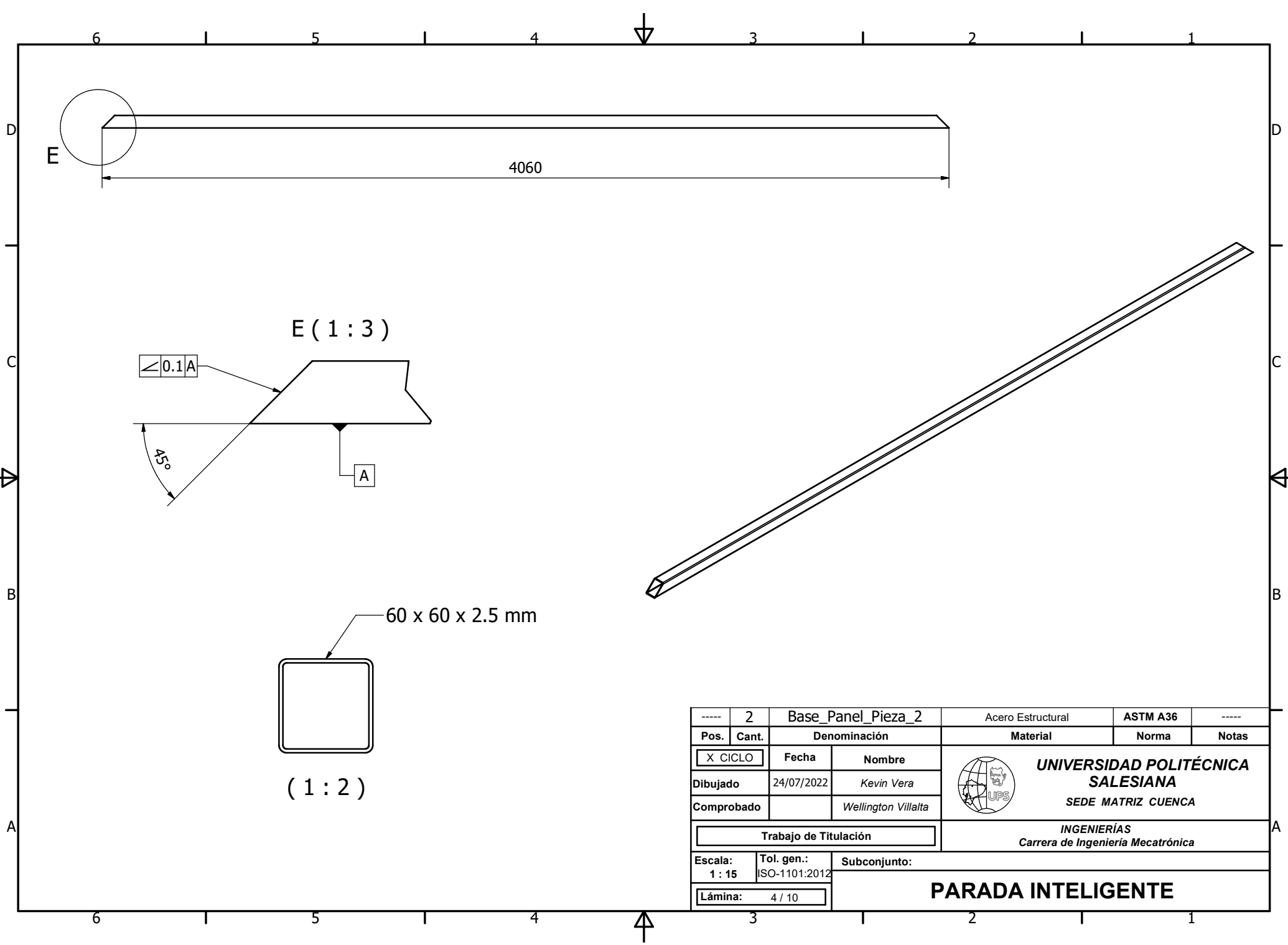


1611

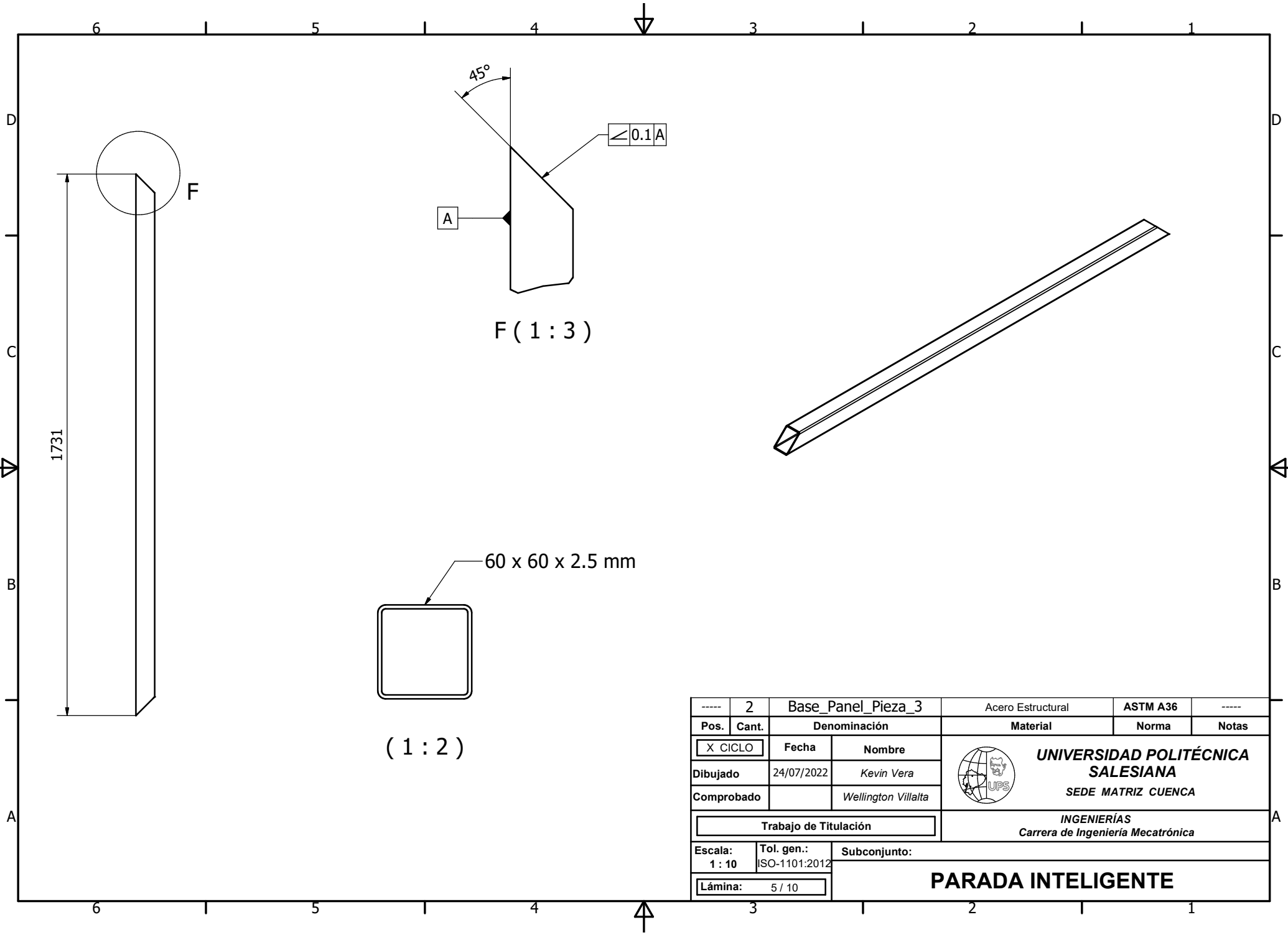
60 x 60 x 2.5 mm

(1 : 2)

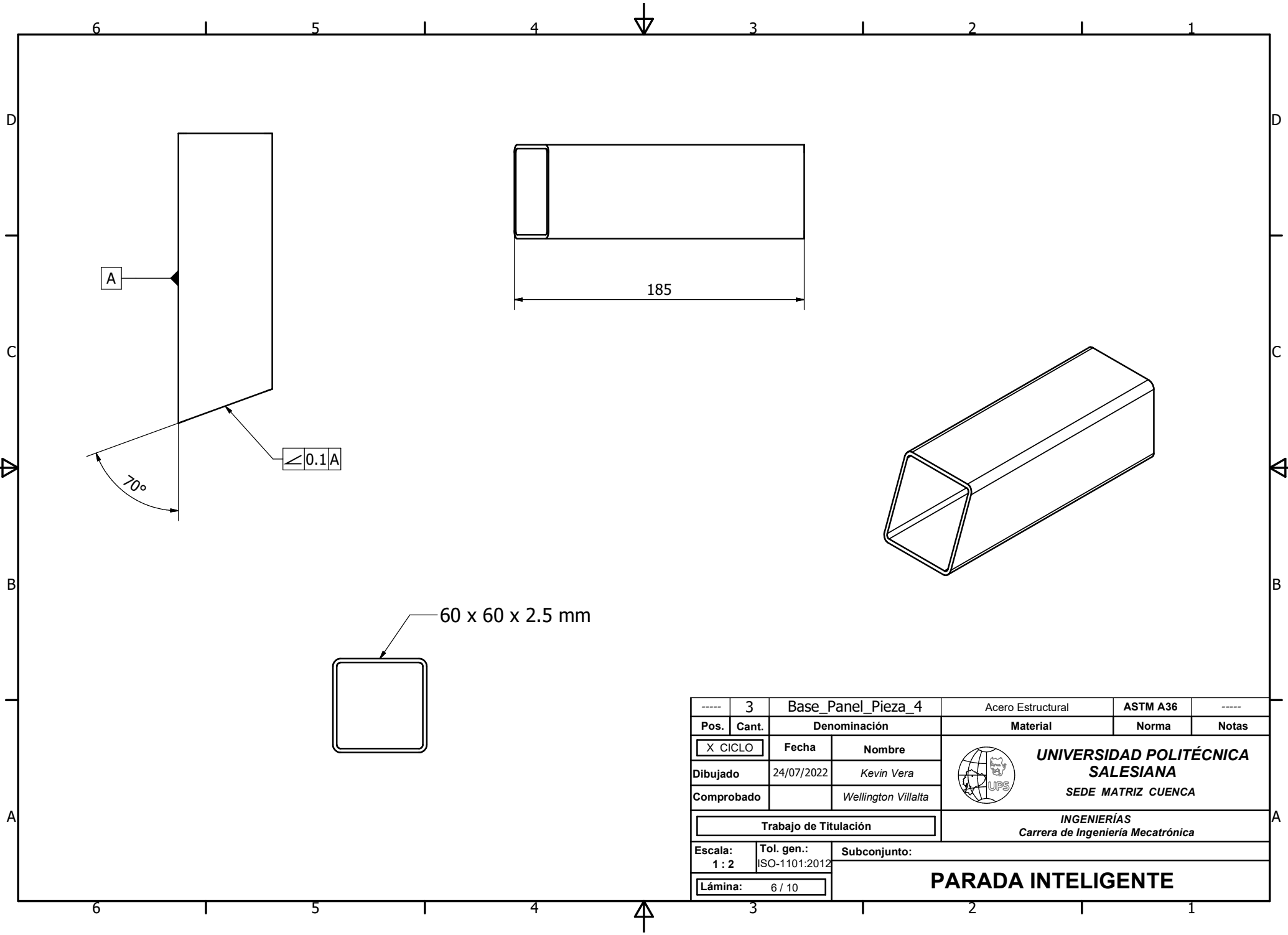
----	5	Base_Panel_Pieza_1	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	<p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA</p> <p>INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica</p>		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 7	ISO-1101:2012				
Lámina:	3 / 10	PARADA INTELIGENTE			



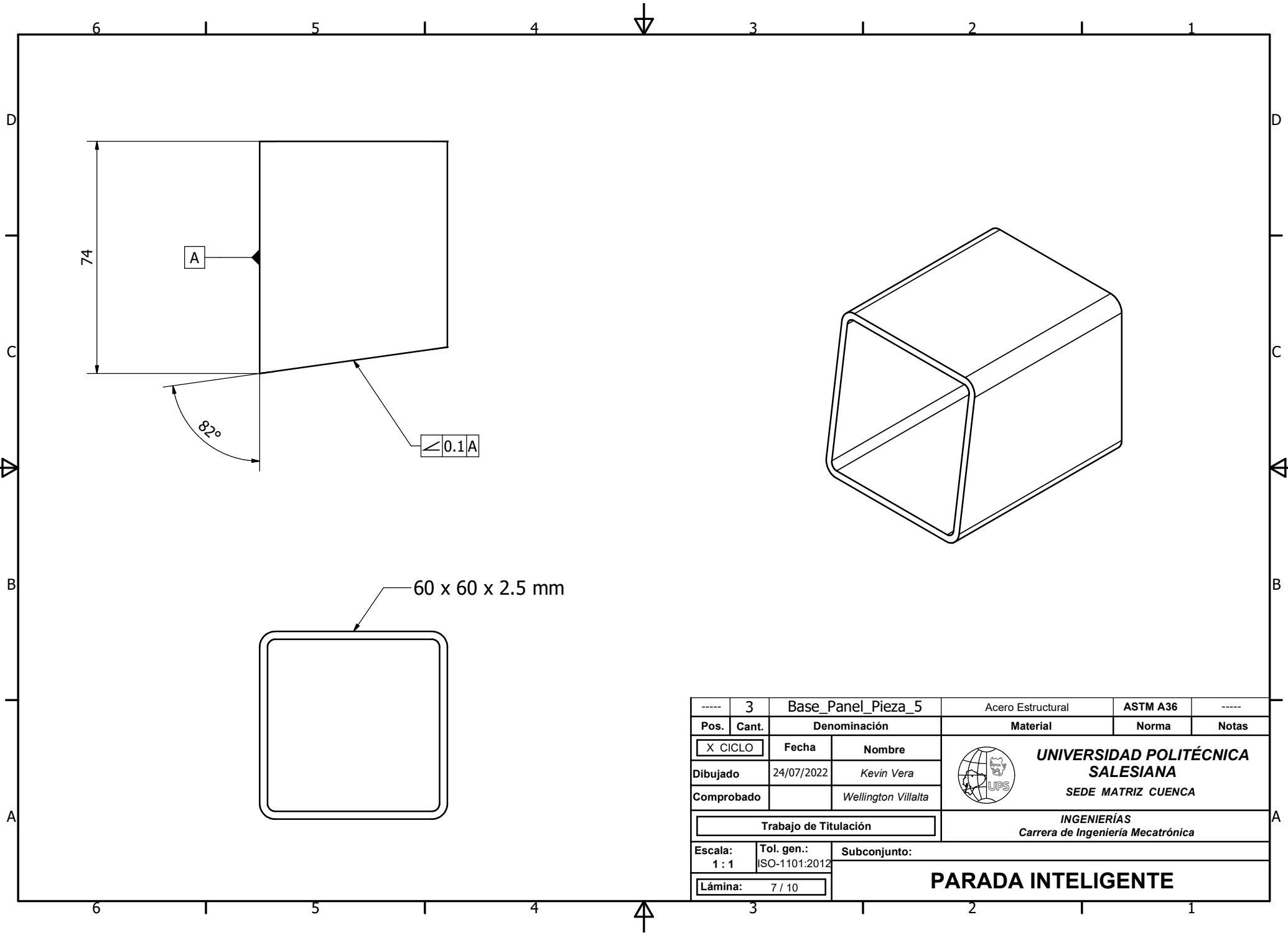
----	2	Base_Panel_Pieza_2	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha			
		Nombre			
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 15	ISO-1101:2012				
Lámina:	4 / 10	PARADA INTELIGENTE			



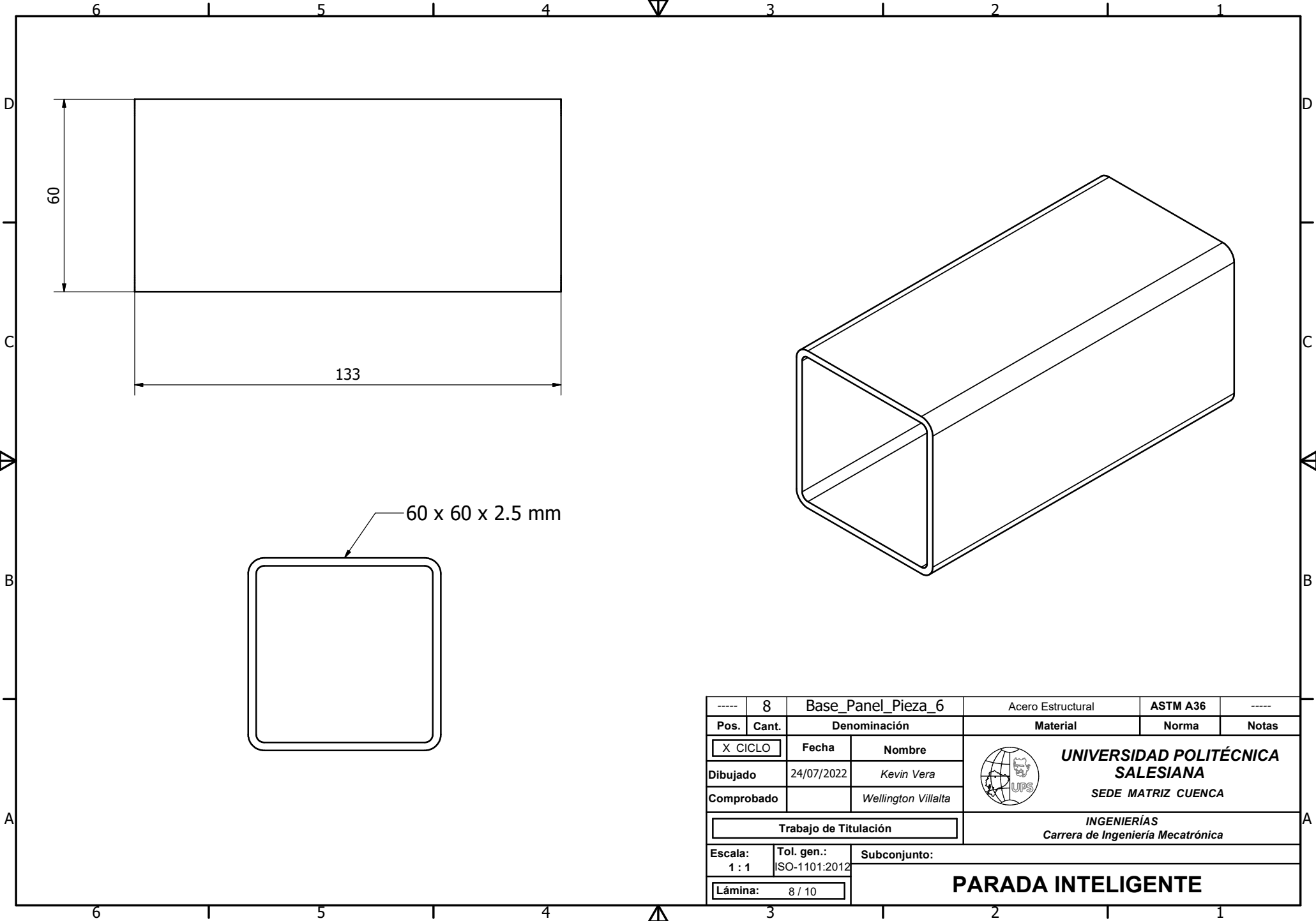
----	2	Base_Panel_Pieza_3	Acero Estructural	ASTM A36	----	
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas	
X CICLO		Fecha	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica			
Dibujado	24/07/2022	Nombre				Kevin Vera
Comprobado		Wellington Villalta				
Trabajo de Titulación						
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:				
1 : 10	ISO-1101:2012					
Lámina:	5 / 10	PARADA INTELIGENTE				



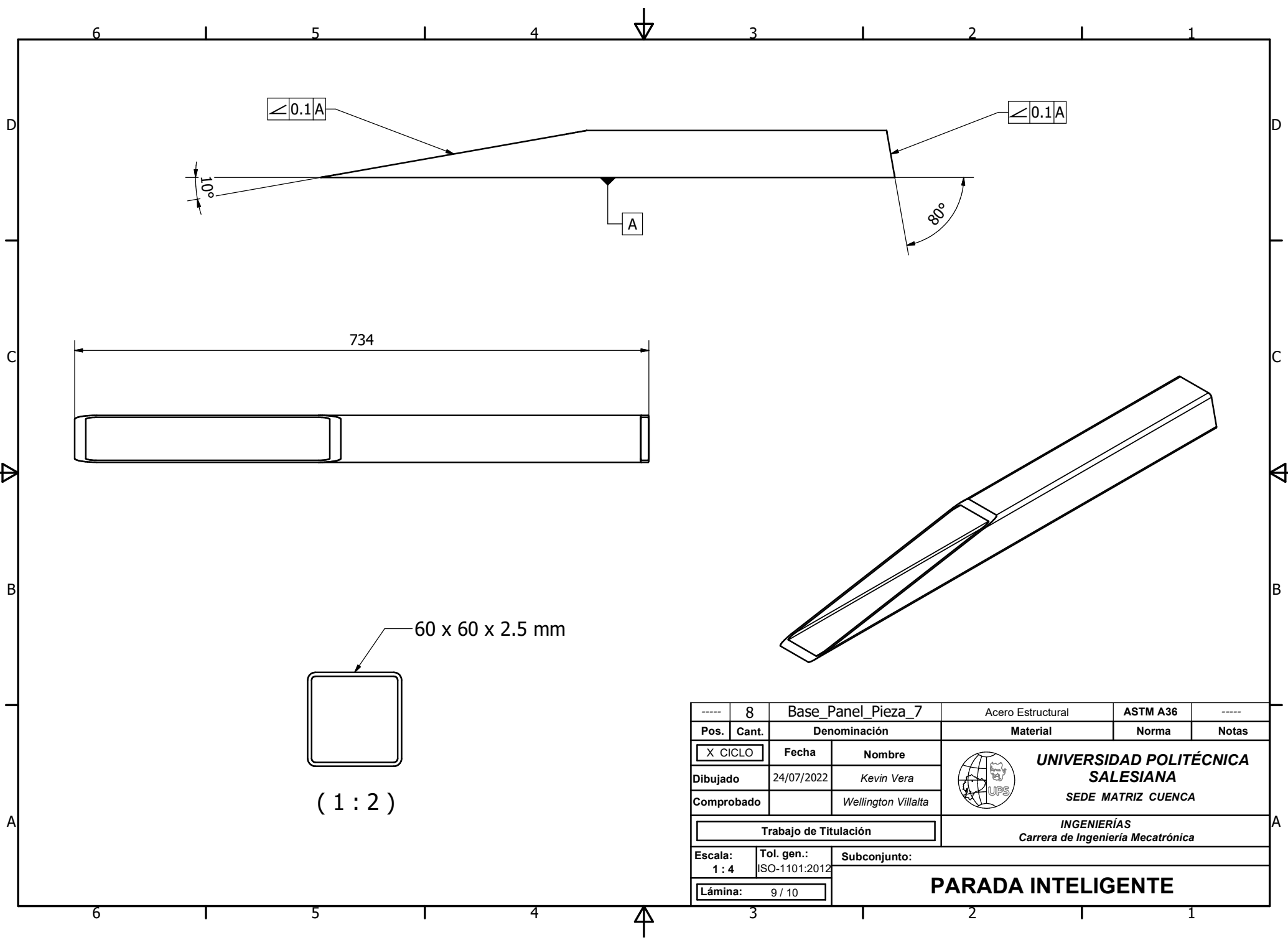
----	3	Base_Panel_Pieza_4	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
		Nombre			
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 2	ISO-1101:2012				
Lámina:	6 / 10	PARADA INTELIGENTE			



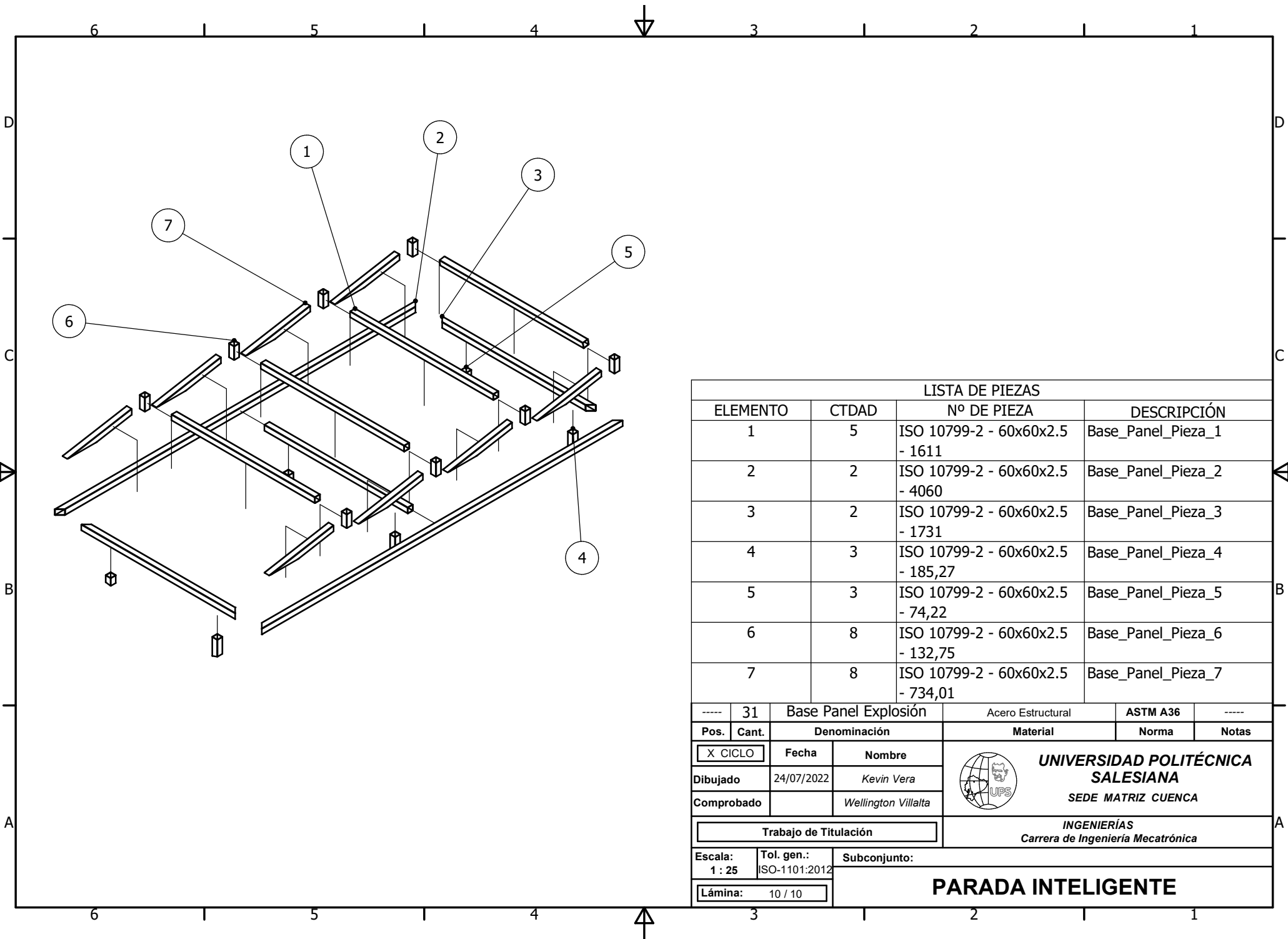
----	3	Base_Panel_Pieza_5	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 1	ISO-1101:2012				
Lámina:	7 / 10	PARADA INTELIGENTE			



----	8	Base_Panel_Pieza_6	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 1	ISO-1101:2012				
Lámina:	8 / 10	PARADA INTELIGENTE			



----	8	Base_Panel_Pieza_7	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	9 / 10	PARADA INTELIGENTE			

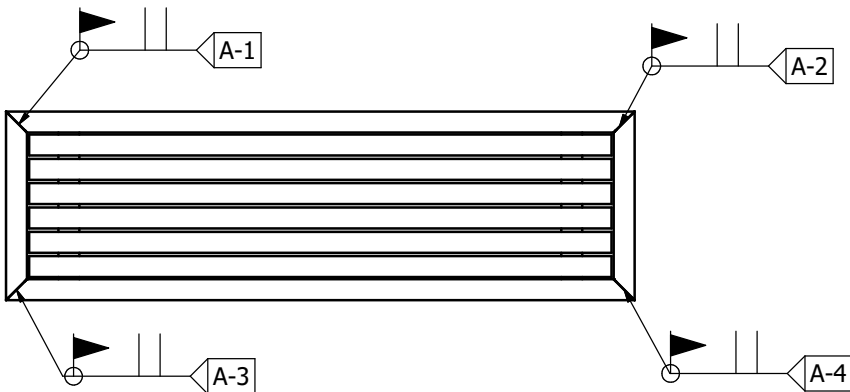
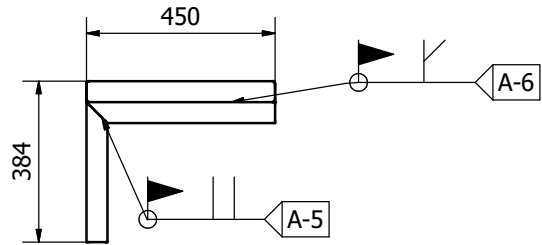
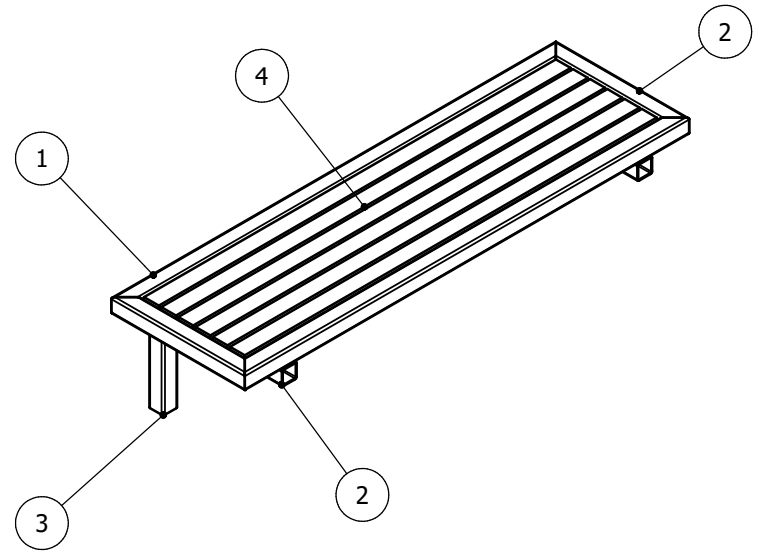
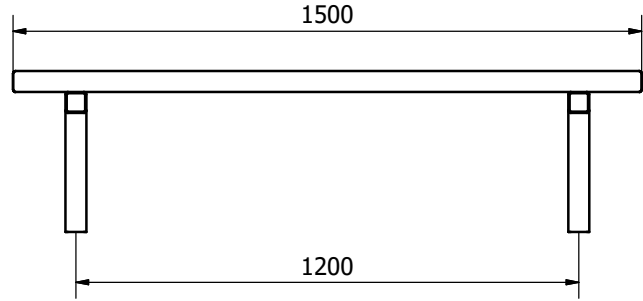


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	5	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1611	Base_Panel_Pieza_1
2	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 4060	Base_Panel_Pieza_2
3	2	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 1731	Base_Panel_Pieza_3
4	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 185,27	Base_Panel_Pieza_4
5	3	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 74,22	Base_Panel_Pieza_5
6	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 132,75	Base_Panel_Pieza_6
7	8	ISO 10799-2 - 60x60x2.5 - 734,01	Base_Panel_Pieza_7

----	31	Base Panel Explosión	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 25	ISO-1101:2012				
Lámina:	10 / 10	PARADA INTELIGENTE			

Anexo E: Planos del Asiento de la Parada

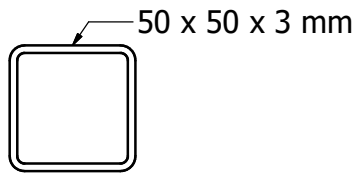
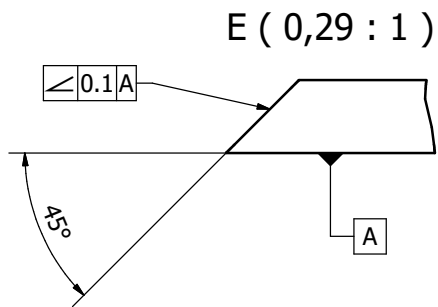
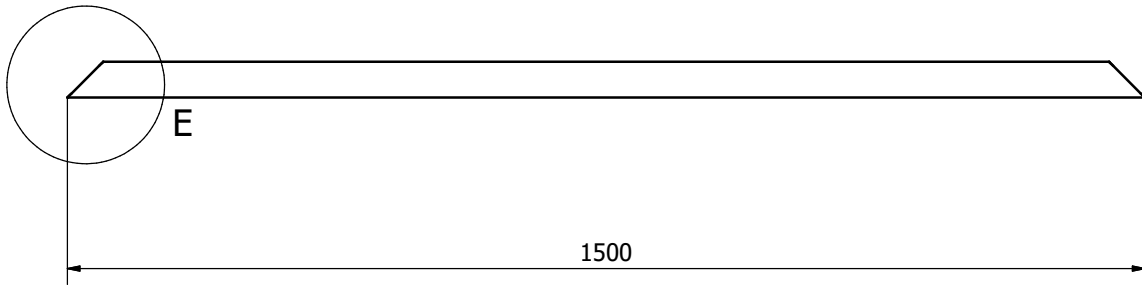
6 5 4 3 2 1



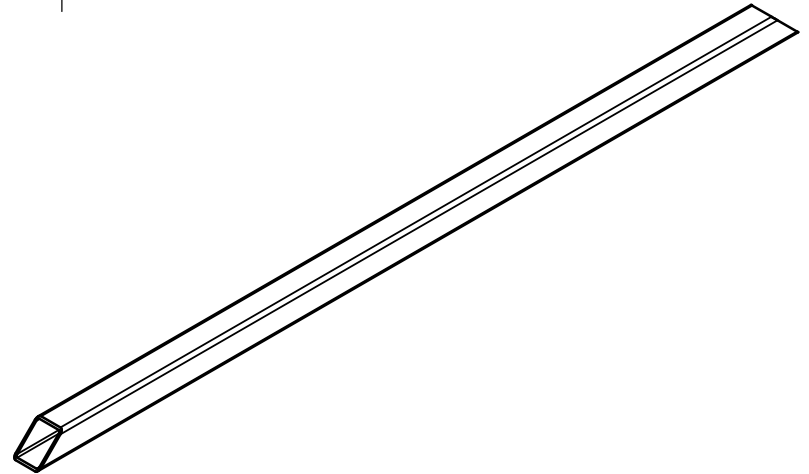
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	2	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 1500	Asiento_Pieza_1	
2	4	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 450	Asiento_Pieza_2	
3	2	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 334	Asiento_Pieza_3	
4	6	ISO 1035/2 - 50 x 50 - 1390	Asiento_Pieza_4	

----	14	Asiento		Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera				
Comprobado		Wellington Villalta				
Trabajo de Titulación						
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:				
1 : 12	ISO-1101:2012					
Lámina:	1 / 7	PARADA INTELIGENTE				

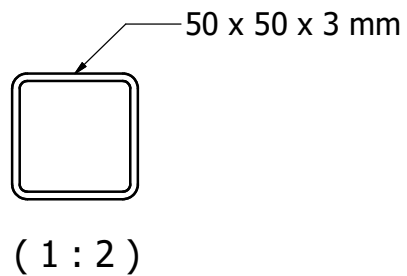
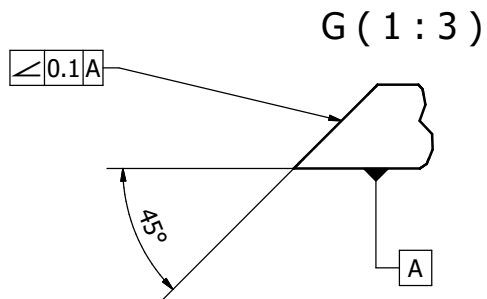
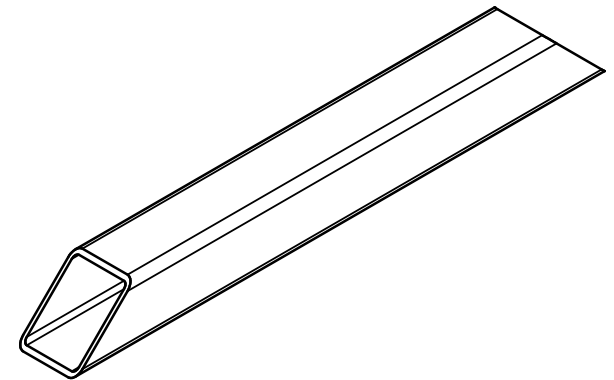
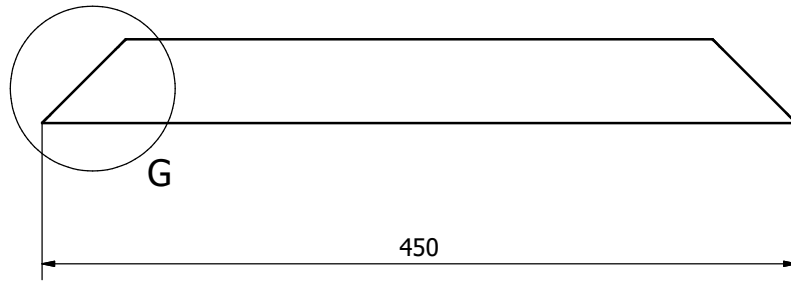
6 5 4 3 2 1



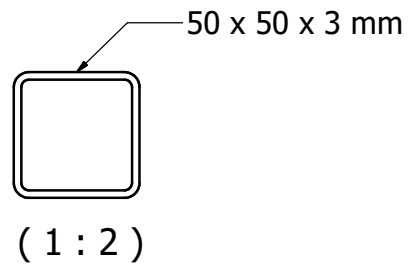
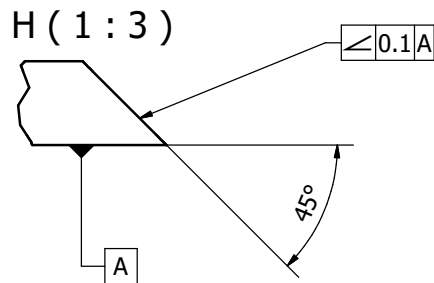
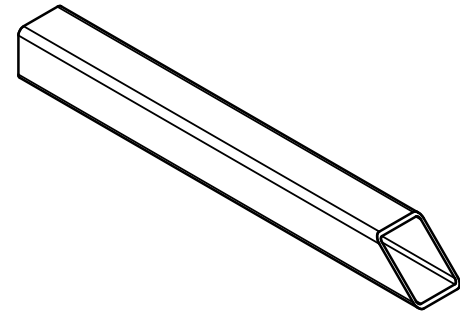
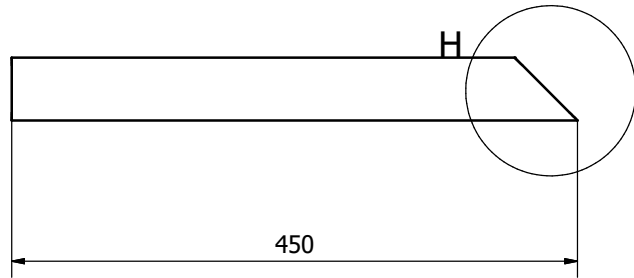
(1 : 2)



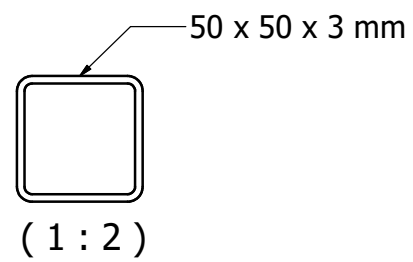
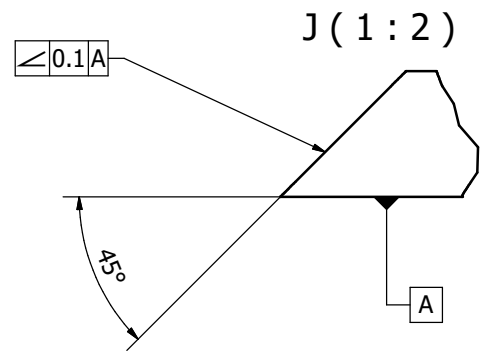
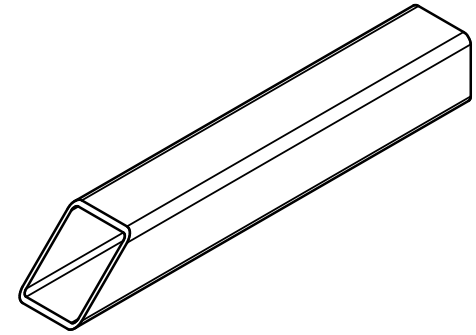
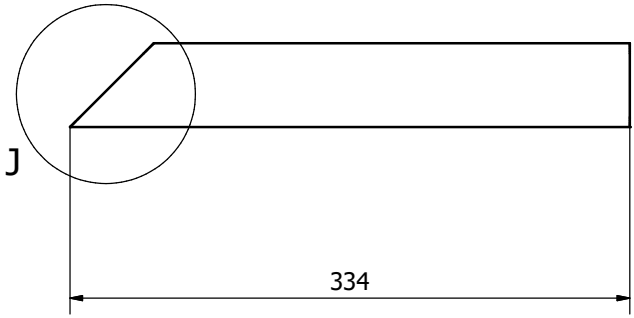
----	2	Asiento_Pieza_1	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 7	ISO-1101:2012				
Lámina:	2 / 7	PARADA INTELIGENTE			



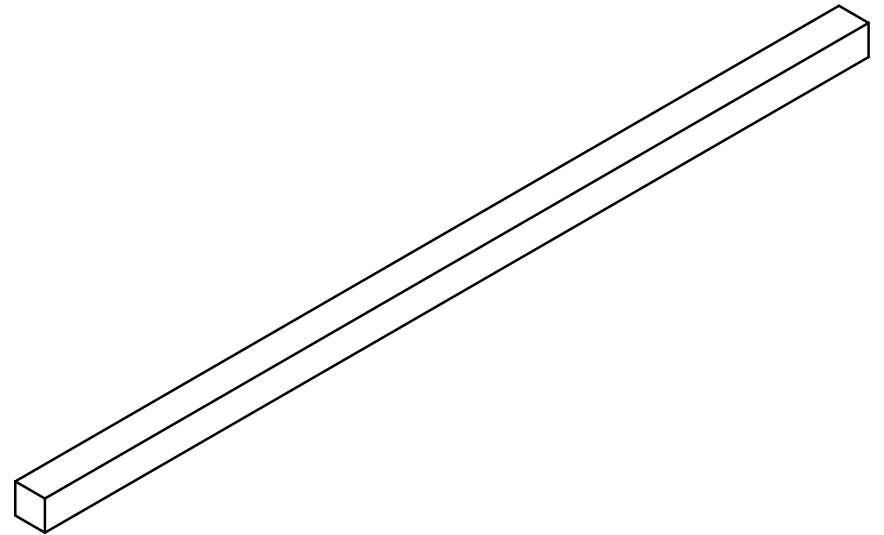
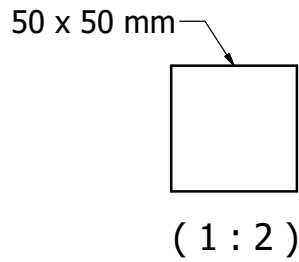
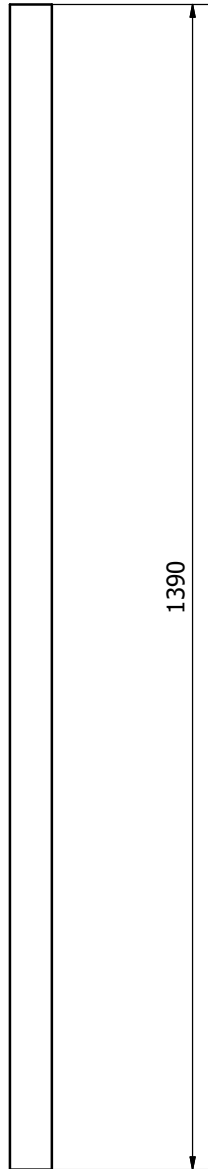
----	2	Asiento_Pieza_2.1	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 3	ISO-1101:2012				
Lámina:	3 / 7	PARADA INTELIGENTE			



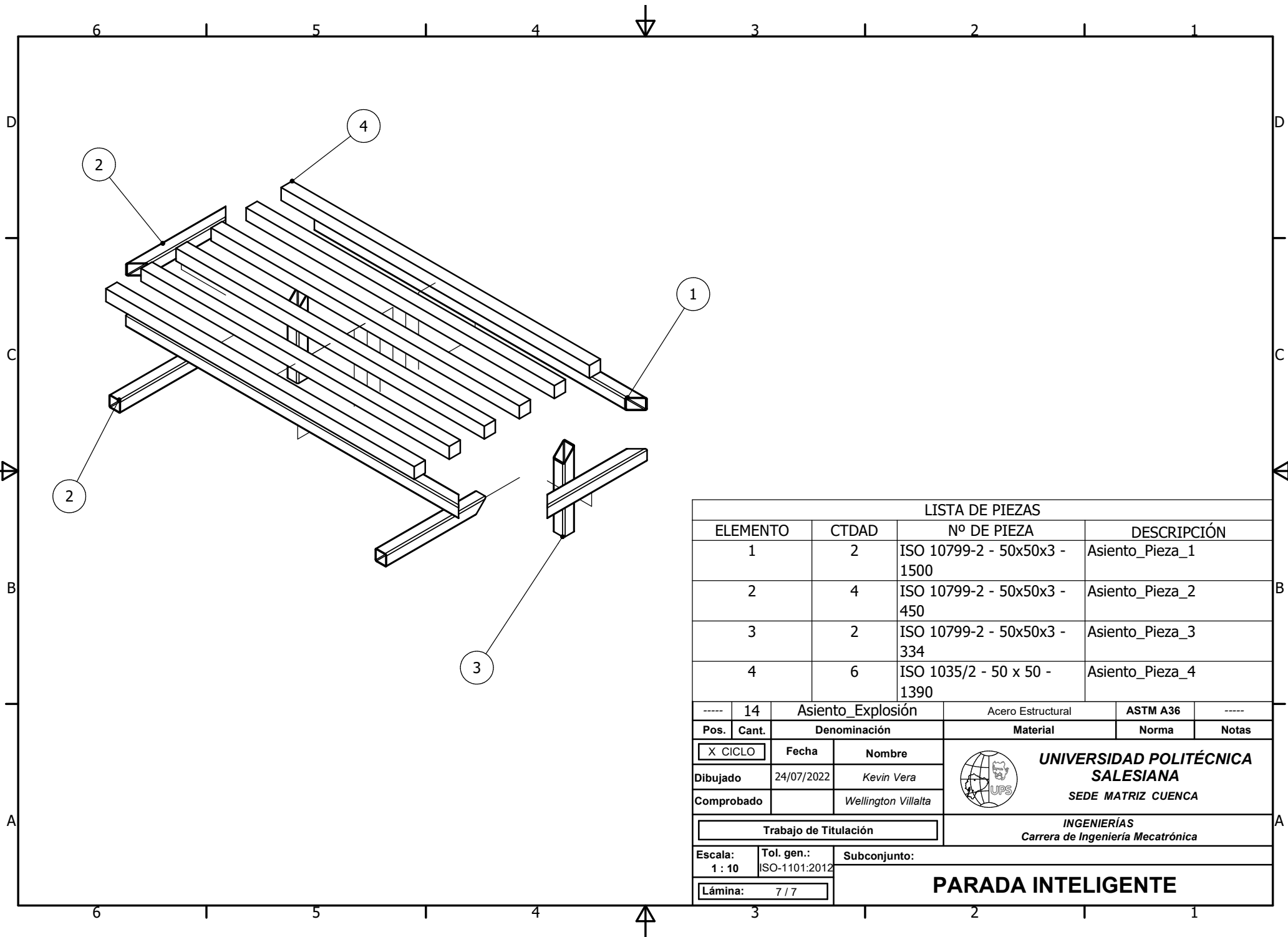
----	2	Asiento_Pieza_2.2	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 4	ISO-1101:2012				
Lámina:	4 / 7	PARADA INTELIGENTE			



----	2	Asiento_Pieza_3	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
X CICLO	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 3	ISO-1101:2012				
Lámina:	5 / 7	PARADA INTELIGENTE			



----	6	Asiento_Pieza_4	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input checked="" type="checkbox"/> CICLO	Fecha	Nombre	<p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA</p> <p>INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica</p>		
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 6	ISO-1101:2012				
Lámina:	6 / 7	PARADA INTELIGENTE			



LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	2	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 1500	Asiento_Pieza_1		
2	4	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 450	Asiento_Pieza_2		
3	2	ISO 10799-2 - 50x50x3 - 334	Asiento_Pieza_3		
4	6	ISO 1035/2 - 50 x 50 - 1390	Asiento_Pieza_4		
----	14	Asiento_Explosión	Acero Estructural	ASTM A36	----
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Notas
<input type="checkbox"/> X CICLO		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERÍAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	24/07/2022	Kevin Vera			
Comprobado		Wellington Villalta			
Trabajo de Titulación					
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:			
1 : 10	ISO-1101:2012				
Lámina:	7 / 7	PARADA INTELIGENTE			

Anexo F: Renders del Diseño Final de la Parada

Figura 41

Render 1 de la posible parada

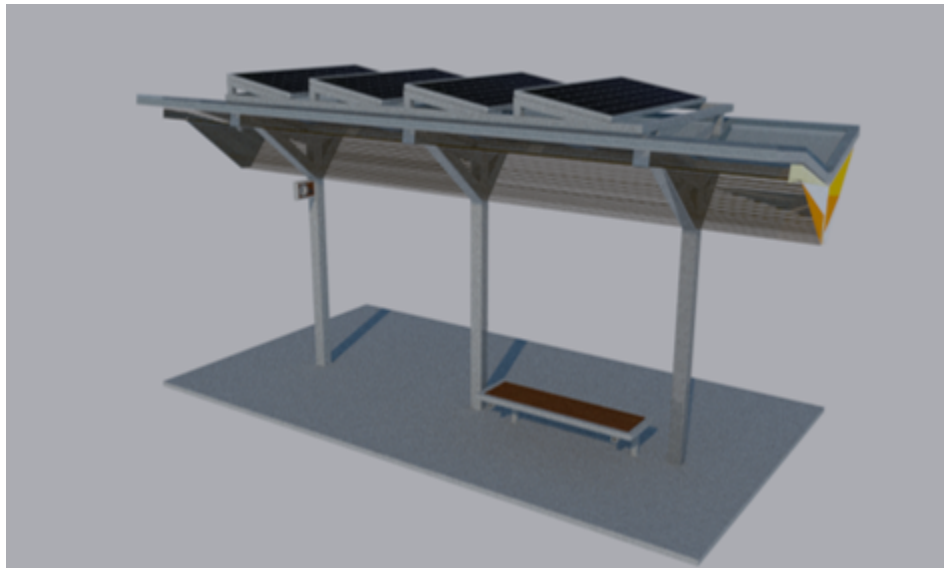


Figura 42

Render 2 de la posible parada

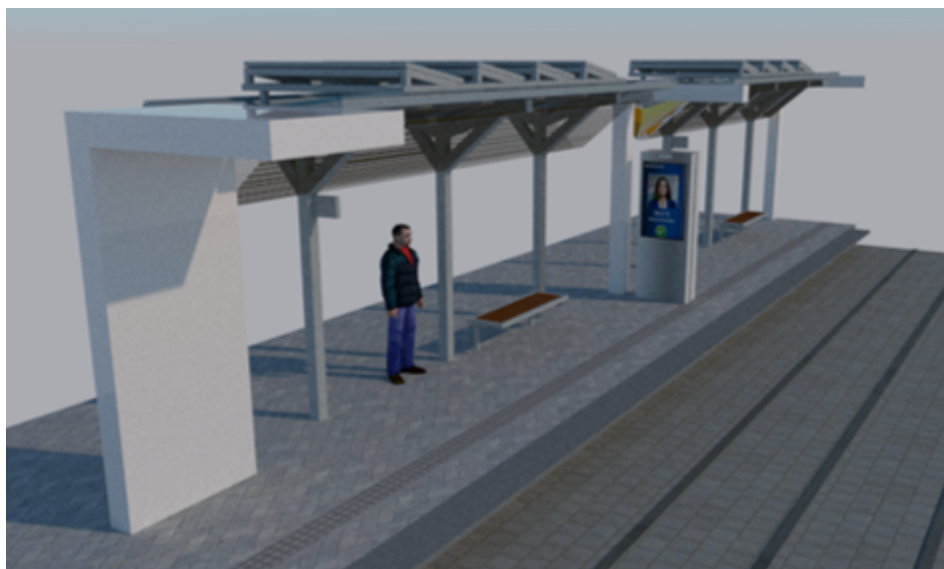


Figura 43

Render 3 de la posible parada

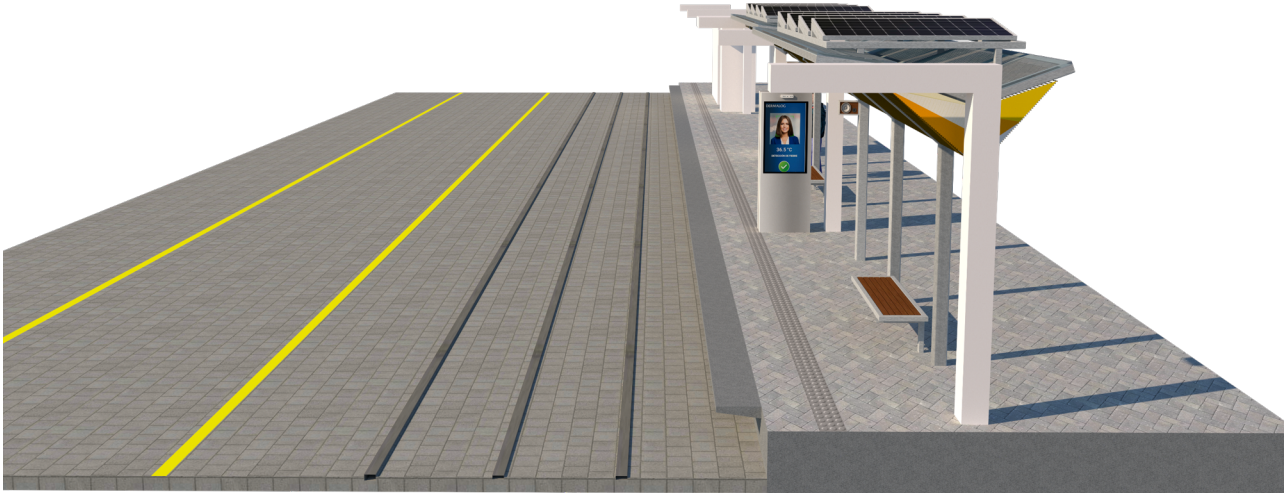


Figura 44

Render 4 de la posible parada



Figura 45

Render 5 de la posible parada

