



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

“Measurement-Torso”

Autor: Adrián Morales Casas

Tutor: Emilio Navarro Peris

Cotutor: Andreas Thiemich

A Angie

A mi Familia

„Ein Löffel voll Tat ist besser

als ein Löffel voll Rat „

AGRADECIMIENTOS

Deseo aprovechar la ocasión para agradecer a la empresa Konvekta que me haya brindado la oportunidad de poder realizar este trabajo de fin de grado con ellos. Prestando sus instalaciones y estando siempre bajo la cotutela del señor Andreas Thiemich, al cual debo agradecer todo su apoyo y ayuda. Sin olvidar la supervisión de mi tutor Emilio Navarro Peris, que desde el primer momento mostro interés por el proyecto propuesto.

También tengo que agradecer la confianza y apoyo que han depositado en mí mis seres más queridos, en especial agradecimiento a Angie Carolina Pérez Romero, que ha sido mi faro en la tormenta.

RESUMEN

El presente proyecto pretende exponer el trabajo realizado para la creación de un equipo de medida innovador capaz de medir el confort térmico en el ámbito de la climatización de cabinas de maquinaria para movimiento de tierras. El equipo de medida creado, llamado también *Dummy*, presenta la particularidad de que imita a un operario sentado en una de estas cabinas, además de ser portátil y capaz de captar todos los parámetros que intervienen en la ergonomía térmica como, por ejemplo, la temperatura y la velocidad del aire.

Por otra parte, otro objetivo de este proyecto es la realización de un ensayo utilizando el propio *Dummy* para poder estudiar la viabilidad de una propuesta de mejora constructiva en los difusores de aire de las cabinas, concretamente en cabinas de los vehículos fabricados por la empresa Liebherr modelos L550, L542 y L524.

La construcción de este equipo de medida se realizó en la empresa Konvekta, quien decidió poner en marcha este proyecto. Las condiciones de diseño y las características de esta estructura, por tanto, vienen impuestas por ciertos criterios que quería la empresa, aparte de las que dictamina la norma UNE ISO 10263 referente a este tipo de ensayos de confort térmico.

Cabe destacar que la fase de investigación, diseño y desarrollo del *Dummy* en sí, no vienen representados en esta obra ya que se trata de un proceso largo y complejo que escapa al marco de los fines académicos de un TFG. Pero, sintetizando esta parte, se podría remarcar que durante esta fase se propusieron varios diseños y prototipos, y se probaron diferentes instrumentos de medida antes de llegar a los resultados expuestos en este trabajo.

Con todo esto dicho, este proyecto se ciñe a mostrar las características técnicas del *Dummy*, los resultados finales obtenidos en el ensayo realizado y a dar al lector toda la información necesaria para comprender los parámetros de confort y la importancia de estos en la práctica.

Palabras Clave: Innovador, *Dummy*, Diseño, Cabina, Ensayo, Confort Térmico, Ergonomía, Mejora, Difusor de aire.

ABSTRACT

This project tries to explain the creation of an innovative measurement equipment capable of measuring the thermal comfort inside of cabins of earth movement machines. The peculiarity of this measure equipment created, also named as *Dummy*, is that it imitates a seated worker in one of these cabins. Besides, it is portable and capable of measure all the parameters of thermal ergonomics like, for example, temperature and air speed.

On the other hand, another target of this project is to carry out a test using the Dummy itself to be able to study the viability of a proposal of improvement in the air diffusers of the cabins, specifically in cabins of the vehicles made by the company Liebherr models L550, L542 and L524.

The construction of this measurement equipment was made by Konvekta company, who decided to start this project. The design criterion and the characteristics of the structure are, therefore, imposed by what the company wanted, apart from observing the norm UNE ISO 10263 regarding this type of thermal comfort tests.

It is necessary to emphasize that the research, design and development of the Dummy themselves, are not represented in this report because requires a complex and long process that is out of meaning of a final degree project. However, it should be pointed out that during this phase several designs and prototypes were proposed, and different measurement instruments were proved before coming to the results exhibited in this report.

With all that being said, this project limits itself to showing the technical characteristics of the Dummy, the final results obtained in the test carried out and to give to the reader all the information necessary to understand the parameters of comfort and the importance of these being put in practice.

Key words: Innovative, Dummy, Design, Cabin, Test, Thermal Comfort, Ergonomics, Improvement, Air Diffusers.

Índice del Proyecto “Measurement-Torso”

1. Memoria	8
2. Planos	139
3. Pliego de Condiciones.....	213
4. Presupuesto.....	222

Índice de las Figuras

Figura 1 Puntos de Medición Norma ISO 10263-4	13
Figura 2 Medidas Operario Sentado Norma UNE-EN ISO 3411	17
Figura 3 Perfiles Creform.....	19
Figura 4 Uniones Perfiles MiniTec	19
Figura 5 Perfil 30x30 MiniTec	20
Figura 6 NI cDAQ-9184 y NI cDAQ-9188xT respectivamente	21
Figura 7 Montaje actual del ensayo en cabina	22
Figura 8 Medidor de presión relativa Jumo	23
Figura 9 Anemómetro térmico marca Schmidt	24
Figura 10. Higrómetro capacitivo. Fuente: Automatización Industrial: Sensores de Humedad	25
Figura 11 Cámara Go-Pro Hero 4.....	26
Figura 12 Diagrama de una impresora SLS funcionando.....	28
Figura 13 Vista Diseño Dummy	29
Figura 14 Dummy Plegado.....	30
Figura 15 Soportes Magnéticos Puntos ISO	32
Figura 16 Soportes Plegables Puntos ISO	32
Figura 17 Diseño Torso y Cabeza Dummy	33
Figura 18 Difusores Techo Cabina	34
Figura 19 Cabina Dentro del Contenedor.....	78
Figura 20 Sistema Climatización Cabina	78
Figura 21 Elementos Restantes Sistema Climatización Cabina	79
Figura 22 Equipo Climatización Contenedor	79
Figura 23 Focos Infrarrojos.....	80

Índice de las Gráficas

Gráfica 1 Ensayo a 0°C Sin y Con Optimización.....	35
Gráfica 2 Ensayo a 10°C Sin y Con Optimización.....	37
Gráfica 3 Ensayo a 30°C Sin y Con Optimización.....	38

1. Memoria

Índice de la Memoria

1.1	Objetivos.....	11
1.2	Alcance	11
1.3	Antecedentes	12
1.4	Normas y referencias	13
1.4.1	Disposiciones legales y normas aplicables	13
1.4.2	Programas de cálculo	14
1.5	Definiciones y abreviaturas	15
1.5.1	Definiciones.....	15
1.5.2	Abreviaturas	15
1.6	Requisitos de diseño.....	16
1.6.1	Estudio de las dimensiones y la estructura	17
1.6.2	Estudio de los Instrumentos de Medición.....	18
1.6.3	Estudio del armazón del Dummy	18
1.7	Análisis de las soluciones.....	18
1.7.1	Estructura del Dummy.....	18
1.7.2	Instrumentos de Medida y Accesorios.....	20
1.7.2.1	Captador de Datos.....	20
1.7.2.2	Termómetros para puntos ISO	22
1.7.2.3	Termómetros adicionales.....	23
1.7.2.4	Medidores de presión relativa del aire	23
1.7.2.5	Medidor de velocidad del aire.....	24
1.7.2.6	Medidor de Humedad relativa	24
1.7.2.7	Cámara	25
1.7.2.8	Alimentación Eléctrica de los Instrumentos.....	26
1.7.3	Armazón del Dummy.....	27
1.7.4	Diseño del Measurement Torso	29
1.7.4.1	Estructura	29
1.7.4.2	Soportes	31
1.7.4.3	Armazón	33
1.8	Resultados finales.....	34
1.9	Bibliografía.....	39
1.10	Anexos	40
1.10.1	Documentos De Partida	41
1.10.1.1	UNE-ISO 10263-6.....	42
1.10.1.2	ISO 3411	57
1.10.2	Descripción del Ensayo.....	78
1.10.3	Catálogos de los elementos constructivos del proyecto.....	81
1.10.3.1	Termómetros PT 100.....	82
1.10.3.2	Medidor de Presión Jumo 404304	90
1.10.3.3	Anemómetro Schmidt SS 20. 415.....	112
1.10.3.4	Higrómetro Omega HX92B.....	123

Cámara Go Pro	126
Peso	126
Dimensiones	126
Modos de vídeo	126
Formato de vídeo	127
Configuración de captura de vídeo avanzada	127
Modos de fotografía	127
Modo de tomas múltiples	127
Configuración de captura de vídeo avanzada	128
Fotómetro puntual para luz reflejada	130
Calidad de imagen + óptica	131
Batería + carga	131
Audio	132
Puertos	132
Almacenamiento	133
Reproducción de fotos + vídeos	133
Fuente de Alimentación Traco Power AC/DC TIW 4-24 Watt	134

1.1 Objetivos

La presente obra que lleva como título ‘Measurement-Torso’ pretende mejorar el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en una cabina de un vehículo de movimiento de tierras, tratando de optimizar las prestaciones de confort térmico. En concreto, la mejora propuesta está enfocada para una cabina como la que se halla montada sobre los vehículos de movimiento de tierra de la empresa Liebherr modelos L550, L542 y L524, facilitada por la empresa Konvekta para la realización de ensayos. La empresa Konvekta, que está situada en Am Nordbahnhof N°5 PLZ: 34613 Schwalmstadt (Alemania), fue la que decidió en primer lugar poner en marcha el proyecto de construcción de un equipo de medida de estas características, con lo que fue quien prefijó las condiciones de contorno, pero dio total libertad al presente autor de esta obra para buscar una solución en el diseño y construcción del equipo de medida.

El Measurement-Torso, al que de ahora en adelante será referido como “Dummy” o “Equipo de medida”, ha sido diseñado para medir los parámetros que afectan a la ergonomía térmica dentro de una de estas cabinas, por lo tanto, se trata de una parte fundamental para el estudio de la realización de una propuesta de mejora en el sistema HVAC. Con el objeto de mejorar dicho sistema modificando las prestaciones de confort térmico como se ha dicho antes, se estudia el cambio del sistema de difusión de aire a la altura de la cabeza del operario sustituyendo los difusores de rejilla por unos difusores de techo perforado.

1.2 Alcance

El diseño y construcción de equipos de climatización de habitáculos de vehículos terrestres hoy por hoy es una tarea en la que interviene la combinación de varios subsistemas que deben funcionar en armonía para poder garantizar una climatización óptima en estos espacios. En regla general estos espacios son de dimensiones reducidas, pensados para albergar de 1 a 5 personas, con la presencia de amplias y abundantes superficies acristaladas produciéndose en el interior condiciones climáticas asimétricas difíciles de determinar. O, por lo contrario, son de amplias dimensiones, como es el caso de los vehículos de transporte público donde las cargas generadas por la actividad humana son más importantes aparte de las dificultades propias del cerramiento a climatizar. A estos factores cabe añadirle las dificultades técnicas que han de superar estos equipos, debido a la cambiante ubicación de éstos tanto en altitud como en latitud, a su exposición a agentes naturales abrasivos y la radiación solar.

Con el fin de optimizar estos equipos, la industria de climatización de vehículos terrestres invierte millones de euros en investigación y desarrollo. Concretamente, en la recopilación de datos de medida fiables que ayuden a optimizar las prestaciones de los sistemas referentes al confort térmico, potencia, rendimiento y eficiencia energética. Esto se debe a la obligatoriedad de la instalación de estos equipos en la mayoría de vehículos tanto del sector público como laboral y la creciente demanda por parte de los clientes de sistemas de climatización cada vez más inteligentes enfocados a mejorar la ergonomía térmica tanto de operarios como de usuarios.

Es por esto, por lo que la presente obra pretende mostrar el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un Dummy que servirá a la empresa Konvekta como equipo de medida de confort térmico en el ámbito de las cabinas de movimiento de tierras. Mostrando los criterios de diseño, selección de materiales, planos y presupuesto se pretende mejorar la comprensión de los resultados

experimentales obtenidos en este trabajo por medio de ejecución de un ensayo. Se ofrece de este modo, la posibilidad de reproducir en un futuro las medidas realizadas en esta obra y de continuar la investigación de la viabilidad de la propuesta sugerida. En este caso, la propuesta de mejora que se ha sugerido es la que se ha mencionado en el apartado anterior, que contempla la modificación de la geometría de los difusores de aire a la altura de la cabeza del operario.

1.3 Antecedentes

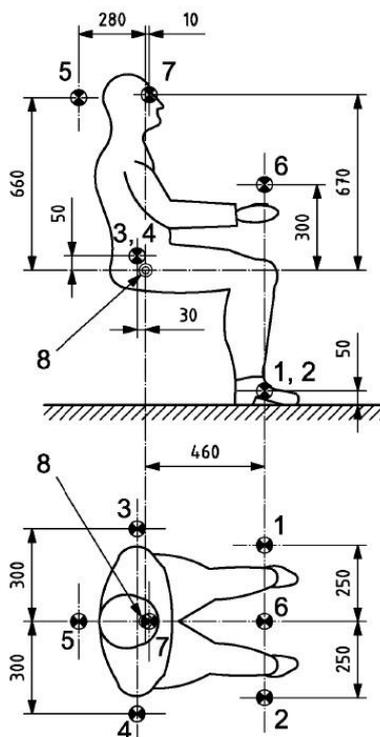
En la climatización de vehículos terrestres, concretamente en el ámbito de la climatización de cabinas de maquinaria de movimiento de tierras, intervienen 4 subsistemas sobre los cuales se pueden trabajar para mejorar la climatización de estos espacios:

- Cabina (geometría y cerramientos)
- Equipo de climatización
- Canales de ventilación
- Distribución de las salidas de aire al torso, extremidades y parabrisas

Por tanto, se podría decir que, a la hora de diseñar y construir un equipo de climatización para estas prestaciones se requiere de la acción conjunta del fabricante de equipos de climatización y el fabricante de vehículos, el cual presenta un modelo de cabina a climatizar. Todo ello para lograr un correcto control de los parámetros de presión en la cabina, velocidad, temperatura y humedad del aire, es decir, alcanzar el confort térmico ideal.

Por esta razón, la toma de medidas y la recopilación de datos es muy importante para verificar y garantizar el cumplimiento de la norma ISO 10263-4:2009, que es la que establece los criterios de confort en estos espacios. Midiendo el confort térmico, en función de los resultados obtenidos de una medición fiable, se pueden tomar las decisiones adecuadas para mejorar cualquiera de los 4 subsistemas mencionados. Cabe destacar que la norma solo contempla las condiciones ambientales a las que hay que realizar el ensayo, las tolerancias de los instrumentos de medida a utilizar y su posición dentro de una cabina (véase *Figura 1 Puntos de Medición Norma ISO 10263-4*), pero no los equipos utilizados ni el montaje de éstos. Por lo tanto, como no se especifica ningún equipo concreto y no existen actualmente equipos comerciales que reproduzcan los puntos que dictamina la norma, es necesario el estudio de una solución a este problema.

Es por esto por lo que la empresa Konvekta decide crear este equipo de medida para certificar que sus equipos de aire acondicionado cumplen la norma y en caso contrario, mejorar o subsanar deficiencias. Con esta intención, el proyecto Measurement-Torso fue destinado a este trabajo de fin de grado ya que la labor del diseño, elección de equipos, construcción, ensayo e interpretación de los resultados obtenidos combinan múltiples disciplinas que son de interés didáctico y académico para una ingeniería mecánica con mención en frío y climatización. Siendo también el objetivo final de este proyecto, utilizar el equipo de medida construido para poder estudiar la propuesta de mejora en el sistema HVAC.



Leyenda

- | | |
|-------|---|
| 1 a 6 | Puntos de medición de la temperatura y de la velocidad del viento |
| 7 | Puntos a la altura de los ojos del operador |
| 8 | SIP |

Figura 1 Puntos de Medición Norma ISO 10263-4

1.4 Normas y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicables

El criterio que se ha seguido para la realización de este proyecto viene regulado por las siguientes normativas y reglamentos expuestos a continuación:

- UNE-EN ISO 3411 Máquinas para movimientos de tierras. Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los operadores (ISO 3411:2007).
- UNE-EN ISO 10263-1 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 1: Términos y definiciones
- UNE ISO 10263-3 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 3: Método de ensayo del sistema de presurización.
- UNE ISO 10263-4 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 4: Prestaciones y método de ensayo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).
- UNE ISO 10263-5 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 5: Métodos de ensayo del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas.
- UNE ISO 10263-6 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 6: Determinación del efecto del calentamiento solar.

- UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

1.4.2 Programas de cálculo

Para la toma de datos y la realización de las gráficas se han utilizado los programas facilitados por la empresa National Instruments mostrados a continuación:

- NI Signal Express: Software que recoge los datos de los sensores de medida
- NI DIAdem: Software de representación y procesado de datos en tablas, gráficas, etc.

Por lo demás, para la realización del diseño en 3D del sistema de medición se ha utilizado el software *Autodesk Inventor Profesional 2015*, con el cual se han realizado también todos los planos.

1.5 Definiciones y abreviaturas

1.5.1 Definiciones

Measurement-Torso: Dummy o Equipo de medida.

Plug-in: Sistema de conexión que sirve para acoplar un perfil con otro.

Higrómetro: Aparato medidor de humedad.

Power Bank: Batería de alimentación externa.

1.5.2 Abreviaturas

H.R.: Humedad Relativa.

RTD: Detectores de Temperatura Resistivos.

SLS: Sinterizado Selectivo por Láser.

OEP: *Operate Eye Point* (Altura Ojos del Operador).

E/S: Entrada/Salida.

mBar: Milibar.

VAC: Tensión en corriente alterna.

VDC: Tensión en corriente continua.

A: Amperios.

W: Vatios.

°C: Grados Centígrados.

HVAC: Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado.

1.6 Requisitos de diseño

Para la realización del diseño y construcción del equipo de medida de confort térmico en el marco de la climatización de vehículos de movimiento de tierras según la norma ISO 10263-4, la empresa Konvekta manifestó una serie de requisitos que debe cumplir el encargo aparte de los de la norma. Estos requisitos son los expuestos a continuación:

- Construcción y montaje del dispositivo bajo la consideración de la posibilidad de transporte en un vehículo (peso reducido < 25 Kg, manejable: por ejemplo, disponer de pasamanos).
- Montaje de los sensores bajo la consideración de accesibilidad sencilla para su desmontaje (mantenibilidad).
- Uso de un sistema de medida adecuado que debe estar sujeto al Torso o preferiblemente integrado en él.
- Protección de los sensores frente a daños durante el transporte (Sistema Plug-in o protección constructiva en el diseño).
- Protección de los sensores de temperatura ante la acción directa de la radiación solar durante la medida (medición en sombra).
- 8 sensores de temperatura (termoelementos, rango de medida -20°C hasta +60°C; precisión $\pm 0.5^\circ\text{C}$).
- Hasta 20 sensores de temperatura extra (termoelementos, rango de medida -20°C hasta +60°C).
- Diseño ligero, compacto, robusto y económico además de la selección de los sensores.
- Rapidez de montaje del sistema.
- [Opcional] Una cámara de control remoto para la observación del parabrisas (enfoque de 0.8 a 1.5 m).
- [Opcional] Un sensor de presión (rango de medida 0-500 Pa; precisión $\pm 2\%$ según la norma ISO 10263-3).
- [Opcional] Un Piranómetro para la medición de la radiación solar en W/m^2 (rango de medida 0-1200 W/m^2 ; precisión $\pm 3\%$).
- Rango de funcionamiento del Dummy y todos sus componentes expuestos a temperaturas entre -20°C y +60°C con una H.R. $\leq 95\%$.
- Diseño ópticamente atractivo.

En base a estos criterios exigidos por la empresa se procede al desarrollo del proyecto en cuatro fases:

1. Desarrollo de un concepto de diseño en base a las especificaciones.
2. Presentación de un Presupuesto.
3. Construcción y montaje del Torso.
4. Test y validación del Dummy.

Concretamente en el punto 4 la empresa especificó como tenía que ser el test para la aceptación y validación del sistema:

“Después del montaje del sistema, deberán realizarse 2 mediciones en una cabina equipada con un equipo de climatización adecuado para realizar como se especifica a continuación, una prueba de calefacción con una temperatura exterior de 0°C y temperatura interior a calentar a +25°C, junto con

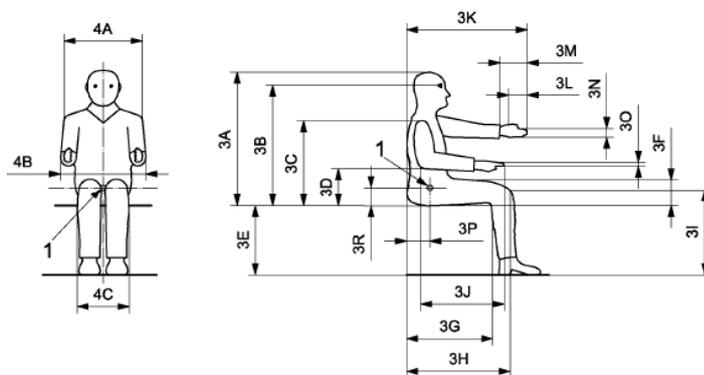
una prueba de climatización con una temperatura exterior de +30°C y temperatura interior a refrigerar a +25°C.”

Complementariamente a estas mediciones se realizará una medición extra, es decir, una medición paralela a las 2 mencionadas que pretende estudiar una mejora constructiva en la distribución de aire, modificando la geometría de las toberas a la altura de la cabeza del operario.

1.6.1 Estudio de las dimensiones y la estructura

El Dummy está pensado para ser utilizado dentro de una cabina de un vehículo terrestre de movimiento de tierras, industrial o agrícola, simulando a un operario sentado. Por ello, en la etapa de pre-diseño, se utilizaron una serie de datos antropométricos para determinar las dimensiones del equipo de medida.

La norma UNE-EN ISO 3411 *Máquinas para movimientos de tierras. Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los operadores* recoge en una tabla (véase Figura 2) 20 referencias antropométricas obtenidas mediante técnicas estadísticas de hombres y mujeres de Estados Unidos, Europa y Asia. Esta norma permitió definir una serie de dimensiones mínimas que debe tener el Dummy para ser utilizado en el espacio envolvente normal de un operario de máquinas de movimiento de tierras.



Referencia	Denominación	Medidas en mm		
		Operador pequeño	Operador mediano	Operador corpulento
3A	Altura del busto (sentado) ¹	800	894	976
3B	Altura de los ojos, sentado	690	780	858
3C	Altura de los hombros, sentado	530	585	651
3D	Altura de los codos, sentado	200	239	285
3E	Altura de la superficie horizontal del asiento ¹	400	449	495
3F	Distancia libre entre los muslos ¹	120	146	170
3G	Distancia de las pantorrillas a los glúteos ¹	420	474	525
3H	Longitud rodilla-talón	530	601	670
3I	Altura de la rodilla, sentado (con calzado)	500	558	627
3J	Longitud antebrazo-dedos ¹	410	464	515
3K	Alcance anterior del brazo ¹	750	832	909
3L	Reducción al agarrar los controles ¹	- 65	- 73	- 80
3M	Longitud de la mano	170	190	207
3N	Anchura de la mano ^{1,2}	80	87	96
3O	Espesor de la mano ^{1,4}	25	30	35
3P	Longitud del SIP (índice del asiento)	113	125	137
3R	Altura del SIP (índice del asiento)	80	88	97
4A	Anchura de los hombros (entre deltoides)	380	450	514
4B	Anchura entre codos ¹	385	454	521
4C	Anchura de caderas, sentado	320	378	456

1 Punto índice del asiento (SIP)

NOTA Estas columnas representan el tamaño comprobado de la población mundial. "Pequeño" significa aproximadamente el 5% de las medidas, "mediano" es aproximadamente el 50% de las medidas y "corpulento" es el 95% aproximadamente de las medidas. Operador pequeño = 51,9 kg, operador medio = 74,4 kg, operador corpulento = 114,1 kg

* Añadir 50 mm aproximadamente para el casco de seguridad, en caso necesario.

Figura 2 Medidas Operario Sentado Norma UNE-EN ISO 3411

Siguiendo la tabla se lograron estimar las dimensiones totales del Dummy, así como las dimensiones de su estructura. Las dimensiones de la tabla relevantes fueron las siguientes:

- 3A Altura del Busto (sentado)
- 3E Altura de la superficie horizontal del asiento
- 3I Altura de las rodillas sentado (con calzado)
- 3H Longitud rodilla-nalga
- 4C Anchura entre caderas, sentado

Con las dimensiones estudiadas se optó por realizar un diseño que fuera plegable y retráctil dado que de esta manera la estructura puede ser desmontada y montada con facilidad además de facilitar el transporte. Además, se tuvo en cuenta que tal labor no requiera el uso de herramientas.

1.6.2 Estudio de los Instrumentos de Medición

Otro aspecto importante es la selección de los instrumentos de medición con los que se va a equipar al Dummy. Dado que la empresa Konvekta no especifica más allá del rango de temperaturas de funcionamiento y las tolerancias de los instrumentos de medición, queda a libre elección la selección de éstos. Las condiciones técnicas restantes quedan recogidas en el apartado *3.1 Pliego de Condiciones Técnicas*.

Estos instrumentos han de ser adecuados para el uso industrial y sus consecuentes condiciones de trabajo, sin que pierdan fiabilidad y precisión. También han de ser lo suficientemente compactos y ligeros como para ser montados en la estructura del equipo de medida sin aumentar en exceso su volumen y su peso.

1.6.3 Estudio del armazón del Dummy

El armazón del Dummy ha de ser lo suficientemente liviano y resistente como para proporcionar a los instrumentos de medida y demás componentes eléctricos la protección necesaria frente a golpes ligeros, además de evitar la manipulación indebida de éstos. Como en las condiciones del proyecto se especifica que el Dummy cuente con un diseño atractivo, se le ha provisto de rasgos humanos. De esta manera se logrará añadir una componente visual y por tanto publicitaria que también es deseada por la empresa Konvekta, que expondrá su equipo de medición en ferias y demostraciones frente a clientes.

1.7 Análisis de las soluciones

Una vez estudiados los requisitos de diseño del equipo de medida, se procede a exponer las soluciones adoptadas en este proyecto para posteriormente poder realizar el ensayo en la cabina y mostrar la propuesta de mejora estudiada.

1.7.1 Estructura del Dummy

Para la selección del tipo de perfiles y uniones a utilizar para construir el Dummy, existían dos opciones más viables:

- Perfiles de la empresa Creform
- Perfiles de la empresa MiniTec

Ambos proveedores son conocidos mundialmente por disponer de unos sistemas que facilitan la construcción rápida y sencilla de estructuras (tanto fijas como móviles) para los ámbitos industrial y privado por medio de un sistema plug-in. Estos sistemas son cada vez más utilizados por muchas empresas en diferentes sectores dado que permite crear puestos, equipamientos y máquinas de trabajo muy individuales de manera rápida y sencilla. Pensando en un mercado cambiante, que está en constante expansión y cambio de actividad, estos sistemas están encontrando cada vez más su lugar en las empresas modernas de hoy en día.

Sin embargo, existen matices de un proveedor a otro. Mientras que Creform utiliza un sistema de perfiles de tubo de acero revestidos con PVC de colores, MiniTec utiliza perfiles rectangulares de aluminio que cuentan con railes en sus caras. Las uniones también son distintas y por tanto tienen sus ventajas y limitaciones. En el caso de los perfiles de Creform (véase figura 3) los elementos de unión intercalan un perfil con otro en su extremo o lo abrazan y presionan longitudinalmente. Por otro lado, los perfiles de MiniTec presentan uniones roscadas que permiten tanto las uniones a escuadra como extremo con extremo.



Figura 3 Perfiles Creform

Los perfiles de MiniTec (véase figura 4) permiten ensamblajes que pueden ser tanto estáticos como móviles, utilizando el propio perfil como guía para movimientos longitudinales, gracias a la variedad de uniones que presenta este proveedor.

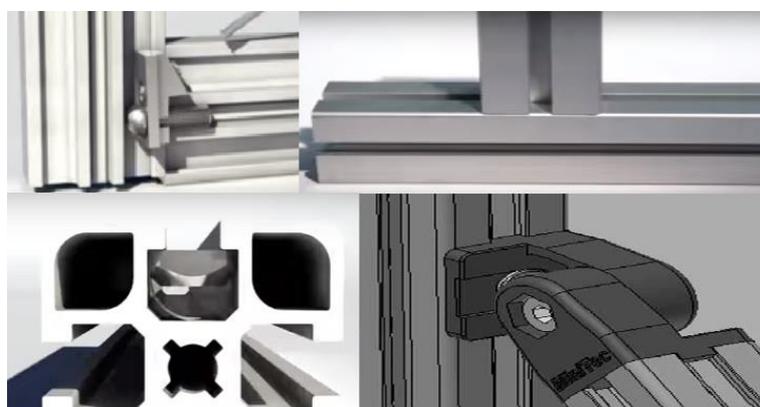


Figura 4 Uniones Perfiles MiniTec

Teniendo en cuenta que el proyecto requiere una estructura que combine la movilidad con la estática, los perfiles Creform quedan descartados. Dicho esto, se eligieron los perfiles de aluminio de la empresa MiniTec dado que el material es ligero y robusto. En concreto, este tipo de perfiles al presentar railes (véase figura 5) facilita la sujeción de aparatos de medida, cableado y montaje por lo que son el tipo de perfil que mejor se adecua a las necesidades del proyecto.



Figura 5 Perfil 30x30 MiniTec

Los perfiles Creform en cambio, presentan unas uniones móviles que carecen de la posibilidad de control y ajuste en sus posiciones intermedias, por lo que son más usados en estructuras estáticas. Otro inconveniente de estos perfiles, es la dificultad de poder fijar los instrumentos de medida en un perfil redondo y la posibilidad de fijar o pasar el cableado sin que dificulte futuras labores de mantenimiento.

1.7.2 Instrumentos de Medida y Accesorios

El Dummy cuenta con varios instrumentos de medida y un equipamiento que asiste la función de estos, como por ejemplo un cableado especial, alimentación eléctrica separada o enchufes con revestimientos especiales. Cada instrumento de medida funciona de manera independiente a los demás, siendo todos los datos recopilados en el captador de datos y luego enviados vía cable Ethernet al ordenador donde con los Software NI Signal Express y NI DIAdem son grabados para su evaluación. Los componentes a estudiar de este sistema de medición son:

- Captador de datos
- Termómetros para los puntos ISO
- Termómetros adicionales
- Medidor de presión relativa del aire
- Medidor de velocidad de aire
- Medidor de Humedad relativa del aire
- Cámara
- Alimentación eléctrica de los instrumentos

1.7.2.1 Captador de Datos

Este componente será el encargado de recopilar todas las señales de voltaje, corriente o digitales que emitan los distintos sensores para posteriormente crear una interfaz de medida personalizada en el PC o Laptop con el software NI Signal Express. Para este propósito, el fabricante National Instruments cuenta con varios dispositivos captadores de datos con un chasis robusto sobre los cuales se montan unos módulos de E/S que integran los circuitos de medida específicos para convertir la señal analógica en digital o viceversa antes de entrar en los captadores de los distintos instrumentos de medida.

Existen dos captadores de datos que soportan las condiciones de funcionamiento a las que se va a exponer el Dummy. Estos son los siguientes:

- NI cDAQ-9184
- NI cDAQ-9188xT



Figura 6 NI cDAQ-9184 y NI cDAQ-9188xT respectivamente

Estos dos captadores de datos presentan características similares las cuales se detallan en la tabla 2 adjunta a continuación.

RESUMEN ESPECIFICACIONES	NI CDAQ-9184	NI CDAQ-9188XT
Nº RANURAS	4	8
RANGO ENTRADA DE VOLTAJE	9V - 30V	9V - 30V
CONTADORES/TEMPORIZADORES	4/32 bits	4/32 bits
IMPACTO OPERACIONAL	30g	50g
VIBRACIÓN ALEATORIA	5Hz – 500Hz	10Hz – 500Hz
ALTO/ANCHO/LARGO	17,81/8,81/6,43 cm	25,4/8,81/5,89 cm
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-20°C – 50°C	-40°C – 50°C
HUMEDAD RELATIVA	10% - 90 %	10% - 90%
PESO	500 gr	900 gr

Tabla 1 Comparativa NI cDAQ-9184 y NI cDAQ-9188xT

Como se ve en la tabla, las especificaciones no difieren mucho entre los dos dispositivos. Por este motivo, el único criterio a seguir en la selección de uno de estos captadores de datos es la posibilidad de asegurar futuras adaptaciones y/o mejoras en el Dummy. El que mejor se adapta a esta necesidad es el captador de datos con ocho ranuras NI cDAQ-9188xT elegido para este proyecto.

1.7.2.2 Termómetros para puntos ISO

La empresa Konvekta lleva años utilizando sensores Termopar tipo K de sonda o cable, el problema principal que presenta este tipo de sistema es la dificultad a la hora de reproducir el ensayo. Si nos fijamos en la figura 7, vemos un montaje actual de una medición realizada según la norma UNE ISO 10263-4 en una cabina, en la que podemos observar que se trata de una estructura de alambre que no es capaz de reproducir con exactitud los puntos que dictamina la norma. Además, presenta otro inconveniente: los extremos de los sensores están expuestos directamente al flujo de corriente de aire que sale de las toberas de rejilla y a la radiación solar. La incisión directa del aire y la radiación solar sobre la punta de los sensores altera el resultado real de este tipo de ensayos, y para afrontar este problema manteniendo el material existente, habría que envolver cada termopar en una vaina que lo proteja, diseñada y fabricada específicamente para cada posición. Esta opción requiere invertir más tiempo en el diseño, además de que aumenta los costes de la mano de obra y el tiempo de montaje.

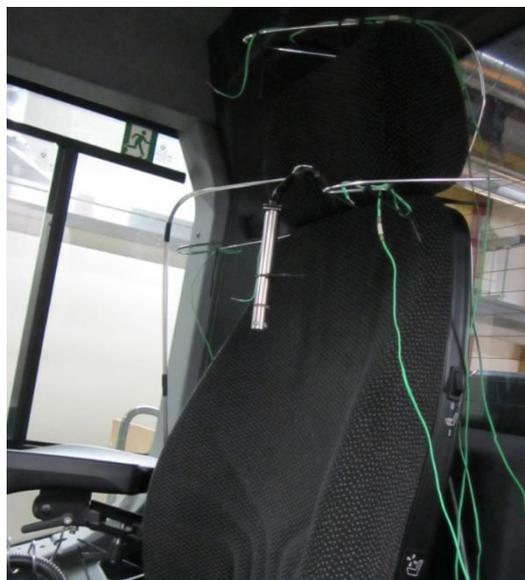


Figura 7 Montaje actual del ensayo en cabina

Por otro lado, existen los sensores de temperatura RTD (Detectores de Temperatura Resistivos) los cuales ofrecen la ventaja de que son más precisos que el sistema de sensores termopares. Esto se debe en parte a que los sensores RTD cuentan con un cableado de cuatro filamentos, lo que les hace tener menores pérdidas de señal debido a la resistencia propia de los conductores. Pero al tratarse de sensores de tipo resistivo, es decir, sensores que presentan un elemento con una resistencia conocida a 0°C de un material muy conductor como es el platino, hace que estos sensores presenten unos valores de precisión muy buenos del orden del $\pm 0,15^\circ\text{C}$.

En comparación con los sistemas Termopar tipo K, el sistema RTD facilita el montaje de los puntos de medida de la norma y evita tener que fabricar aparte las vainas especiales para cubrir la punta del sensor, ya que los fabricantes de estos sensores ofrecen la posibilidad de incorporarlas personalizadas. Por esta razón se abaratan los costes reduciendo los tiempos de fabricación, materiales a utilizar y además se facilita la mantenibilidad del Dummy, siendo este el motivo por el que se ha usado estos

sensores de temperatura tipo RTD para realizar las mediciones, junto a que presentan una precisión mayor a la requerida por la norma y los criterios de diseño.

1.7.2.3 Termómetros adicionales

Con el fin de poder conectar una serie de puntos de medida adicionales desde el Dummy, se ha optado por utilizar el sistema existente en la empresa, los termopares tipo K. Esto puntos de medida son colocados principalmente a la salida de las toberas para medir los flujos de corriente de aire. En este caso no se requieren vainas ya que se pretende medir la temperatura directa que sale de la tobera. Además, estos sensores pueden instalarse como si de un cable eléctrico se tratara, con la única precaución de no dañar o doblar las puntas soldadas de los mismos.

1.7.2.4 Medidores de presión relativa del aire

Teniendo que medirse la presión relativa del aire, es decir la diferencia de presión dentro de la cabina del vehículo de movimiento de tierras respecto a la presión atmosférica, solo se puede utilizar un tipo de medidores de presión: los medidores electromecánicos. Solo con estos sensores se pueden medir con exactitud las diferencias de presión atmosférica en el ámbito industrial y científico. Este tipo de medidores se caracterizan por transformar el desplazamiento de un sensor en una señal eléctrica, a diferencia de los medidores mecánicos, que lo transforman en el desplazamiento de una aguja analógica. Dentro de los tipos de medidores electromecánicos, el más utilizado debido a sus prestaciones es el transductor magnético de tipo inductivo. Estos sensores ofrecen la capacidad de medir del orden de 0 a 1000 mBar tanto de presión relativa como de absoluta. En nuestro caso, el medidor de la presión relativa elegido es un modelo fabricado por la empresa Jumo debido a su relación calidad/precio y de sus dimensiones reducidas como se detalla en la ficha técnica incluida en el Anexo.

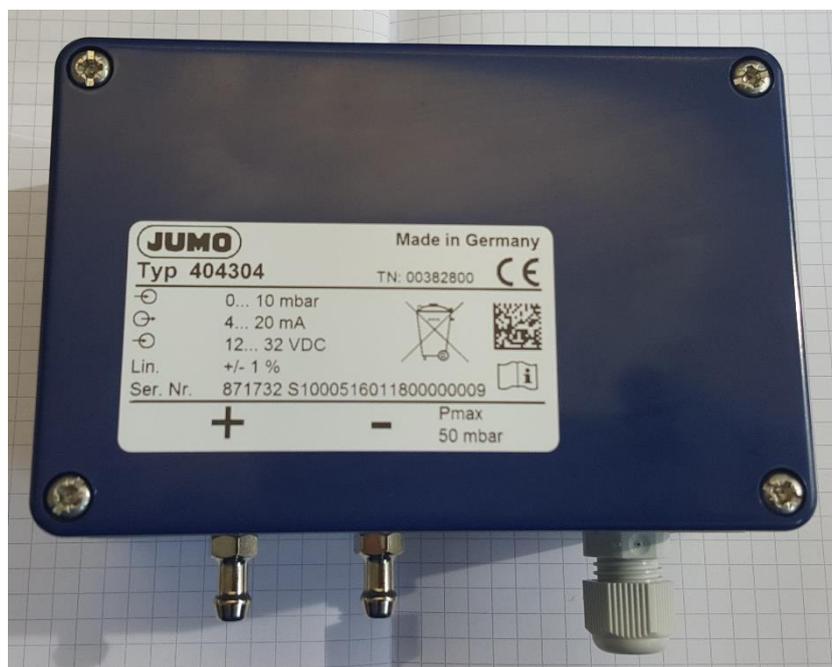


Figura 8 Medidor de presión relativa Jumo

1.7.2.5 Medidor de velocidad del aire

Para esta labor existen dos tipos de medidores a destacar: los anemómetros de hélice y los anemómetros térmicos. Ambos sistemas son utilizados para medir la velocidad del aire en el ámbito de la climatización de vehículos. Dentro de estos dos sistemas hay serias diferencias a la hora de su uso para tomar medidas.

En el caso de los anemómetros de hélice, cuyo funcionamiento reside en medir las revoluciones por minuto de un molinillo de tres aspas que gira gracias a la acción de la fuerza del aire impulsado que sale de las toberas de aire de la cabina, es importante la orientación del aparato. Habiendo varias toberas dentro de la cabina y teniendo que orientar este dispositivo de cara a una sola de ellas, el flujo de aire que se mide no es el real que le llega al operario.

En cambio, en el anemómetro térmico o de filamento caliente, por su funcionamiento el hilo es calentado eléctricamente y al ser enfriado por el aire cambia su resistencia eléctrica, por consiguiente, la corriente eléctrica que atraviesa el hilo es proporcional a la velocidad del aire. Siendo en este caso menos importante la orientación del aparato, dado que existen modelos cuya cabeza está diseñada de tal manera que pueden medir a 45° en el eje radial y hasta 360° en el eje axial por lo que se puede medir la velocidad de aire real que le llega al operario. Esta ventaja convierte al anemómetro térmico en el medidor idóneo para la tarea proyectada, dado que únicamente se tiene que colocar a la altura y distancia del torso que marca la norma. Se ha utilizado el anemómetro térmico de la casa Schmidt que presenta una tolerancia de $\pm 0,05$ m/s.

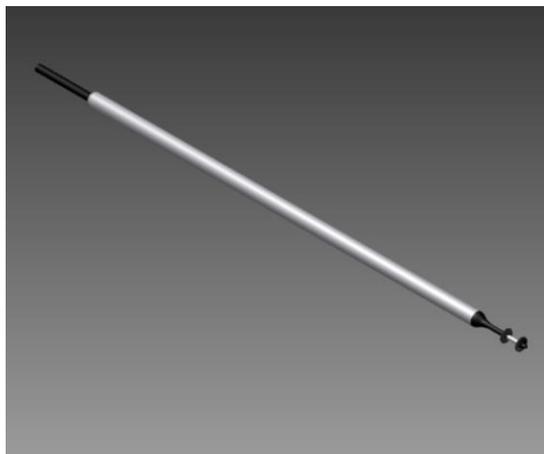


Figura 9 Anemómetro térmico marca Schmidt

1.7.2.6 Medidor de Humedad relativa

En la industria, los Higrómetros más utilizados son los eléctricos. Estos presentan la ventaja de que son fáciles de manipular y de respuesta rápida en comparación a los químicos. Dentro de los tipos de higrómetros eléctricos, los más usados son los sensores capacitivos cuyo funcionamiento se basa en medir la capacidad de un condensador al variar la constante dieléctrica del mismo. Esto se produce debido a que el aire es conducido a través de una malla porosa de oro (véase Figura 10) que retiene las impurezas y favorece el paso del agua (dentro de la figura, Conductor Placa 2) a una sustancia higroscópica porosa que actúa como material dieléctrico junto con el agua que es conducida al centro por donde se halla un hilo conductor (Conductor Placa 1). Al absorberse y concentrarse el agua en el

material higroscópico poroso aumenta la constante dieléctrica del material de manera proporcional a la humedad relativa del aire. Esto junto a la robustez, precisión y el amplio rango de temperaturas en el que operan estos sensores (-80°C a 60°C) hace que sean los más empleados en la industria, la meteorología y en este caso, en el presente proyecto.

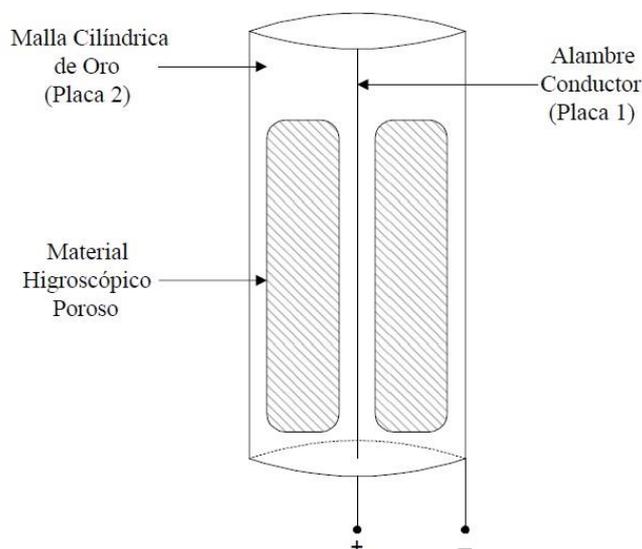


Figura 10. Higrómetro capacitivo. Fuente: Automatización Industrial: Sensores de Humedad

1.7.2.7 Cámara

Para la elección de este componente han de conocerse las condiciones ambientales en las que va a operar, que en este caso son las condiciones propias de la industria junto con las condiciones a las que se van a realizar los ensayos.

“Los ensayos se realizarán metiendo la cabina del vehículo dentro de un contenedor climatizado, en el que se simularán las condiciones de temperatura y humedad deseados (temperaturas -20 °C a 60 °C con H.R. 95%). Estando el operario fuera en todo momento durante el ensayo, teniendo este que controlar el Dummy y sus funciones desde fuera.”

Atendiendo a las condiciones del ensayo y a la norma UNE ISO 10263-5, es necesario buscar un equipo que cumpla los siguientes requisitos:

- Resistencia a impactos y caídas
- Impermeabilidad
- Control remoto
- Dimensiones reducidas

Para estos requisitos en concreto, existe una amplia gama de modelos y proveedores que suministran equipos con estas características.

En concreto, las cámaras tipo Domo junto con las cámaras deportivas son dos modelos que se han estudiado para el desempeño de esta labor. Existen notables diferencias en cuanto a prestaciones, precios y dimensiones que se encuentran para estos modelos en el mercado. Las cámaras tipo Domo ofrecen la ventaja de que su rango de temperaturas de funcionamiento es el que más se ajusta a las

necesidades exigidas, siendo incluso algo superior al necesario. Esto se consigue gracias a que la cámara se encuentra dentro de una cúpula que cuenta con una calefacción que evita que la lente y la cúpula se empañe, además de contar con componentes resistentes a temperaturas extremas. El principal inconveniente de estos equipos es que requieren de una unidad de control externa, lo que significa el aumento en los costes ya que implica la compra de más equipos, pero además la cámara en sí es muy costosa (del orden de 1000€ la unidad).

Por otra parte, existe en el mercado una amplia gama de cámaras de uso deportivo que debido a sus prestaciones su uso es cada vez mayor en la industria. Esto se debe a que son de dimensiones reducidas, robustas y cuentan con un amplio abanico de funciones que puede ser controlado vía Laptop, Smartphone o Tablet a través de Bluetooth o Wi-Fi. Por tanto, esta opción evitaría tener que comprar una unidad de control externa, lo que significaría un importante abaratamiento de costes además de que el coste de este tipo de equipos ronda los 300€. El único inconveniente de este tipo de dispositivo es la autonomía y el rango de funcionamiento, aunque para mejorar este aspecto existe siempre la posibilidad de alimentar la cámara vía cable USB o añadir un Power Bank. Y en cuanto al rango de funcionamiento, el único problema con respecto a la autonomía de la batería, aparece al trabajar con temperaturas por debajo de los 0°C, siendo las condiciones de funcionamiento de calor extremo menos desfavorables que las condiciones de funcionamiento de frío extremo. En la práctica solo se filmará durante breves periodos de tiempo entorno a intervalos de 5 a 10 segundos o se tomará una fotografía cada 5 min durante 1 hora independientemente de la opción elegida como marca la norma UNE-ISO 10263-5 *Métodos de ensayo del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas apartado 8d*.

Tras la exposición de las características de cada sistema de vídeo, se optó por utilizar las de tipo deportivo, en concreto, una videocámara de la marca Go-Pro modelo Hero 4.



Figura 11 Cámara Go-Pro Hero 4

1.7.2.8 Alimentación Eléctrica de los Instrumentos

Para la alimentación de los componentes instalados en el Dummy se precisa de dos fuentes de alimentación separadas, una para alimentar el captador de datos y otra para alimentar los sensores de

presión, velocidad y humedad relativa del aire. Todo ello con el añadido de que las fuentes de alimentación sean impermeables y su rango de temperatura de funcionamiento sea compatible con las exigencias de servicio. Para ello existen dos modelos compatibles que podrían servir para suministrar los 24V en corriente continua que necesitan los instrumentos.

En la tabla que se adjunta a continuación se pueden ver las propiedades de un equipo y otro:

	NI PS-14	TRACOPOWER TIW 24-124 1 A 24 W
TENSIÓN ENTRADA	100-240 VAC	93-264 VAC
TENSIÓN SALIDA	24 VDC	24 VDC
INTENSIDAD DE SALIDA	3,3 A	1 A
POTENCIA SALIDA	80 W	24 W
TEMPERATURAS DE TRABAJO	-25°C/+60°C	-25°C/+50°C
ENCAPSULADO COMPLETO	No	Si

Tabla 2 Comparativa Fuentes de Alimentación

Viendo los datos podemos decir que, en los puntos de tensión de salida, intensidad de salida y potencia, ambas servirían para ser utilizados en el Dummy dado que todos los sensores están provistos de reguladores de tensión que aseguran un suministro de tensión de salida determinado y uniforme para cada instrumento de medida. Por otra parte, ambas fuentes de alimentación presentan rangos de temperatura de funcionamiento parecidos, siendo el equipo de National Instruments ligeramente superior. En cuanto al encapsulado de la fuente, existe una discordia dado que un equipo presenta dicha cualidad constructiva y el otro equipo no. Una fuente de alimentación encapsulada completamente es impermeable y permite ser montada en cualquier dirección o posición. En cambio, una fuente de alimentación que no lo esté debe ser montada en una posición especificada por el fabricante para que se pueda disipar el calor de forma eficiente, lo que a su vez la hace permeable al no estar cerrada completamente. Es por esto por lo que se ha decidido usar el modelo encapsulado completamente del fabricante TracoPower.

1.7.3 Armazón del Dummy

Este elemento es el encargado de proteger y soportar algunos de los instrumentos de medida, además de dotar al Dummy de rasgos humanos. La carcasa cuenta de dos partes: la cabeza y el torso.

La cabeza tiene que incorporar dos de los puntos de medida que marca la norma y salvaguardar la cámara para los ensayos del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas. Por otro lado, el torso albergará en su interior la mayor parte de los instrumentos de medida y accesorios, por lo que deberá

ser hueco. Estas piezas serán únicas y por tanto al tratarse de piezas que precisan ser fabricadas a medida, se debe elegir la técnica y el material con cautela, dado que se debe garantizar:

- La posibilidad de fabricación de las piezas al menor coste posible
- La robustez de las mismas
- La posibilidad de trabajar el material con herramientas
- La posibilidad de dotarlo de fijaciones mecánicas
- Ser inoxidable y resistente a ataques químicos
- Ligereza

Esta serie de puntos, añadidos al hecho de que las piezas a fabricar presentan principalmente radios de curvatura complejos propios de la morfología humana, requieren la elección de un material muy maleable. Por consiguiente, reconociendo las características que ha de cumplir este material es obvio que la elección debe orientarse a favor de los polímeros. Pero dado que existen un sinnúmero de tipos de polímeros, se puede aislar la búsqueda empezando por encontrar la técnica de fabricación más idónea y después ver que materiales son los más utilizados con esa técnica de fabricación elegida. En este caso, dado a la complejidad de la forma, la manera más idónea de producir este tipo de piezas sería por inyección o por un proceso de prototipado rápido. Dado que el proceso de inyección necesita de la fabricación de una matriz muy costosa que únicamente saldría rentable si se fuera a producir grandes unidades en cadena, esta opción quedó descartada debido a su alto coste.

Dentro de las diferentes técnicas de prototipado rápido, la más idónea es la impresión 3D por medio de sinterizado selectivo por láser (SLS). Esta técnica permite imprimir piezas funcionales con un acabado muy uniforme y en diferentes tamaños. El proceso consiste en depositar una fina capa de material en forma de polvo, sobre una superficie de trabajo en forma de prisma rectangular que precalienta el polvo a una temperatura ligeramente inferior a la de su fusión. Seguidamente, un láser de alta potencia sintetiza el polvo en los puntos deseados fusionando y solidificando las partículas de polvo. Una vez que termina el barrido la plataforma de trabajo desciende para que un rodillo coloque otra fina capa de polvo encima para repetir el proceso anterior, formando así capa por capa una figura tridimensional.

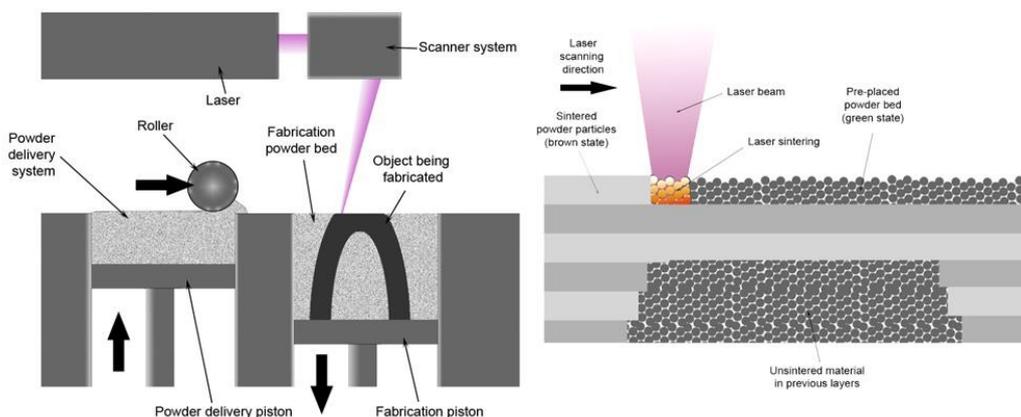


Figura 12 Diagrama de una impresora SLS funcionando

El polímero empleado por excelencia en este tipo de proceso es una poliamida llamada PA-12, que es un derivado del nailon y que presenta una gran resistencia química, mecánica y térmica. Con lo que queda definido el material y la técnica de fabricación de las piezas del armazón del Dummy.

1.7.4 Diseño del Measurement Torso

Una vez definidos todos los componentes, se procede a presentar el equipo de medición con el cual se podrá realizar las medidas pertinentes según las normas UNE-ISO 1026-3, UNE-ISO 1026-4, UNE-ISO 1026-5 y UNE-ISO 1026-6. Para esta última norma el Dummy carece de un piranómetro, pero cuenta con un espacio provisto para equiparlo de este instrumento en un futuro como se puede ver en el plano *Ansichten Struktur Aufbau Pyranometerhalter N° 23/28*.

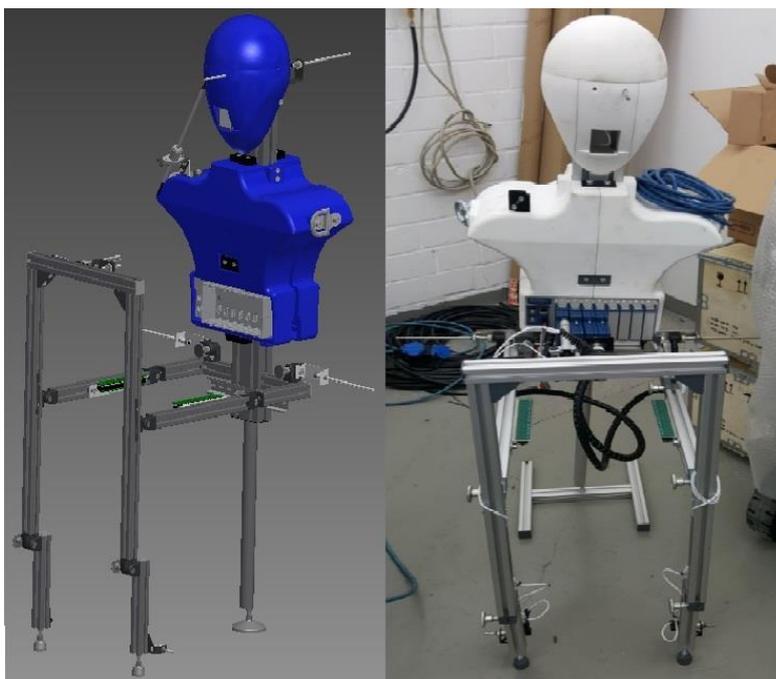


Figura 13 Vista Diseño Dummy

Como se puede observar en la figura 13, el equipo de medida está provisto de los sensores de temperatura para los puntos ISO vistos en la *Figura 1 Puntos de Medición Norma ISO 10263-4* de esta memoria, junto con el resto de instrumentos de medida y accesorios. Para facilitar la comprensión del diseño y justificar la solución adoptada se procederá a subdividir el Dummy en tres partes:

- Estructura
- Soportes de equipo
- Armazón

1.7.4.1 Estructura

La estructura está fabricada mediante perfiles y componentes de unión de la empresa MiniTec, siendo toda la estructura de aluminio menos la tornillería que es de acero galvanizado. De este modo se consigue un peso de 7,5 Kg. Esta estructura fue diseñada concienzudamente para dotar al equipo de medición la posibilidad de plegarse para su transporte, así como dotarle de la opción de ser montada en una cabina con y sin asiento. Para ello está dotado de dos elementos:

- Un pie retráctil que se puede ajustar en altura, así como esconderse completamente dentro de la propia estructura para su transporte, véase el plano *Ansicht Struktur Aufbau Hönverstellbares-Bein 3/28*.
- Dos patas que pueden plegarse en tres puntos, véase el plano *Ansicht Struktur Aufbau Bein Rechts und Links 14/28*.

Todos los ajustes en altura, además del montaje y desmontaje, se pueden realizar sin herramientas. Como se puede ver en los planos, la estructura está provista de elementos de fijación que pueden manipularse a mano. Estos elementos son 6 tornillos moleteados de forma alta y un bulón autoajustable. En la figura 14 adjunta a continuación, se puede observar cómo quedaría plegada la estructura lista para su transporte.



Figura 14 Dummy Plegado

Otro aspecto importante de este diseño es la posibilidad de intercambiar los pies de apoyo de la pata central (véase planos *Ansicht Struktur Struktur mit Fuss A 1/28* y *Struktur mit Fuss B 2/28*). Dentro de estos planos se pueden apreciar los dos tipos de pies de apoyo que se pueden montar, siendo el primero más adecuado para suelos en pendiente y el segundo más adecuado para el montaje sobre asientos, dado que permite la opción de amarrar el equipo sobre el asiento desde la base.

Por último, en la tabla 3 adjunta se recogen las dimensiones finales del Dummy, que cumplen los requisitos de la norma UNE-EN ISO 3411 y los requisitos de diseño requeridos por la empresa mostrados a continuación:

- Posibilidad de transporte sencillo
- Diseño ligero, compacto, robusto y económico
- Rapidez de montaje del sistema de medida

DENOMINACIÓN	OPERARIO PEQUEÑO	OPERARIO MEDIANO	OPERARIO GRANDE	DUMMY
3A ALTURA DEL BUSTO (SENTADO)	800	894	976	760
3E ALTURA DE LA SUPERFICIE HORIZONTAL DEL ASIENTO	400	449	495	408
3I ALTURA DE LAS RODILLAS SENTADO (CON CALZADO)	500	558	627	560
3H LONGITUD RODILLA-NALGA	530	601	670	662
4C ANCHURA ENTRE CADERAS, SENTADO	320	378	456	348

Tabla 3 Medidas de Contorno del Dummy

Si nos fijamos, vemos que las dimensiones del Dummy son ligeramente inferiores a las de un operario medio. Esto se debe a que los puntos de medición de temperatura 3 y 4 (ver *Figura 1 Puntos de Medición Norma ISO 10263-4*) pueden, estando desplegados, chocar con los reposabrazos del asiento.

1.7.4.2 Soportes

Aquí destacaremos únicamente los soportes de los termómetros de los puntos ISO, explicando los dos sistemas de fijación que se han utilizado. Estos sistemas presentan la particularidad de que no precisan del uso de herramientas para su montaje y las posiciones finales vienen fijadas de modo que su puesta en funcionamiento sea de forma inequívoca. Por un lado, tenemos el sistema de fijación por imanes, el cual utiliza las cabezas de los tornillos cilíndricos de hexágono interno como guías (véase figura 15). En la figura 15 se puede ver a modo de ejemplo el soporte de los puntos 1 y 2 de la norma ISO 10263-4, donde el sensor aparece en la esquina inferior derecha en su posición de medida y en la esquina superior derecha, en su posición de guardado. Este y los demás soportes de este tipo pueden verse en los planos *Ansicht Struktur 17/28,24/28 y 25,28*.



Figura 15 Soportes Magnéticos Puntos ISO

El otro sistema utilizado en el Dummy, es un sistema articulado que permite salvaguardar los sensores de los puntos 3 y 4 dentro de la carcasa que forma el torso. Al igual que en la estructura, éstas articulaciones van provistas cada una de un tornillo moleteado de forma alta. Este soporte se puede ver de forma detallada en el plano *Ansicht Struktur 11/28* y, en las figuras 13 y 16, se puede ver como quedarían resguardados los sensores.



Figura 16 Soportes Plegables Puntos ISO

1.7.4.3 Armazón

Este elemento soporta/protege los instrumentos de medida y aporta un importante factor óptico que dota al diseño de unos rasgos humanos inconfundibles. Este aspecto también era un requisito de diseño pedido por la empresa Konvekta. Dado que un diseño ópticamente atractivo trae consigo un carácter de exhibición, profesionalidad y calidad a ojos del cliente, en muchos casos es más importante este diseño que las propias prestaciones del producto o utilidad del mismo.

Es tal la importancia de este aspecto que hoy en día, diseño y funcionalidad deben ser complementarios para que se pueda hablar de un éxito en el producto final. En esta obra se ha tenido muy en cuenta este aspecto, pese a ello estamos ante la primera generación de este tipo de equipos en la empresa Konvekta, por lo que todavía puede optimizarse en futuros modelos mejorados.

Si observamos el diseño en la figura 17, podemos divisar de izquierda a derecha el torso del Dummy, en cuyo interior se albergan los instrumentos de medida y accesorios de la instalación eléctrica. A la derecha del todo veremos una captura sacada del programa de diseño asistido por ordenador, donde se aprecia el despiece completo de la cabeza. En ella se encuentra la cámara y el soporte de dos puntos de medida de la norma UNE-ISO 10263-4, concretamente los puntos 7 (OEP) y 5. Tanto el torso como la cabeza cuentan con railes para guiar y facilitar el montaje de todas sus piezas. En particular, únicamente una pieza de la cabeza es atornillada sobre la estructura y el resto de piezas son las guiadas por railes y soportadas por un imán. Esto se debe a que la cámara y el sensor térmico del punto 7 han de ser de acceso rápido y sencillo, bien para realizar labores de orientado de la cámara o bien para el montaje/desmontaje de los instrumentos. En cambio, el torso se hizo menos accesible dado que en su interior se encuentran las fuentes de alimentación, instrumentos de medida delicados como la Unidad de Control de Presión Relativa o la Unidad de Control del Higrómetro. Estos elementos están completamente resguardados mientras que la unidad captadora de datos se ha integrado en el torso de tal forma que únicamente queden accesibles los conectores.

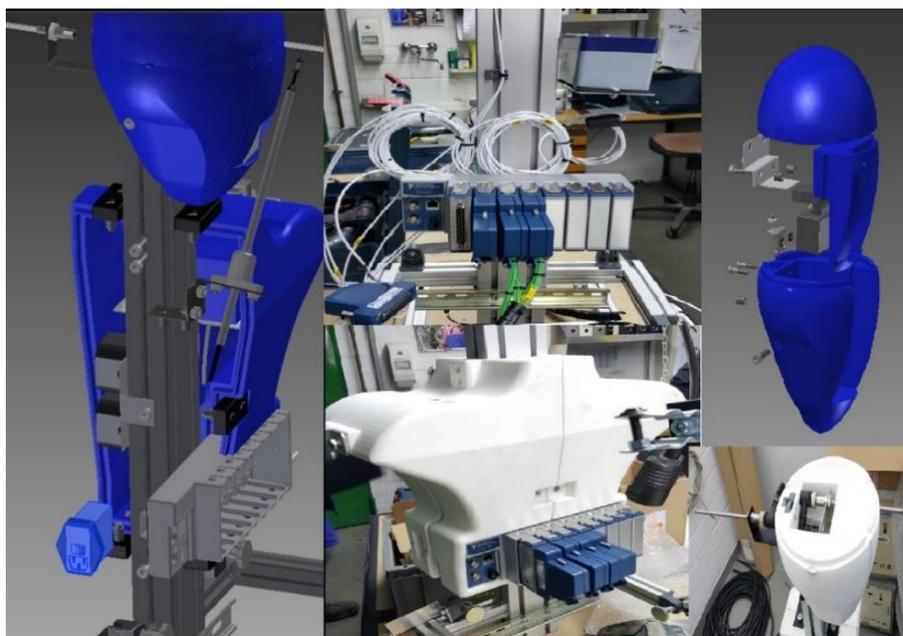


Figura 17 Diseño Torso y Cabeza Dummy

1.8 Resultados finales

De acuerdo a lo expuesto en los apartados anteriores y en el anexo “Descripción del Ensayo” donde se detalla el proceso y el equipo utilizado, se procederá a explicar los resultados obtenidos. Como bien se expone en la norma UNE-ISO 10263-4, para garantizar el confort térmico se deben cumplir unos requisitos mínimos de presión del aire, caudal de aire fresco filtrado, temperatura seca y velocidad del aire a la altura de los ojos del operador. En este ensayo se excluye tanto el factor de cargas generadas por la radiación solar dado que este queda reservado para el ensayo que se realiza según la norma UNE-ISO 10263-6, como el ensayo del caudal y la cantidad de aire fresco que se especifica en la norma UNE-ISO 10263-2. Por lo tanto, se entiende que un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado es capaz de suministrar las condiciones de confort térmico dentro de una cabina cuando se cumple con el apartado 6.1 *Condiciones generales de ensayo* y los puntos 7.2 y 8.2 de la norma ISO 10263-4 resumidos a continuación:

- La cabina puede presurizarse a una presión mínima de 50Pa, sin excederse de los 200Pa.
- El caudal de aire fresco filtrado sea de 43 m³/h en todas las condiciones de funcionamiento de calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- La velocidad del aire sea como máximo 0,3 m/s en la posición de los ojos, por lo que se permite que los difusores sean regulables para orientar el aire.
- En condiciones de funcionamiento del aire acondicionado (temperatura exterior hasta 38°C) el equipo sea capaz de bajar la temperatura a 25°C o menos.
- En condiciones de funcionamiento de la calefacción (temperatura exterior hasta -15°C) el equipo sea capaz de subir la temperatura a 25°C o más.

Aclarados los parámetros de confort térmico en una cabina, se procede a exponer los distintos difusores utilizados en el ensayo y los resultados medidos en forma de gráficas. Los difusores existentes son de tipo rejilla, como ya se ha mencionado en otros apartados (véase figura 18 parte izquierda de la ilustración). Estos difusores no han sido orientados directamente sobre el Dummy tal y como aconseja el apartado 6.1.5 de la norma UNE-ISO 10263-4.

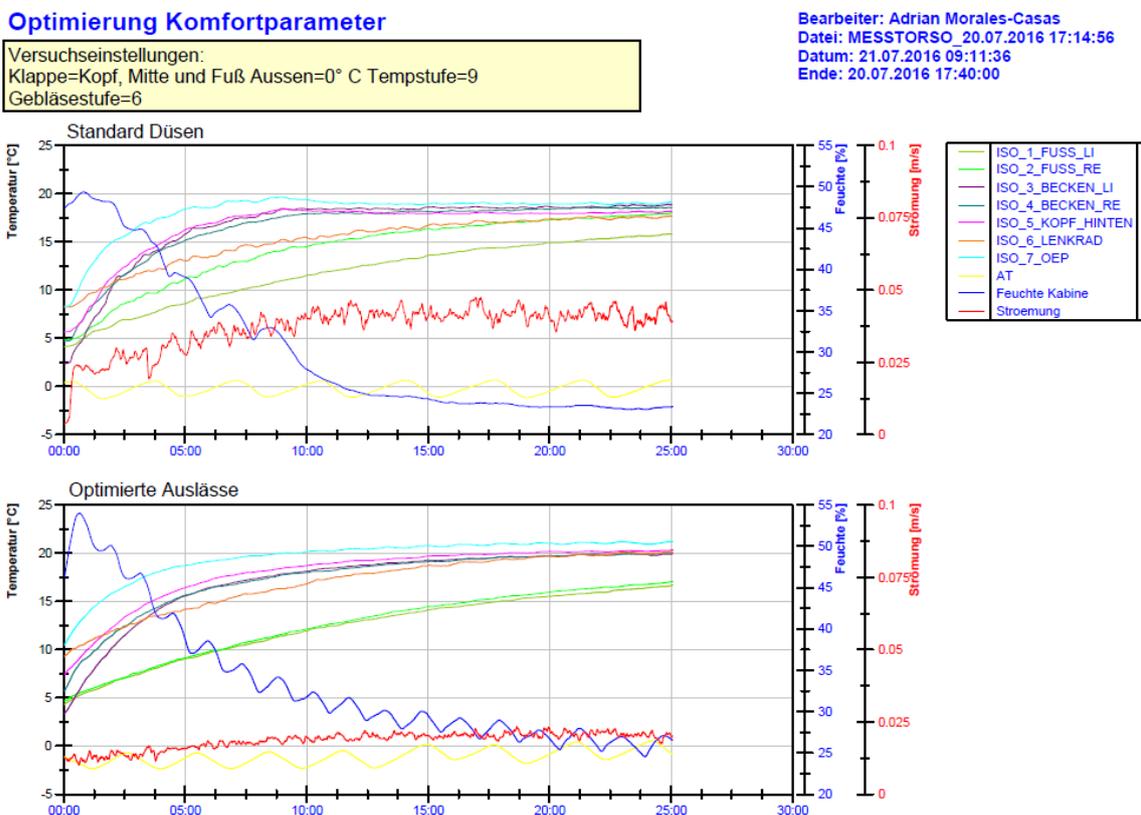


Figura 18 Difusores Techo Cabina

Los difusores de tipo rejilla se compararon con un sistema de difusor de tipo techo perforado. El difusor de techo perforado que se usó en el ensayo, fue fabricado a mano con cartón. Las dimensiones de este difusor son 1040x400x100mm y se le hicieron 231 agujeros de 4mm de diámetro centrados en la superficie 1040x400mm. Pese a la sencillez del montaje de este componente, se han conseguido resultados aceptables que demuestran la viabilidad de esta propuesta de mejora.

Si observamos las gráficas adjuntas vemos que el eje de abscisas representa la variable del tiempo en minutos de la duración del ensayo. En cambio, en el eje de ordenadas podemos encontrar tres variables: la temperatura, el porcentaje de la humedad relativa y la velocidad de aire, referidos de izquierda a derecha en la gráfica.

En el recuadro amarillo se indica la temperatura exterior, la temperatura del equipo de climatización y el nivel de soplado del ventilador. Por último, en la parte superior derecha, se puede observar el nombre del autor que realizó las medidas junto con la fecha y hora de principio y fin de las medidas realizadas en el ensayo.



Gráfica 1 Ensayo a 0°C Sin y Con Optimización

Explicado el contenido de estas gráficas procedemos a su análisis exhaustivo. Los valores que se ven en estas gráficas son el resultado de la media aritmética de 5 valores que se toman en el intervalo de 1Hz, es decir, 1 segundo. Si comenzamos observando la gráfica superior, podremos decir que la climatización actual de la cabina funcionando como calefacción, es muy irregular además de turbulenta. Esta información nos la dan tres regiones de la gráfica, en primer lugar, si observamos las temperaturas de los puntos ISO vemos que la región que pertenece a la zona del pie izquierdo de la cabina (ISO 1) es el punto que más tarda en climatizarse. Lo mismo ocurre con el resto de puntos,

vemos que hay una descompensación del lado izquierdo de la cadera (ISO 3) respecto a lado derecho (ISO4) y todas las curvas son bastante irregulares, lo que es un claro signo de que existen picos de temperatura causados por los difusores. El segundo factor que revela un problema en la climatización es la humedad relativa (Feuchte Kabine), vemos claramente que, dado que entra un gran caudal de aire en poco tiempo debido a la velocidad (Strömung), la humedad dentro de la cabina desciende rápidamente. Esto es un problema que puede ocasionar sequedad en la garganta y en los ojos del operario, afectando negativamente al confort térmico.

Y en última instancia, si analizamos la velocidad del aire (Strömung), pese a que los difusores no estén dirigidos hacia los ojos del operario (ISO 7), vemos que la curva de velocidad de aire se mueve entre 0.05m/s y 0.0375m/s presentando importantes picos, señal de que el régimen de flujo de aire dentro de la cabina es muy turbulento, pudiendo causar al operario molestias en la región de los ojos. Cabe destacar que cuando hablamos de molestias o alguna incomodidad, esto se traduce en un foco que causa una falta de concentración en el operario que maneja un vehículo de movimiento de tierras, poniéndose en peligro a él mismo y a terceras personas. De ahí la importancia de garantizar una correcta ergonomía térmica.

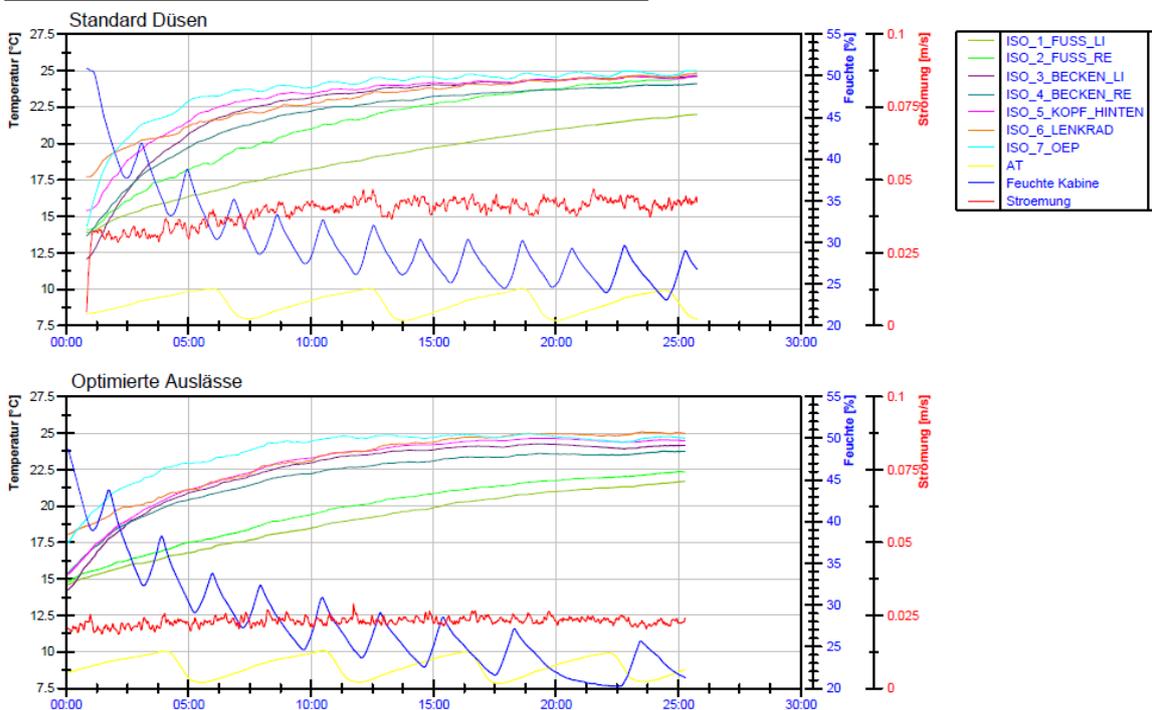
Ahora, si observamos la gráfica inmediatamente inferior ensayada en las mismas condiciones, pero con el difusor de techo agujereado, vemos que las temperaturas son más estables, con temperaturas más homogéneas tanto a la izquierda como a la derecha del operario. Esto se traduce en que con este sistema conseguimos una climatización más enfocada a climatizar al individuo sentado dentro de la cabina y no al espacio de la cabina en sí. En otras palabras, el aire que sale del techo de la cabina “envuelve” al operario de la cabeza a los pies, o sea, de arriba a abajo. Con el añadido de que ahora la velocidad del aire que llega a los ojos del operario es entorno a la mitad de lo que le llegaba sin la mejora y la pérdida de humedad del aire es más paulatina.

Tras analizar los resultados obtenidos de los ensayos y representados en las gráficas, podemos decir sin lugar a dudas que ha habido una mejora significativa en los parámetros de confort térmico dentro de la cabina con solo cambiar los difusores. Lo mismo ocurre si repetimos el ensayo a 10°C (véase la gráfica adjunta en la página siguiente)

Optimierung Komfortparameter

Versuchseinstellungen:
 Klappe=Kopf, Mitte und Fuß Aussen=10° C Tempstufe=9
 Gebläsestufe=6

Bearbeiter: Adrian Morales-Casas
 Datei: MESSTORSO_20.07.2016 14:54:13
 Datum: 21.07.2016 09:21:37
 Ende: 20.07.2016 15:20:00



Gráfica 2 Ensayo a 10°C Sin y Con Optimización

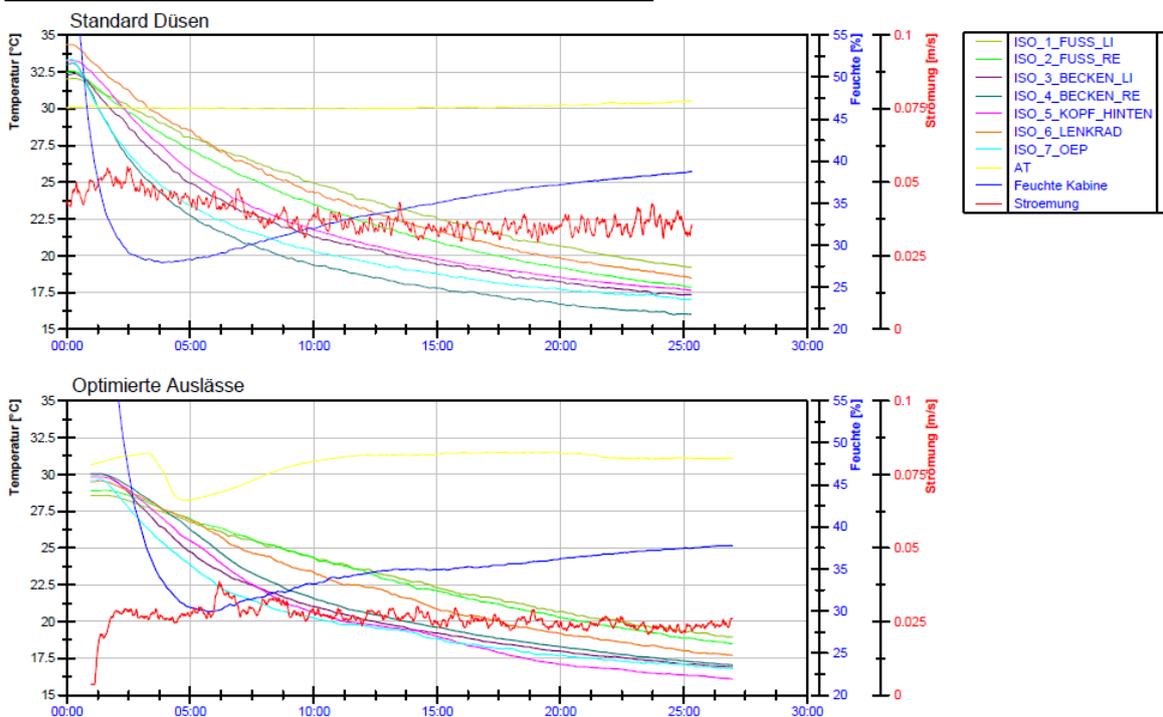
En esta Gráfica 2 vemos que, en el caso sin optimizar los difusores, las temperaturas se separan aún más que en el ensayo a 0°C, aunque esta vez las curvas son algo más homogéneas que en el anterior caso. Esto se puede deber al sistema de mezcla de aire fresco y caliente dentro del equipo de climatización, ya que funciona con un sistema de válvula de mariposa controlada por un motor paso a paso conectado a un piloto que mide la temperatura a la salida (continuamente regulando la mezcla de aire). Esto también se puede observar en la curva de la humedad relativa, donde se ve que presenta unos picos muy irregulares en ambos casos (Sin y Con Optimización de los difusores), señal de que la regulación de aire en el sistema de climatización no funciona correctamente a esta temperatura exterior ensayada. Pese a ello, vemos que mediante la optimización volvemos a conseguir un flujo de aire dentro de la cabina más regular y la climatización como cabía esperar, es más homogénea.

Por último, se ha realizado un ensayo a 30°C para probar la optimización cuando el sistema funciona en el modo de aire acondicionado, es decir, se pretende disminuir la temperatura dentro de la cabina a 25°C o menos.

Optimierung Komfortparameter

Versuchseinstellungen:
Klappe=Kopf, Mitte und Fuß Aussen=30° C Tempstufe=3
Gebläsestufe=6

Bearbeiter: Adrian Morales-Casas
Datei: MESSTORSO_21.07.2016 15:39:02
Datum: 21.07.2016 15:39:00
Ende: 21.07.2016 17:06:00



Gráfica 3 Ensayo a 30°C Sin y Con Optimización

Como se puede observar, en ambos casos se consigue alcanzar la temperatura de 25°C o inferior deseada, pero en el caso de la cabina optimizada se consigue de manera más homogénea y gradual, además de volver a reducir la velocidad del aire a la mitad.

En resumen, con esto queda demostrada la viabilidad de la realización de un estudio aún más profundo en la materia del rediseño del sistema de difusión de las cabinas utilizadas en los modelos L550, L542 y L524 de la empresa Liebherr. Además, el equipo de medida diseñado y empleado para obtener los datos de medida, ha demostrado su mérito en la detección de otros focos a mejorar a parte de la mejora estudiada en la climatización de la cabina como, por ejemplo, la regulación del aire. Habiendo superado también las pruebas de funcionamiento exigidas por la empresa Konvekta desarrolladas en el apartado 3.1 *Pliego de Condiciones Técnicas* y las de las normativas correspondientes, se espera que en un futuro se continúe con la investigación en las mejoras de los sistemas de climatización utilizando este Measurement-Torso, como en la actualización o mejora del propio equipo de medida expuesto en este trabajo de fin de grado.

1.9 Bibliografía

Perfiles Creform [recurso en línea] <http://www.creform.com/>

Perfiles MiniTec [recurso en línea] <http://www.minitec.de/es/index.php>

Omega Engineering [recurso en línea] <http://es.omega.com/>

<http://es.omega.com/pptst/HX92B.html>

<http://es.omega.com/prodinfo/pt100.html>

<http://es.omega.com/pptst/T3PROBES.html>

NI Instruments [recurso en línea] <http://www.ni.com/es-es.html>

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/210669>

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/211734>

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/212034>

Kuoro, Samir. 01 de junio de 2001. *Automatización Industrial: Sensores de Humedad*. Universidad Técnica Federico Santa María [recurso en línea]

<http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Sensores%20de%20Humedad.pdf>

Montiel-Nelson, Juan A. 05 de octubre de 2004. *Transductores de resistencia variable y electromagnéticos*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [recurso en línea]

<http://www.iuma.ulpgc.es/~montiel/stas/slides/ftp/0405/04-slide-stas.pdf>

Frontela Álvarez, Pablo. Año 2013-2014. *Sinterizado selectivo por láser*. Universidad de Valladolid [recurso en línea]

<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso13-14/impresoras3D/SLS.html>

1.10 Anexos

1.10.1 Documentos De Partida

UNE-ISO 10263-6

Octubre 2010

TÍTULO

Maquinaria para movimiento de tierras

Condiciones ambientales en la cabina del operador

Parte 4: Prestaciones y métodos de ensayo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)

Earth-moving machinery. Operator enclosure environment. Part 4: Heating, ventilating and air conditioning (HVAC) test method and performance.

Engins de terrassement. Environnement de l'enceinte de l'opérateur. Partie 4: Performances et méthode d'essai des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVCA).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es idéntica a la Norma Internacional ISO 10263-4:2009.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 115230-4:2000.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 115 *Maquinaria para la construcción, obra civil y edificación* cuya Secretaría desempeña SERCOBE.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 44450:2010

© AENOR 2010
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

13 Páginas

Grupo 11

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	4
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	5
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	5
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	5
4 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE ENSAYO.....	6
5 PUNTOS DE MEDICIÓN.....	6
6 SISTEMA DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	7
7 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	8
8 SISTEMA DE CALEFACCIÓN	9
9 SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	10
10 INFORME DE ENSAYO	10
ANEXO A (Informativo) EJEMPLO DE FORMULARIO DE INFORME DE ENSAYO RELATIVO A LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CABINA DEL OPERADOR	11
BIBLIOGRAFÍA.....	13

PRÓLOGO

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar normas internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para votación. La publicación como norma internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros que emiten voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma ISO 10263-4 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 127, *Maquinaria para movimiento de tierras*, Subcomité SC 2, *Seguridad, ergonomía y requisitos generales*.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (ISO 10263-4:1994) que ha sido revisada técnicamente.

La Norma ISO 10263 consiste en las siguientes partes, bajo el título general *Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador*:

- *Parte 1: Términos y definiciones.*
- *Parte 2: Método de ensayo del elemento del filtro de aire.*
- *Parte 3: Método de ensayo del sistema de presurización.*
- *Parte 4: Prestaciones y métodos de ensayo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).*
- *Parte 5: Método de ensayo del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas.*
- *Parte 6: Determinación del efecto del calentamiento solar.*

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 10263 especifica un método de ensayo que permite determinar la contribución de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado al ambiente de la cabina del operador en un entorno específico. Este método no permite determinar completamente el entorno climático del operador por la carga térmica proveniente de otras fuentes que le afectan, como por ejemplo la radiación solar. Debe considerarse la Norma ISO 10263-6 conjuntamente con esta parte de la Norma 10263 para determinar de forma más precisa la carga térmica sobre la cabina del operador. Las prestaciones mínimas de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado de la cabina del operador se establecen en esta parte de la Norma ISO 10263.

NOTA El HVAC también se designa como sistema de control de la climatización.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 5353:1995 *Maquinaria para movimiento de tierras y tractores y maquinaria agrícola y forestal. Punto índice del asiento.*

ISO 9249:2007 *Maquinaria para movimiento de tierras. Método de ensayo de los motores. Potencia neta.*

ISO 10263-1 *Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 1: Términos y definiciones.*

ISO 10263-2 *Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 2: Método de ensayo del elemento del filtro de aire.*

ISO 10263-3 *Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 3: Método de ensayo del sistema de presurización.*

ISO 10263-6 *Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 6: Determinación del efecto del calentamiento solar.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma ISO 10263-1 además de los siguientes:

3.1 cabina del operador:

Parte de la máquina que rodea totalmente al operador, impidiendo la entrada del aire exterior, polvo u otras sustancias en la zona alrededor del operador.

3.2 entorno del operador:

Espacio alrededor del operador, definido por los puntos de medida de la temperatura y de la velocidad del aire.

3.3 sistema de aire acondicionado:

Sistema que disminuye la temperatura efectiva del aire dentro de la cabina del operador.

3.4 sistema de calefacción:

Sistema que aumenta la temperatura efectiva del aire dentro de la cabina del operador.

3.5 sistema de ventilación:

Sistema que introduce aire fresco dentro de la cabina del operador manteniendo su circulación.

4 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE ENSAYO

4.1 Recinto de ensayo suficientemente grande para contener la máquina base, equipado para asegurar la circulación de aire acondicionado y la puesta en marcha del motor y de la transmisión de la máquina.

Pueden utilizarse métodos de ensayo de campo.

Si las dimensiones de la máquina base no permiten someterla a ensayo, la cabina del operador puede ensayarse en banco, simulando las cargas térmicas provocadas por la máquina base. Si se aplica este procedimiento, debe establecerse la correlación con los datos de campo.

4.2 Termómetros u otros equipos de medición de la temperatura, con una precisión de $\pm 0,5$ °C.

4.3 Equipos para medir la temperatura húmeda y la temperatura del punto de rocío, con una precisión de $\pm 0,5$ °C.

4.4 Equipo para medir la presión dentro de la cabina del operador (Pa), con una precisión del 5% de los valores observados.

4.5 Equipo para medir la velocidad de rotación (r/min), con una precisión del 2% de los valores observados.

4.6 Anemómetro, para medir la velocidad del viento, con una precisión de 0,5 m/s.

4.7 Cronómetro u otro equipo para medir tiempos.

5 PUNTOS DE MEDICIÓN

5.1 Generalidades

La posición de los puntos de medición de la temperatura y de la velocidad del viento debe referirse al punto índice del asiento (SIP) según lo especificado en la Norma ISO 5353. Véase la figura 1.

5.2 Especificaciones de medición

5.2.1 La temperatura ambiente exterior debe medirse en un punto en el que no sea afectada por el motor y a una altura equivalente a la de la entrada de aire en la cabina del operador.

5.2.2 La presurización de la cabina del operador debe medirse conforme a la Norma ISO 10263-3.

5.2.3 La temperatura interior de termómetro de bulbo seco debe medirse tan cerca como sea posible de las posiciones 1 a 6 indicadas en la figura 1.

Si existen dos puestos para el operador (por ejemplo en las retrocargadoras), se deberían ensayar los dos puestos con posiciones similares de medición de temperatura.

5.2.4 Se recomienda medir la velocidad del viento a la altura de los ojos del operador (posición 7 de la figura 1).

Si existen dos puestos para el operador (por ejemplo en las retrocargadoras), debería efectuarse el ensayo en ambos puestos, a la altura de los ojos del operador.

6 SISTEMA DE CALEFACCIÓN. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

6.1 Condiciones generales de ensayo

6.1.1 La cabina del operador debe poder ser presurizada a una presión mínima de 50 Pa, sin exceder los 200 Pa, y debe mantenerse a este nivel durante el ensayo.

6.1.2 Debe suministrarse un caudal mínimo de aire fresco filtrado de 43 m³/h, bajo todas las condiciones de funcionamiento de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

6.1.3 Al concluir los ensayos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, los valores de las temperaturas obtenidas (posición 1 a 6 de la figura 1) en la cabina del operador no debe variar más de 5 °C.

6.1.4 El aire fresco debe pasar por un filtro cuya eficacia mínima sea del 96% utilizando polvo de ensayo fino de acuerdo con el método de ensayo especificado en la Norma ISO 10263-2.

6.1.5 Se recomienda disponer de un dispositivo para limitar la velocidad máxima del viento a 0,3 m/s en la posición 7 de la figura 1. Se pueden utilizar difusores regulables para orientar el aire.

6.1.6 Las condiciones de ensayo se deben mantener durante su duración.

6.1.7 La velocidad máxima del viento aplicada a la máquina de adelante hacia atrás es de 5 m/s.

6.2 Método general de ensayo

6.2.1 Las condiciones de ensayo especificadas en los apartados 7.1, 8.1 y 9.1 deben mantenerse a lo largo de los ensayos respectivos.

6.2.2 Se registra la presión dentro de la cabina, en pascales (Pa). El dispositivo de medida de la presión debe estar colocado de manera que evite la carga dinámica, procurando que los puntos de medición estén fuera de las corrientes de aire.

6.2.3 Se registran las temperaturas como se especifica en el apartado 5.2.3 a intervalos no mayores de 5 min.

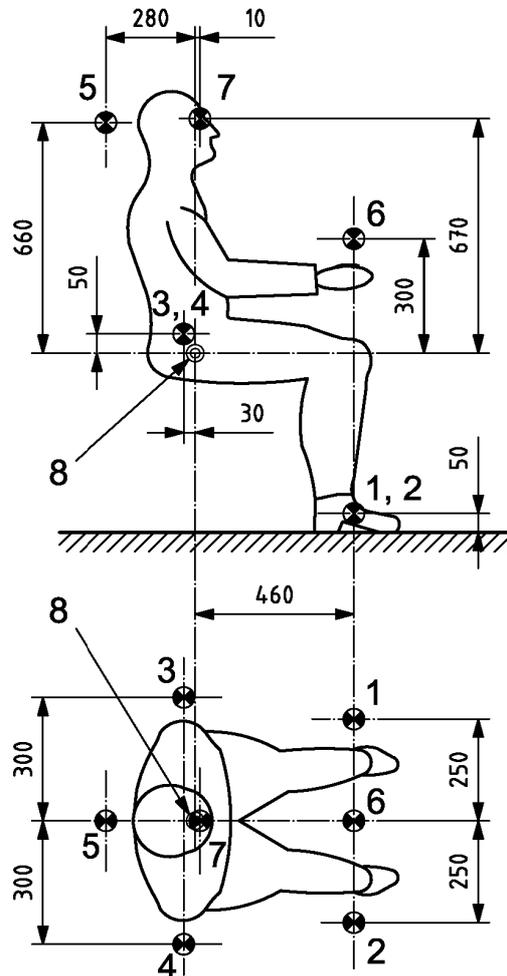
6.2.4 Se determina, para cada intervalo de lectura, el promedio de temperaturas secas de las posiciones 1 a 6.

6.2.5 Se debe considerar terminado el ensayo cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

- a) el promedio de temperaturas secas determinado según el apartado 6.2.3 no varía más de 0,5 °C en 15 min;
- b) al cabo de 1 h de duración del ensayo.

6.2.6 El operador puede estar en la cabina durante la duración del ensayo.

Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 a 6 Puntos de medición de la temperatura y de la velocidad del viento
 7 Puntos a la altura de los ojos del operador
 8 SIP

Figura 1 – Posición de los puntos de medición

7 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

7.1 Condiciones de ensayo

7.1.1 El sistema de aire acondicionado se debe ensayar en la configuración prevista de funcionamiento según las especificaciones del fabricante.

7.1.2 Las condiciones ambientales deben ser:

- temperatura mínima de termómetro de bulbo seco: + 38 °C;
- contenido mínimo de humedad de 0,018 kg H₂O por kg de aire seco a una temperatura igual o superior a 38 °C.

7.1.3 Cuando las temperaturas del motor y de sus componentes (como la transmisión) influyen en el ambiente de la cabina del operador, la máquina debe funcionar a la velocidad nominal del motor, de manera que suministre el 50% de su potencia neta máxima, determinada conforme a la Norma ISO 9249 o estas condiciones deben simularse como se especifica en el apartado 4.1. Se recomienda que la carga del motor se haga a través de la transmisión.

7.1.4 Los mandos del sistema de aire acondicionado deben ajustarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante o de manera que proporcionen un enfriamiento máximo. Las exigencias especificadas en el apartado 6.1 deben mantenerse durante el ensayo.

7.1.5 Antes de proceder al ensayo del sistema de aire acondicionado, la máquina debe permanecer en marcha durante 1 h de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.1.3, con el sistema de aire acondicionado parado para proporcionar una puesta en temperatura previa. Durante este periodo la temperatura ambiente debe ser la que se especifica en el apartado 7.1.2.

7.1.6 Se recomienda que la carga solar se aplique conforme a la Norma ISO 10263-6. La carga debe aplicarse durante uno de los siguientes periodos de tiempo.

- Si la máquina o la cabina del operador se encuentran en las condiciones térmicas definidas en el apartado 7.1.5, la carga solar debe aplicarse al comienzo de los ensayos de aire acondicionado. Se permite aplicar la carga solar antes de los ensayos.
- Si la máquina o la cabina del operador no se encuentran en las condiciones térmicas definidas en el apartado 7.1.5, la carga solar debe aplicarse como mínimo 1 h antes de efectuar los ensayos de aire acondicionado. Las puertas y las ventanas deben estar cerradas. A lo largo de este periodo la temperatura ambiente debe ser como se especifica en el apartado 7.1.2.

7.2 Prestación mínima del sistema de aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado debe ser capaz de reducir la temperatura seca del entorno del operador a 25 °C o menos.

8 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

8.1 Condiciones de ensayo

8.1.1 El sistema de calefacción se debe ensayar en la configuración prevista de funcionamiento según las especificaciones del fabricante.

8.1.2 La temperatura ambiente para el ensayo del sistema de calefacción debe ser igual o inferior a -15 °C.

8.1.3 Antes de realizar los ensayos, la máquina debe estar expuesta durante 10 h a la temperatura especificada en el apartado 8.1.2 o hasta que las temperaturas del fluido de calefacción, del parabrisas, de los sistemas HVAC y las conducciones y cierres estén a la temperatura especificada en el apartado 8.1.2. Ninguna fuente de calentamiento externo del fluido de refrigeración o de calefacción debe utilizarse a lo largo del proceso de enfriamiento.

8.1.4 La máquina se debe poner en funcionamiento de acuerdo con las recomendaciones de calentamiento del fabricante, para después funcionar a una velocidad nominal del motor con una carga máxima que no sobrepase el 20% de su potencia neta máxima, determinada conforme a la Norma ISO 9249, o debe simularse esta condición como se especifica en el apartado 4.1.

8.1.5 Los mandos del sistema de calefacción deben ajustarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante o regularse de manera que proporcionen la máxima presurización en la cabina del operador.

8.2 Prestación mínima del sistema de calefacción

El sistema de calefacción debe ser capaz de elevar la temperatura del entorno del operador a 25 °C o más.

9 SISTEMA DE VENTILACIÓN

9.1 Condiciones de ensayo

9.1.1 El sistema de ventilación se debe ensayar en la configuración de funcionamiento prevista según las especificaciones del fabricante.

9.1.2 La condición ambiental para el ensayo del sistema de ventilación debe ser como mínimo de una temperatura exterior de termómetro de bulbo seco de 27 °C.

9.1.3 La máquina se debe poner en funcionamiento de acuerdo con las recomendaciones de calentamiento del fabricante, para después funcionar a una velocidad nominal del motor con una carga máxima que no sobrepase el 20% de su potencia neta máxima, determinada conforme a la Norma ISO 9249, o debe simularse esta condición como se especifica en el apartado 4.1.

9.1.4 Los mandos del sistema de ventilación deben ajustarse en su posición máxima para que proporcionen la máxima presurización en la cabina del operador.

9.2 Prestación mínima del sistema de ventilación

Las exigencias mínimas de prestación del sistema de ventilación deben cumplir las indicadas en el apartado 6.1.

10 INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) el modelo y el número de serie de la máquina ensayada;
- b) las condiciones ambientales exteriores de la cabina del operador [por ejemplo temperatura seca, contenido de humedad (kg de H₂O por kg de aire seco), velocidad del viento];
- c) la presurización de la cabina del operador (Pa);
- d) el promedio de temperatura seca en la cabina del operador al terminar el ensayo (°C);
- e) la uniformidad de la temperatura en el entorno del operador;
- f) el volumen suministrado de aire fresco filtrado;
- g) los niveles de radiación solar, medidos según la Norma ISO 10263-6.

Además deben anotarse, si se utilizan, las condiciones opcionales del ensayo.

Un ejemplo apropiado de formulario de informe de ensayo se indica en el anexo A.

ANEXO A (Informativo)**EJEMPLO DE FORMULARIO DE INFORME DE ENSAYO RELATIVO A LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CABINA DEL OPERADOR****Máquina ensayada**

Tipo: Modelo: PIN (o número de serie)

Ensayo del sistema de aire acondicionado (capítulo 7)

Condiciones ambientales

Temperatura seca: °C

Contenido de humedad: kg de H₂O por kg de aire seco

Velocidad del viento aplicado a la máquina (6.1.7): m/s

Temperatura del entorno del operador al terminar el ensayo

Temperatura seca (promedio): °C

Uniformidad de la temperatura en el entorno del operador (6.1.3): Δ °C

Prestación mínima obtenida (7.2): sí/no

Presión en la cabina: Pa

Reglaje de los mandos:

Calentamiento solar: natural simulado ninguno Radiación solar: W/m²

Método de carga del motor (si se aplica):

Duración del ensayo: min

Ensayo del sistema de calefacción (capítulo 8)

Temperatura ambiente seca: °C

Velocidad del viento aplicado a la máquina (6.1.7): m/s

Temperatura seca (promedio) del entorno del operador al terminar el ensayo: °C

Uniformidad de la temperatura en el entorno del operador (6.1.3): Δ °C

Prestación mínima obtenida (8.2): sí/no

Presión en la cabina: Pa

Reglaje de los mandos:

Método de carga del motor (si se aplica):

Duración del ensayo: min

Ensayo del sistema de ventilación (capítulo 9)

Temperatura ambiente seca: °C

Velocidad del viento aplicado a la máquina (6.1.7): m/s

Uniformidad de la temperatura en el entorno del operador (6.1.3): Δ °C

Prestación mínima obtenida (9.2): sí/no

Presión en la cabina: Pa

Reglaje de los mandos:

Calentamiento solar: natural simulado ninguno Radiación solar: W/m²

Método de carga del motor (si se aplica)

Duración del ensayo: min

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 5006, *Earth-moving machinery. Operator's field of view. Test method and performance criteria.*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

ISO 3411

Febrero 2008

TÍTULO

Maquinaria para movimiento de tierras

Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los operadores

(ISO 3411:2007)

Earth-moving machinery. Physical dimensions of operators and minimum operator space envelope (ISO 3411:2007).

Engins de terrassement. Dimensions des opérateurs et espace enveloppe minimal pour les opérateurs (ISO 3411:2007).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 3411:2007, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 3411:2007.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE-EN ISO 3411:1999 antes de 2010-08-01.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 115 *Maquinaria para la Construcción, Obra Civil y Edificación* cuya Secretaría desempeña SERCOBE.

AENOR

NORMA EUROPEA
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN ISO 3411

Julio 2007

ICS 53.100

Sustituye a EN ISO 3411:1999

Versión en español

Maquinaria para movimiento de tierras
Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los
operadores
(ISO 3411:2007)

Earth-moving machinery. Physical dimensions of operators and minimum operator space envelope (ISO 3411:2007).

Engins de terrassement. Dimensions des opérateurs et espace enveloppe minimal pour les opérateurs (ISO 3411:2007).

Erdbaumaschinen. Körpermaße von Maschin Führer und Mindestfreiraum (ISO 3411:2007).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2007-06-20.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2007 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

PRÓLOGO

El texto de la Norma EN ISO 3411:2007 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 127 *Maquinaria para movimiento de tierras* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 151 *Maquinaria y equipos para la ingeniería civil y la fabricación de materiales de construcción. Seguridad*, cuya Secretaría está desempeñada por DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de enero de 2008, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de julio de 2010.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN ISO 3411:1999.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de las Directivas europeas.

La relación con las Directivas UE se recoge en los anexos informativos ZA y ZB, los cuales forman parte integrante de esta norma.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 3411:2007 ha sido aprobado por CEN como Norma Europea EN ISO 3411:2007 sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA	7
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	7
4 MEDIDAS FÍSICAS DE LOS OPERADORES	8
5 ESPACIO ENVOLVENTE MÍNIMO DEL OPERADOR	12
BIBLIOGRAFÍA	16

PRÓLOGO

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar normas internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para su votación. La publicación como norma internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros con derecho a voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta norma internacional puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional ISO 3411 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 127 *Maquinaria para movimiento de tierras*, Subcomité SC 2, *Requisitos de seguridad y factores humanos*.

Esta cuarta edición anula y sustituye a la tercera edición (ISO 3411:1995), la cual constituye una revisión técnica.

INTRODUCCIÓN

Las dimensiones del operador expuestas en esta norma se derivan de los datos de hombres y mujeres de los Estados Unidos de América (datos CAESAR), de Europa (ISO 15534-3:2000) y Asia (China, Japón, Corea y Tailandia).

Los datos de dimensiones de los hombres asiáticos se consideraron en el rango entre los percentiles 5 y 95 de los datos conjuntos de Europa y Estados Unidos. Así, para representar la población de operadores en Europa y Estados Unidos, los datos de sus dimensiones se basan en los datos de esas dos zonas. Para tener en cuenta el posible aumento de operadores femeninos en Asia, las dimensiones para operadores pequeños se obtuvieron de la Norma ISO 3411:1995 y se usaron en lugar de las dimensiones de los datos de Europa y Estados Unidos, que son mayores.

Las dimensiones que se dan en esta norma son las medidas reales obtenidas de las fuentes anteriormente indicadas o bien, cuando las dimensiones específicas no estuvieron disponibles, fueron deducidas por proporcionalidad de los valores que figuran en la Norma ISO 3411:1995, basados en la tendencia de crecimiento apreciada en las medidas reales disponibles.

El espacio envolvente interior mínimo para recintos que comprende esta norma internacional puede ser suplementado o modificado por normas para maquinaria de movimiento de tierras específica.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma proporciona las medidas de los operadores de maquinaria para movimiento de tierras según se definen en la Norma ISO 6165 y especifica el espacio envolvente mínimo normal en los puestos de trabajo del operador.

No es aplicable a las máquinas fabricadas antes de su fecha de publicación.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 5353:1995 *Maquinaria para movimiento de tierras. Punto índice del asiento.*

ISO 6165:2006 *Maquinaria para movimiento de tierras. Tipos básicos. Vocabulario.*

ISO 11112:1995 *Maquinaria para movimiento de tierras. Asiento del operador. Dimensiones y requisitos.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esta norma, se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1 operador pequeño:

Operador perteneciente a la población mundial de operadores de maquinaria para movimiento de tierras en la que aproximadamente el 5% de los operadores son menores de las medidas que se especifican.

3.2 operador mediano:

Operador perteneciente a la población mundial de operadores de maquinaria para movimiento de tierras en la que aproximadamente el 50% de los operadores son menores de las medidas que se especifican y la población mundial de operadores de maquinaria para movimiento de tierras restante es mayor de dichas medidas.

3.3 operador corpulento:

Operador perteneciente a la población mundial de operadores de maquinaria para movimiento de tierras en la que aproximadamente el 5% de los operadores son mayores de las medidas que se especifican.

3.4 postura de trabajo:

Postura que adopta un operador mientras trabaja.

3.5 postura erecta:

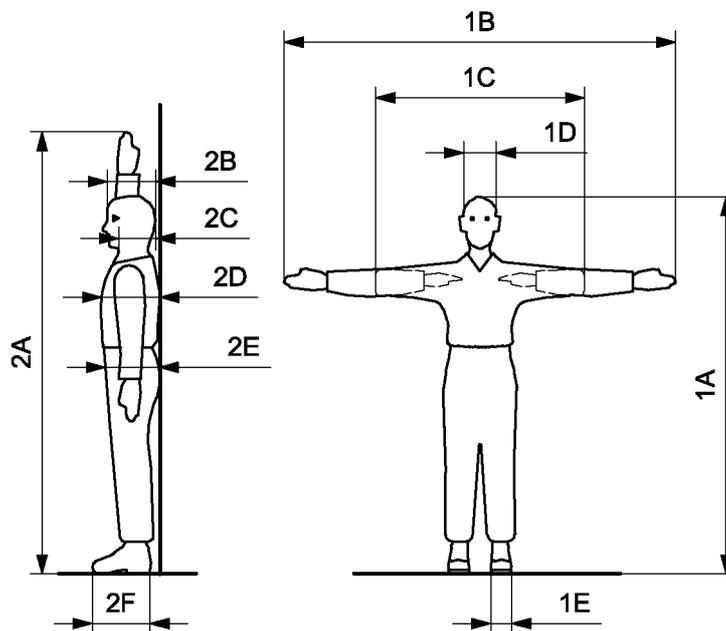
De pie o sentado erguido sin respaldo.

4 MEDIDAS FÍSICAS DE LOS OPERADORES

Las cotas de las medidas físicas para operadores de pie y sentados se muestran en las figuras 1 y 2. Las cotas relativas al cuerpo moviendo las articulaciones se muestran en la figura 3. Las medidas incluyen una tolerancia de 25 mm para la altura de zapatos o botas. La influencia de otras prendas de vestir es poco significativa.

Todas las medidas son para un operador en posición erecta. La postura de trabajo es generalmente relajada y las medidas serán ligeramente inferiores: la estatura (1A) y el alcance sobre la cabeza (2A) se reducirán 15 mm aproximadamente, mientras que la altura sentado (3A) y la altura de los ojos, sentado, (3B) se reducirán en 25 mm aproximadamente.

En algunos países, más del 5% de los operadores tienen longitudes de piernas menores de los valores dados para los operadores pequeños. En esos casos pueden admitirse ajustes especiales.



Referencia	Denominación	Medidas en mm		
		Operador pequeño	Operador mediano	Operador corpulento
1A	Estatura (con zapatos) ^a	1 550	1 730	1 905
1B	Envergadura ^c	1 585	1 765	1 942
1C	Distancia entre codos (brazos doblados) ^c	850	958	1 060
1D	Anchura de la cabeza ^b	140	151	163
1E	Anchura de pie (con zapatos)	95	125	139
2A	Alcance sobre la cabeza (extremo de los dedos) ^c	1 900	2 118	2 325
2B	Longitud de la cabeza	170	194	210
2C	Distancia ojo-espalda ^c	170	194	210
2D	Eje antero-posterior de pecho ^c	210	247	280
2E	Eje antero-posterior del abdomen ^c	210	257	300
2F	Longitud del pie (con zapatos)	250	276	311

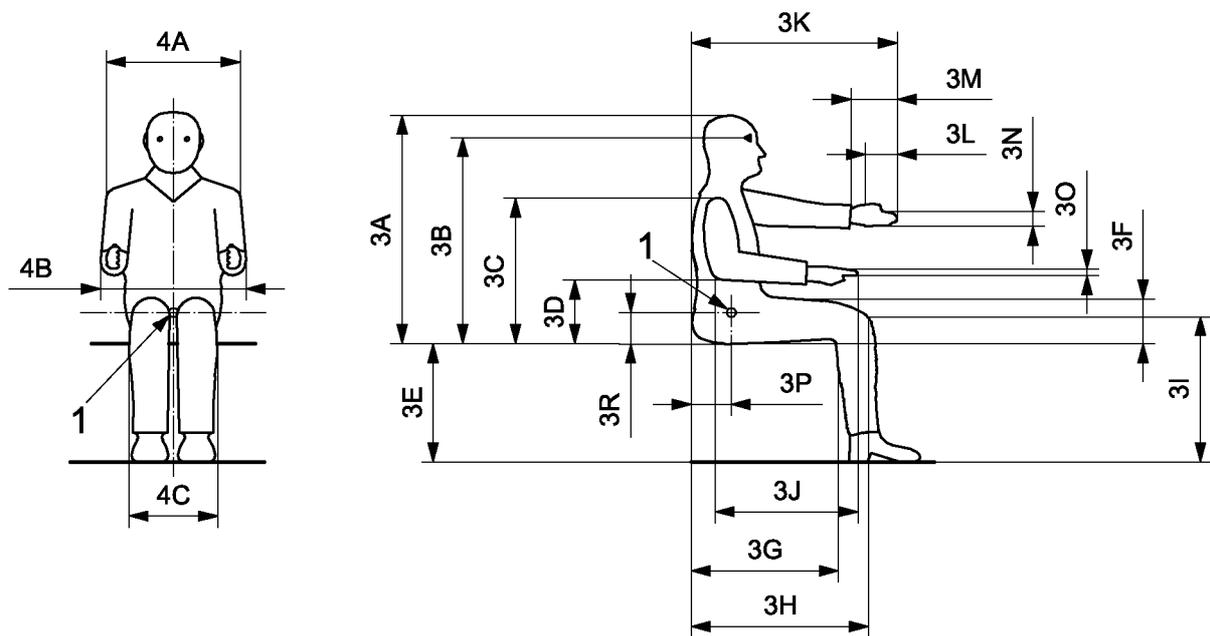
NOTA Estas columnas representan el tamaño comprobado de la población mundial. "Pequeño" significa aproximadamente el 5% de las medidas, "mediano" es aproximadamente el 50% de las medidas y "corpulento" es el 95% aproximado de las medidas. Operador pequeño = 51,9 kg, operador medio = 74,4 kg, operador corpulento = 114,1 kg.

^a Añadir 50 mm aproximadamente para el casco de seguridad, en caso necesario.

^b La medida del ancho de la cabeza no incluye las orejas.

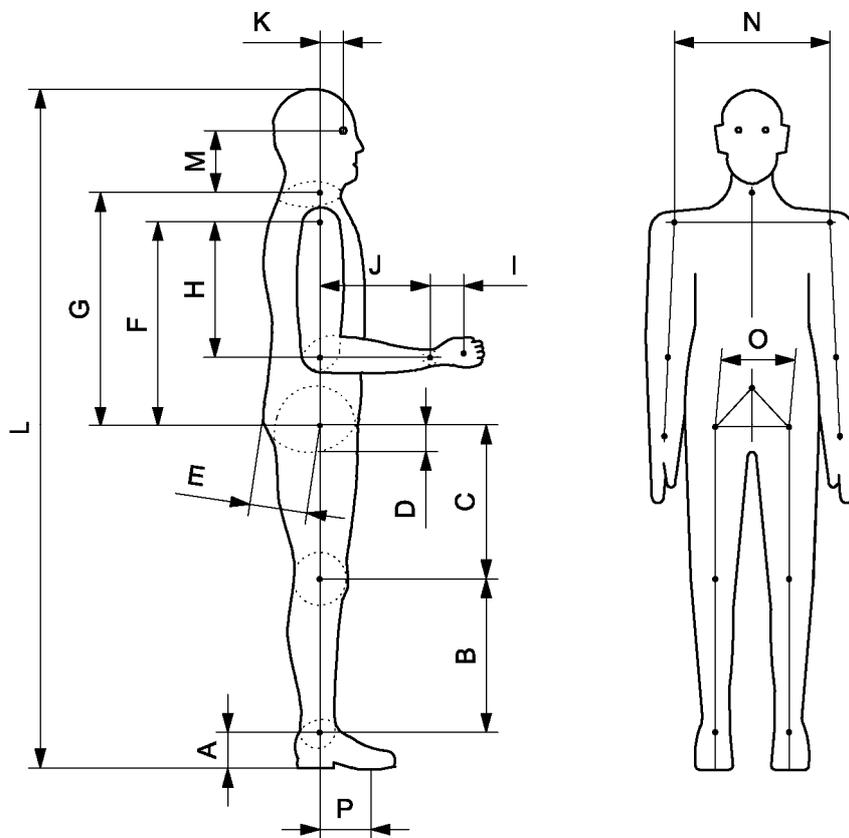
^c Los valores dimensionales se dedujeron de una escala proporcional.

Figura 1 – Medidas para operador de pie



Referencia	Denominación	Medidas en mm		
		Operador pequeño	Operador mediano	Operador corpulento
3A	Altura del busto (sentado) ^a	800	894	976
3B	Altura de los ojos, sentado	690	780	858
3C	Altura de los hombros, sentado	530	585	651
3D	Altura de los codos, sentado	200	239	285
3E	Altura de la superficie horizontal del asiento ^c	400	449	495
3F	Distancia libre entre los muslos ^c	120	146	170
3G	Distancia de las pantorrillas a los glúteos ^c	420	474	525
3H	Longitud rodilla-nalga	530	601	670
3I	Altura de la rodilla, sentado (con calzado)	500	558	627
3J	Longitud antebrazo-dedos ^c	410	464	515
3K	Alcance anterior del brazo ^c	750	832	909
3L	Reducción al agarrar los controles ^c	- 65	- 73	- 80
3M	Longitud de la mano	170	190	207
3N	Anchura de la mano ^{b,c}	80	87	96
3O	Espesor de la mano ^{c,d}	25	30	35
3P	Longitud del SIP (índice del asiento)	113	125	137
3R	Altura del SIP (índice del asiento)	80	88	97
4A	Anchura de los hombros (entre deltoides)	380	450	514
4B	Anchura entre codos ^c	385	454	521
4C	Anchura de caderas, sentado	320	378	456
1 Punto índice del asiento (SIP)				
NOTA Estas columnas representan el tamaño comprobado de la población mundial. "Pequeño" significa aproximadamente el 5% de las medidas, "mediano" es aproximadamente el 50% de las medidas y "corpulento" es el 95% aproximadamente de las medidas. Operador pequeño = 51,9 kg, operador medio = 74,4 kg, operador corpulento = 114,1 kg				
^a Añadir 50 mm aproximadamente para el casco de seguridad, en caso necesario. ^b La medida del ancho de la mano no incluye el pulgar. ^c Los valores dimensionales se dedujeron de una escala proporcional. ^d La medida del espesor de la mano se refiere al espesor en la base de los dedos, no al de la palma.				

Figura 2 – Medidas para operador sentado



Referencia	Denominación	Medidas en mm		
		Operador pequeño	Operador mediano	Operador corpulento
A	Altura del tobillo (con zapatos)	98	107	120
B	Longitud de la pierna inferior	367	405	450
C	Longitud del muslo	372	425	475
D	Articulación de la cadera a la nalga (vertical) ^{a, b}	80	88	97
E	Articulación de la cadera a la nalga (antero-posterior) ^b	113	125	137
F	Longitud del tronco	396	442	486
G	Articulación de la cadera al cuello ^{a, b}	481	538	591
H	Longitud del antebrazo ^b	247	276	303
I	Muñeca al eje de los mandos ^b	105	119	137
J	Longitud del antebrazo ^b	220	246	270
K	Ojo al eje del cuerpo ^b	71	79	87
L	Estatura (con zapatos)	1 550	1 730	1 905
M	Nivel de los ojos al punto de giro del cuello ^b	133	149	164
N	Distancia entre articulaciones de los hombros ^b	310	349	382
O	Distancia entre articulaciones de las caderas ^b	152	170	187
P	Tobillo al punto de aplicación del pie al pedal ^b	124	138	152

^a Para operador sentado.
^b Los valores dimensionales se dedujeron por medio de extrapolaciones proporcionales.

Figura 3 – Medidas referentes a las articulaciones del cuerpo

5 ESPACIO ENVOLVENTE MÍNIMO DEL OPERADOR

5.1 Generalidades

El espacio envolvente mínimo del operador son las dimensiones interiores del puesto del operador. El espacio mínimo del recinto alrededor del operador, cuando éste trabaja (es decir cabinas, ROPS, FOPS) está representado en la figura 4 para un operador sentado y en la figura 5 para uno de pie. Las medidas relativas al punto índice del asiento (SIP) son las definidas en la Norma ISO 5353. El diseño del contorno del espacio no implica la forma del puesto. Esta forma puede ser diferente de las que aparecen en las figuras, con tal de que se respeten las medidas mínimas.

El espacio envolvente mínimo del operador está basado en las medidas de un operador corpulento que aparecen en las figuras 1, 2 y 3 y está medido en la superficie interior, sin deformación visible del puesto del operador.

5.2 Adaptaciones permitidas

5.2.1 Las adaptaciones del espacio envolvente mínimo del operador permitidas para las aplicaciones de máquinas particulares o según necesidades, se dan en los apartados 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 y 5.2.5. Las necesidades de espacio envolvente mínimo del operador establecidas en esta norma pueden ser complementadas o modificadas por normas de maquinaria para movimiento de tierras específicas.

5.2.2 El espacio envolvente mínimo del puesto del operador puede ser menor que lo expuesto en las figuras 4 y 5 si el espacio envolvente reducido para una máquina específica permite un adecuado espacio para la actuación del operador y su protección. Las modificaciones aceptables para el espacio envolvente del puesto del operador incluyen las siguientes:

5.2.2.1 Se necesita una altura mínima del puesto del operador de 1 050 mm desde el SIP para acomodar asientos habitualmente usados y proporcionar espacio libre para el casco de seguridad del operador. La altura mínima del puesto del operador puede reducirse a 1 000 mm para máquinas usadas en trabajos para los que no se requiere el uso del casco dentro del puesto.

5.2.2.2 La altura del puesto puede también ajustarse a las siguientes variaciones en las configuraciones de asiento definidas en la Norma ISO 11112:

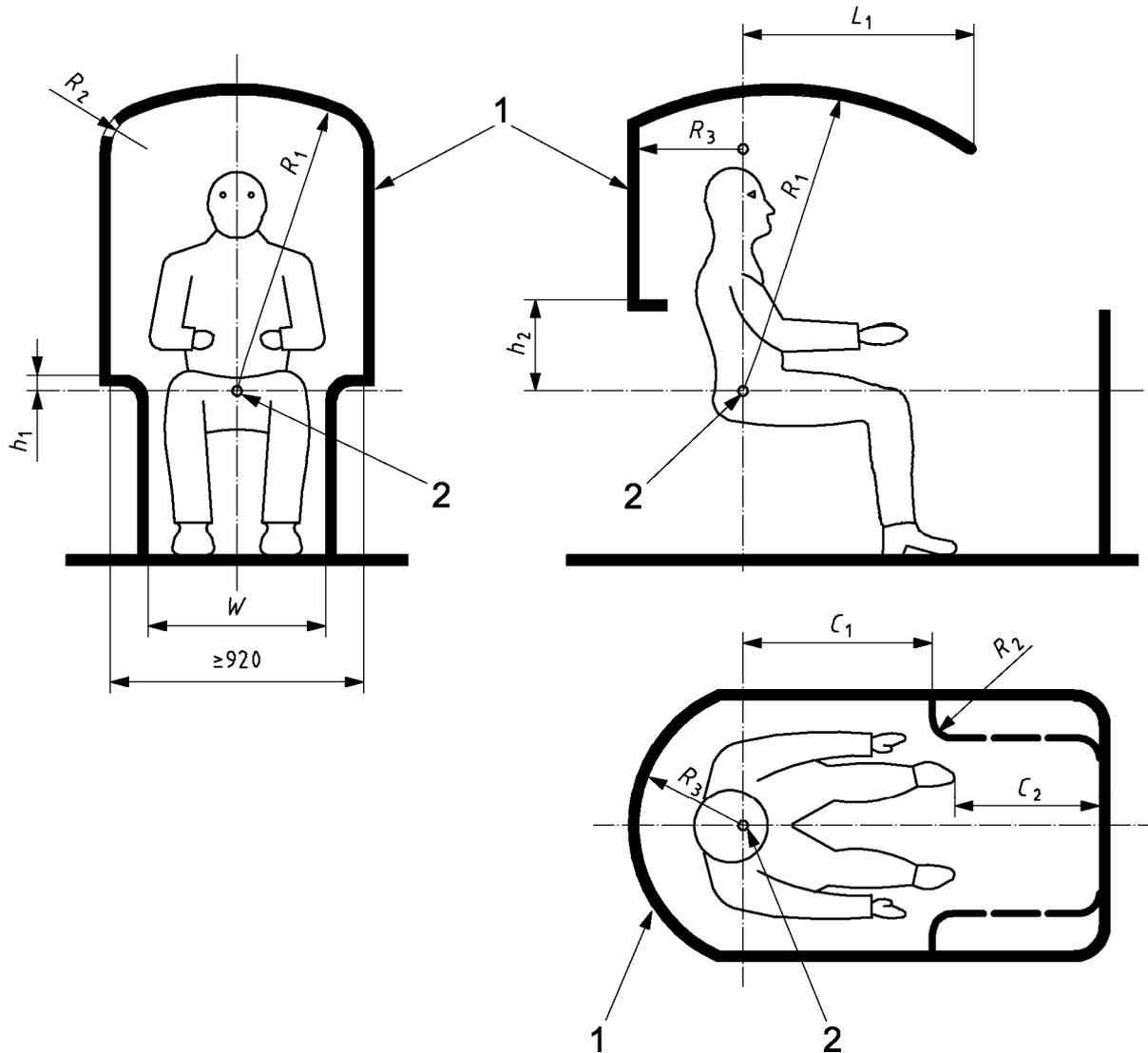
- a) reducción de 40 mm sin suspensión vertical del asiento;
- b) reducción de 40 mm sin ajuste de altura vertical del asiento;
- c) reducción proporcional para un ángulo del respaldo superior a 15°.

5.2.3 El asiento del operador puede estar desplazado del eje del espacio envolvente, para permitir la visibilidad directa del lateral de la máquina, a condición de que la distancia interna mínima desde el SIP al lateral de la parte superior del puesto sea por lo menos de 325 mm.

5.2.4 Algunos tipos particulares de máquinas (por ejemplo, máquinas compactas) pueden necesitar el uso de un envolvente del espacio del operador menor que el mínimo recomendado por esta norma. Para estas máquinas, la anchura interna de la envolvente del espacio del operador puede reducirse a un mínimo de 650 mm. Esta anchura mínima del espacio envolvente requiere una localización ergonómica de los mandos, para asegurar la actuación del operador y su confort.

5.2.5 Cuando el operador está habitualmente inclinado hacia delante para actuar sobre los mandos de dirección (por ejemplo en una excavadora compacta) o se necesita visibilidad de las proximidades de la parte posterior de la máquina (por ejemplo un tractor pequeño con pala de empuje) el espacio libre mínimo a la parte posterior de la envolvente del operador (R_3) puede reducirse a 250 mm más la mitad del recorrido longitudinal del asiento.

Medidas en milímetros



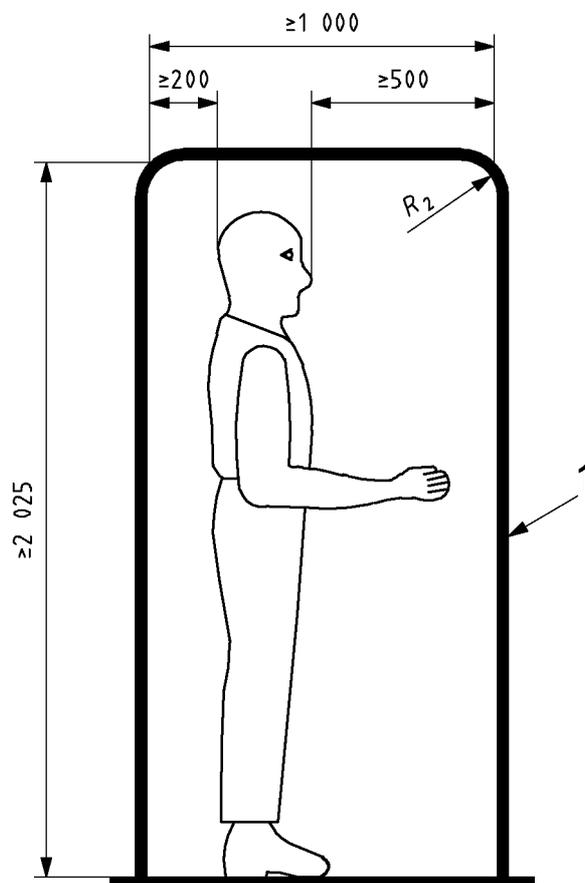
Leyenda

- 1 envoltorio del espacio interior (ISE)
- 2 punto índice de asiento (SIP)

NOTA Las medidas de anchura representadas son simétricas. Véase la tabla 1 para los valores de las medidas que aquí se muestran.

Figura 4 – Envoltorio del espacio interior mínimo normal del operador para puestos de trabajo. Operador sentado

Medidas en milímetros



Leyenda

1 Envoltorio del espacio interior (ISE)

NOTA La medida R_2 se da en la tabla 1. Las medidas de anchura del puesto y el espacio libre para los mandos son los mismos que aparecen en la figura 4.

**Figura 5 – Envoltorio del espacio interior mínimo normal del operador para puestos.
Operador de pie**

Tabla 1 – Medidas (véanse las figuras 4 y 5)

Símbolo	Designación	Medidas
R_1	Distancia entre el SIP y el techo del puesto de trabajo en el plano transversal – con operador usando casco de seguridad, en asiento ajustable con suspensión – con operador sin casco, en asiento ajustable con suspensión	^a $\geq 1\ 050$ $\geq 1\ 000$
R_2	Radio de la intersección de paredes internas entre sí y con el techo	≤ 250
R_3	Distancia hacia atrás	^b
L_1	Distancia horizontal entre el SIP y el puesto de trabajo, en la que debe mantenerse R_1	≥ 500
h_1	Distancia vertical entre el SIP y el borde inferior de las paredes laterales superiores del puesto de trabajo	≤ 150
h_2	Distancia vertical entre el SIP y el borde inferior de la pared posterior del puesto de trabajo	^c
W	Anchura en el espacio para las piernas	≥ 560
C_1	Espacio para antebrazo y mano en las zonas laterales superiores del puesto de trabajo	≥ 500
C_2	Espacio entre el puesto de trabajo y el calzado del operador cuando acciona los mandos con los pies, en cualquier posición	≥ 30

^a La mínima distancia desde el SIP a una ventana plegada sobre la cabeza del operador debe ser de 920 mm.

^b Al menos $b + 400$ mm, donde b es igual a la mitad de la medida del ajuste horizontal del asiento. Véase el apartado 5.2.5.

^c Esta medida debe ser igual o menor que la distancia vertical entre el SIP y el borde superior del respaldo del asiento, ajustado en su posición inferior.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ISO 7250:1996 *Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.*
- [2] ISO 15534-3:2000 *Conceptos ergonómicos para la seguridad de las máquinas. Parte 3: Datos antropométricos.*

ANEXO ZA (Informativo)**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS
ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 98/37/CE
MODIFICADA POR LA DIRECTIVA 98/79/CE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, para proporcionar un medio de dar cumplimiento a los requisitos esenciales de la Directiva 98/37/CE, modificada por la Directiva 98/79/CE.

Una vez que esta norma se cite en el Diario Oficial de la Unión Europea bajo esta directiva, y se implemente como norma nacional en al menos un Estado Miembro, el cumplimiento de los capítulos de esta norma, dentro de los límites del campo de aplicación de esta norma, es un medio para dar presunción de conformidad con los requisitos esenciales específicos 3.2.1 (párrafos 1 y 5) de esta directiva y los reglamentos de la AELC asociados.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o directivas de la UE.

ANEXO ZB (Informativo)**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS
ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 2006/42/CE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, para proporcionar un medio de dar cumplimiento a los requisitos esenciales de la Directiva 2006/42/CE.

Una vez que esta norma se cite en el Diario Oficial de la Unión Europea bajo esta directiva, y se implemente como norma nacional en al menos un Estado Miembro, el cumplimiento de los capítulos de esta norma, dentro de los límites del campo de aplicación de esta norma, es un medio para dar presunción de conformidad con los requisitos esenciales específicos 1.1.7 (párrafo 3) de esta directiva y los reglamentos de la AELC asociados.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o directivas de la UE.

ANEXO NACIONAL (Informativo)

Las normas europeas o internacionales que se relacionan a continuación, citadas en esta norma, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los códigos siguientes:

Norma Internacional	Norma UNE
ISO 5353:1995	UNE-EN ISO 5353:1999
ISO 6165:2006	UNE-EN ISO 6165:2006
ISO 11112:1995	UNE 115441:2005
ISO 7250:1996	UNE-EN ISO 7250:1998

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

1.10.2 Descripción del Ensayo

A fin de garantizar la reproducción del ensayo en un futuro, se procede a explicar las técnicas y el equipo utilizado para realizarlo, para que de esta forma sea lo más fiel posible a lo expuesto a continuación.

El ensayo se realiza dentro de un contenedor climatizado en el que se introdujo la cabina del vehículo de movimiento de tierras utilizado en los modelos L550, L542 y L524 de la empresa Liebherr. Como se puede ver en la figura 19 adjunta, la cabina se halla dentro del contenedor únicamente provista del sistema de climatización de la cabina (véase figura 20). Este sistema de climatización está únicamente compuesto por el sistema de regulación de aire y el intercambiador de calor. El resto de elementos que componen el sistema de climatización y de control del mismo se hallarán fuera del contenedor.



Figura 19 Cabina Dentro del Contenedor



Figura 20 Sistema Climatización Cabina

Durante el test del Dummy, a modo de control y para realizar otro tipo de pruebas que escapan al ámbito de esta obra, se tomaron otra serie de medidas con el sistema antiguo de la empresa Konvekta (sensores Termopares tipo K). Estos sensores fueron conectados a la salida directa de los difusores y dentro del sistema de regulación de aire como se puede apreciar en la figura 20 (cables de color verde).



Figura 21 Elementos Restantes Sistema Climatización Cabina

El resto de elementos del sistema de climatización son los que se pueden ver en la figura 21, constituidos por el compresor que contiene el gas refrigerante R134a, el otro intercambiador de calor, la unidad de control y la pantalla del sistema de climatización. Estos elementos son los mismos que encontraríamos montados en el vehículo, pero estarían montados sobre bloques intercambiables. Todo este equipo es facilitado por la empresa Liebherr para que la empresa Konvekta pueda realizar las pruebas pertinentes en sus instalaciones.

Por otro lado, tenemos el equipo de climatización del contenedor que se encargará de simular las condiciones externas de la cabina. Esta unidad móvil está formada por un compresor, un motor eléctrico, una unidad de control y un intercambiador de calor (véase la figura 22).



Figura 22 Equipo Climatización Contenedor

Toda esta unidad está conectada por medio de latiguillos provistos de acoples rápidos al contenedor, en el que en su interior se halla el otro intercambiador de calor. Con este equipo se procedió a simular tres condiciones de temperatura externas diferentes para poner a prueba la mejora constructiva propuesta, donde únicamente se es capaz de aumentar o disminuir la temperatura dentro del contenedor, sin poder controlar el parámetro de la humedad ya que este es totalmente dependiente de la zona donde se realiza el ensayo (en este caso, Alemania) y las condiciones climatológicas de ese día.

Concretamente, las temperaturas ensayadas son 0°C, 10°C y 30°C durante 25 min una vez que las temperaturas dentro del contenedor estuviesen estabilizadas. En la última temperatura a ensayar se requirió del uso de focos de luz infrarroja (véase figura 23) para aumentar la temperatura dentro del contenedor junto con el apoyo del equipo de climatización externo para poder disminuir la temperatura si se excedía de los 30°C fijados.

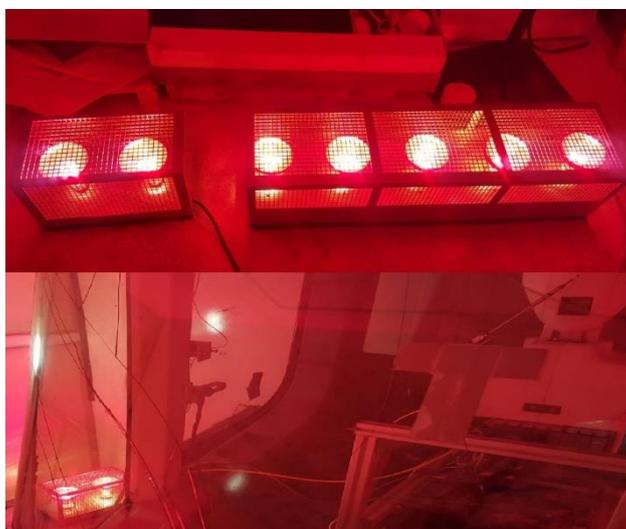


Figura 23 Focos Infrarrojos

Estos ensayos se realizaron dos veces: la primera sin la mejora constructiva y la segunda con la mejora constructiva de principio a fin, empezando por 0°C y acabando por los 30°C. En las temperaturas de 0°C y 10°C se ensayó el sistema de calefacción de la cabina con los difusores existentes y con el techo perforado. Mientras que para la temperatura de 30°C se ensaya el sistema de aire acondicionado. En todas las temperaturas se ha utilizado el mismo nivel de velocidad del ventilador y de temperatura del equipo de climatización de la cabina, que son el nivel 6 y 9 respectivamente.

1.10.3 Catálogos de los elementos constructivos del proyecto

Termómetros PT 100

Pt100- und Thermoelementfühler für industrielle Anwendungen

- ✓ Pt100 Klasse A,
1/3 DIN oder 1/10 DIN
Genauigkeit verfügbar
- ✓ Thermoelemente J, K und T,
Genauigkeitsklasse 1
Standard
- ✓ Großer Temperaturbereich
von -100°C bis +400°C
- ✓ Mantelfühler, Luftstromfühler,
Handfühler oder
Einstechfühler
- ✓ Nennlängen von 5 - 200 mm
und 200 - 500 mm
- ✓ Nenndurchmesser
2, 3 und 6 mm
- ✓ Verschiedene mechanische
Ausführungen
- ✓ Alle Pt100 Fühler in 4-Leiter
Ausführung
- ✓ Vielfältige Auswahl an
Leitungsmaterialien

Die OMEGA®-Temperatur-Fühler für industrielle Anwendungen sind aufgrund ihrer Flexibilität in der Ausführung für eine große Bandbreite von Applikationen geeignet.

Neben Fühlertyp und Ausführung können sowohl Durchmesser und Nennlänge als auch die mechanischen Komponenten wie Gewindeanschluss und Leitungsmaterial auf beliebige Weise kombiniert werden. Dabei stehen auf Anfrage auch andere als die hier genannten Materialien und Abmessungen zur Verfügung.



Lieferbare Ausführungen

Fühlertyp	Ausführung	Genauigkeit	Durchmesser	Nennlänge
P = Pt100 J = Thermoelement J K = Thermoelement K T = Thermoelement T	M = Mantelfühler L = Luftstromfühler H = Handfühler EH = Einstech-Handfühler	Pt100 (4-Leiter) A = Klasse A 1/3 = 1/3 DIN 1/10 = 1/10 DIN Thermoelement 1 = Klasse 1	6 = 6 mm 3 = 3 mm 2 = 2 mm	5 – 200 mm 200 – 500 mm

Gewinde	Leitungsmaterial	Leitungslänge
0 = kein Gewinde M6 = Gewinde M6 x 1, Gewindelänge 6 mm M8 = Gewinde M8 x 1, Gewindelänge 9 mm M10 = Gewinde M10 x 1, Gewindelänge 10 mm G 1/8 = Gewinde G 1/8", Gewindelänge 10 mm G 1/4 = Gewinde G 1/4", Gewindelänge 12 mm G 1/2 = Gewinde G 1/2", Gewindelänge 15 mm	P = PVC S = Silikon T = PTFE G = Glasseeide PS = PVC, geschirmt TS = PTFE, geschirmt GS = Glasseeide mit Edelstahlschirm	xm = Beliebig in Schritten zu je einem Meter verfügbar.

M12-Stecker*
M12 = Ausführung mit M12-Stecker



* Der M12-Stecker ist direkt an den Fühler montiert.

Ausführungen, die individuell zusammengestellt werden können:

Bestellangaben	Bestellcode	Beschreibung	
1. Fühlertyp	P J K T	Pt100, IEC 751 (4-Leiter) Thermoelement J, Fe-CuNi, IEC 584 Thermoelement K, NiCr-Ni, IEC 584 Thermoelement T, Cu-CuNi, IEC 584	
2. Ausführung	M L H EH	Mantelfühler Luftstromfühler Handfühler Einstech-Handfühler	
3. Genauigkeit*	A 1/3 1/10 1	Pt100	Klasse A 1/3 DIN 1/10 DIN
		Thermoelement	Klasse 1
4. Durchmesser	6 3 2	6 mm 3 mm 2 mm	
5. Nennlänge	5 - 200 200 - 500	5 - 200 mm 200 - 500 mm	
6. Gewinde**	0	kein Gewinde	
	M6	Gewinde M6 x1, SW10 (ø Fühler 2, 3 mm)	
	M8	Gewinde M8 x1, SW10 (ø Fühler 2, 3 mm)	
	M10	Gewinde M10 x1, SW17 (ø Fühler 2, 3, 6 mm)	
	G 1/8"	Gewinde G 1/8", SW14 (ø Fühler 2, 3, 6 mm)	
	G 1/4"	Gewinde G 1/4", SW19 (ø Fühler 2, 3, 6 mm)	
G 1/2"	Gewinde G 1/2", SW24 (ø Fühler 2, 3, 6 mm)		
7a.M12-Stecker	M12	M12-Stecker direkt an den Fühler montiert (ohne Kabel)	
7b.Leitungsmaterial	P	1 m, PVC max. 100°C	
	S	1 m, Silikon max. 200°C	
	T	1 m, PTFE max. 250°C	
	G	1 m, Glasseide max. 400°C	
	PS	1 m, PVC max. 100°C, geschirmt	
	TS	1 m, PTFE max. 250°C, geschirmt	
GS	1 m, Glasseide max. 400°C, geschirmt		
7c. Leitungslänge***	x	x m Leitungslänge (s.Anm.)	

* Thermoelemente werden generell in der Genauigkeitsklasse 1 ausgeliefert.

** Die Durchmesserangaben geben den Durchmesser des Temperaturfühlers an, für den das gewählte Gewinde geeignet ist.

*** Gewünschte Leitungslänge in x Metern angeben. Der Preis ergibt sich aus der gewünschten Meterzahl "x" multipliziert mit dem Preis für das gewünschte Leitungsmaterial.

**** Der M12-Stecker ist direkt an den Fühler montiert (ohne Kabel). Eine Kombination mit den Leitungsoptionen ist nicht möglich.

Passende M12-Anschlussleitungen:

Modellnummer	Beschreibung
M12C-RTDI-SIL-4-R-F-5	5 m Silikonleitung, abgewinkelte Buchse, freie Enden
M12C-RTDI-SIL-4-S-F-5	5 m Silikonleitung, gerade Buchse, freie Enden

Bestellbeispiel I: K-L-1-3-50-0-PS-1,
Thermoelement Typ K, Luftstromfühler, Genauigkeit Klasse 1,
3 mm Durchmesser, Nennlänge 50 mm, ohne Gewinde, Leitungsmaterial PVC geschirmt, Leitungslänge 1 m

Bestellbeispiel II: P-M-1/3-6-100-M10-S-8,
Pt100, Mantelfühler, 1/3 DIN Genauigkeit, 6 mm Durchmesser, Nennlänge 100 mm, M10 Gewinde, Leitungsmaterial Silikon, Leitungslänge 8 m, 4-Leiter

Ausführung mit M12-Stecker (direkt an den Fühler montiert)



Technische Daten

Messbereich des Fühlers:

-100 ... +400°C
(andere auf Anfrage)

Temperaturbereich der Anschlussleitung:

PVC max. 100°C,
Silikon max. 200°C,
PTFE max. 250°C,
Glasseide max. 400°C

Anmerkung:

Der Standard-Temperaturbereich beträgt -100°C bis +400°C. Die tatsächliche Temperatur überträgt sich auch auf die Anschlussleitung. Bitte wählen Sie die Anschlussleitung entsprechend der maximalen Temperatur, für die der Fühler verwendet wird. Wählen Sie im Zweifelsfall PTFE- oder Glasseide-isolierte Anschlusskabel.

Mantelmaterial: Edelstahl 1.4301

Maximaler Druck:

Fühler ø 6 mm: 40 bar
Fühler ø 3 mm: 20 bar
Fühler ø 2 mm: 10 bar

Messspitze:

nicht geerdet (geerdet auf Anfrage)

Ansprechzeit T₆₆ bei Medium Wasser:

Pt100-Mantelfühler: 3 Sekunden
Thermoelement-Mantelfühler: 4 Sekunden

Ansprechzeit T₆₆ bei Medium Luft:

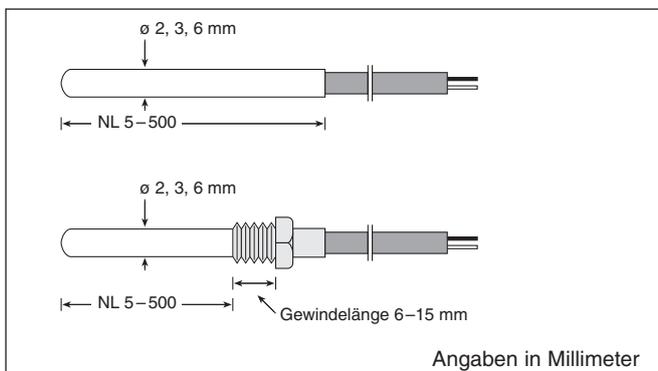
Pt100-Luftstromfühler: 15 Sekunden
Thermoelement-Luftstromfühler: 5 Sekunden

Anschluss technik Pt100: 4-Draht

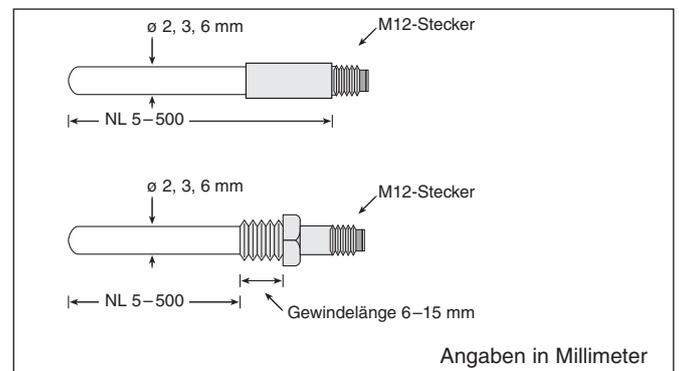
Ausführungen, die ab Lager sofort verfügbar sind:

Modellnummer	Beschreibung Fühlertyp - Ausführung - Genauigkeit - Durchmesser - Nennlänge - Gewinde* - Leitung
P-M-A-6-100-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=6 mm, L=100 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-6-100-M10-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=6 mm, L=100 mm, mit Gewinde M10x1, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-3-50-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=3 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-6-50-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=6 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-3-50-0-T-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=3 mm, L=50 mm, PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-3-50-M6-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=3 mm, L=50 mm, mit Gewinde M6x1, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-3-30-0-T-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=3 mm, L=30 mm, PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-2-50-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=2 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-L-A-6-100-0-TS-2	Pt100, Luftstromfühler, Klasse A, D=6 mm, L=100 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-L-A-6-50-0-TS-2	Pt100, Luftstromfühler, Klasse A, D=6 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-1/10-6-100-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, 1/10 DIN, D=6 mm, L=100 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-1/10-6-50-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, 1/10 DIN, D=6 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-1/10-3-50-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, 1/10 DIN, D=3 mm, L=50 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-1/10-3-50-M6-TS-2	Pt100, Mantelfühler, 1/10 DIN, D=3 mm, L=50 mm, mit Gewinde M6x1, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-1/10-3-30-0-T-2	Pt100, Mantelfühler, 1/10 DIN, D=3 mm, L=30 mm, PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-6-200-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=6 mm, L=200 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter
P-M-A-3-200-0-TS-2	Pt100, Mantelfühler, Klasse A, D=3 mm, L=200 mm, geschirmte PTFE-Leitung 2 Meter

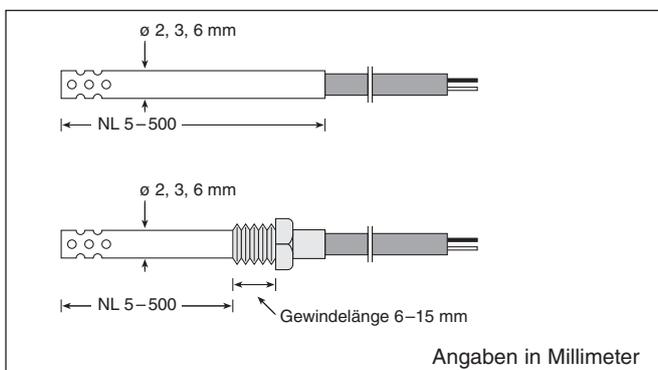
Pt100 : Ausführung mit Mantelfühler



Pt100 : Ausführung mit M12-Stecker



Pt100 : Ausführung mit Luftstromfühler



TX-M12-RTD

Intelligenter, programmierbarer Transmitter für Widerstandstemperturfühler mit M12-Anschluss

- ✓ **Universell für alle Pt100/500/1000 Applikationen**
- ✓ **USB programmierbarer Ausgang 4-20 mA oder 0-10 V**
- ✓ **IP68 Edelstahl-Gehäuse mit kompakten Abmessungen**
- ✓ **Für Pt100, Pt500, Pt1000, 2- oder 3-Draht**
- ✓ **Temperaturbereich -200...+850°C**
- ✓ **Genauigkeit ±0,2°C ±0,05% Ausgang**
- ✓ **Betriebstemperaturbereich -40...+85°C**
- ✓ **5 Mess/sec**
- ✓ **Ansprechzeit 600 msec**
- ✓ **Modell TX-M12-RTD-C mit 4-20 mA-Ausgang (Versorgung 8 – 30 V DC)**
- ✓ **Modell TX-M12-RTD-V mit 0-10 V-Ausgang (Versorgung 12 – 30 V DC)**
- ✓ **Aufwändige Temperaturkompensation 0,0025%/°C**
- ✓ **Einfachste Lagerhaltung**

Die intelligenten Transmitter TX-M12-RTD-C/V sind eine komplette Neuentwicklung in modernster Technologie. Das kompakte Edelstahlgehäuse verfügt über die Schutzart IP68. Die M12-Buchse erlaubt den Anschluss aller gängigen Widerstandstemperturfühler mit M12-Stecker in 2- oder 3-Draht-Technik. Modernste DSP-Technik garantiert eine Genauigkeit von ±0,2°C ±0,05% und eine extrem kleine Temperaturdrift von 0,0025%/°C.

Der M12-Transmitter ist für alle gängigen Widerstandstemperturfühler wie Pt100, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni1000, Ni120 und Cu100 programmierbar. Auch Widerstände und Potentiometer können direkt angeschlossen werden.



Mit lediglich 2 Modellen werden alle Widerstandfühler-Applikationen abgedeckt. Damit ist einfachste Lagerhaltung garantiert.

Lieferbar ist die Ausführung TX-M12-RTD-C mit 4-20 mA Analogausgang und Ausführung TX-M12-RTD-V mit 0-10 V Analogausgang. Bei Pt100 wird der gesamte Temperaturbereich von -200...+850°C abgedeckt. Die Spezifikationen werden bis zu der kleinsten Spanne von 25°C garantiert. Der interne D/A-Wandler arbeitet mit 5 Mess/sec, die Ansprechzeit beträgt 600 msec.

Die Programmierung erfolgt über die externe Programmierereinheit USB-CONFIG-UNIT, die direkt über die USB-Schnittstelle versorgt wird. Die Programmierung von Fühlertyp, Messspanne, Ausgangssignal bei Fühlerbruch und Filter erfolgt mit der intuitiven Konfigurationssoftware innerhalb weniger Minuten. Ein Kalibrator wird nicht benötigt. Ein Offsetfehler des verwendeten Temperaturfühlers kann direkt über die Programmierung korrigiert werden.

Der Transmitter ist ideal geeignet für die Anwendung mit allen Pt-Fühlern mit M12-Anschluss



Beispiel PR-22 : Pt100-Fühler mit angegossenem M12-Steckverbinder



Beispiel PR-21 : Pt100/Pt1000-Fühler mit angeschweißtem M12-Steckverbinder

Bestellinformationen (Bitte Modellnummer angeben)	
Modellnummer	Beschreibung
TX-M12-RTD-C	Transmitter-Ausführung mit 4-20 mA Ausgang
TX-M12-RTD-V	Transmitter-Ausführung mit 0-10 V Ausgang

Anmerkung: Der Pt100-Temperturfühler gehört nicht zum Lieferumfang.

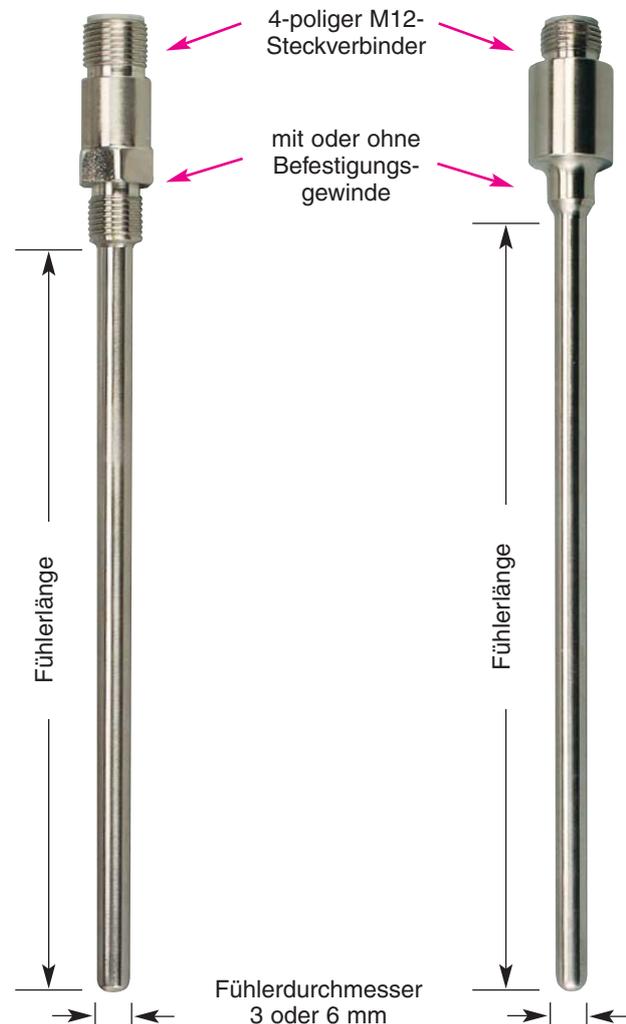
PR-21 und M12C

Pt100/Pt1000-Fühler und Verlängerungskabel mit angeschweißtem M12-Steckverbinder

- ✓ Für Prozessregelung und Messanwendungen
- ✓ Vollverschweißtes Edelstahl-Gehäuse
- ✓ Mit oder ohne Befestigungsgewinde (M8x1 oder M10x1) lieferbar
- ✓ Pt100- oder Pt1000-Platinelemente nach IEC60751, Klasse A, 4-Leiterschaltung
- ✓ 4-poliger M12-Stecker
- ✓ Schnelle Ansprechzeit (in Wasser 3,5 Sekunden oder weniger für 63% des Endwerts)
- ✓ 3 mm oder 6 mm Fühlerdurchmesser

Pt100-Verlängerungskabel

- ✓ M12-Standardbuchsen
- ✓ Vergoldete Kontakte und Edelstahl-Mutter
- ✓ PVC-, Polyurethan- oder Silikongummi-Ummantelung/-Isolierung
- ✓ In 2, 5 oder 10 m Länge erhältlich
- ✓ Steckverbinder mit geradem oder abgewinkeltm Kabelabgang
- ✓ Kabelende mit abisolierten Leitungen



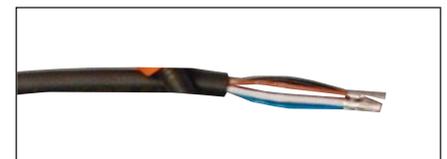
PR-21E-3-100-A-M6-150-M12-2

PR-21A-3-100-A-M6-150-M12-2

Modell
M12C-PUR-4-S-F-5



Verlängerungskabel mit abisolierten Leitungen als Standard



Bestellinformationen (Bitte Modellnummer angeben)			
Modellnummer	Widerstandsfühler	Länge	Befestigungsgewinde
PR-21A-3-100-A-(*)-150-M12-2	Pt100, Klasse A	150 mm	ohne
PR-21A-3-100-A-(*)-300-M12-2	Pt100, Klasse A	300 mm	ohne
PR-21E-3-100-A-(*)-150-M12-2	Pt100, Klasse A	150 mm	M8 x 1
PR-21E-3-100-A-(*)-300-M12-2	Pt100, Klasse A	300 mm	M8 x 1
PR-21F-3-100-A-(*)-150-M12-2	Pt100, Klasse A	150 mm	M10 x 1
PR-21F-3-100-A-(*)-300-M12-2	Pt100, Klasse A	300 mm	M10 x 1
PR-21A-3-1000-A-(*)-150-M12-2	Pt1000, Klasse A	150 mm	ohne
PR-21A-3-1000-A-(*)-300-M12-2	Pt1000, Klasse A	300 mm	ohne
PR-21E-3-1000-A-(*)-150-M12-2	Pt1000, Klasse A	150 mm	M8 x 1
PR-21E-3-1000-A-(*)-300-M12-2	Pt1000, Klasse A	300 mm	M8 x 1
PR-21F-3-1000-A-(*)-150-M12-2	Pt1000, Klasse A	150 mm	M10 x 1
PR-21F-3-1000-A-(*)-300-M12-2	Pt1000, Klasse A	300 mm	M10 x 1

(*) Bitte Fühlerdurchmesser wie folgt angeben: „M3“ = 3 mm, „M6“ = 6 mm

Jede andere Länge möglich.

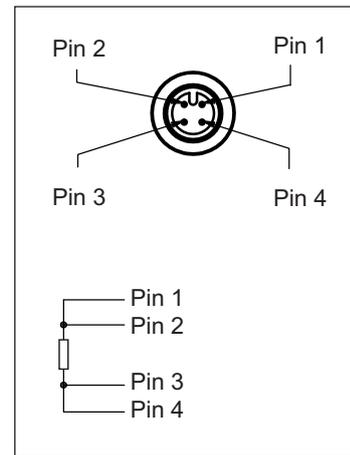
Bitte ersetzen Sie in der Bestellnummer „150“ durch die gewünschte Länge in Millimeter.

Beispiel: PR-21A-3-100-A-M6-200-M12-2, Fühler mit 200 mm Länge.

Bestellbeispiel:

PR-21A-3-100-A-M6-0300-M12-2, Pt100-Fühler, Genauigkeit Klasse A, Durchmesser 6 mm, Länge 300 mm, mit angeschweißtem M12-Steckverbinder

Pin-Belegung



Pt100-Verlängerungskabel					
Modellnummer Gerade	Modellnummer Abgewinkelt	Kabel-länge	Isolierung Ummantelung	Leitungsende Seite 1	Leitungsende Seite 2
M12C-PUR-4-S-F-2	M12C-PUR-4-R-F-2	2 m	Polyurethan	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-PUR-4-S-F-5	M12C-PUR-4-R-F-5	5 m	Polyurethan	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-PUR-4-S-F-10	M12C-PUR-4-R-F-10	10 m	Polyurethan	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-PVC-4-S-F-5	M12C-PVC-4-R-F-5	5 m	PVC	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-PVC-4-S-F-10	M12C-PVC-4-R-F-10	10 m	PVC	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-SIL-4-S-F-1.5	M12C-SIL-4-R-F-1.5	1,5 m	Silikongummi	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-SIL-4-S-F-3	M12C-SIL-4-R-F-3	3 m	Silikongummi	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12C-SIL-4-S-F-5	M12C-SIL-4-R-F-5	5 m	Silikongummi	M12, 4-polige Buchse	Abisolierte Leitungen
M12-S-F-FM*	M12-R-F-FM*	—	—	M12, 4-polige Buchse	—

* Vor Ort anschließbarer 4-poliger M12-Steckverbinder mit Schraubklemmen.

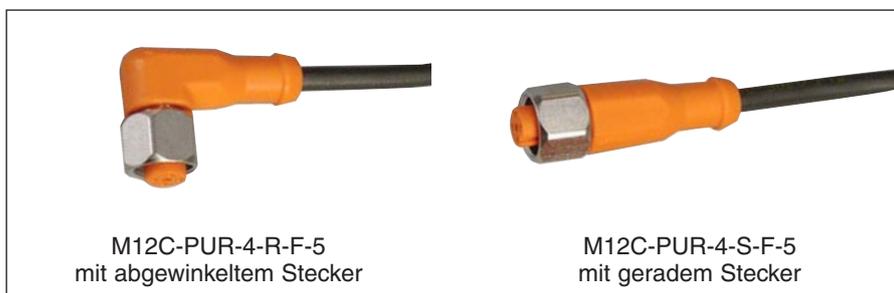
Bestellbeispiele:

M12C-PUR-4-S-F-2, Konfektioniertes Kabel mit Polyurethan-Isolierung, M12-Buchse mit geradem Kabelabgang, Länge 2 m

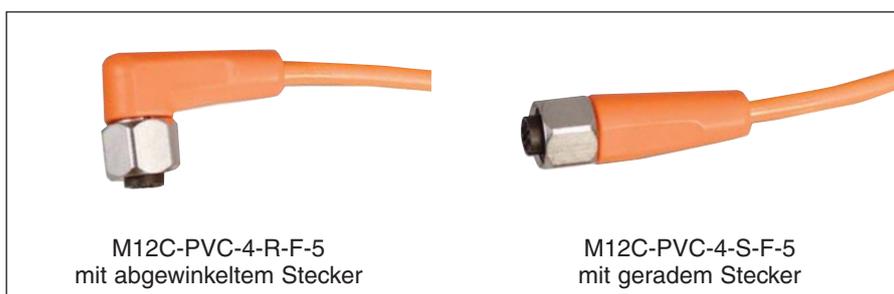
M12C-PVC-4-R-F-5, Konfektioniertes Kabel mit PVC-Isolierung, M12-Buchse mit abgewinkeltem Kabelabgang, Länge 5 m

M12C-SIL-4-R-F-3, Konfektioniertes Kabel mit Silikon-Isolierung, M12-Buchse mit abgewinkeltem Kabelabgang, Länge 3 m

Polyurethan-Ummantelung



PVC-Ummantelung



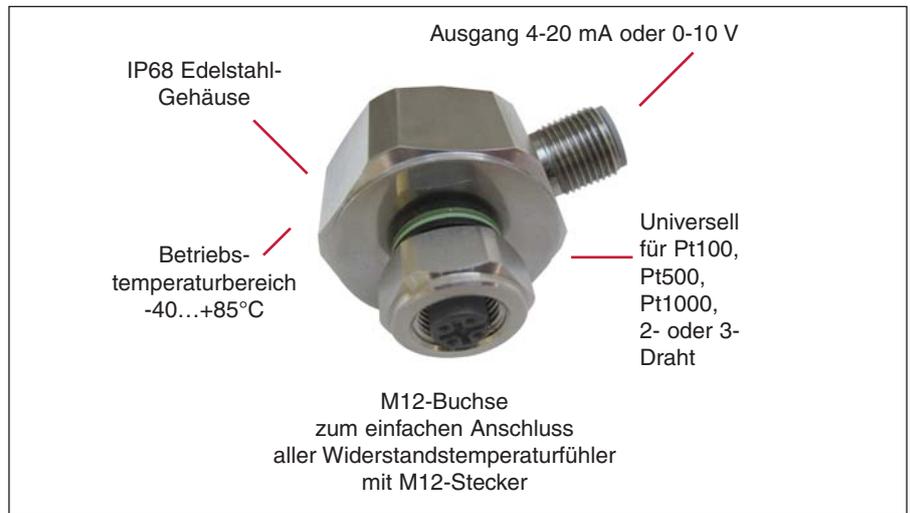
TX-M12-RTD

Intelligenter, programmierbarer Transmitter für Widerstandstemperturfühler mit M12-Anschluss

- ✓ **Universell für alle Pt100/500/1000 Applikationen**
- ✓ **USB programmierbarer Ausgang 4-20 mA oder 0-10 V**
- ✓ **IP68 Edelstahl-Gehäuse mit kompakten Abmessungen**
- ✓ **Für Pt100, Pt500, Pt1000, 2- oder 3-Draht**
- ✓ **Temperaturbereich -200...+850°C**
- ✓ **Genauigkeit ±0,2°C ±0,05% Ausgang**
- ✓ **Betriebstemperaturbereich -40...+85°C**
- ✓ **5 Mess/sec**
- ✓ **Ansprechzeit 600 msec**
- ✓ **Modell TX-M12-RTD-C mit 4-20 mA-Ausgang (Versorgung 8 – 30 V DC)**
- ✓ **Modell TX-M12-RTD-V mit 0-10 V-Ausgang (Versorgung 12 – 30 V DC)**
- ✓ **Aufwändige Temperaturkompensation 0,0025%/°C**
- ✓ **Einfachste Lagerhaltung**

Die intelligenten Transmitter TX-M12-RTD-C/V sind eine komplette Neuentwicklung in modernster Technologie. Das kompakte Edelstahlgehäuse verfügt über die Schutzart IP68. Die M12-Buchse erlaubt den Anschluss aller gängigen Widerstandstemperturfühler mit M12-Stecker in 2- oder 3-Draht-Technik. Modernste DSP-Technik garantiert eine Genauigkeit von ±0,2°C ±0,05% und eine extrem kleine Temperaturdrift von 0,0025%/°C.

Der M12-Transmitter ist für alle gängigen Widerstandstemperturfühler wie Pt100, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni1000, Ni120 und Cu100 programmierbar. Auch Widerstände und Potentiometer können direkt angeschlossen werden.



Mit lediglich 2 Modellen werden alle Widerstandfühler-Applikationen abgedeckt. Damit ist einfachste Lagerhaltung garantiert.

Lieferbar ist die Ausführung TX-M12-RTD-C mit 4-20 mA Analogausgang und Ausführung TX-M12-RTD-V mit 0-10 V Analogausgang. Bei Pt100 wird der gesamte Temperaturbereich von -200...+850°C abgedeckt. Die Spezifikationen werden bis zu der kleinsten Spanne von 25°C garantiert. Der interne D/A-Wandler arbeitet mit 5 Mess/sec, die Ansprechzeit beträgt 600 msec.

Die Programmierung erfolgt über die externe Programmierereinheit USB-CONFIG-UNIT, die direkt über die USB-Schnittstelle versorgt wird. Die Programmierung von Fühlertyp, Messspanne, Ausgangssignal bei Fühlerbruch und Filter erfolgt mit der intuitiven Konfigurationssoftware innerhalb weniger Minuten. Ein Kalibrator wird nicht benötigt. Ein Offsetfehler des verwendeten Temperaturfühlers kann direkt über die Programmierung korrigiert werden.

Der Transmitter ist ideal geeignet für die Anwendung mit allen Pt-Fühlern mit M12-Anschluss



Beispiel PR-22 : Pt100-Fühler mit angegossenem M12-Steckverbinder

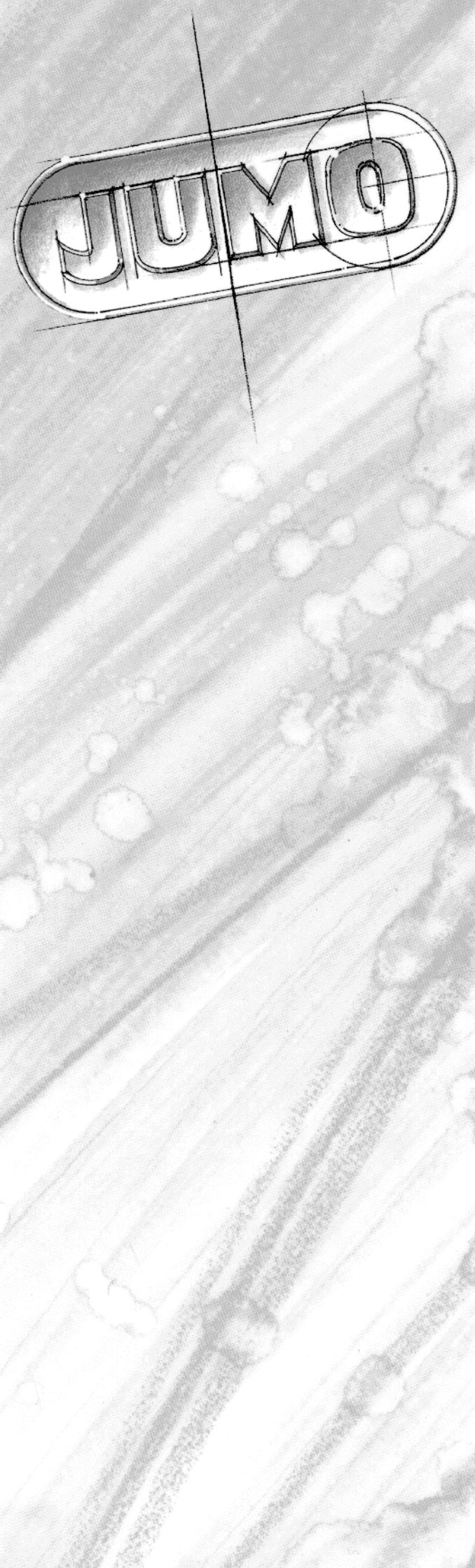


Beispiel PR-21 : Pt100/Pt1000-Fühler mit angeschweißtem M12-Steckverbinder

Bestellinformationen (Bitte Modellnummer angeben)	
Modellnummer	Beschreibung
TX-M12-RTD-C	Transmitter-Ausführung mit 4-20 mA Ausgang
TX-M12-RTD-V	Transmitter-Ausführung mit 0-10 V Ausgang

Anmerkung: Der Pt100-Temperturfühler gehört nicht zum Lieferumfang.

Medidor de Presión Jumo 404304



**Pressure and
differential pressure
transmitters**
Type 404304

B 40.4304
Operating Instructions

03.03/00392602

Contents

1	Typographical conventions	5
1.1	Warning signs	5
1.2	Note signs	5
2	General	6
2.1	Preface	6
2.2	Application	7
3	Identifying the instrument	8
3.1	Type designation	8
4	Mounting	10
5	Installation	11
5.1	Electrical connection	11
6	Commissioning	13
7	Calibration	14
8	Setting the limit contacts	15

1 Typographical conventions

1.1 Warning signs



Danger

This sign is used when there may be **danger to personnel** if the instructions are disregarded or not followed accurately.



Caution

This sign is used when there may be **damage to equipment or data** if the instructions are disregarded or not followed accurately.

1.2 Note signs



Note

This sign is used when your **special attention** is drawn to a remark.



Reference

This sign refers to **further information** in other chapters or sections.

abc¹

Footnote

Footnotes are notes which **refer to certain points** in the text.

Footnotes consist of two parts:

Marking in the text and the footnote text.

The marking in the text is arranged as continuous superscript numbers.

*

Action

This sign indicates that an **action to be performed** is described.

The individual steps are marked by this asterisk.

Example:

* Remove crosspoint screw

* Set potentiometer

2 General

2.1 Preface

Please read these Operating Instructions before commissioning the instrument. Keep the instructions in a place which is accessible to all users at all times.

Please assist us to improve these operating instructions, where necessary.

Your suggestions will be welcome.

Phone in Germany 0661 6003-715
abroad +49 661 6003-0
Fax in Germany 0661 6003-605
abroad +49 661 6003-607



All the necessary settings are described in this manual. However, if any difficulties should still arise during commissioning, you are asked not to carry out any unauthorized manipulations on the unit. You could endanger your rights under the instrument warranty!

Please contact the nearest subsidiary or the head office in such a case.



When returning modules, assemblies or components, the regulations to EN 100 015 “Protection of electrostatically sensitive components” must be observed. Use only the appropriate **ESD** packaging for transport.

Please note that we cannot accept any liability for damage caused by ESD (electrostatic discharge).

2.2 Application

General note

Pressure and differential pressure transmitters Type 404304 are used for measuring very low pressures.



Corresponding to the measuring range, the CuBe diaphragm inside the instrument is very sensitive.

Do not blow into the pressure connections, as this may damage or destroy the instrument.

The instrument is suitable for non-corrosive gases only.

The instrument has no Ex approval.

3 Identifying the instrument

3.1 Type designation

	(1) Basic type
404304	Pressure transmitter with inductive measuring system
	(2) Basic type extensions
000	none
011	with one limit contact ¹
012	with two limit contacts ¹
013	LCD readout, 3 1/2-digit
014	with one limit contact and LCD readout, 3 1/2-digit ¹
015	with two limit contacts and LCD readout, 3 1/2-digit ¹
	(3) Nominal input range
396	0–10 Pa ^{1/3}
397	0–20 Pa ^{1/3}
398	0–30 Pa ^{1/3}
399	0–40 Pa ^{1/3}
400	0–0.5 mbar
401	0–0.6 mbar
402	0–1 mbar
403	0–1.6 mbar
404	0–2.5 mbar
405	0–4 mbar
406	0–5 mbar
407	0–6 mbar
408	0–10 mbar
409	0–16 mbar
410	0–25 mbar
411	0–40 mbar
412	0–50 mbar
413	0–60 mbar
414	0–100 mbar
415	0–160 mbar
420	950–1050 mbar, absolute ²
421	900–1100 mbar, absolute ²
422	800–1200 mbar, absolute ²
423	800–1000 mbar, absolute ²
451	0–0.25 bar
452	0–0.4 bar
453	0–0.6 bar
454	0–1.0 bar
488	0–1.0 bar, absolute ²
999	special measuring range
	(4) Output
402	0–20 mA
403	0–20 mA, square root
405	4–20 mA, 2-wire
406	4–20 mA
407	4–20 mA, square root
415	0–10 V

3 Identifying the instrument

416	0–10 V, square root	
451	0–20 mA	extended response time
452	0–20 mA, square root	extended response time
453	0–20 mA 2-wire	extended response time
454	4–20 mA	extended response time
455	4–20 mA, square root	extended response time
456	0–10 V	extended response time
457	0–10 V, square root	extended response time

(5) Supply

02	230 V -10% to +6% AC, 50–60 Hz
05	115 V -10% to +6% AC, 50–60 Hz
08	24 V -10% to +6% AC, 50–60 Hz
27	11.5–30 V DC (with 4–20 mA 2-wire output)
28	19–31 V DC

(6) Process connection

296	screwed pipe connection 8 mm
298	6.6 x 11 mm dia. (for flexible hoses 8 mm dia.)

- ¹ not with 2-wire output (405 or 453).
not with supply voltage 27.
- ² for barometric pressure measurement
(if applicable, state site altitude a.m.s.l)
- ³ with housing 122 x 120 x 75 mm and automatic zeroing.
Not with 2-wire output (405 or 453).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)					
Order code	404304	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
Order example	404304	/	000	-	414	-	406	-	02	-	298

4 Mounting

Fixing

* Use the lugs to fix the instrument.



The instrument should preferably be fixed vertically (pressure connections below), since it has been factory-calibrated in this position.

This ensures that no condensate from the pressure lines will enter the measuring system.

Do not install the instrument close to sources of interference (transformers, transmitters, motors) or heat sources.

Shock or vibration will lead to measurement errors.

5.1 Electrical connection



When connecting the instrument, please observe the VDE regulations concerning work with mains supply voltage, as well as the regulations of the trade insurance associations regarding work on and with electrical equipment and installations.



Never connect the supply voltage to the output terminals!

For the required supply voltage, see nameplate.

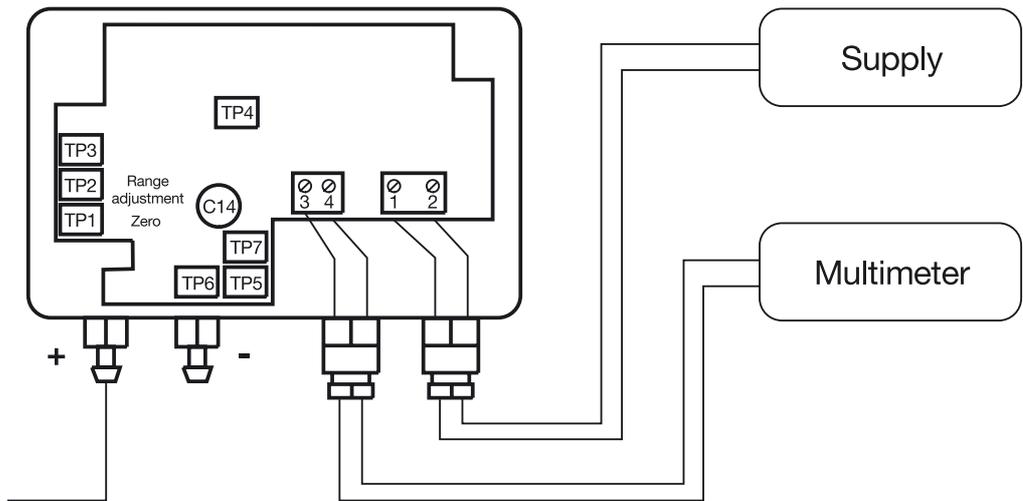
Instruments with DC supply have a reverse polarity protection.

Opening the instrument

- * Unscrew the four slotted screws
 - * Remove cover
-

5 Installation

Connection



Connection			Terminals Terminal block
DC supply 11.5 – 30 V, 19 – 31V		L - L +	1 2
AC supply 230 V, 115 V, 24 V		N L 1	1 2
Output 0 – 10 V, 0/4 – 20 mA, 3-wire		- +	3 4
Output 4 – 20 mA, 2-wire 12 – 32 V DC proportional current in supply line		- +	1 2

After connecting the supply voltage

The output signal can be measured after the supply voltage has been connected.



For gauge pressure measurement, connect the pressure to be measured to the “+” input. The other pressure connection remains open.

The warm-up time for the instrument is 1 hour.

After this time (at a constant ambient temperature), the output signal with differential pressure measurement must have stabilized at zero.

With short ranges, the mounting position can cause a zero shift. This shift can be compensated after the warm-up time by using the potentiometer TP1 (zero).

7 Calibration

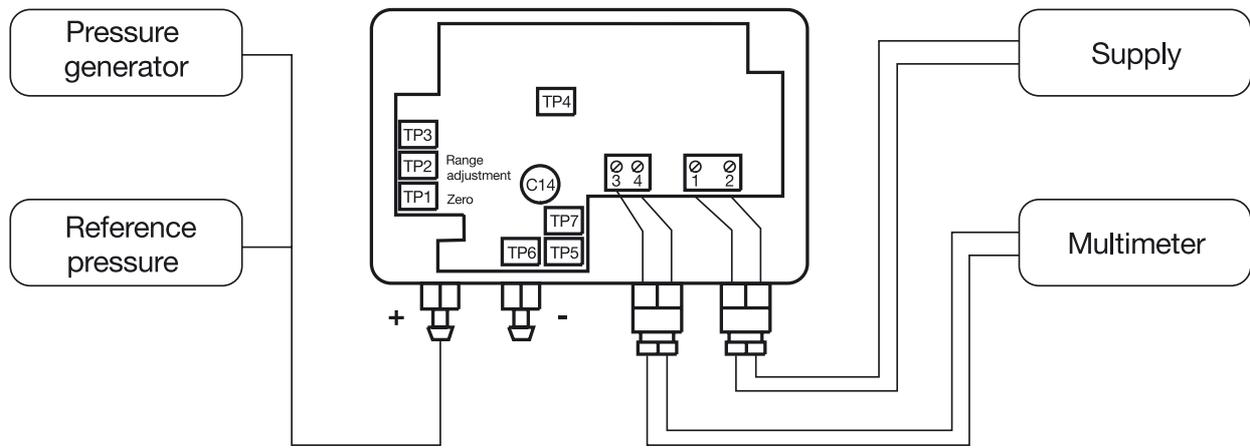


Only adjust the instrument potentiometers listed in the instructions below! The other potentiometers are factory-set and must not be adjusted!

Required aids

- pressure generator
- reference pressure measuring device
- supply for pressure /differential pressure transmitter
- voltmeter/ammeter (multimeter)

Setup



Calibrating

- * Open instrument ⇒ "Opening the instrument", page 11.
- * Connect supply voltage ⇒ "Connection", page 12ff.
- * Connect multimeter ⇒ "Connection", page 12ff.
- * Wait for instrument to warm up (approx. 1 hour).
- * Set zero:
With open pressure connections, set display value of multimeter to 0 V (with current output to 0(4) mA) by using the potentiometer TP1.
- * Set nominal pressure:
Apply nominal pressure to instrument at the "+" pressure connection. Using the potentiometer TP2, set display value of multimeter to 10 V (to 20 mA with current output).

8 Setting the limit contacts

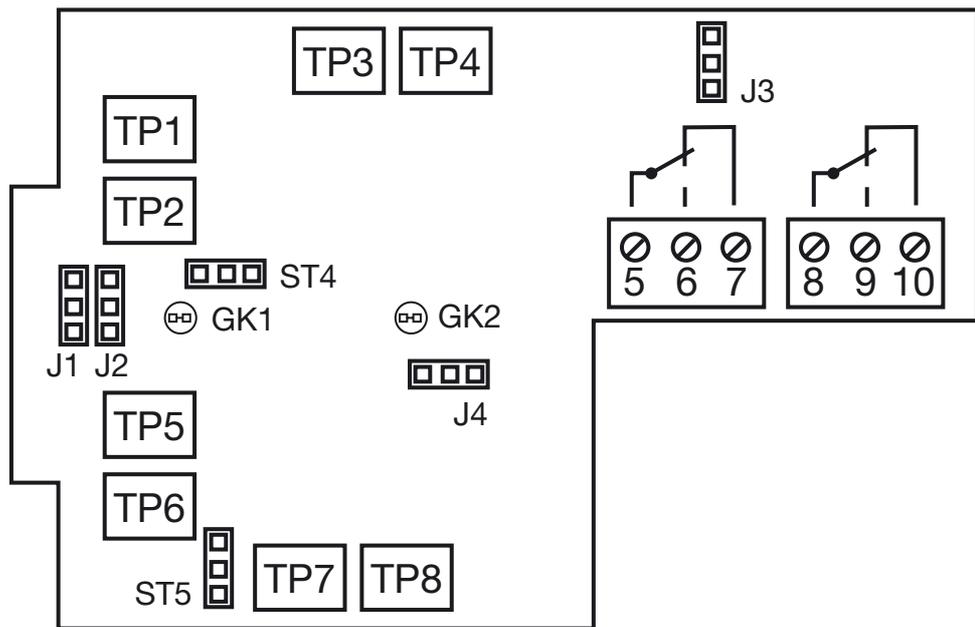


Rating of limit contact: 6 A max. at 230 VAC

Required aids

- pressure generator
- supply for pressure/differential pressure transmitter
- reference pressure measuring device **or** voltmeter/ammeter (multimeter)

Controls



Description

TP1	Potentiometer for limit of limit contact 1 (GK1) Setting range: 0–100% of full scale
TP2	Potentiometer for hysteresis of GK1 Setting range: 1–99% of full scale
TP3	Potentiometer for switch-on delay of GK1 Setting range: 0–10 sec
TP4	Potentiometer for switch-off delay of GK1 Setting range: 0–10 sec
TP5	Potentiometer for limit of limit contact 2 (GK2) Setting range: 0–100% of full scale
TP6	Potentiometer for hysteresis of GK2 Setting range: 1–99% of full scale
TP7	Potentiometer for switch-off delay of GK2 Setting range: 0–10 sec

8 Setting the limit contacts

TP8	Potentiometer for switch-off delay of GK2 Setting range: 0–10 sec	
J1	Jumper for switching point of GK1 in the positive / negative pressure ranges (for ± ranges)	
		Bridge 1-2 => GK1 switches in the positive pressure range
		Bridge 2-3 => GK1 switches in the negative pressure range
J2	Jumper for switching point of GK2 in the positive / negative pressure ranges (for ± ranges)	
		Bridge 1-2 => GK2 switches in the positive pressure range
		Bridge 2-3 => GK2 switches in the negative pressure range
J3	Jumper for relay function of GK1	
		Bridge 1-2 => GK1 = min. limit contact
		Bridge 2-3 => GK1 = max. limit contact
J4	Jumper for relay function of GK2	
		Bridge 1-2 => GK2 = min. limit contact
		Bridge 2-3 => GK2 = max. limit contact

8 Setting the limit contacts

ST4	Multimeter connection for testing limit contact 2 (GK2)	
		1-3 => switching point of limit contact Example 1: measuring range 0–3 hPa, switching point at 1.5 hPa (50%) => 0.5 V Example 2: measuring range -2 to +8 hPa, switching point at +3.5 hPa (55%) => 0.55 V
		1-2 => hysteresis of limit contact Example: limit = 0.5 V, hysteresis = 10% => 0.45 V
ST5		Multimeter connection for testing GK2
GK1	LED GK1	
GK2	LED GK2	

Preparation

- * Open the instrument ⇒ "Opening the instrument", page 11.
- * Connect supply voltage ⇒ "Connection", page 12ff.
- * Connect multimeter ⇒ "Connection", page 12ff.
- * Wait for instrument to warm up (approx. 1 hour).

Defining the switching range (only for "+/-" ranges)

- * Use jumper J1 (for GK1) or J2 (for GK2) to determine whether the limit contact switches in the positive or the negative pressure range. For jumper functions, see table above.

Setting the relay function

- * Use jumper J3 (for GK1) or J4 (for GK2) to determine whether the relay switches as *max. limit contact* (relay switches when the actual value is larger than the setpoint) or as *min. limit contact* (relay switches when the actual value is smaller than the setpoint). For jumper functions, see table above.

Setting the limit contact with a reference pressure measuring device

- * Set switch-on and switch-off delay to 0 (turn fully to the left) by using the potentiometer TP3/7 or TP4/8.
- * Apply the pressure at which the limit contact has to **switch** to the pressure transmitter.
- * Keep on adjusting the potentiometer TP1 (for GK1) or TP5 (for GK2), until LED GK1 or GK2 **lights up**.
- * Apply the pressure at which the limit contact has to **switch back** to the pressure transmitter.
- * Keep on adjusting the potentiometer TP2 (for GK1) or TP6 (for GK2), until the LED GK1 or GK2 **goes dark**.

8 Setting the limit contacts

Setting the limit contact by using a multimeter



The range 0—100% always corresponds to 0—1 V.

e.g.: pressure range 0 to +3 hPa corresponds to 0—1 V

pressure range -3 to +3 hPa corresponds to
-0.5 to +0.5 V

pressure range -2 to +8 hPa corresponds to
-0.2 to +0.8 V

- * Connect multimeter to connector ST4 (for GK1) or ST5 (for GK2), see table above.
- * Set switch-on and switch-off delay to 0 (turn fully to the left) by using the potentiometer TP3 (for GK1) or TP7 (for GK2) (switch-on delay) and TP4 or TP8 (switch-off delay).
- * Set the voltage that corresponds to the switching point by means of the potentiometer TP1 (for GK1) or TP5 (for GK2).
Example: range 0 to +3 hPa; desired switching point 1.8 hPa => 60% of range; the corresponding voltage at the connector ST4 or ST5 is 0.6 V

Setting the switching hysteresis by using a multimeter

- * Connect multimeter to connector ST4 (for GK1) or ST5 (for GK2), see table above.
- * Set switch-on delay and switch-off delay to 0 (turn fully to the left) by using the potentiometer TP3 (for GK1) or TP7 (for GK2) (switch-on delay) and TP4 or TP8 (switch-off delay).
- * Using the potentiometer TP2 (for GK1) or TP6 (for GK2), set the voltage that corresponds to the hysteresis.
Example: switching point at 0.5 V; desired hysteresis 10%; corresponding voltage at the connector ST4 or ST5 is 0.45 V

Setting the switch-on or switch-off delay

- * Set the switch-on delay using the potentiometer TP3 for GK1 or TP6 for GK2 within the range 0 to 10 sec.
 - * Set the switch-off delay with the potentiometer TP4 for GK1 or TP8 for GK2 within the range 0 to 10 sec.
-



JUMO GmbH & Co. KG

Street address:
Moltkestraße 13 - 31
36039 Fulda, Germany
Delivery address:
Mackenrodtstraße 14
36039 Fulda, Germany
Postal address:
36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO Process Control, Inc.

8 Technology Boulevard
Canastota, NY 13032, USA
Phone: 315-697-JUMO
1-800-554-JUMO
Fax: 315-697-5867
e-mail: info@jumo.us
Internet: www.jumo.us

Anemómetro Schmidt SS 20. 415

Einfach
besser messen



SCHMIDT® Strömungssensor SS 20.415 und SS 20.515

Die bewährten Messprofis für
Laminarflow-Überwachung –
hochpräzise und schnell montiert

Industrie-Prozesse

Reinraum und Pharma





Überwachen der Strömung in Reinräumen und reinen Bereichen

Eine richtungsdefinierte Luftführung in Reinräumen schützt Produkte vor Verunreinigungen und störende Partikel werden sicher abgeführt. Hierzu wird in Reinräumen mit hohen Reinheitsklassen eine gleichmäßige Luftströmung von der Decke zum Boden („gerichtete, turbulenzarme Verdrängungsströmung“) aufrecht erhalten. Der Überwachungsbereich reicht von 0,36 bis 0,54 m/s Strömungsgeschwindigkeit (EU GMP Leitfaden, Annex 1 in Klasse A). Diese Messung erfolgt reinraumseitig nach endständigen Filtern. Da in Stillstandszeiten die Luftumwälzung gedrosselt wird, ist hochpräzises Messen der Luftgeschwindigkeit ab 0,1 m/s notwendig.

Die Lösung: Messen der Zuluftströmung mit SCHMIDT® Strömungssensoren SS 20.515 oder SS 20.415

Die Luftgeschwindigkeit wird laut Norm EN ISO 14644-3 in etwa 150 bis 300 mm Abstand unterhalb der Frontfläche des Filters gemessen. Zum einfachen Einbau in Decken- und Wandsysteme bieten die thermischen SCHMIDT® Strömungssensoren SS 20.415 und SS 20.515 ein reinraumtaugliches Schnell-Montagesystem. Beide Sensoren sind äußerst kompakt, da die komplette Elektronik im Fühlerrohr eingebaut ist und somit keine Turbulenzen in der turbulenzarmen Verdrängungsströmung erzeugt werden. Für den Einsatz in Zuluft-Systemen bietet der SS 20.415 eine Option zum gleichzeitigen Detektieren der Strömungsrichtung – interessant, wenn Rückströmungen auftreten.

Genauigkeit schwarz auf weiß

Als Besonderheit werden diese Sensoren in einem neuartigen „Vertikal-Strömungskanal“ abgeglichen und kalibriert. Dies hat den Vorteil, dass alle Einflüsse aus der tatsächlichen Messpraxis vor Ort eliminiert werden und eine höchstmögliche Genauigkeit erreicht wird. Als Referenzmessverfahren wird das anerkannte Laser-Doppler-Messverfahren (LDA) verwendet. Auf Wunsch wird zusätzlich ein Hochpräzisionsabgleich geliefert. Dieser beinhaltet eine weitere Verbesserung der Genauigkeit durch vermehrte Abgleichpunkte und die Dokumentation der Soll- und Ist-Werte als ISO-Kalibrierprotokoll. Diese Kalibrierung kann nach Festlegung des Anwenders erneuert werden – typisch nach einem Jahr.

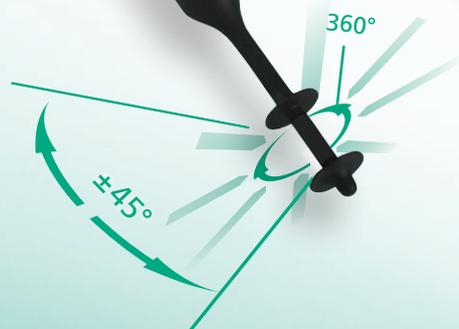
Messwert	Nennwert	Abweichung % vom Nennwert
0,00	0,00	0,0
0,02	0,02	-0,1
0,04	0,04	0,0
0,06	0,06	-0,2
0,08	0,08	0,0
0,10	0,10	-0,2
0,12	0,12	0,0
0,14	0,14	-0,2
0,16	0,16	0,0
0,18	0,18	-0,2
0,20	0,20	0,0

Ausgangssignal
4 ... 20 mA/0 ... 10 V

5 mechanische Befestigungsvarianten

SS 20.515

mit Schutzüberzug



Die extrem großen Anströmwinkel von 360° radial und 90° vertikal vereinfachen die Positionierung im Gasstrom.



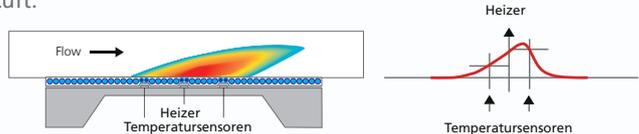
SS 20.415

Präzises Messen kleiner Luftgeschwindigkeiten

Die beiden SCHMIDT® Strömungssensoren SS 20.415 und SS 20.515 arbeiten beide nach dem thermischen Messprinzip. Der mechanische Aufbau des Sensorelementes ist jedoch unterschiedlich.

SCHMIDT® Strömungssensor SS 20.415 Das „Thermopile“-Messprinzip

Der thermische Strömungssensor SS 20.415 basiert und arbeitet auf einem Thermopile (Thermosäule)- Sensor. Mit seinem beheiztem Halbleiterelement erkennt er die vorbeiströmende kühlende Luft.



Über dem „Heizer“ wird eine Wärmeglocke erzeugt, die dann von der Strömung bewegt wird. Links und rechts vom Heizer messen zwei Temperaturfühler die Mediumtemperatur. Aus den sich ergebenden Messunterschieden wird dann die Normgeschwindigkeit ermittelt. Aus der Detektion des wärmeren Bereichs erkennt der Sensor die Strömungsrichtung (optional).

SCHMIDT® Strömungssensor SS 20.515 Das „Hantelkopf“-Messprinzip

Der Strömungssensor, in der Edelstahlhülle zwischen den beiden „Hantelscheiben“, wird auf 40 K über die Mediumtemperatur aufgeheizt. Diese wird mit dem separaten Temperatursensor gemessen. Die benötigte Leistung zur Aufrechterhaltung der Übertemperatur ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit die als „Normalgeschwindigkeit“ ausgegeben wird. Eine zusätzliche Messung von Druck oder der Temperatur des Mediums ist somit nicht erforderlich. Die beiden Hantelscheiben haben die Funktion von Strömungsgleichrichtern – somit können auch relativ ungleichförmige Strömungen gemessen werden.



Messkammer



Immer die richtige Wahl

Beide Sensoren – sowohl der SS 20.415 als auch der SS 20.515 – bieten ein reinraumtaugliches und GMP-gerechtes Design und die reinraumtauglichen Montagemöglichkeiten sowie den Steckanschluss, der einen schnellen Wechsel vor Ort ermöglicht. Je nach Anwendung bieten beide Sensoren weitere Vorteile:

- Desinfizierbar mit Alkoholen und H₂O₂ (VHP geeignet)
- Erfassung von kleinsten Luftströmungen ab 0,05 bzw. 0,06 m/s
- Selbstüberwachung und Ausgabe von Fehlersignalen
- Sonderlängen bis 1.000 mm (gerade Version)

Die Unterschiede auf einen Blick

	SS 20.415	SS 20.515
Sensorausführung	Thermopile	Hantelkopf
Temperaturmessung	-	ja
Richtungserkennung	ja, bidirektional (optional)	-
Turbulenzgradbestimmung	ja (Programmier-Kit)	-
Anströmwinkel	±5°	360°/±45°
Schaltausgänge	2 x Open Collector	-
Einsetzbar bei:		
Aggressiven Medien	nein	+ ++ (mit Schutzüberzug)
Alkohole	+	+ ++ (mit Schutzüberzug)
H ₂ O ₂	++	++ (ohne Schutzüberzug)
Ansprechzeit (t ₉₀)	ab 0,01 s	ca. 3 s
Mechanische Belastbarkeit	++	+*
Reinigung im eingeschalteten Zustand	nein	++
Kundenspezifische Programmierung	ja (optional)	-
Konfigurierung vor Ort	ja (Programmier-Kit)	-

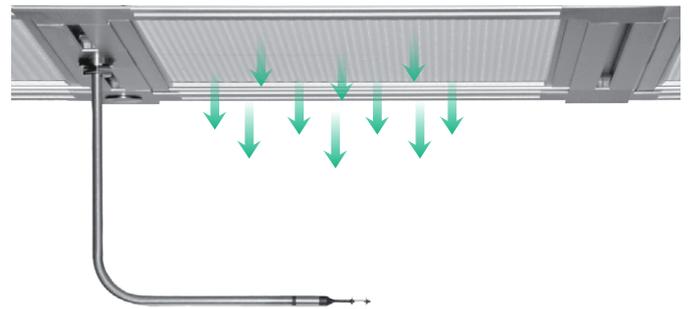
Legende

-	nicht möglich
+	gut geeignet
++	hervorragend geeignet

* mit Schutzbügel

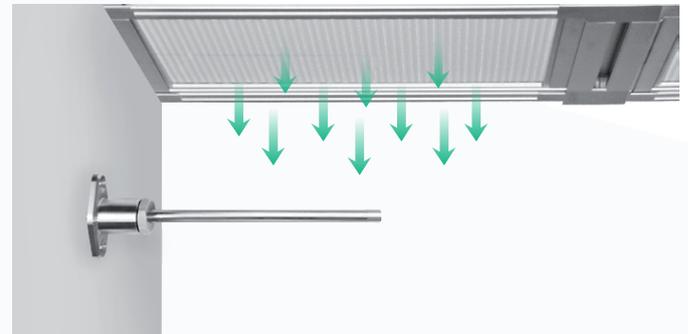
Beide Sensortypen gibt es sowohl als 90°- abgewinkelte Bauform für Decken als auch in gerader Bauform zum Einbau in Wände

Beispiel 1



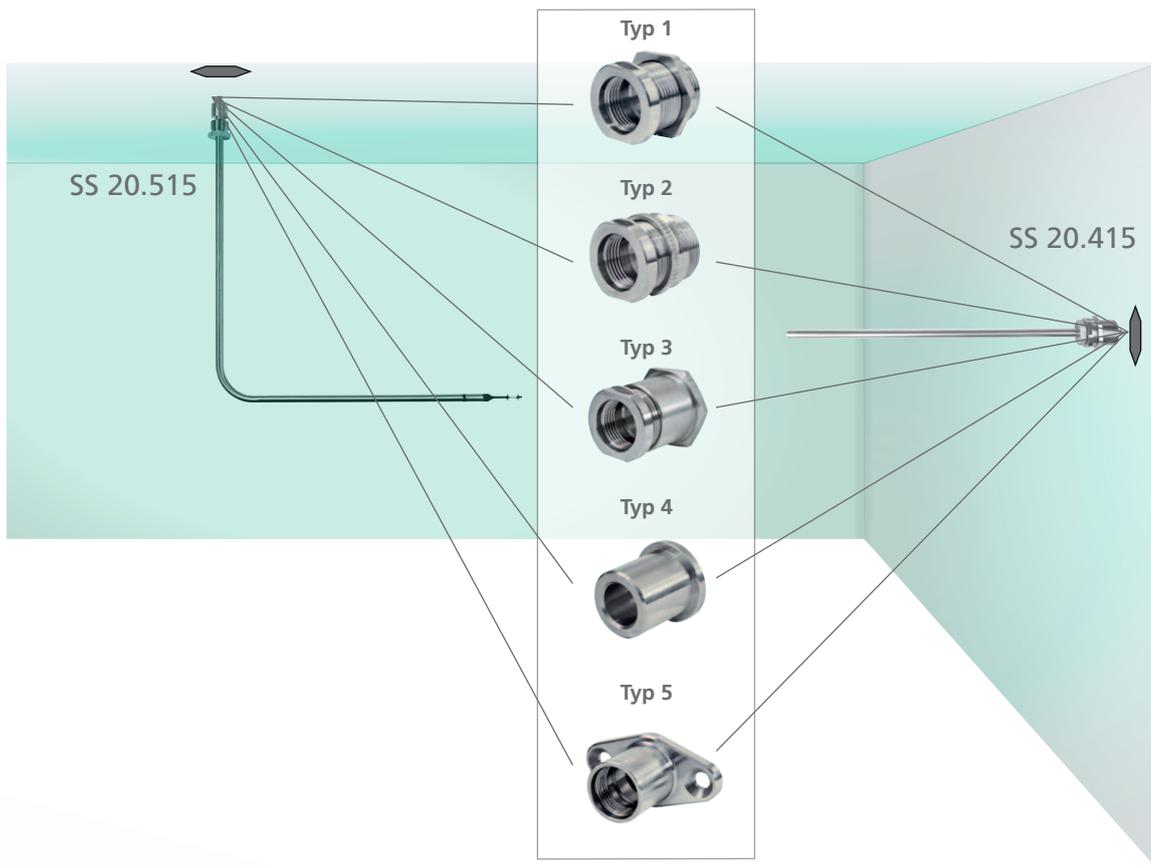
SS 20.515 (gewinkelt; 270 mm x 300 mm), Deckenmontage unter einer Laminarflow-Einheit (mit Befestigung Typ 1)

Beispiel 2

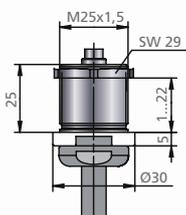


SS 20.415 (gerade; ≥ 300 mm), Wandmontage (mit Befestigung Typ 5)

Auswahl der mechanischen Befestigungsvarianten



Typ 1

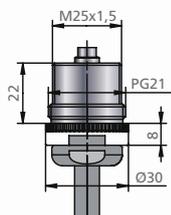


Wird in Decken, Wände oder Rahmen mit einer Dicke von 1 ... 22 mm eingebaut. Um eine Kontermutter oder ein Gewinde in die Decke anzubringen, ist eine Öffnung von $\text{Ø} 26 \text{ mm}$ erforderlich.

Lieferumfang

- Gewindebuchse M25 (Edelstahl 1.4571)
- Kontermutter

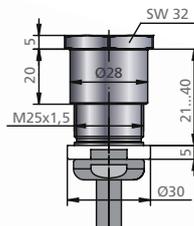
Typ 2



Wird in eine vorhandene Öffnung mit PG21-Gewinde (z. B. Sprinkleröffnungen in Profilen) im Rahmen eingebaut.

- Gewindebuchse M25 (Edelstahl 1.4571)
- Gewindeadapter M25 x 1,5 auf PG21

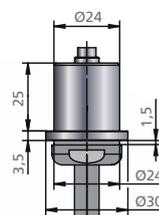
Typ 3



Wird in einen Rahmen mit einer Dicke von 21 ... 40 mm eingebaut, speziell für Hohlkammer-Deckenprofile. Öffnungen mit $\text{Ø} 26 \text{ mm}$ und $\text{Ø} 28,5 \text{ mm}$ sind erforderlich.

- Gewindebuchse M25 (Edelstahl 1.4571)
- Schaftmutter

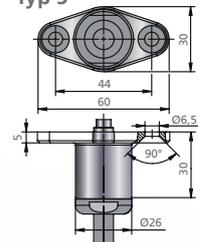
Typ 4



Wird in Decken oder Wänden aus Edelstahl eingeschweißt – für druckdichten Einbau.

- Einschweißbuchse (Edelstahl 1.4571)

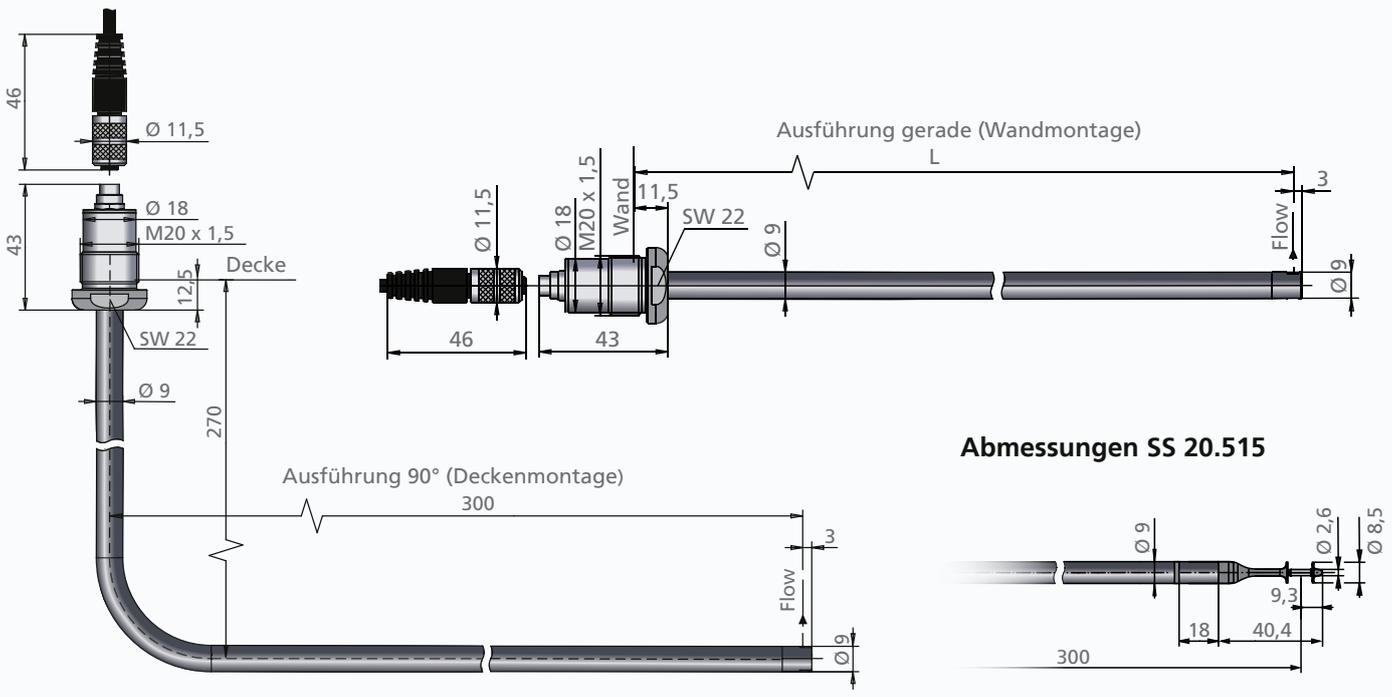
Typ 5



Wird unter der Decke oder an der Wand mit zwei Schrauben M6 befestigt. Öffnung in Decke/Wand mit $\text{Ø} 15 \text{ mm}$ für Kabel erforderlich plus zwei Gewinde M6.

- Flanschbuchse (Edelstahl 1.4571)

Abmessungen SCHMIDT® Strömungssensor SS 20.415 und SS 20.515 (mm)



Abmessungen SS 20.515

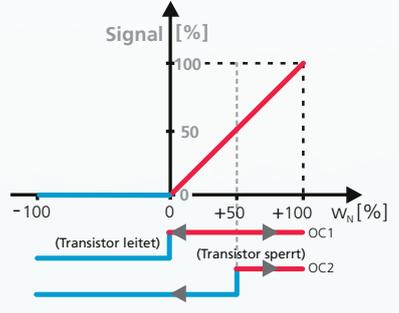
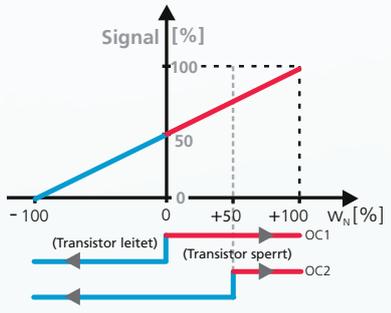
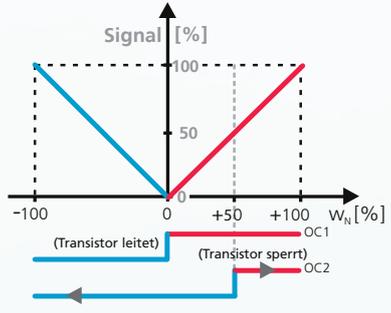
Mindesteintauchtiefe: 58 mm

Darstellung Analog- und Digitalsignal SS 20.415

Bidirektional
Richtungsdarstellung: Schaltausgang OC1

Bidirektional
Richtungsdarstellung: 0 m/s = 50 % Signal

Unidirektional
Richtungsdarstellung: keine



Anmerkung: Bei unidirektionaler Auslegung dient der Schaltausgang OC1 per „default“ (konfigurierbar) als Strömungsindikator. Er zeigt eine Strömung größer 0 m/s eindeutig durch Sperren an und schaltet durch, wenn sie kleiner oder gleich 0 m/s beträgt. Pfeile in der Darstellung der Schaltausgänge bedeuten, dass der Schwellwert konfigurierbar ist. Die Werkseinstellung beim Schaltausgang OC2 ist 50 % vom Messbereich (Option: kundenspezifischer Schaltpunkt).

Technische Daten

Daten	SS 20.415	SS 20.515
Messgröße w_N	Normalgeschwindigkeit w_N bezogen auf Normalbedingungen von $T_N = 20^\circ\text{C}$ und $p_N = 1.013,25\text{ hPa}$	
Messmedium	Saubere Luft / Stickstoff / weitere Gase auf Anfrage	
Messbereiche Strömung w_N	0 ... 1/2,5/10 m/s	
Max. Anzeigebereich w_N	+ 10 % über Messbereich	
Untere Nachweisgrenze w_N	0,05 m/s	0,06 m/s
Messbereich Temperatur T_M	-20 ... +70 °C	
Messgenauigkeit		
Standard w_N	$\pm (3\% \text{ v. Mw.} + 0,05 \text{ m/s})^{1)}$	
Hochpräzision (optional) w_N	$\pm (1\% \text{ v. Mw.} + 0,04 \text{ m/s})^{1)}$	
Reproduzierbarkeit w_N	$\pm 1,5\% \text{ v. Mw.}$	
Ansprechzeit $t_{90} w_N$	0,01 ... 10 s (konfigurierbar), 1 s Werkseinst.	3 s (Sprung von 0 auf 5 m/s)
Temperaturgradient w_N	< 2 K/min bei 5 m/s	
Messgenauigkeit T_M ($w_N > 2 \text{ m/s}$)	$\pm 1\text{K}$ (10 ... 30°C) $\pm 2 \text{ K}$ restlicher Messbereich	
Betriebstemperatur		
Betriebstemperatur	0 ... +60 °C	-20 ... +70 °C
Lagertemperatur	-20 ... +85 °C	-30 ... +85 °C
Material		
Sensorkopf	Edelstahl 1.4571	PBT glasfaserverstärkt, Edelstahl 1.4571, Schutzüberzug (optional)
Fühlerrohr	Edelstahl 1.4571	
Steckverbinder	Edelstahl 1.4571	
Allgemeine Daten		
Medium, Umgebung	Nicht kondensierend (bis 95 % rF)	
Betriebsdruck	Atmosphärisch (700 ... 1.300 hPa)	
Versorgungsspannung	typ. 24 V DC (12 ... 26,4 V DC)	24 V DC $\pm 10\%$
Stromaufnahme	typ. 30 mA/max. 150 mA	typ. 80 mA/max. 120 mA
Analogausgang	0 ... 10 V ($R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$) oder 4 ... 20 mA/max. 21,6 mA ($R_L \leq 300 \Omega$); kurzschlussgeschützt	
Schaltausgänge	2 Stück Open-Collector, strombegrenzt und kurzschlussfest ($\leq 26,4 \text{ V DC}/55 \text{ mA}$), konfigurierbar Kanal 1 (OC1): Richtung oder Schwellwert Kanal 2 (OC2): Schwellwert Schalthysterese 5 % v. Schwellwert, min. $\pm 0,05 \text{ m/s}$	-
Fehlersignal	Nur bei 4 ... 20 mA-Ausgang: 2 mA (in Anlehnung an NAMUR NE43)	
Anschluss	Steckverbindung M9 verschraubt, 7-polig, male	
Maximale Leitungslänge	Spannungssignal: 15 m, Stromsignal: 100 m	
Einbaulage	In Fallströmungsrichtung	
Schutzart / Schutzklasse	IP 65/III (SELV) oder PELV	
Fühlerlänge	270 x 300 mm (abgewinkelt), 300 mm oder kundenspezifisch bis 1.000 mm (gerade)	
Gewicht	ca. 200 g (abgewinkelte Bauform)	

¹⁾ unter Referenzbedingungen

Zubehör

Programmier-Kit (nur für SS 20.415) Art.-Nr. 505 960

Das Programmier-Kit – kombiniert mit einem PC (via RS 232 und mit Adapter USB-Kabel) – erlaubt die Konfigurierung direkt vor Ort. Darüber hinaus kann die Mediumtemperatur sowie der Turbulenzgrad der Strömung angezeigt¹⁾ werden. Der Turbulenzgrad ist eine Abweichung vom Mittelwert.

Das Programmier-Kit besteht aus:

- Programmierungs-Interface mit LED-Anzeige der Ausgangssignale und der Spannungsversorgung für den Sensor
- PC-Software (für Windows 2000, XP, VISTA und Win 7)
- Anschlusskabel für Sensor (Länge 2 m)
- RS 232-Kabel

Konfigurationsmöglichkeiten mittels Programmier-Kit (alternativ: Werkseitige kundenspezifische Programmierung für jeden Sensor s. Bestelldaten):



Parameter	Werkseinstellung	Einstellbereich	Anmerkung
Ansprechzeit	1 s	0,01 ... 10 s	
Schaltausgang 1 (OC1)	0 m/s	(-100 ...) 0 ... +100 %	Fest auf 0 m/s bei bidirektionaler Ausführung mit Richtungsdarstellung über Schaltausgang 1 (OC1)
Schaltausgang 2 (OC2)	50 % vom Messbereich	(-100 ...) 0 ... +100 %	
Schalt polarität OC1/OC2	Siehe Grafiken „Analog- und Digitalsignale“	Polarität umkehrbar	

¹⁾ Die Messwertübertragung bzw. -auswertung über das Programmier-Kit ist nur für Konfigurations- und Testzwecke (nicht für kontinuierlichen Betrieb) geeignet.



Geschirmte Anschlusskabel in verschiedenen Längen erhältlich.



Kupplungsdose Art.-Nr. 507 150

Zur Verwendung und Anschluss an bereits vorhandene Kabel (geschirmt; Ø 0,14 mm)



LED-Messwertanzeige

(siehe separate Broschüre)

Zur Visualisierung direkt vor Ort ist eine LED-Messwertanzeige erhältlich.

Die Vorteile:

- Anzeige in m/s oder m³/h
- Programmierbares Ausgangssignal
- Zwei programmierbare Relaisausgänge
- Versorgung: 85 – 250 V AC oder 24 V DC
- Spannungsversorgung des angeschlossenen Sensors
- Separate Version mit Summenfunktion und 2. Messeingang



Schutzbügel Art.-Nr. 531 026

Zum Schutz des Hantelkopfes vor großen mechanischen Einflüssen kann auf das Sensorrohr ein Schutzbügel aus Edelstahl aufgesteckt werden. Dieser ist besonders empfehlenswert z.B. in „reinen Werkbänken“, um ein unbeabsichtigtes Berühren beim Hantieren zu vermeiden. Der Schutzbügel ist so ausgeführt, dass eine aerodynamische Beeinflussung ausgeschlossen ist.

Abmessungen (B x H x L) : 53 x 11 x 99 mm

Bestellinformation SCHMIDT® Strömungssensor SS 20.415 und SS 20.515

	Beschreibung	Artikel-Nummer
Zubehör	Kupplungsdose, 7-polig, mit Lötanschlüssen, für Kabel Ø 0,14 mm ²	535 278
	Anschlusskabel mit Kupplungsdose, 2 m Länge, offene Kabelenden, Material PUR	505 911-1
	Anschlusskabel mit Kupplungsdose, 5 m Länge, offene Kabelenden, Material PUR	505 911-2
	Anschlusskabel mit Kupplungsdose, Länge frei wählbar, offene Kabelenden, Material PUR	505 911-4
	Anschlusskabel mit Winkeldose, 7-polig, 10 m Länge, offene Kabelenden, Material PUR	508 140
	Programmier-Kit (nur für SS 20.415)	505 960
	Aufsteckbarer Schutzbügel für Hantelkopf, Edelstahl (nur für SS 20.515)	531 026
	Netzteil: Ausgang 24 V DC / 1A, Versorgung 115 / 230 V AC	535 282
	SCHMIDT® LED-Anzeige MD 10.010; im Wandgehäuse zur Visualisierung von Volumenstrom und Strömungsgeschwindigkeit, 85 ... 250 V AC und Sensor-speisung	527 320
	SCHMIDT® LED-Anzeige MD 10.010; wie 527 320, jedoch mit 24 V DC Spannungsversorgung	528 240
	SCHMIDT® LED-Anzeige MD 10.015; im Wandgehäuse, wie 527 320, jedoch mit zusätzlicher Summenfunktion und 2. Messeingang	527 330
	SCHMIDT® LED-Anzeige MD 10.015; wie 527 330, jedoch mit 24 V DC Spannungsversorgung	528 250
	Montagesatz für Rohranbau passend für MD 10.010/10.015, mit Schlauchschellen und Band zum Anpassen an den Rohr-Durchmesser	531 394

SCHMIDT Technology GmbH

Feldbergstraße 1
78112 St. Georgen/Schwarzwald

Telefon 077 24/8990
Telefax 077 24/899101

sensors@schmidttechnology.de
www.schmidttechnology.de
www.schmidt-sensoren.de

Higrómetro Omega HX92B

Messumformer / Transmitter für relative Feuchte mit digitalem Feuchtesensor

HX92B

- ✓ Ausgangssignal 4 bis 20 mA, 0 bis 1 V DC, 0 bis 5 V DC oder 0 bis 10 V DC
- ✓ Hohe Genauigkeit bis $\pm 2,5\%$ bei 20 bis 80% relativer Feuchte
- ✓ Digitaler Feuchtesensor
- ✓ Robustes Gehäuse in Industrieausführung, spritzwassergeschützt nach IP54
- ✓ Das Flanschmontage-Kit ist im Lieferumfang enthalten bei den Modellen zur Flanschmontage und mit externem Fühler
- ✓ Vor Ort austauschbarer Fühler (außer Modell für Flanschmontage)

Die Feuchtetransmitter der HX92B-Serie ermöglichen sowohl die Fern- als auch Vor-Ort-Überwachung der relativen Feuchte. Lieferbar sind Varianten mit Spannungs- oder 2-Leiter Strom-Ausgangssignal. Das Ausgangssignal ist linearisiert und temperaturkompensiert. Modelle mit Strom-Ausgangssignal ermöglichen einen praktisch beliebig großen Abstand zwischen Feuchtetransmitter und Messgerät. Alle Modelle verwenden einen digitalen Feuchtesensor mit hoher Genauigkeit. Der Sensor wird durch einen Edelstahlfilter geschützt, der für Reinigungszwecke leicht abnehmbar ist. Die Elektronik sitzt in einem robusten Polycarbonat-Gehäuse mit der Schutzklasse IP54. Die Montageschrauben im Gehäuse sind einfach zugänglich.

TECHNISCHE DATEN

Eingangsspannungsbereich:

24 V DC nominal

HX92B-Serie: 9 bis 24 V DC

HX92BV2-Serie: 12 bis 24 V DC

Messbereich: 0 bis 100% r. F.

Ein komplettes Regelsystem für relative Feuchte

Die HX92B-Serie bildet zusammen mit den Messgeräten und Reglern der iSerie von Omega ein komplettes Regelsystem für relative Feuchte. Die Messgeräte und Regler der iSerie haben alle frei programmierbare Farbdisplays und Schnittstellen wie Ethernet und RS232/485.



Genauigkeit:

20 bis 80% r. F.: $\pm 2,5\%$

5 bis 20% und 80 bis 95% r. F.: $\pm 3,5\%$

0 bis 5% und 95 bis 100% r. F.: $\pm 4\%$

Ausgangssignal:

HX92BC:

4 bis 20 mA für 0 bis 100% r. F.

HX92BV0:

0 bis 1 V DC für 0 bis 100% r. F.

HX92BV1:

0 bis 5 V DC für 0 bis 100% r. F.

HX92BV2:

0 bis 10 V DC für 0 bis 100% r. F.

Relative Feuchte,

Temperaturkompensationsbereich:

-30 bis 75°C

Relative Feuchte, Ansprechzeit:

8 Sekunden typisch

Feuchtesensor: Arbeitsweise digital

Wiederholbarkeit: $\pm 0,1\%$ r. F.

Messrate:

Alle 4 Sekunden 1 Messwerterfassung

Gehäuse: Polycarbonat grau, Schutzart IP54

Anschlüsse: Flüssigkeitsdichtes Nylon mit Neopren-Dichtlippe, für Kabeldurchmesser 2,3 bis 6,7 mm; eingebauter 5er-Klemmenblock für Aderquerschnitte 0,3 bis 2,1 mm²

Abmessungen:

HX92B(*) (ohne Fühler):

65 × 50 × 34,8 mm (L × B × H)

TP-SW (Kurzer Fühler):

16 × 72 mm (D × L)

Gewicht:

HX92B(*): 124 g

HX92B(*)-D: 132 g

HX92B(*)-RP1: 230 g



HX92B(*) für die Wandmontage

Einfache M12-Steckverbindung



Vor Ort austauschbare Fühler



Digitaler Feuchtesensor

TH-SP
Kurzer Fühler mit M12-Steckverbinder



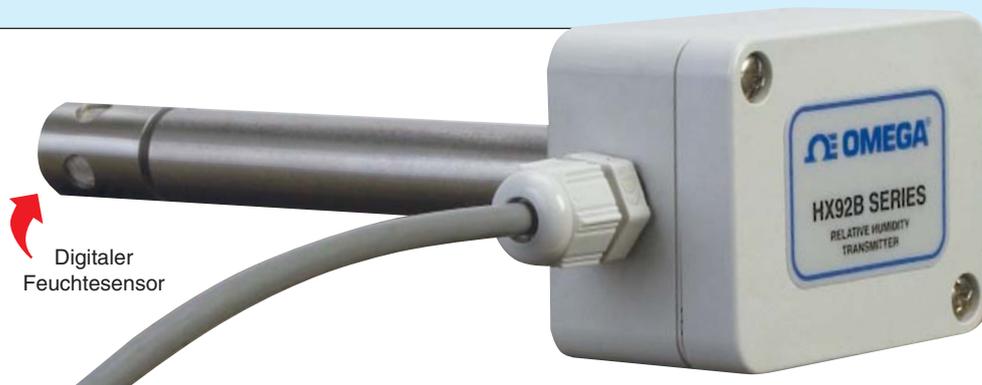
TH-RP
Externer Fühler mit 3 m Kabel und M12-Steckverbinder



Digitaler Feuchtesensor

Vor Ort austauschbare Komponenten

Der Kabelanschluss mit M12-Steckverbinder erlaubt einen einfachen Fühleraustausch. Bei Bedarf kann der kurze Fühler TH-SP durch den externen Fühler TH-RP mit 3 m Kabel ersetzt werden (außer Modelle für Flanschmontage).



Digitaler Feuchtesensor

HX92B(*)-D
Feuchttransmitter für die Flanschmontage

Bestellangaben

Modellnummer	Beschreibung
HX92BC	Messumformer / Feuchttransmitter für die Wandmontage mit Ausgang 4-20 mA
HX92BC-D	Messumformer / Feuchttransmitter für die Flanschmontage mit Ausgang 4-20 mA
HX92BC-RP1	Messumformer / Feuchttransmitter mit externem Fühler mit Ausgang 4-20 mA
HX92BV0	Messumformer / Feuchttransmitter für die Wandmontage mit Ausgang 0 bis 1 V DC
HX92BV0-D	Messumformer / Feuchttransmitter für die Flanschmontage mit Ausgang 0 bis 1 V DC
HX92BV0-RP1	Messumformer / Feuchttransmitter mit externem Fühler mit Ausgang 0 bis 1 V DC
HX92BV1	Messumformer / Feuchttransmitter für die Wandmontage mit Ausgang 0 bis 5 V DC
HX92BV1-D	Messumformer / Feuchttransmitter für die Flanschmontage mit Ausgang 0 bis 5 V DC
HX92BV1-RP1	Messumformer / Feuchttransmitter mit externem Fühler mit Ausgang 0 bis 5 V DC
HX92BV2	Messumformer / Feuchttransmitter für die Wandmontage mit Ausgang 0 bis 10 V DC
HX92BV2-D	Messumformer / Feuchttransmitter für die Flanschmontage mit Ausgang 0 bis 10 V DC
HX92BV2-RP1	Messumformer / Feuchttransmitter mit externem Fühler mit Ausgang 0 bis 10 V DC
TH-RP	Vor Ort austauschbarer, externer Fühler mit 3 m Kabel und M12-Steckverbinder
TH-SP	Vor Ort austauschbarer, 72 mm kurzer Fühler mit M12-Steckverbinder
HX92-CAL	Kalibrierungskit, 11% und 75% r. F.

Lieferung komplett mit Flanschmontage-Kit.

Cámara Go Pro

Peso

Cámara: 74 g

Dimensiones

Cámara: 38 mm de alto, 38 mm de ancho, 36,4 mm de profundidad

Modos de vídeo

Vídeo

Captura vídeo.

Resolución de vídeo	Fotogramas por segundo (fps)	Campo de visión (FOV)	Resolución de la pantalla
1440p	30, 25	Ultra gran angular	1920 x 1440
1080p	60, 50, 30, 25	Ultra gran angular, medio	1920 x 1080
SuperView 1080p	48, 30, 25	Ultra gran angular	1920 x 1080
960p	60, 50, 30, 25	Ultra gran angular	1280 x 960
720p	100, 60, 50, 30, 25	Ultra gran angular, medio	1280 x 720
SuperView 720p	60, 50, 30, 25	Ultra gran angular	1280 x 720
WVGA	120, 100	Ultra gran angular	848 x 480

En bucle

Graba un bucle de vídeo continuo que se sobrescribe hasta que se pulsa el botón de obturador para detenerlo y guardarlo.

SuperView™

El modo SuperView capta una gran perspectiva (4:3), lo que te permite capturar más de ti mismo y de tu entorno en el encuadre. A continuación, estira el contenido de una manera dinámica hasta una amplia perspectiva (16:9) para reproducirlo de forma envolvente y en gran angular completo. Más información [aquí](#).

Formato de vídeo

Códec H.264, formato de archivo .mp4

Configuración de captura de vídeo avanzada

Modo de luz baja automático

Ajusta automáticamente las velocidades de fotograma a las condiciones de iluminación para un mejor rendimiento con poca luz. Las velocidades de fotograma se ajustan en condiciones de iluminación media y baja. La reproducción se ajusta a la resolución y la velocidad de fotograma seleccionadas.

Modos de fotografía

Resoluciones de foto

Resolución	Campo de visión (FOV)	Resolución de la pantalla
8 MP (predeterminado)	Panorámico	3264 x 2448
5 MP	Medio	2720 x 2040

Modo de tomas múltiples

Ráfaga

Captura hasta 10 fotos por segundo: ideal para la fotografía de movimientos rápidos.

Velocidad de ráfaga

3 fotos/1 segundo

5 fotos/1 segundo

10 fotos/1 segundo (predeterminado)

10 photos/2 segundos

Intervalos

Captura automáticamente una serie de fotos a intervalos periódicos. Es ideal para realizar fotos cuando la cámara está fuera del alcance del usuario.

Intervalos de fotos de Time Lapse

0.5, 1, 2, 5, 10, 30 and 60 segundos

Configuración de captura de vídeo avanzada

Protune™

Protune descubre el completo potencial de la cámara para lograr vídeos de calidad cinematográfica optimizados para producciones profesionales y controles manuales avanzados.

Protune permite el control manual **del balance de blancos, el color, el límite ISO, la nitidez y la compensación del valor de exposición** para un control y una personalización avanzados de tus vídeos.

Disponible para 1440p, 1080p, 960p60/50 y 720p100. No disponible para la función de video en bucle o fotos.

Configuración de Protune:

Balance de blancos

Ajusta el tono de color general de los vídeos.

Configuración del balance de blancos	Condiciones de iluminación recomendadas
Automático (predeterminado)	Ajusta automáticamente el tono de color según las condiciones del entorno
3000 K	Para iluminaciones cálidas (incandescentes, amaneceres, puestas de sol)
5500K	Para iluminaciones ligeramente frías (fluorescentes frías, luz diurna normal)
6500K	Para iluminaciones frías (condiciones nubladas)
Native	Color optimizado estándar del sector

Color

Permite ajustar el perfil de color del metraje de video.

Configuración del color	Perfil de color resultante
Color GoPro (predeterminado)	Perfil de corrección de color de GoPro (la misma excelente calidad de color que se obtiene cuando se desactiva Protune)

Plano	Perfil de color plano, neutral que se puede corregir para que encaje mejor con el metraje capturado con otros equipos, lo que ofrece una mayor flexibilidad en la posproducción
-------	---

Límite ISO

El límite ISO ajusta la sensibilidad de la cámara en entornos de escasa iluminación y crea un equilibrio entre el brillo y el ruido de imagen resultante. El ruido de la imagen hace referencia al grado de granulosidad de la imagen.

Configuración	Calidad de vídeo resultante
1600 (predeterminado)	Vídeo de brillo moderado en condiciones de escasa iluminación, ruido de imagen moderado
400	Vídeo más oscuro en condiciones de escasa iluminación, menos ruido de imagen

Nitidez

Con Nitidez se controla la nitidez del metraje de vídeo.

Configuración	Calidad de vídeo resultante
Encendido (predeterminado)	Vídeo de nitidez moderada
Apagado	Vídeo más suave que permite una mayor flexibilidad en la posproducción

Compensación del valor de la exposición (EV COMP)

Afecta al brillo del vídeo. Si ajustas esta configuración puede mejorar la calidad de imagen cuando se dispara en entornos con condiciones de iluminación de alto contraste.

Configuración de EV COMP
-2.0
-1.5
-1.0
-0.5
0 (Default)
+0.5
+1.0
+1.5
+2.0

Fotómetro puntual para luz reflejada

Spot Meter es genial para grabar en un ambiente donde la iluminación es distinta a la del lugar donde estás, como filmar exteriores desde el interior de un coche o filmar un lugar con sombra mientras luce el sol. El fotómetro puntual para luz reflejada ajusta la exposición en función de un único punto del medio de la imagen.

Calidad de imagen + óptica

- Calidad de imagen ultra nítida con el objetivo totalmente de cristal
 - Campo de visión ultra gran angular con distorsión reducida
-

Batería + carga

- Batería de iones de litio recargable
- Probada a 1000 mAH, 3,8 V, 3,23 Wh
- Integrado en la cámara

Duración de la batería

La siguiente tabla indica el tiempo de grabación continuo (h:min) que se puede esperar cuando se graba en los distintos modos de vídeo con una batería completamente cargada.¹

	Con la Wi-Fi desconectada	Con la Wi-Fi conectada + utilizando Wi-Fi Remote	Con la Wi-Fi Conectada + Utilizando la Aplicación de GoPro
Modo de vídeo	Tiempo estimado	Tiempo estimado	Tiempo estimado
1440p 30 fps	1:55	1:45	1:35
1080p 60 fps	1:45	1:35	1:30
1080p 48 fps	1:50	1:40	1:30
1080p 30 fps	2:05	2:00	1:45
720p 100 fps	1:50	1:45	1:35

¹ El rendimiento real puede variar en función de la configuración, las condiciones ambientales y otros factores. Normalmente, la capacidad de batería máxima disminuye con el tiempo y el uso.

Audio

- Formato: velocidad de muestreo de 32 kHz, compresión AAC
- AGC (control automático de ganancia)
- Micrófono interno: mono x 2
- Micrófono externo: no es compatible

Puertos

Micro USB

- Carga de la batería
- Con energía externa durante la grabación
- Conexión a un ordenador para reproducir/transferir archivos/cargar

microSD

- Tarjeta de memoria

Almacenamiento

- Se requiere una tarjeta de memoria microSD de como mínimo clase 10 o clasificación UHS-1. [Se recomienda el uso de tarjetas microSD](#)
 - Hasta 128GB capacity supported
 - Los tiempos de grabación varían en función de las resoluciones y las velocidades de fotogramas
-

Reproducción de fotos + vídeos

Aplicación de GoPro (gratuita)

Utiliza GoPro App para acceder a todos los modos y ajustar la configuración, y previsualiza y reproduce videos y fotos.

Computador

Usa el cable USB incluido para transferir archivos a un ordenador. Usa GoPro Studio para reproducir vídeos y fotos.

Fuente de Alimentación Traco Power AC/DC TIW 4-24 Watt



Features

- ◆ High efficiency switching power supplies
- ◆ Easy installation into standard flush boxes
- ◆ Fully encapsulated plastic housing
- ◆ Dust and waterproof to IP 67
- ◆ Protection class II
- ◆ Safety approval to IEC/EN 60950-1
EN 50178, EN 60335-1, UL 1310 class 2
- ◆ Universal input range 93 to 264 VAC
- ◆ Regulated output voltage
(models from 3.3 to 24 VDC)
- ◆ Operating temp. range -25°C to $+50^{\circ}\text{C}$
- ◆ Short circuit and overload protection
- ◆ 3-year product warranty



(Mounted in standard flush box)

The TIW series is a new range of small size DC-power supplies which have been designed particularly for applications in home and office installations. The compact modules cases fit in the standardized in-wall flush boxes or also can be mounted on walls. For connection there are models available with flying wires. The power supplies comply fully with the safety and EMC standards requested for commercial and residential class II installations. Typical applications are powering of electric devices used in home automation and in security systems like i.e. DC-motors, controllers, indicators, etc.

Models

Order Code	Output Power max.	Output Voltage	Output Current	Efficiency
TIW 06-103	4 W	3.3 VDC	1.2 A	75 %
TIW 06-105	5 W	5.0 VDC	1.0 A	75 %
TIW 06-106	6 W	6.0 VDC	1.0 A	80 %
TIW 12-112	12 W*	12 VDC	1.0 A	80 %
TIW 12-115	12 W*	15 VDC	0.8 A	80 %
TIW 12-124	12 W*	24 VDC	0.5 A	80 %
TIW 24-112	24 W*	12 VDC	2.0 A	83 %
TIW 24-124	24 W*	24 VDC	1.0 A	85 %

* If these models are used with 115 VAC input voltage, a 25% load reduction must be applied.

Input Specifications

Input voltage range	<ul style="list-style-type: none"> – nominal – ranges – output power derating for 12 & 24 W models 	115 – 230 VAC 93 – 264 VAC (universal input) 0.45 %/V below 187 VAC down to 132 VAC 1 %/V below 115 VAC
Input frequency		47 – 63 Hz
No load power consumption (acc. ErP directive EC No.278/2009)		< 300 mW
External input fuse required (recommended values)		2.0 A slow blow
Harmonic limits		EN 61000-3-2, Class A

Output Specifications

Voltage set accuracy		±3 % max.
Regulation	<ul style="list-style-type: none"> – Input variation – Load variation (0–100%) 	1 % max. 2 % max.
Ripple and noise (20 Mhz Bandwidth)		<200 mVp-p
Overload protection by current limit	TIW 06-xxx & TIW 24-xxx models: TIW 12-xxx models:	<2.5 A <3.5 A
Short circuit protection		foldback (automatic recovery)

General Specifications

Operating Temperature		–25°C to +50°C
Over temperature protection		built in
Reliability, calculated MTBF according to IEC 61709		www.tracopower.com/products/tiw-mtbf.pdf
Humidity (non condensing)		5 – 95 % rel. H max.
Hold-up time	<ul style="list-style-type: none"> – Vin = 115 VAC – Vin = 230 VAC 	5 ms typ. 20 ms typ.
Start-up time		<1s
Safety standards	<ul style="list-style-type: none"> – safety of information technology equipment – Standard for Class 2 Power Units – Electronic equipment for use in power installations – Safety of household and similar electrical appliances 	IEC/EN 60950-1, UL Std. 60950-1 (2nd Edition) +Am1:2011, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-07 +Am1:2011 UL 1310 (6th Edition), CAN/CSA-C22.2 No. 223-M91(R2008) Outputs EN 50178 EN 60335-1
Safety approvals	<ul style="list-style-type: none"> – CB report according IEC/EN 60950-1 – GS certification (for other standards) – BG certificate – CSA certificate 	www.tracopower.com/products/tiw-cb.pdf www.tracopower.com/products/tiw-gs.pdf www.tracopower.com/products/tiw-bg.pdf www.tracopower.com/products/tiw-csa.pdf
Electromagnetic compatibility (EMC), emissions	<ul style="list-style-type: none"> – Conducted RI suppression on input – Radiated RI suppression 	EN 61000-6-3 EN 55022 class B EN 55022 class B
Electromagnetic compatibility (EMC), immunity	<ul style="list-style-type: none"> – Electrostatic discharge (ESD) – Radiated RF field immunity – Electrical fast transient / burst immunity – Surge immunity line – ground – Surge immunity line – line – Surge immunity output – Immunity to conducted RF disturbances – Mains voltage dips and interruptions 	EN 61000-6-2-1, IEC 61204-3 EN 61000-4-2 4 kV / 8 kV EN 61000-4-3 3 V/m EN 61000-4-4 1 kV / 0.5 kV EN 61000-4-5 2 kV EN 61000-4-5 1 kV EN 61000-4-5 0.5 kV EN 61000-4-6 3 V EN 61000-4-11 30 % /10 mS, 60 % /100 mS

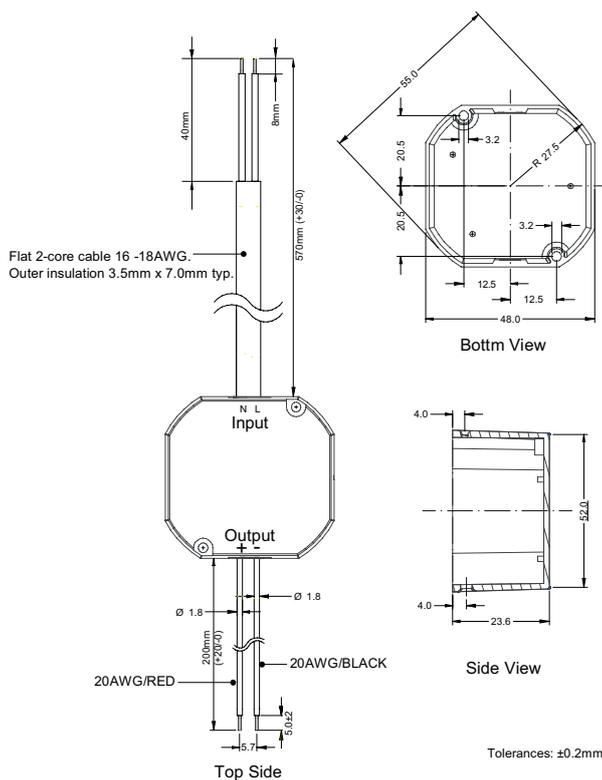
All specifications valid at nominal input voltage, full load and +25°C after warm-up time unless otherwise stated.

General Specifications

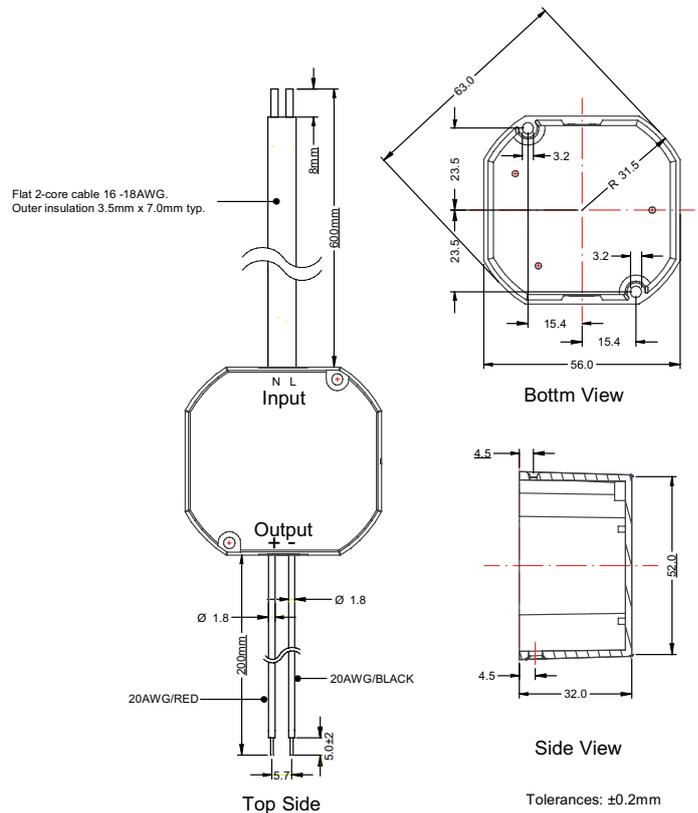
Protection class	class II as per IEC/EN 61140	
Casing material	plastic (UL 94V-0 rated)	
Casing protection	IP 67	
Environment	- Vibration acc. IEC 60068-2-6 - Shock acc. IEC 60068-2-27	Part 2, test Fe: Vibration (sinusoidal) Part 2, test Ea: Shock
Connection wires	- Input - Output	2 x 570 mm +30/-0 (black/white) AWG 18 2 x 200 mm +20/-0 (red/black) AWG 20
Environmental compliance	- Reach - RoHS	www.tracopower.com/products/tiw-reach.pdf RoHS directive 2011/65/EU
Weight	- 24 Watt models: 100 g (3.8 oz) - other models: 80 g (2.7 oz)	

Outline Dimensions

TIW 6 & 12 Watt models:



TIW 24 Watt model:



Specifications can be changed without notice! Make sure you are using the latest documentation, downloadable at www.tracopower.com

2. Planos

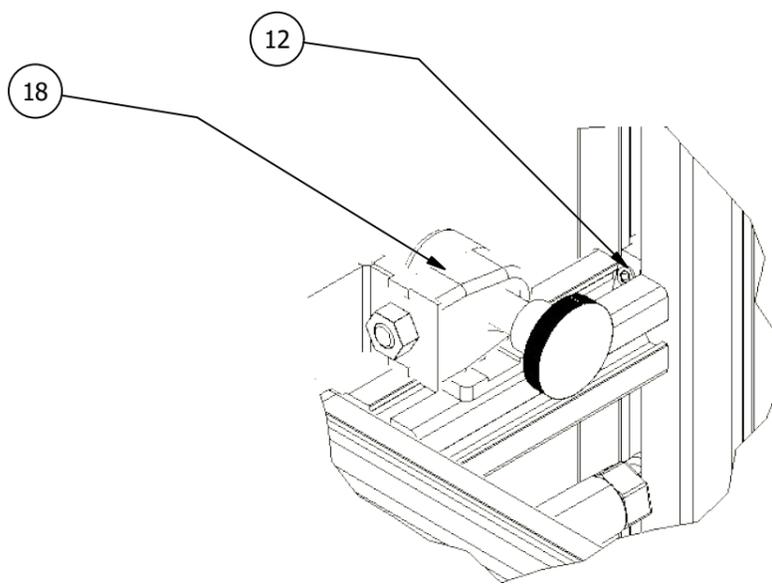
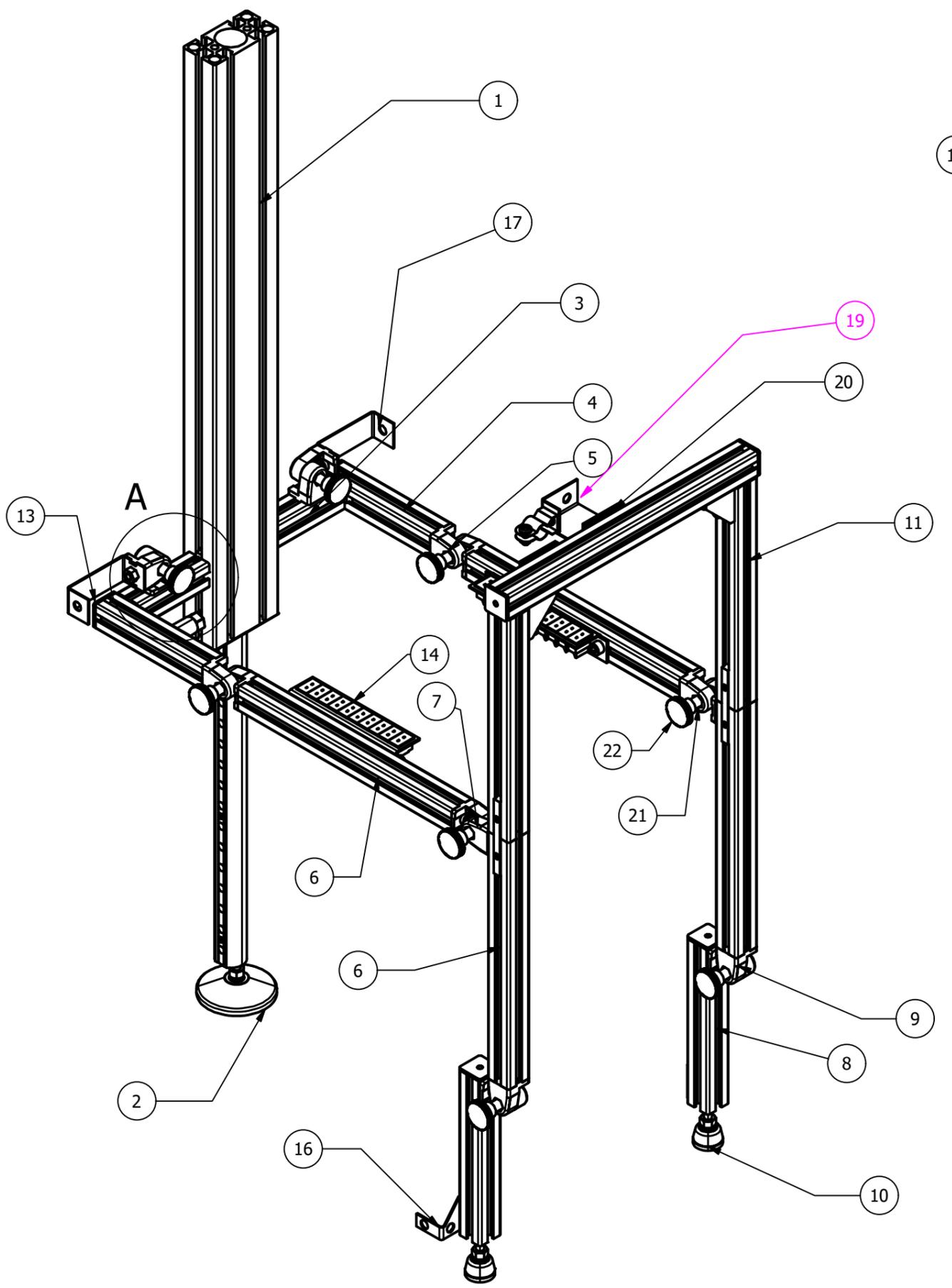


Índice de Planos

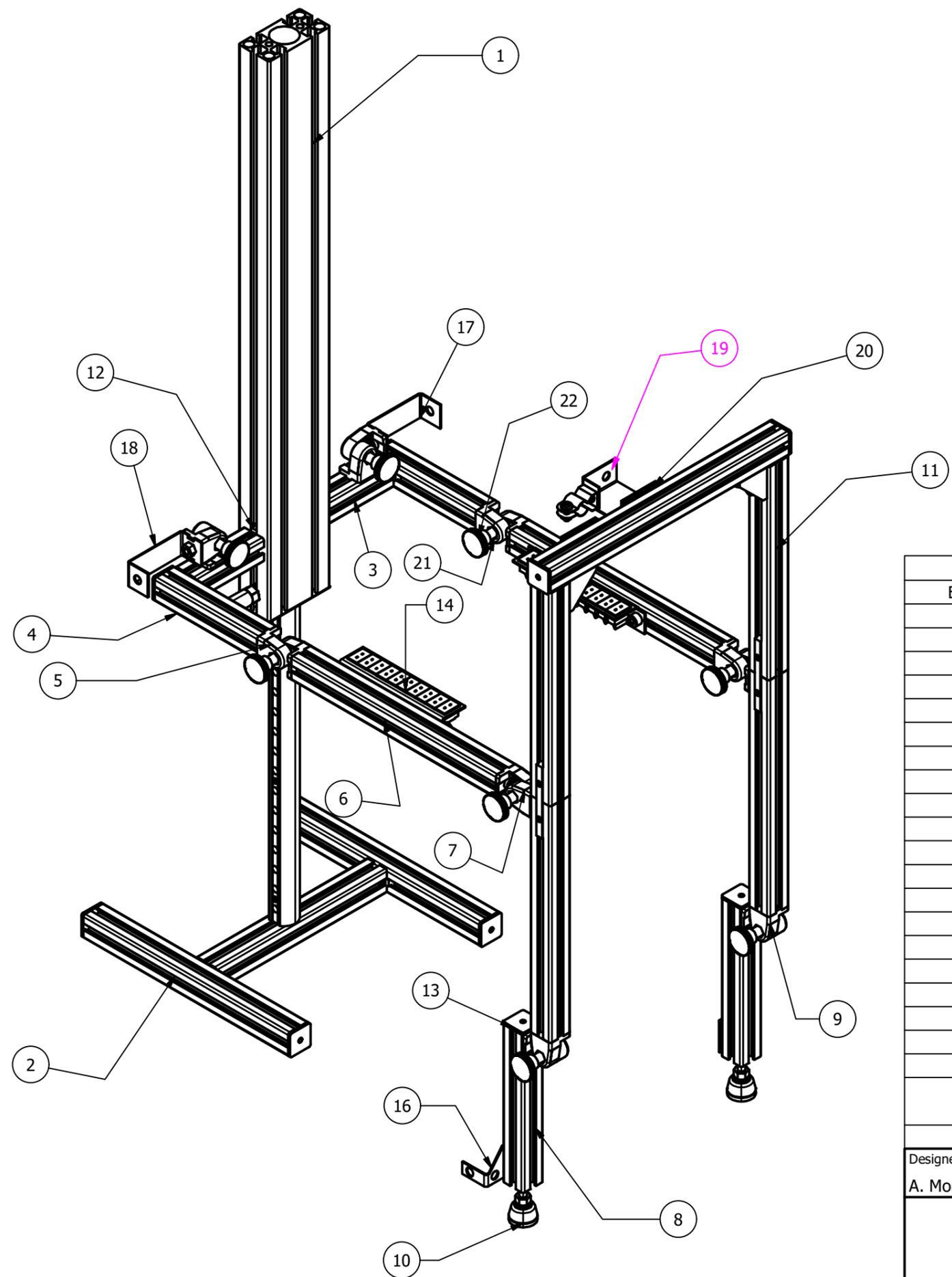
2.1 Páne Struktur Messtorso	141
2.2 Bauteile Fertigungspäne	171
2.3 Einbaupositions Páne	200

2.1 Páne Struktur Messtorso

A (1:2)

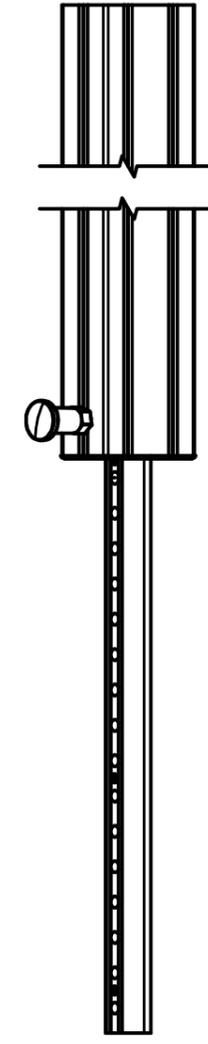
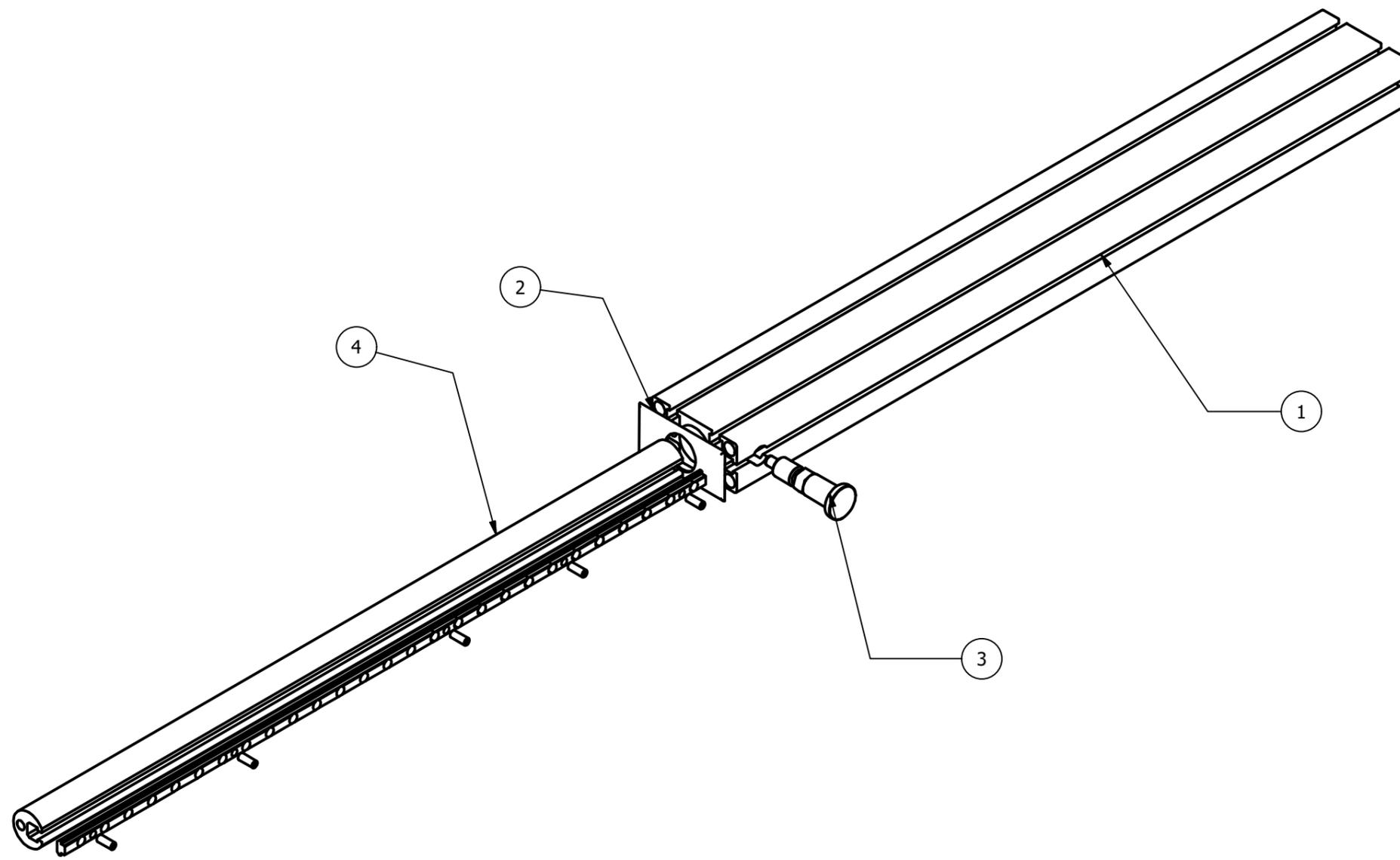


LISTA DE PIEZAS						
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			
1	1	Höhnverstellbares-Bein	Baugrupe			
2	1	GELENKFUSS PA 80	Art.-Nr. 21.1879/0			
3	2	PROFIL 30X30 Hüf.	Art.-Nr. 20.1068/0			
4	2	PROFIL 30X30 B1	Art.-Nr. 20.1068/0			
5	2	GELENK 30S 1	Art.-Nr. 21.2106/0			
6	4	PROFIL 30X30 B2	Art.-Nr. 20.1068/0			
7	2	GELENK 30S 2	Art.-Nr. 21.2106/0			
8	2	PROFIL 30X30 B3	Art.-Nr. 20.1068/0			
9	2	GELENK 30S 3	Art.-Nr. 21.2106/0			
10	2	GELENKFUSS PA 30	Art.-Nr. 21.1851/0			
11	1	PYRANOMETERHALTER	Baugrupe			
12	4	PROFILVERBINDER 30	Art.-Nr. 21.0014/0			
13	6	PROFILABDECKUNG 30X30	Art.-Nr. 22.1146/1			
14	2	HALTARUNG MINIATUR-SOCKEL	Baugrupe			
15	1	Halterung Punkt 1	Baugrupe			
16	1	Halterung Punkt 2	Baugrupe			
17	1	Halterung Punkt 3.ipt	Baugrupe			
18	1	Halterung Punkt 4.ipt	Baugrupe			
19	1	Halterung Punkt 6	Baugrupe			
20	2	MAGNETHALTERUNG PUNKT 6	Baugrupe			
21	8	DISTANZMUFFE M8X20 MODIFIZIERT	DIN 9070			
22	8	HOHE RÄNDELSCHRAUBE	DIN 464			
Designed by		Checked by	Approved by	Date	Date	Skala
A. Morales Casas					19/03/2016	1:5
Konvekta			Ansichten Struktur			
			Struktur Mit Fuss A		Edition	Sheet
						1 / 28

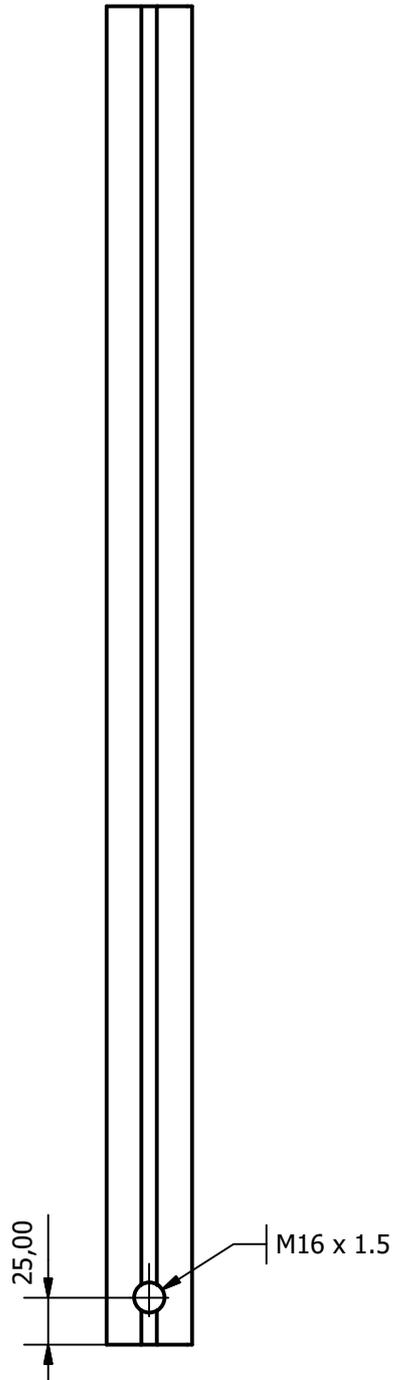
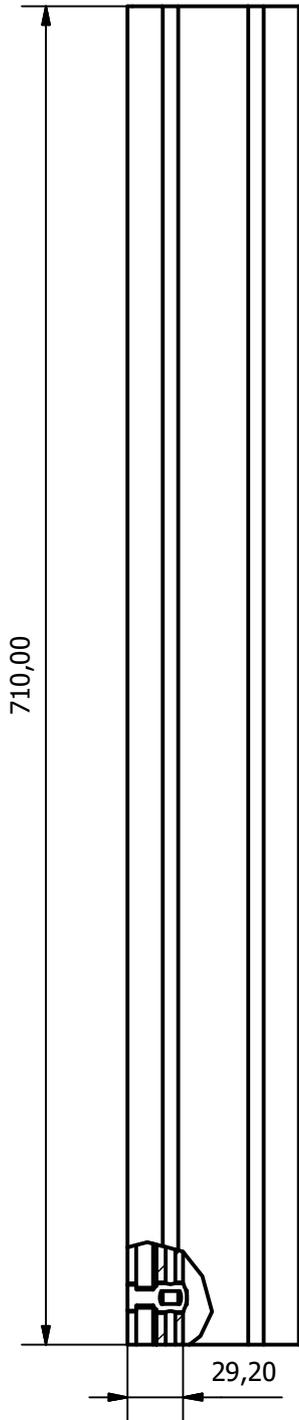
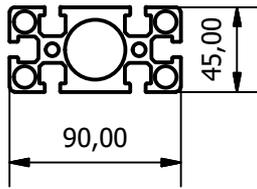


LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	Höhnverstellbares-Bein	Baugrupe		
2	1	H HALTER	Baugrupe		
3	2	PROFIL 30X30 Hüf.	Art.-Nr. 20.1068/0		
4	2	PROFIL 30X30 B1	Art.-Nr. 20.1068/0		
5	2	GELENK 30S 1	Art.-Nr. 21.2106/0		
6	4	PROFIL 30X30 B2	Art.-Nr. 20.1068/0		
7	2	GELENK 30S 2	Art.-Nr. 21.2106/0		
8	2	PROFIL 30X30 B3	Art.-Nr. 20.1068/0		
9	2	GELENK 30S 3	Art.-Nr. 21.2106/0		
10	2	GELENKFUSS PA 30	Art.-Nr 21.1851/0		
11	1	PYRANOMETERHALTER	Baugrupe		
12	4	PROFILVERBINDER 30	Art.-Nr 21.0014/0		
13	10	PROFILABDECKUNG 30X30	Art.-Nr. 22.1146/1		
14	2	HALTARUNG MINIATUR-SOCKEL	Baugrupe		
15	1	Halterung Punkt 1	Baugrupe		
16	1	Halterung Punkt 2	Baugrupe		
17	1	Halterung Punkt 3.ipt	Baugrupe		
18	1	Halterung Punkt 4.ipt	Baugrupe		
19	1	Halterung Punkt 6	Baugrupe		
20	2	MAGNETHALTERUNG PUNKT 6	Baugrupe		
21	8	DISTANZMUFFE M8X20 MODIFIZIERT	DIN 9070		
22	8	HOHE RÄNDELSCHRAUBE	DIN 464		
Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	Skala
A. Morales Casas				19/03/2016	1:5
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Struktur Mit Fuss B		Edition	Sheet
					2 / 28

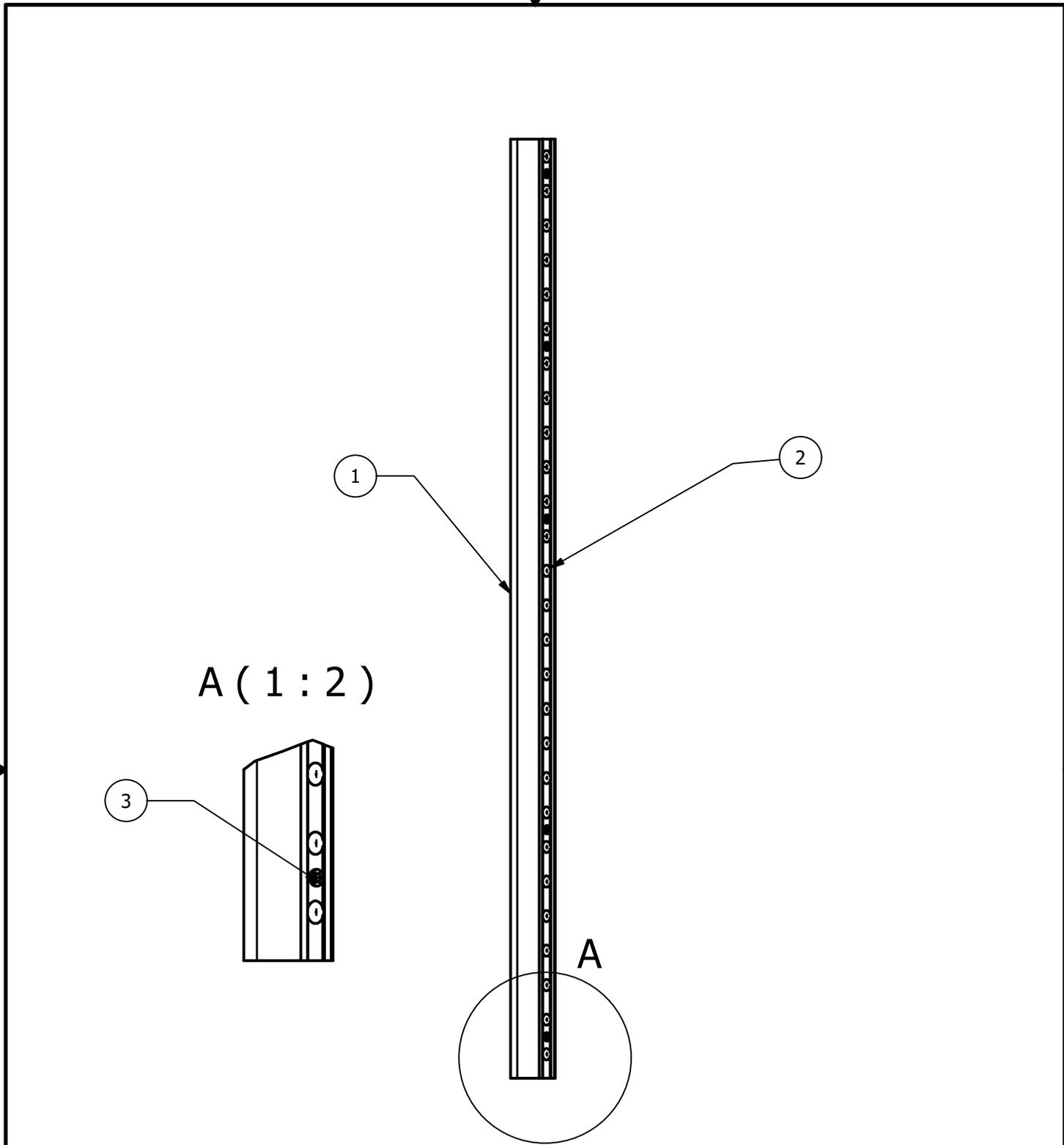
Skala (1:5)



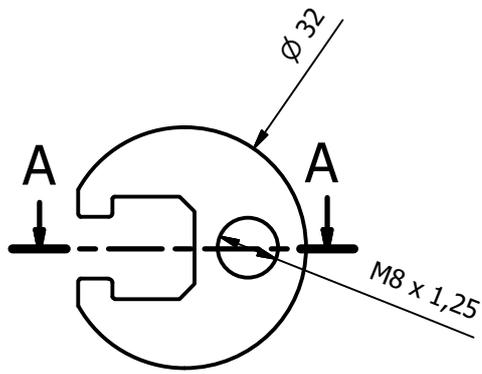
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	PROFIL 40X90S	Art.-Nr. 29.0858/0		
2	1	ABDECKKAPPE 45X90 S	Art.-Nr. 29.0851/0		
3	1	RASTBOLTZENVERSTELLUNG H	Art.-Nr. 29.0851/0		
4	1	AUSRICHTER	Baugruppe		
Designed by A. Morales Casas		Checked by	Approved by	Date 19/03/2016	Skala 1:4
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Höhenverstellbares-Bein	Sheet 3 / 28	



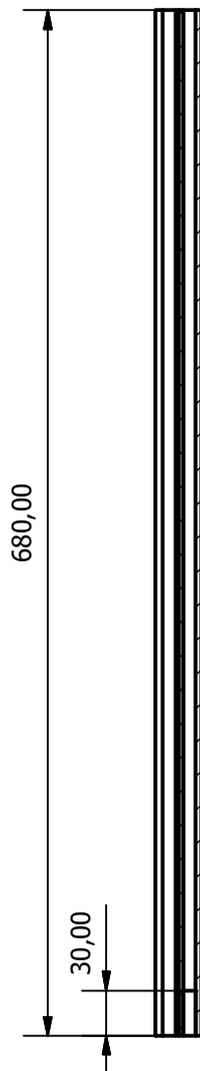
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:5
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 45x90 S	Edition	Sheet 4 / 28



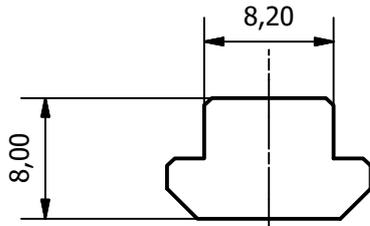
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA		DESCRIPCIÓN	
1	1	GRIFFPROFIL 32		Art.-Nr. 20.1088/0	
2	1	KLEMMLEISTEPROFIL		Art.-Nr. 21.1030/0	
3	5	GEWINDESTIFT MIT INNENSEKANT M6x16 KONISCH		DIN 914	
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:4
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Ausrichter		Edition



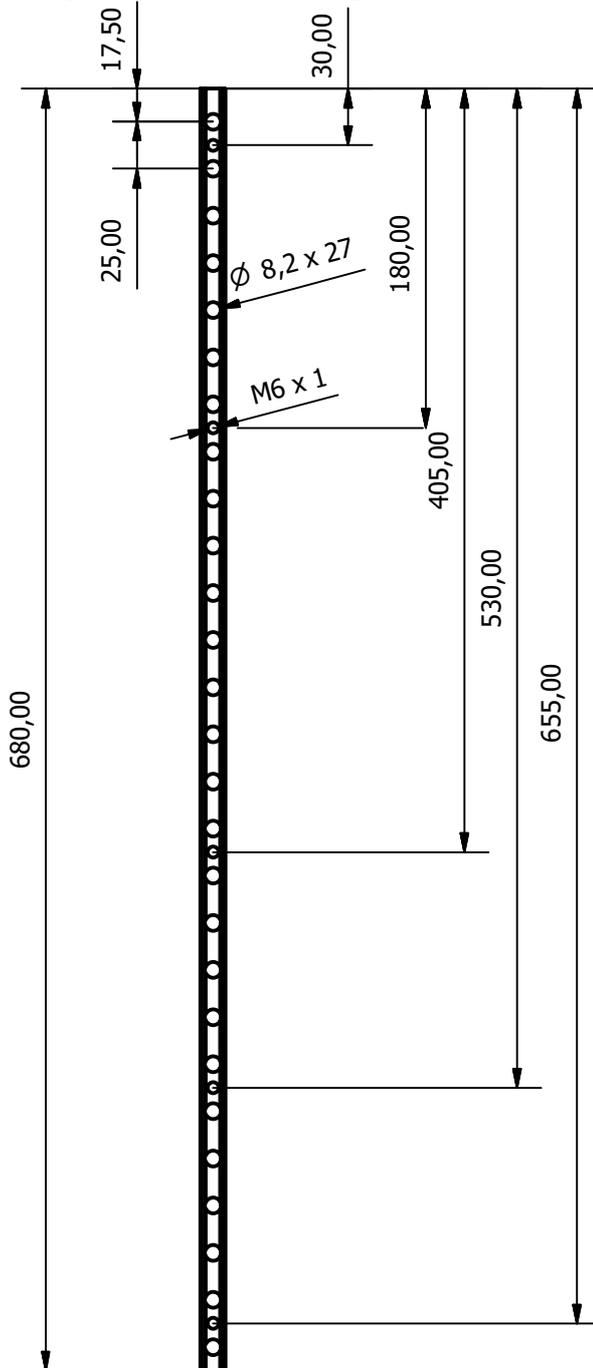
A-A (1 : 5)



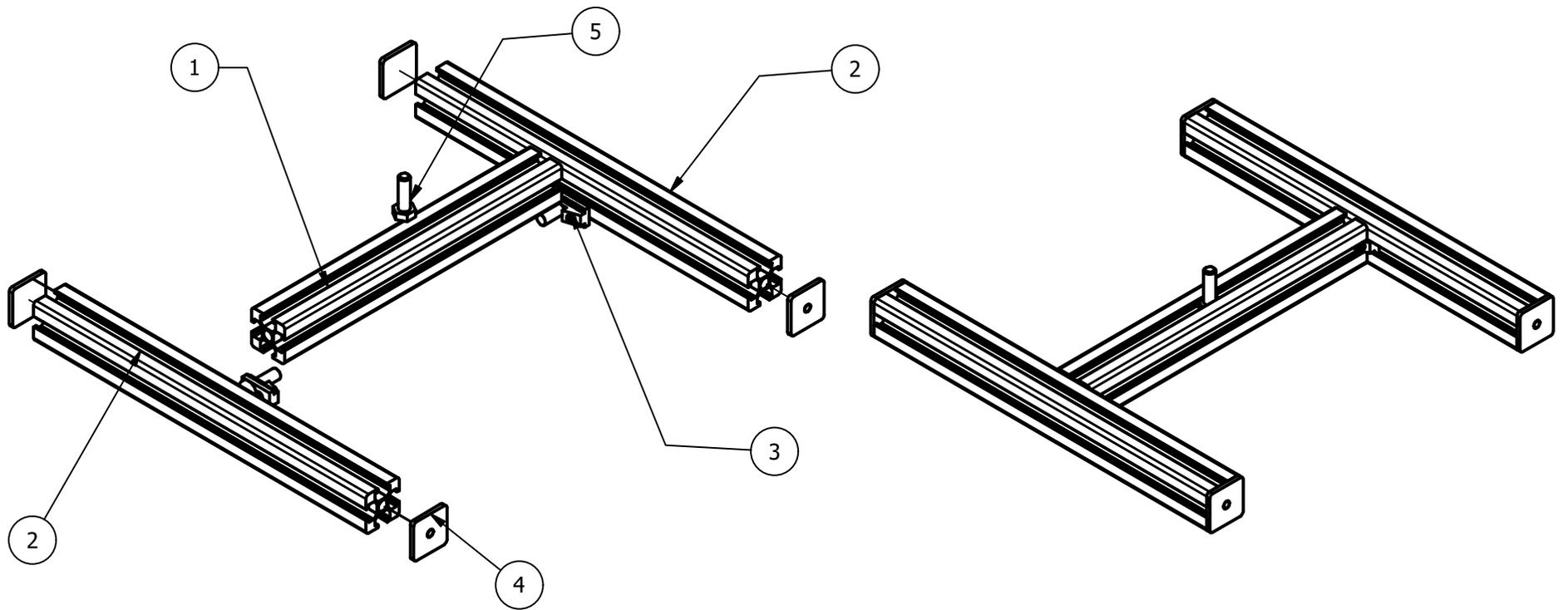
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Griffprofil 32	Edition	Sheet 6 / 28



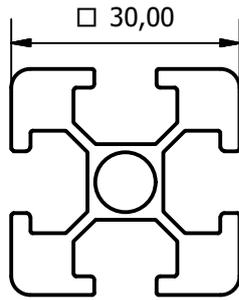
(Skala 1 : 4)



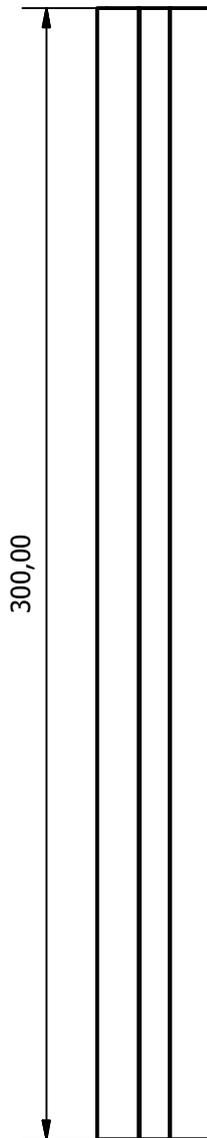
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 2:1
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Klemlesitenprofil	Edition	Sheet 7 / 28	



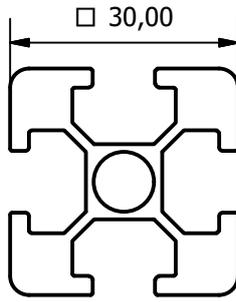
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	1	PROFIL 30X30 H1	Art.-Nr. 20.1068/0	
2	2	PROFIL 30X30 H2	Art.-Nr. 20.1068/0	
3	2	PROFILVERBINDER 30	Art.-Nr. 21.0014/0	
4	4	PROFILABDECKUNG 30X30	Art.-Nr. 22.1146/1	
5	1	M8X25 SCHRAUBE	DIN 933	
Designed by	Checked by	Approved by	Date	Skala
A. Morales Casas			19/03/2016	1:2
Konvekta		Ansichten Struktur		
		Aufbau H Halterung	Edition	Sheet 8 / 28



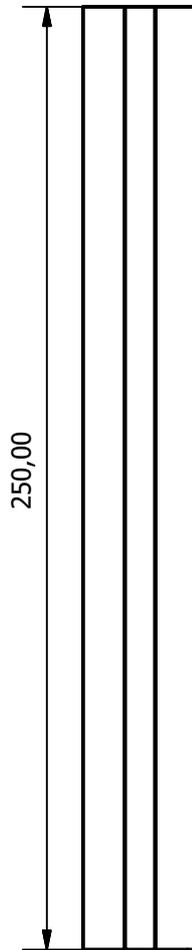
Skala (1 : 2)



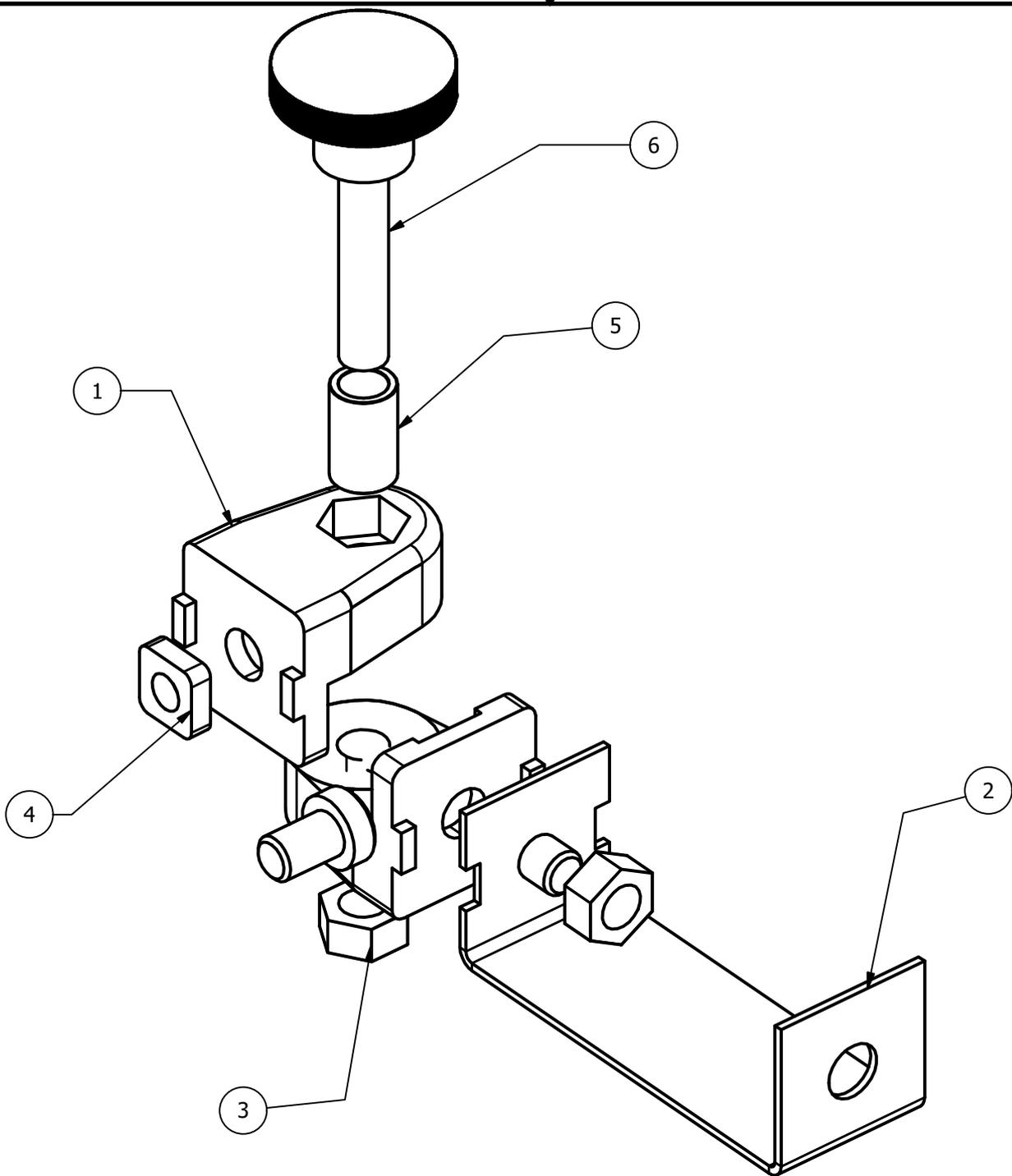
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Profil 30x30 H2	Edition	Sheet 9 / 28	



Skala (1 : 2)



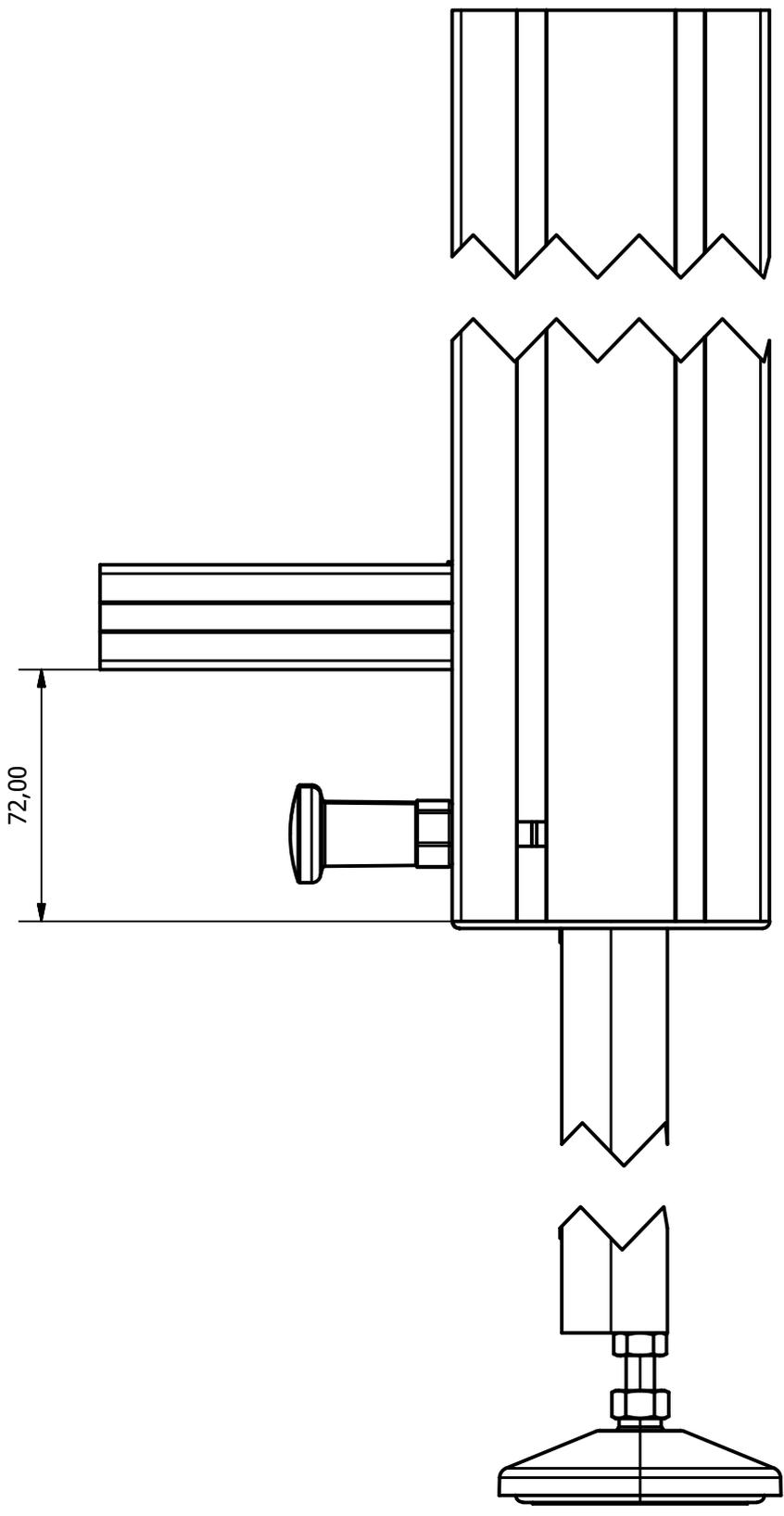
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 30x30 H1	Edition	Sheet 10 / 28



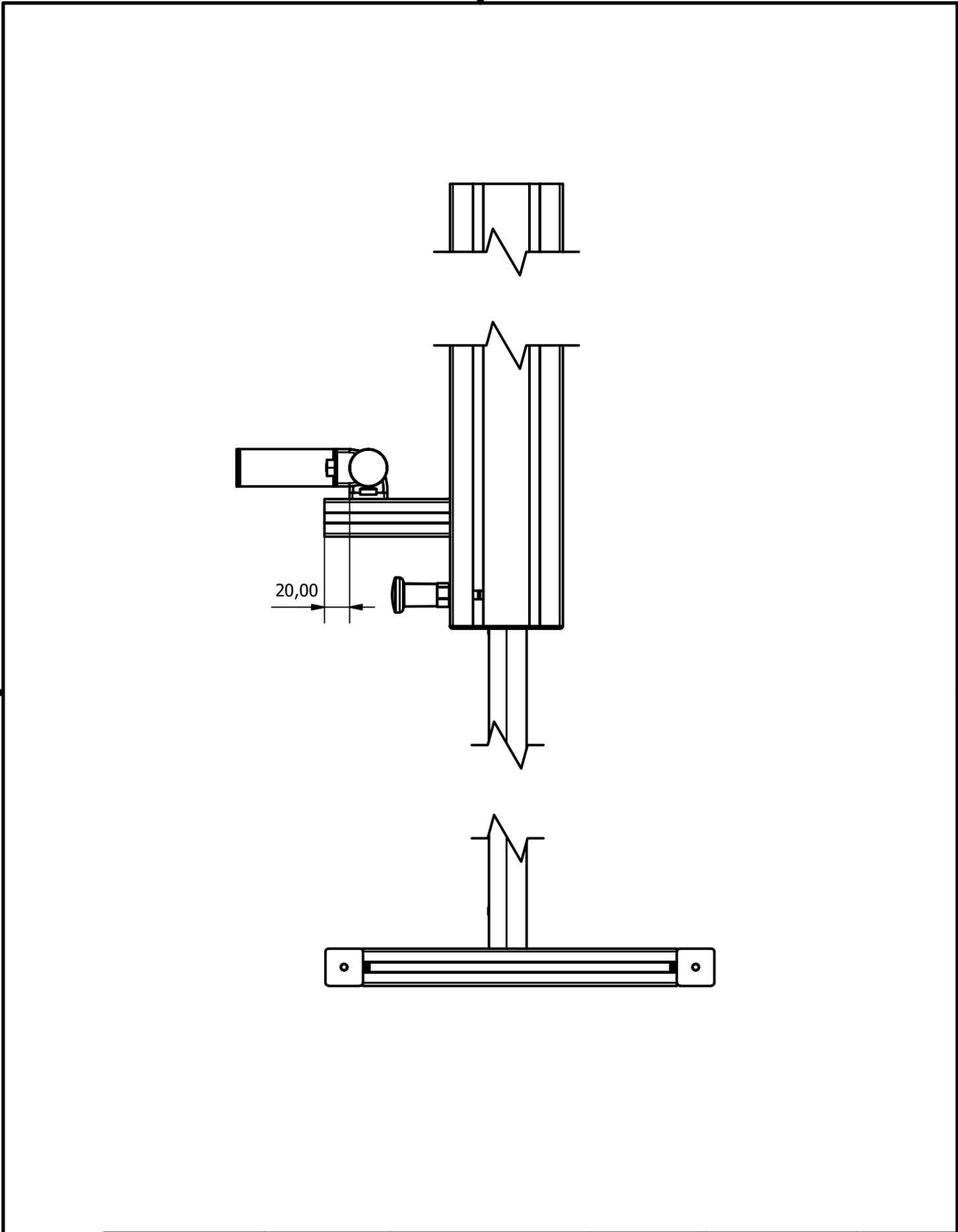
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	GELENK 30S PUNKT 3 UND 4	Art.-Nr. 21.2106/0	
2	1	Halterung Punkt 3 und 4		Aluminium 6061
3	2	M8 MUTTER	DIN 934	Stahl, Verzinkt
4	1	GLEITMUTTER M8	DIN 562	Stahl
5	1	DISTANZMUFFE M8X20 MODIFIZIERT	DIN 9070	Stahl, Verzinkt
6	1	HOHE RÄNDELSCHRAUBE	DIN 464	Stahl, Verzinkt

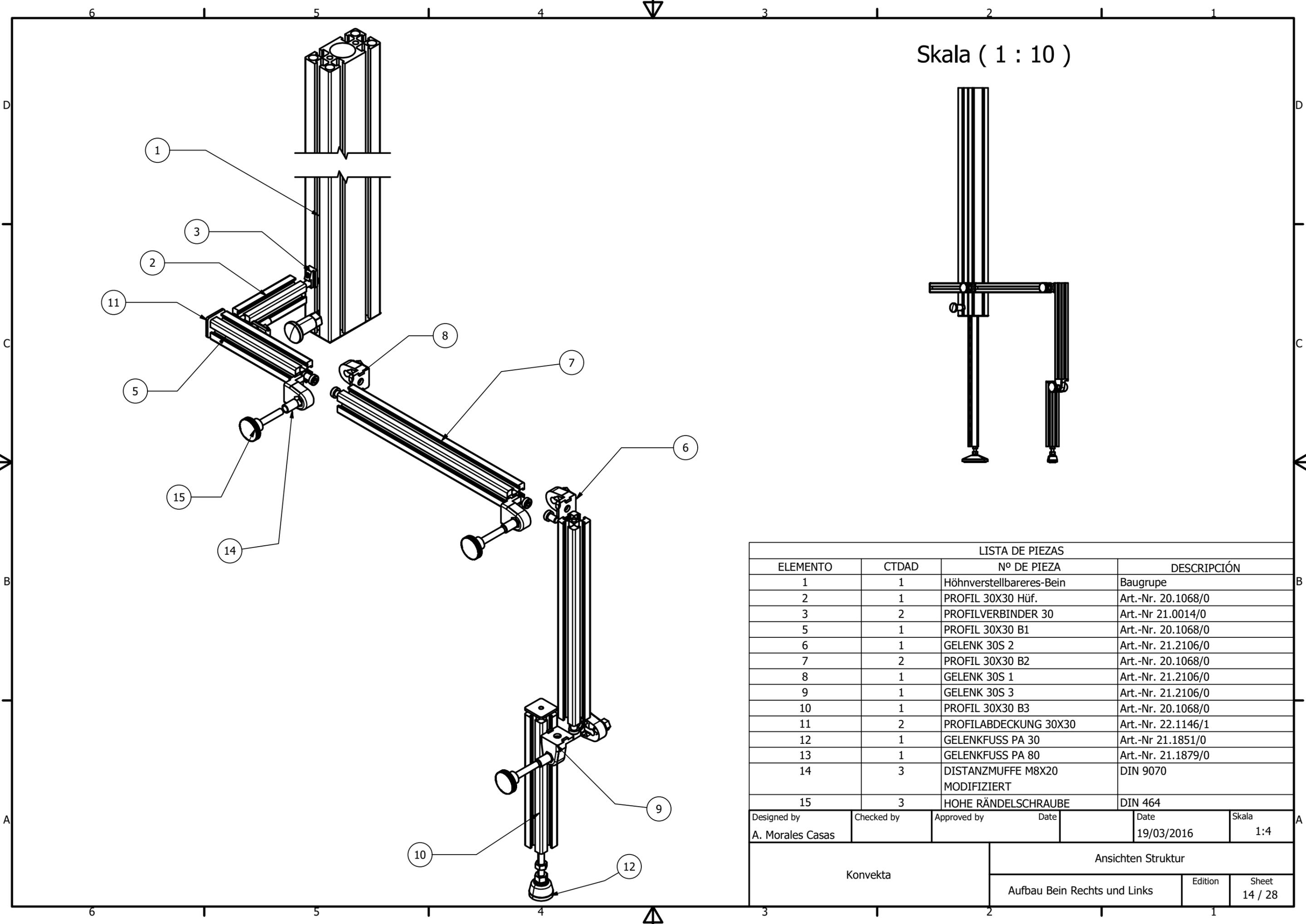
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 2:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Halterung Punkt 3 und 4	Edition	Sheet 11 / 28



Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:4
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Position Profil 30x30 Hüf.	Edition	Sheet 12 / 28

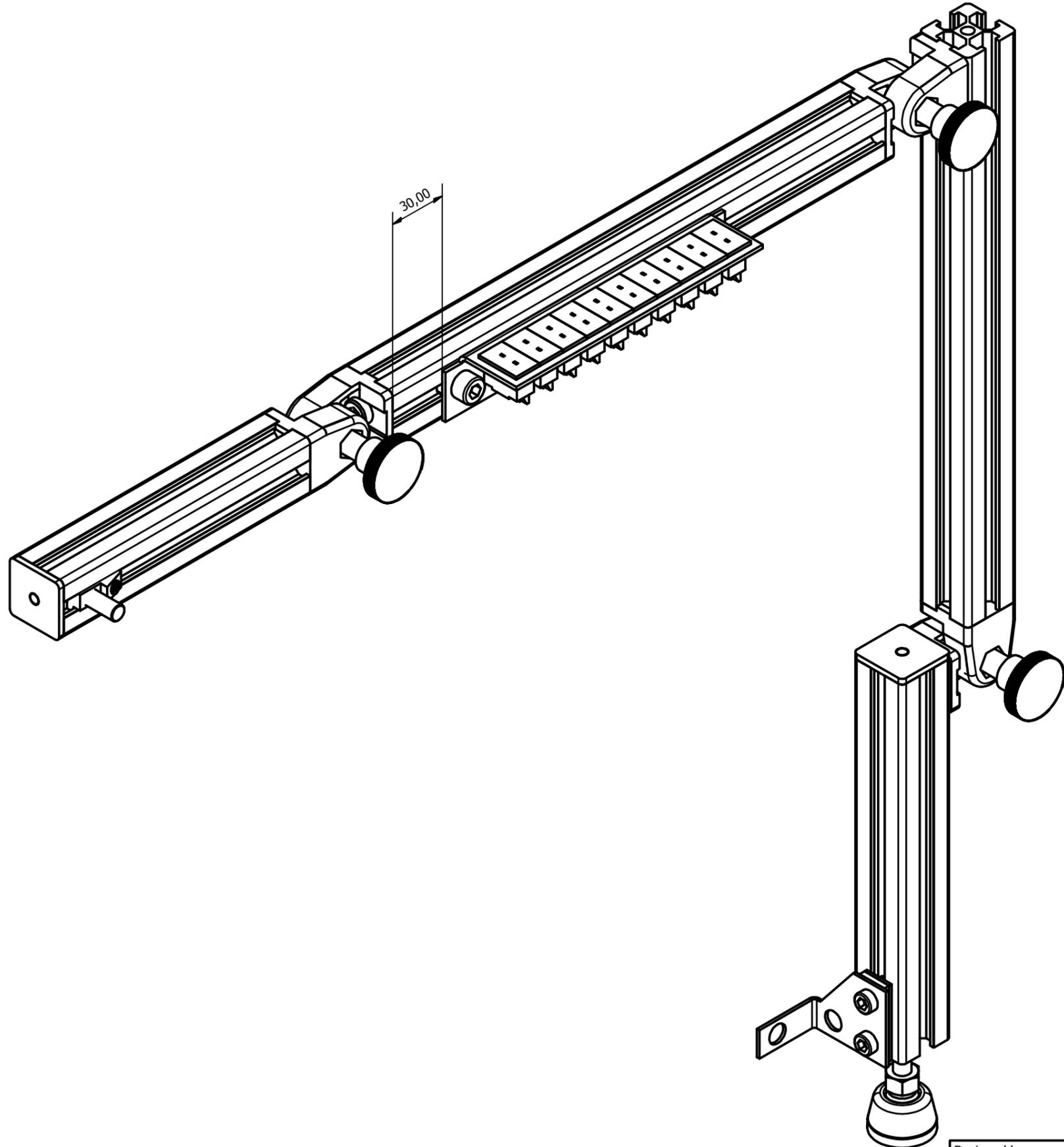


Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 4:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Position Halterung Punkt 3 und 4	Edition	Sheet 13 / 28

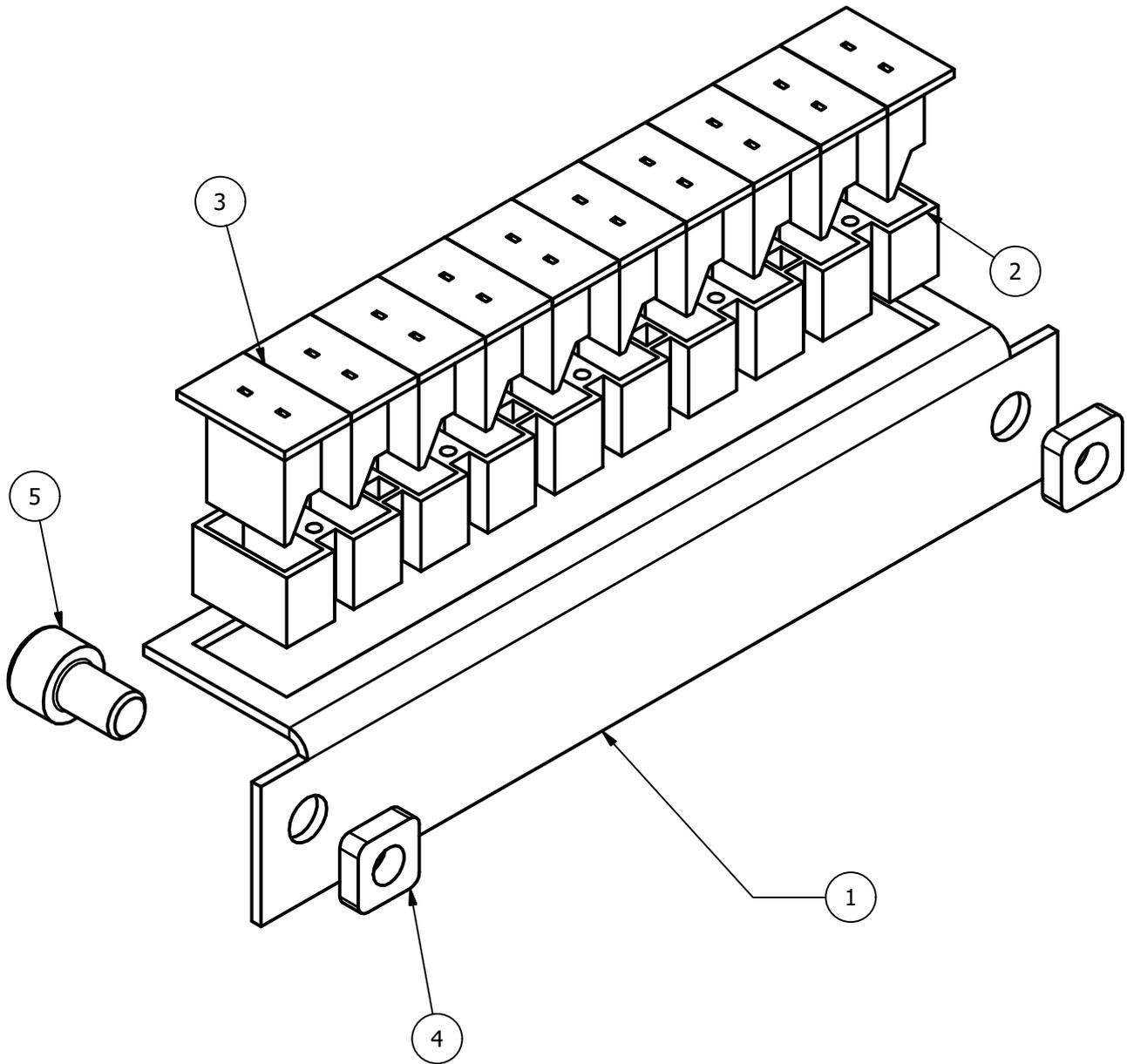


Skala (1 : 10)

LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	Höhnverstellbares-Bein	Baugrupe		
2	1	PROFIL 30X30 Hüf.	Art.-Nr. 20.1068/0		
3	2	PROFILVERBINDER 30	Art.-Nr. 21.0014/0		
5	1	PROFIL 30X30 B1	Art.-Nr. 20.1068/0		
6	1	GELENK 30S 2	Art.-Nr. 21.2106/0		
7	2	PROFIL 30X30 B2	Art.-Nr. 20.1068/0		
8	1	GELENK 30S 1	Art.-Nr. 21.2106/0		
9	1	GELENK 30S 3	Art.-Nr. 21.2106/0		
10	1	PROFIL 30X30 B3	Art.-Nr. 20.1068/0		
11	2	PROFILABDECKUNG 30X30	Art.-Nr. 22.1146/1		
12	1	GELENKFUSS PA 30	Art.-Nr. 21.1851/0		
13	1	GELENKFUSS PA 80	Art.-Nr. 21.1879/0		
14	3	DISTANZMUFFE M8X20 MODIFIZIERT	DIN 9070		
15	3	HOHE RÄNDELSCHRAUBE	DIN 464		
Designed by A. Morales Casas		Checked by	Approved by	Date 19/03/2016	Skala 1:4
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Bein Rechts und Links	Edition Sheet 14 / 28	

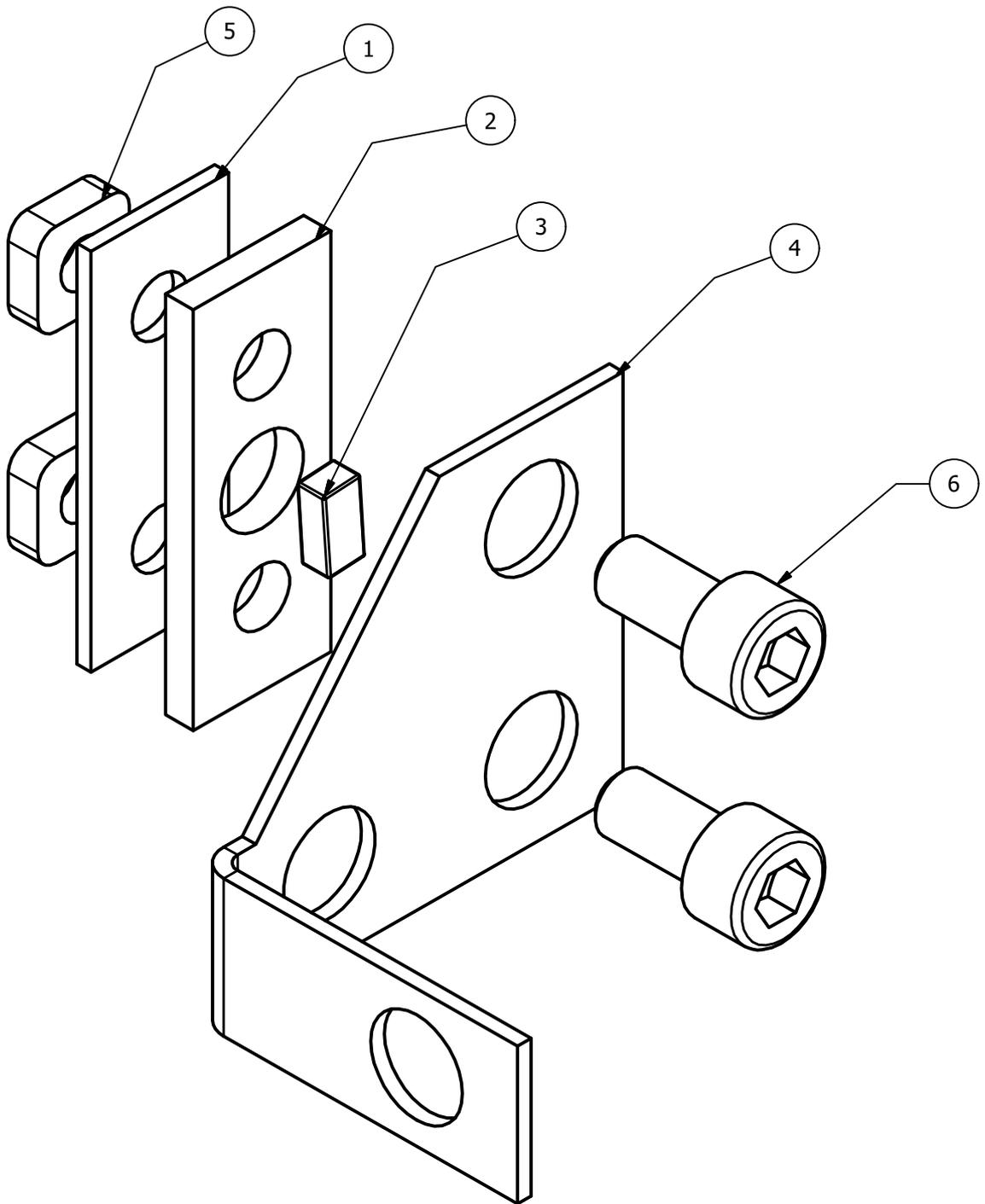


Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:2
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Position H. Miniatur-Sockel/ 1 und 2	Edition	Sheet 15 / 28



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	HALTARUNG MINIATUR-SOCKEL 2.0
2	1	MINIATUR-STECKER LEISTE
3	10	MINIATUR-STECKER
4	2	GLEITMUTTER M8
5	2	DIN 912 - M8 x 12

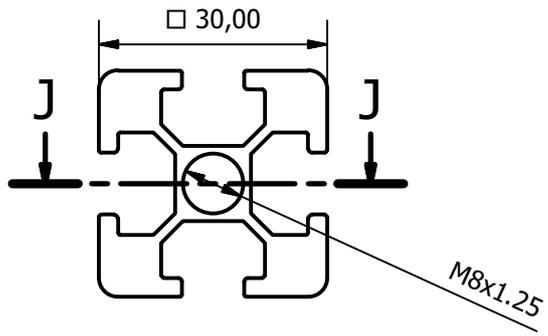
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Aufbau Miniatur-Sockel		Edition	Sheet 16 / 28



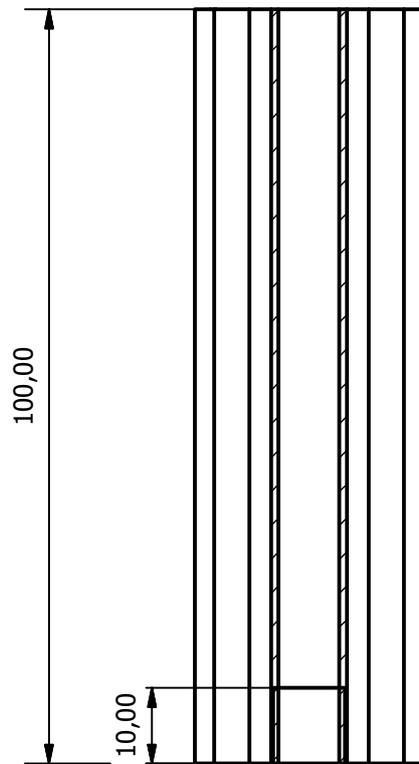
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	MATERIAL
1	1	ZENTRIERPLASTE A	Stahl
2	1	ZENTRIERPLATE B	Aluminium 6061
3	1	QUADERMAGNET 8X4X3	Stahl
4	1	Halterung Punkt 1	Stahl
5	2	GLEITMUTTER M6	Stahl
6	2	DIN 912 - M6 x 12	Stahl

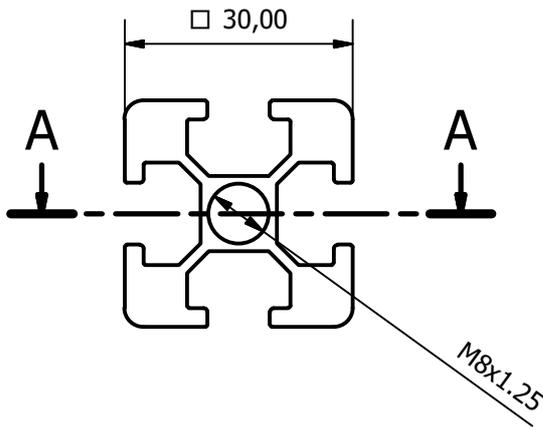
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 2:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Halterung Punkt 1 und 2		Edition



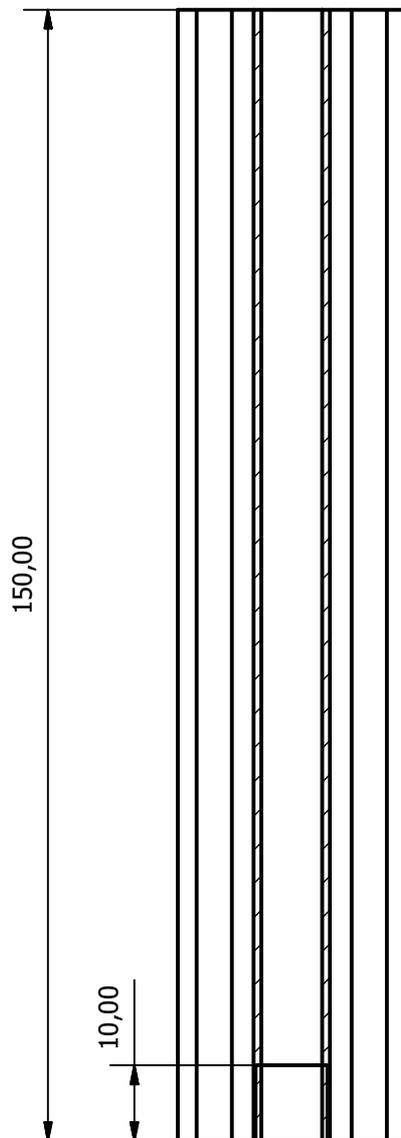
J-J (1 : 1)



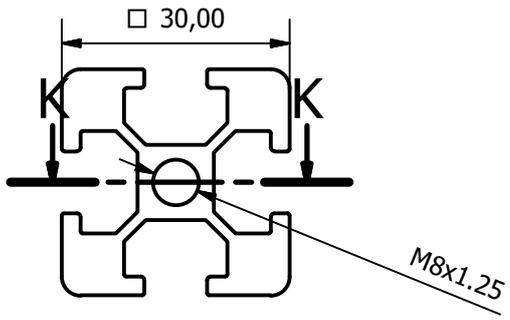
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 30x30 Hüf.	Edition	Sheet 18 / 28



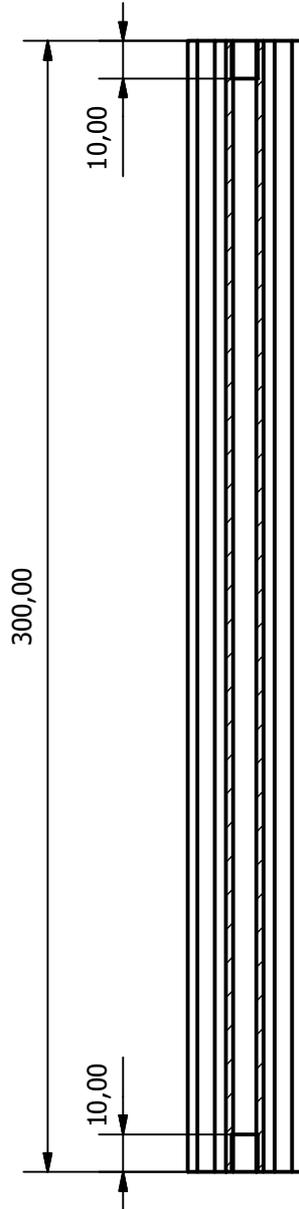
A-A (1 : 1)



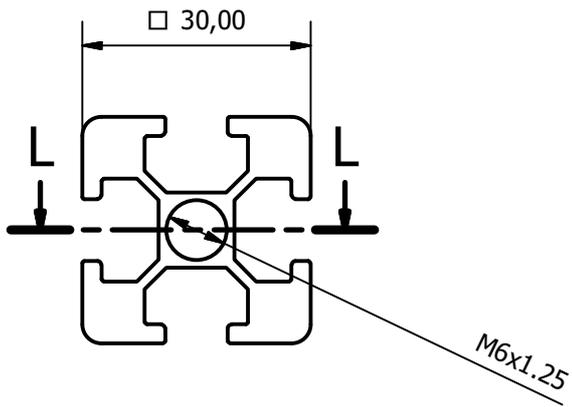
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 30X30 B1	Edition	Sheet 19 / 28



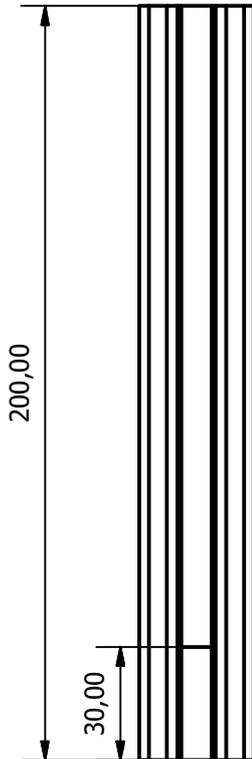
K-K (1 : 2)



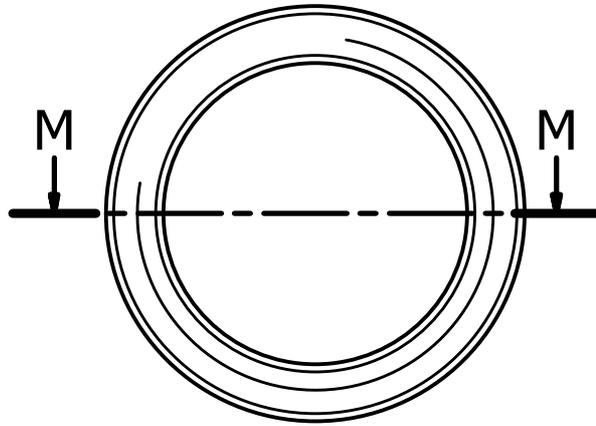
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 30x30 B2	Edition	Sheet 20 / 28



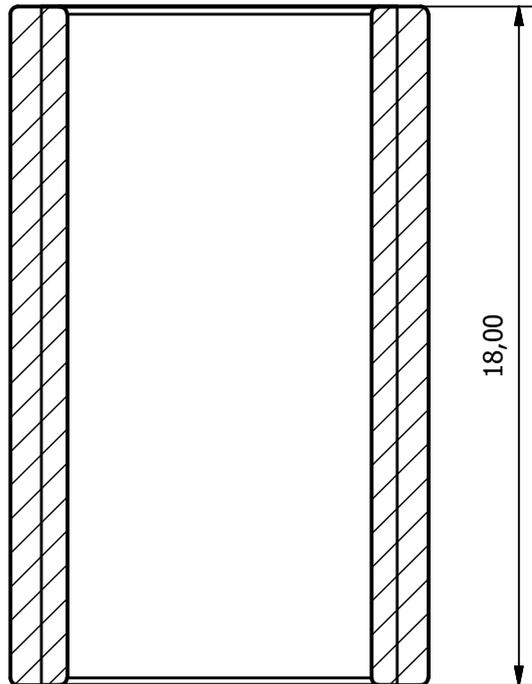
L-L (1 : 2)



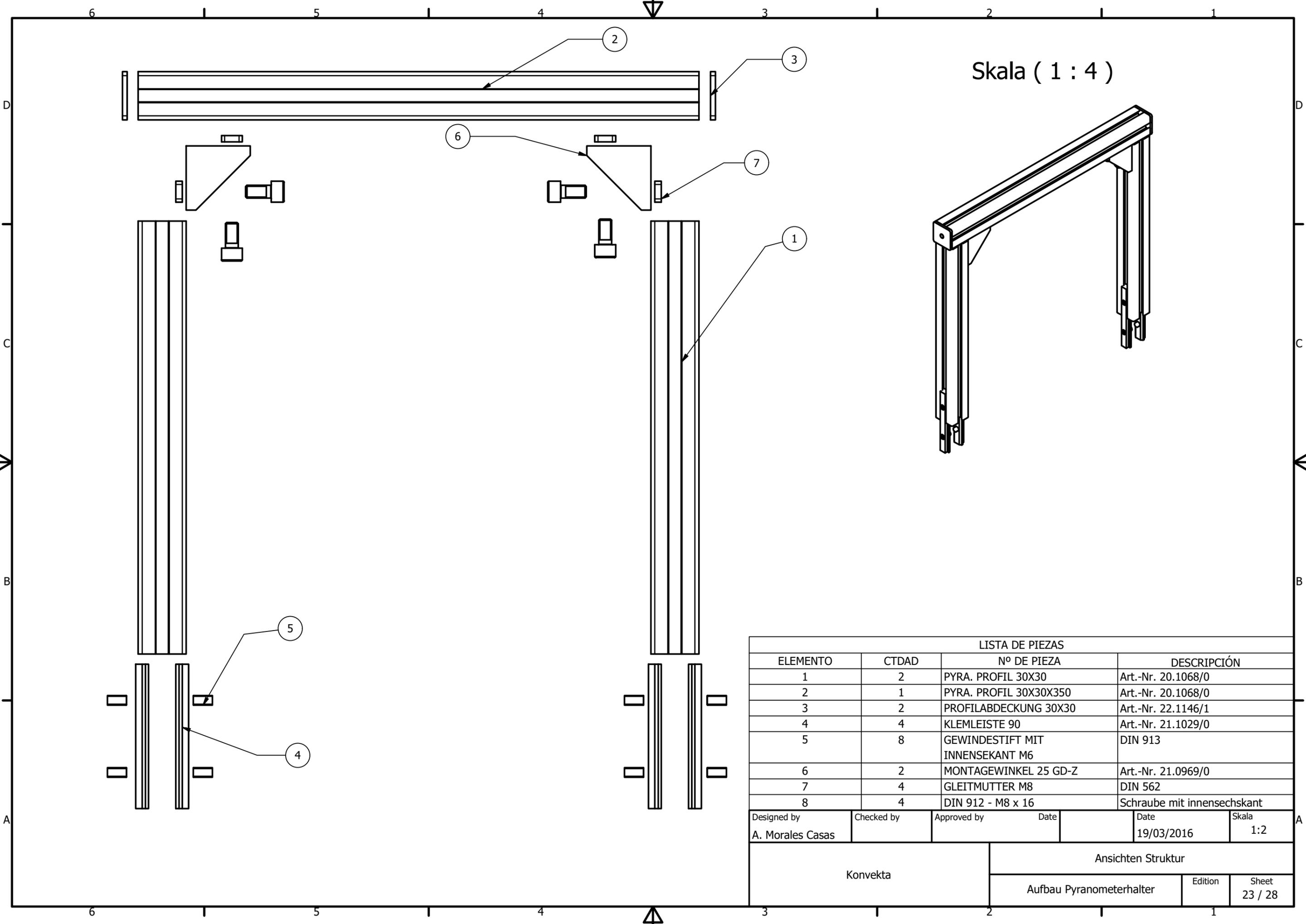
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Profil 30x30 B3	Edition	Sheet 21 / 28



M-M (5 : 1)

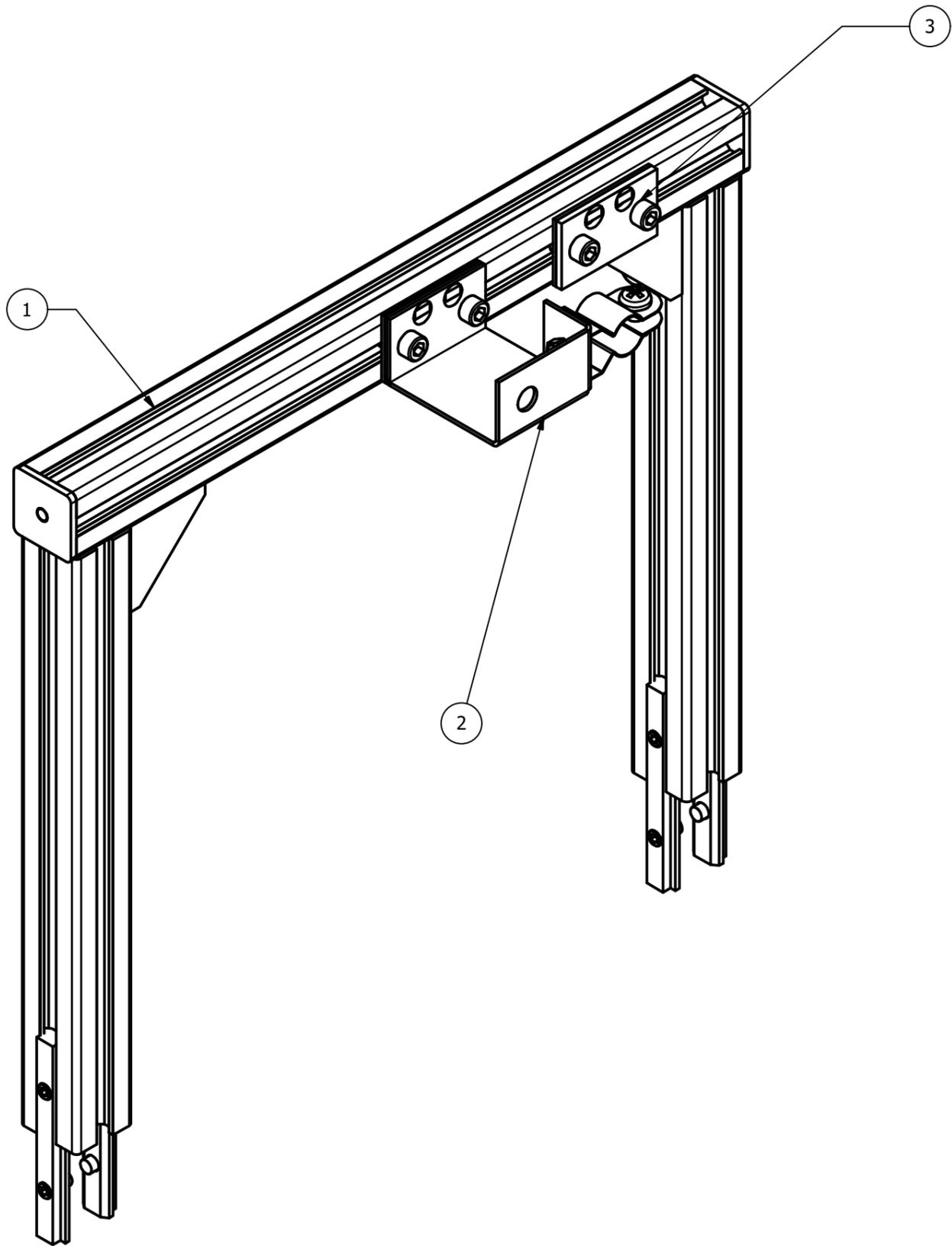


Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 5:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Distanzmuffe M8x20 Modifiziert	Edition	Sheet 22 / 28

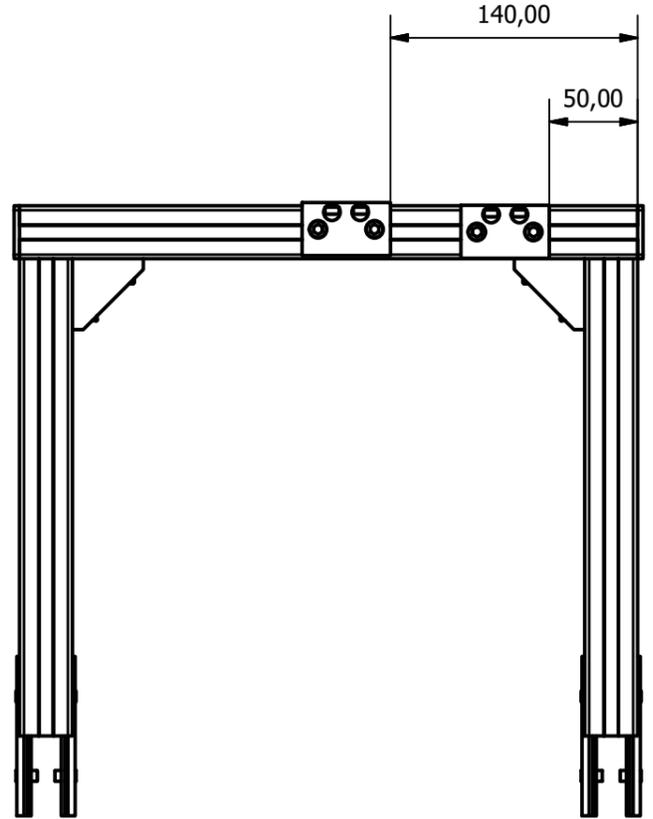


Skala (1 : 4)

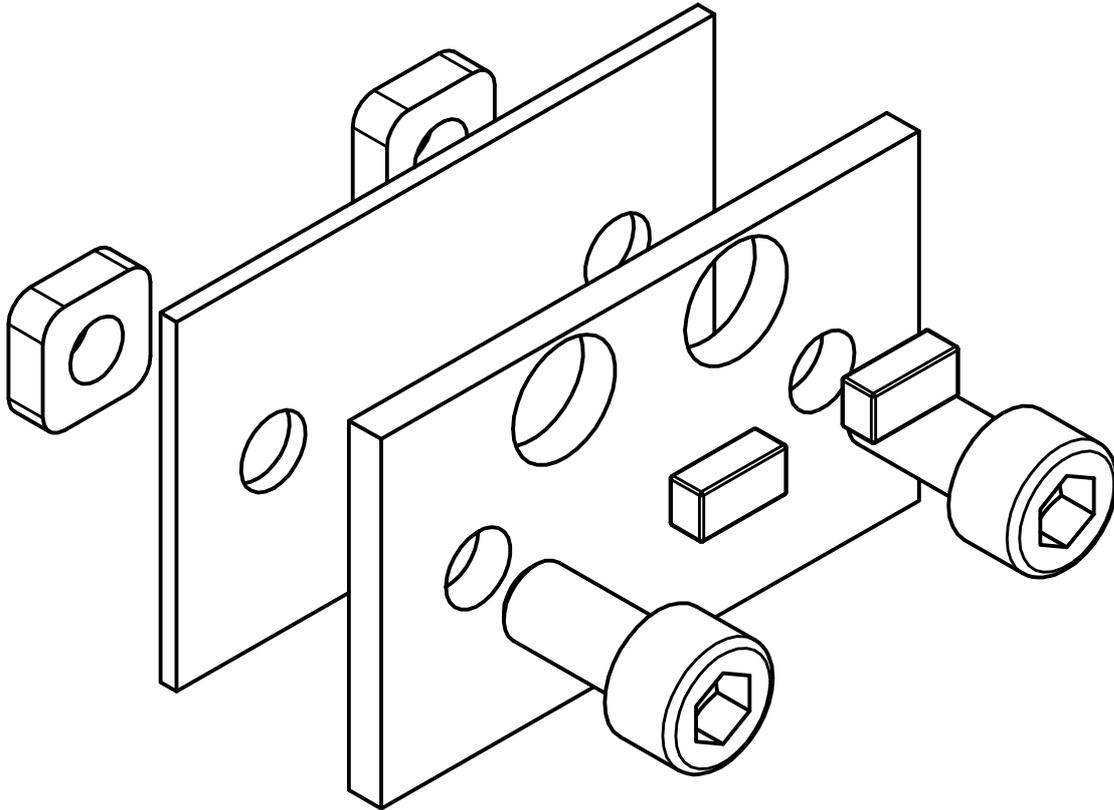
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	2	PYRA. PROFIL 30X30	Art.-Nr. 20.1068/0		
2	1	PYRA. PROFIL 30X30X350	Art.-Nr. 20.1068/0		
3	2	PROFILABDECKUNG 30X30	Art.-Nr. 22.1146/1		
4	4	KLEMLEISTE 90	Art.-Nr. 21.1029/0		
5	8	GEWINDESTIFT MIT INNENSEKANT M6	DIN 913		
6	2	MONTAGEWINKEL 25 GD-Z	Art.-Nr. 21.0969/0		
7	4	GLEITMUTTER M8	DIN 562		
8	4	DIN 912 - M8 x 16	Schraube mit innensechskant		
Designed by A. Morales Casas		Checked by	Approved by	Date 19/03/2016	Skala 1:2
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Pyranometerhalter	Edition Sheet 23 / 28	



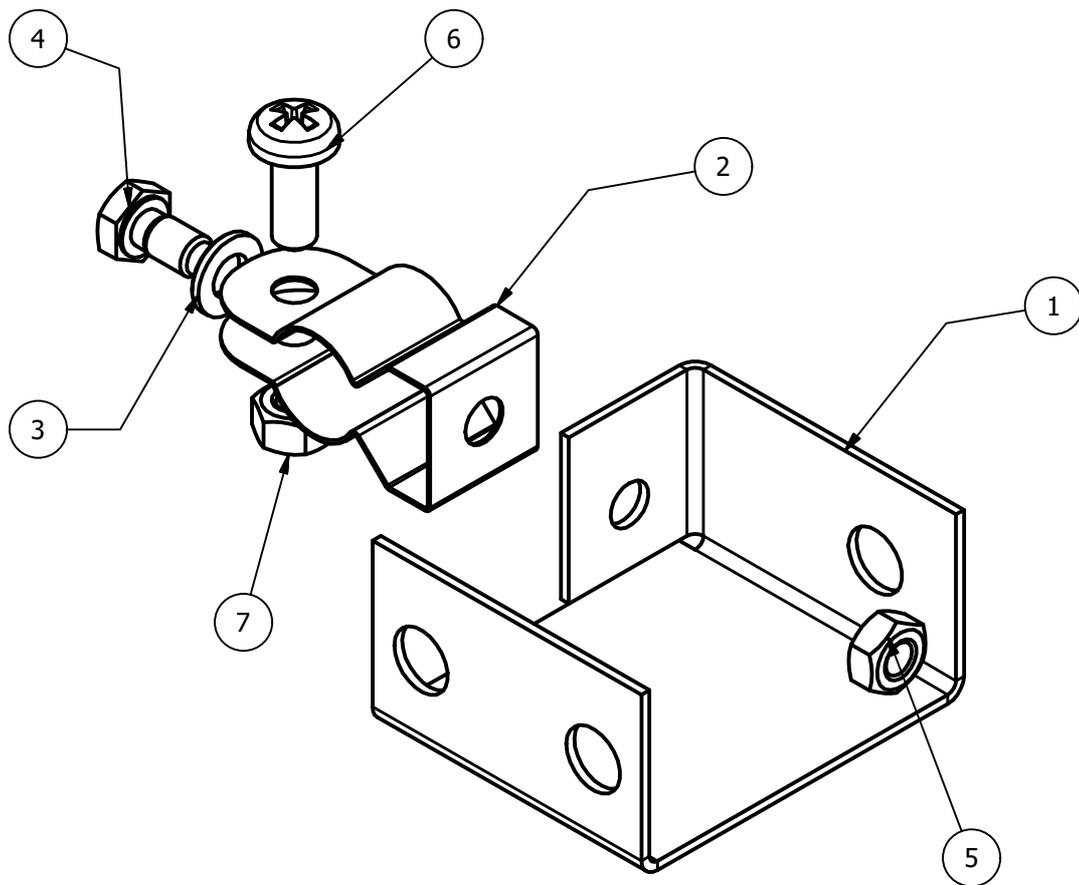
Ansicht (1 : 4)



LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	PYRANOMETERHALTER	Baugrupe		
2	1	Halterung Punkt 6	Baugrupe		
3	2	MAGNETHALTERUNG PUNKT 6	Baugrupe		
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:2
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Position Halterung Punkt 6		Edition	Sheet 24 / 28



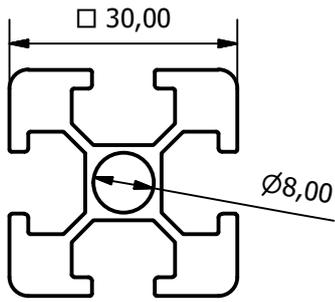
LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
1	1	MAGNETHALTERUNG PUNKT 6		Stahl	
3	2	QUADERMAGNET 8X4X3		Stahl	
4	1	MAGNETHALTERUNG PUNKT 6 B		Aluminium 6061	
5	2	GLEITMUTTER M6	Art.Nr. 211330/2	Stahl	
6	2	DIN 912 - M6 x 12		Stahl	
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 2:1
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Aufbau Magnethalterung Punkt 6	Edition	Sheet 25 / 28	



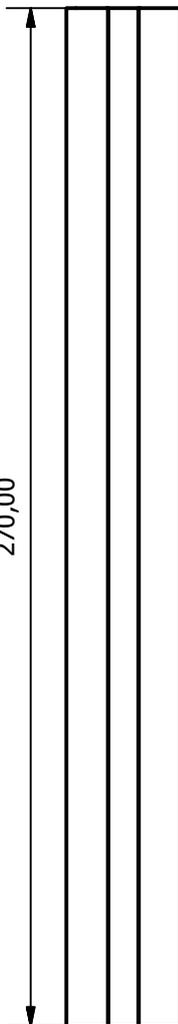
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	MATERIAL
1	1	Halterung Punkt 6	Aluminium 6061
2	1	Halterung HX92B-RP1	Stahl, Verzinkt
3	1	DIN 125-1 - B 6,4	Stahl, Verzinkt
4	1	DIN 933 - M6 x 10	Stahl, Verzinkt
5	1	DIN 934 - M6	Stahl, Verzinkt
6	1	ISO 7045 - M6 x 16 - 4.8 - H	Edelstahl
7	1	ISO 4033 - M6	Stahl

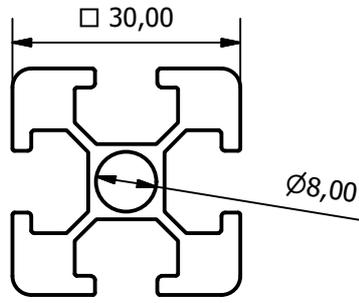
Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Aufbau Halterung Punkt 6		Edition



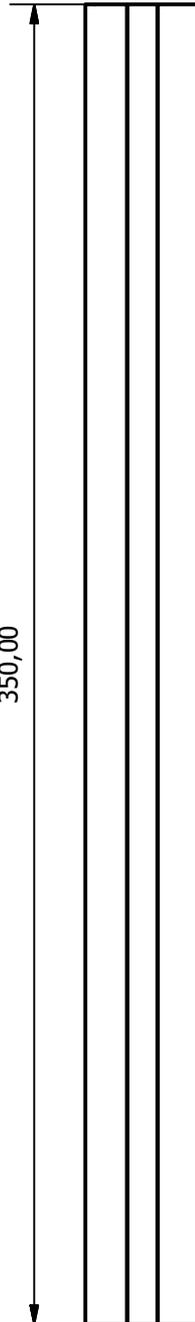
Skala (1 : 2)



Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta		Ansichten Struktur			
		Pyra. Profil 30x30	Edition	Sheet 27 / 28	



Skala (1 : 2)



Designed by A. Morales Casas	Checked by	Approved by	Date	Date 19/03/2016	Skala 1:1
Konvekta			Ansichten Struktur		
			Pyra. Porfil 30x30x350	Edition	Sheet 28 / 28

2.2 Bauteile Fertigungspäne

ANSICHT (1 : 1)

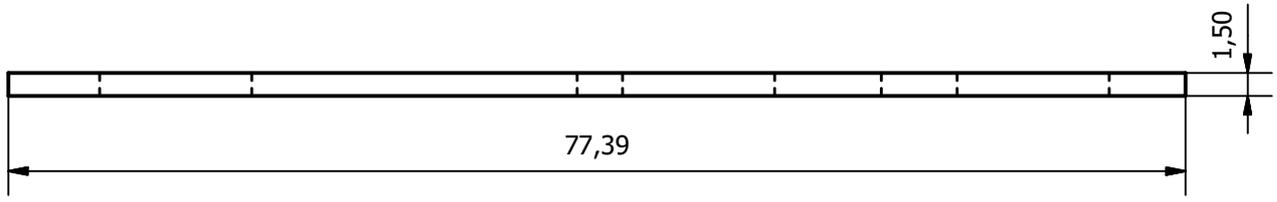
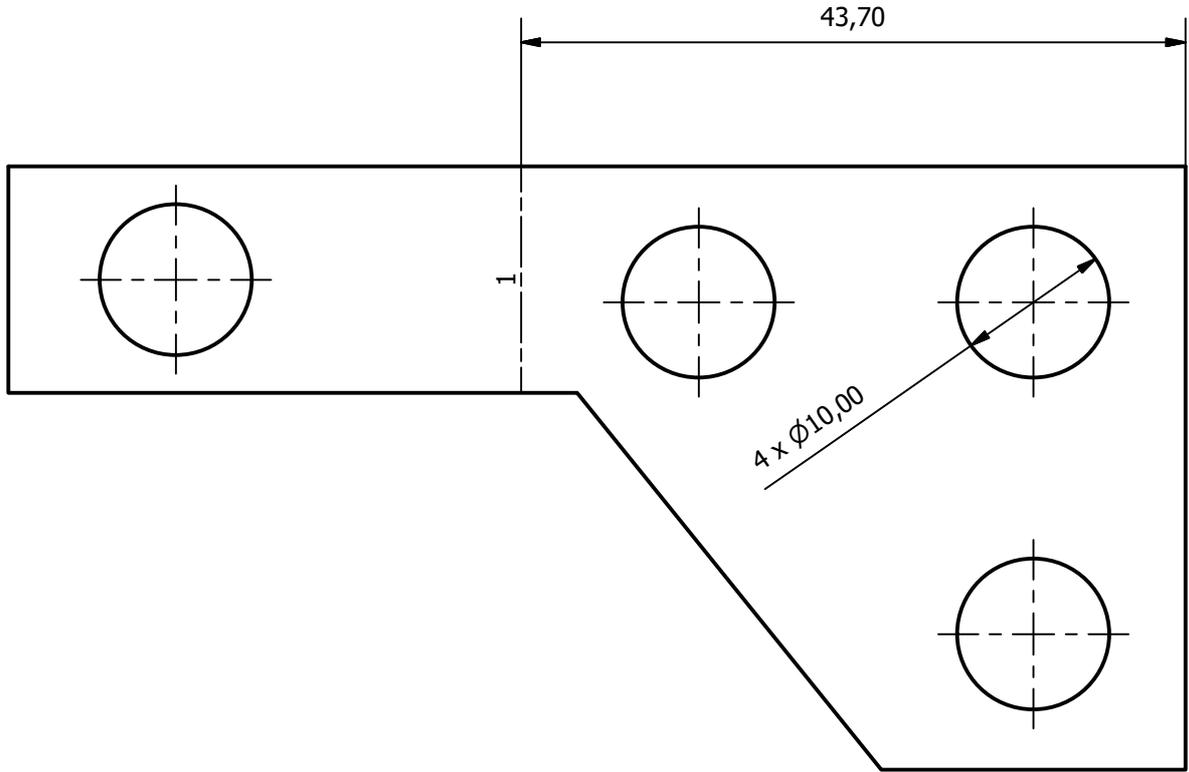
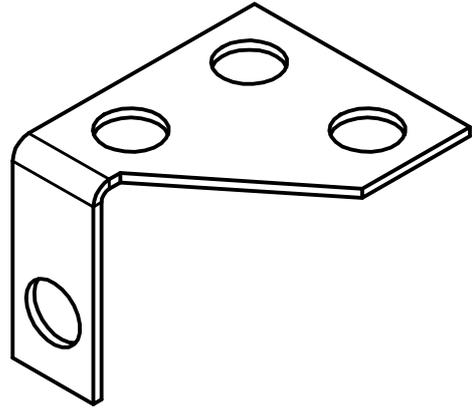


TABLA			
BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS
1	NACH UNTEN	90	1,5

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Halterung Punkt 1	Ausgabe 1	Blatt 1 / 27

ANSICHT (1 : 1)

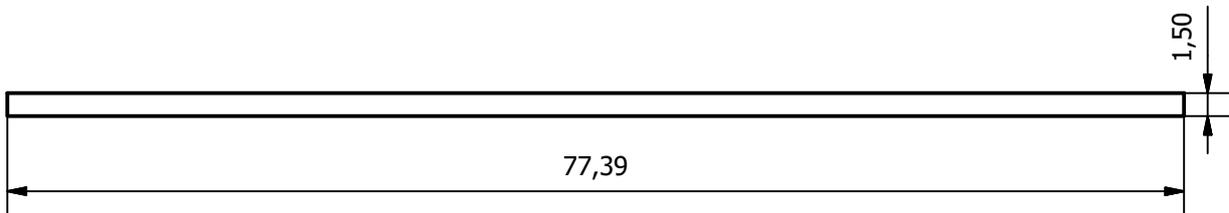
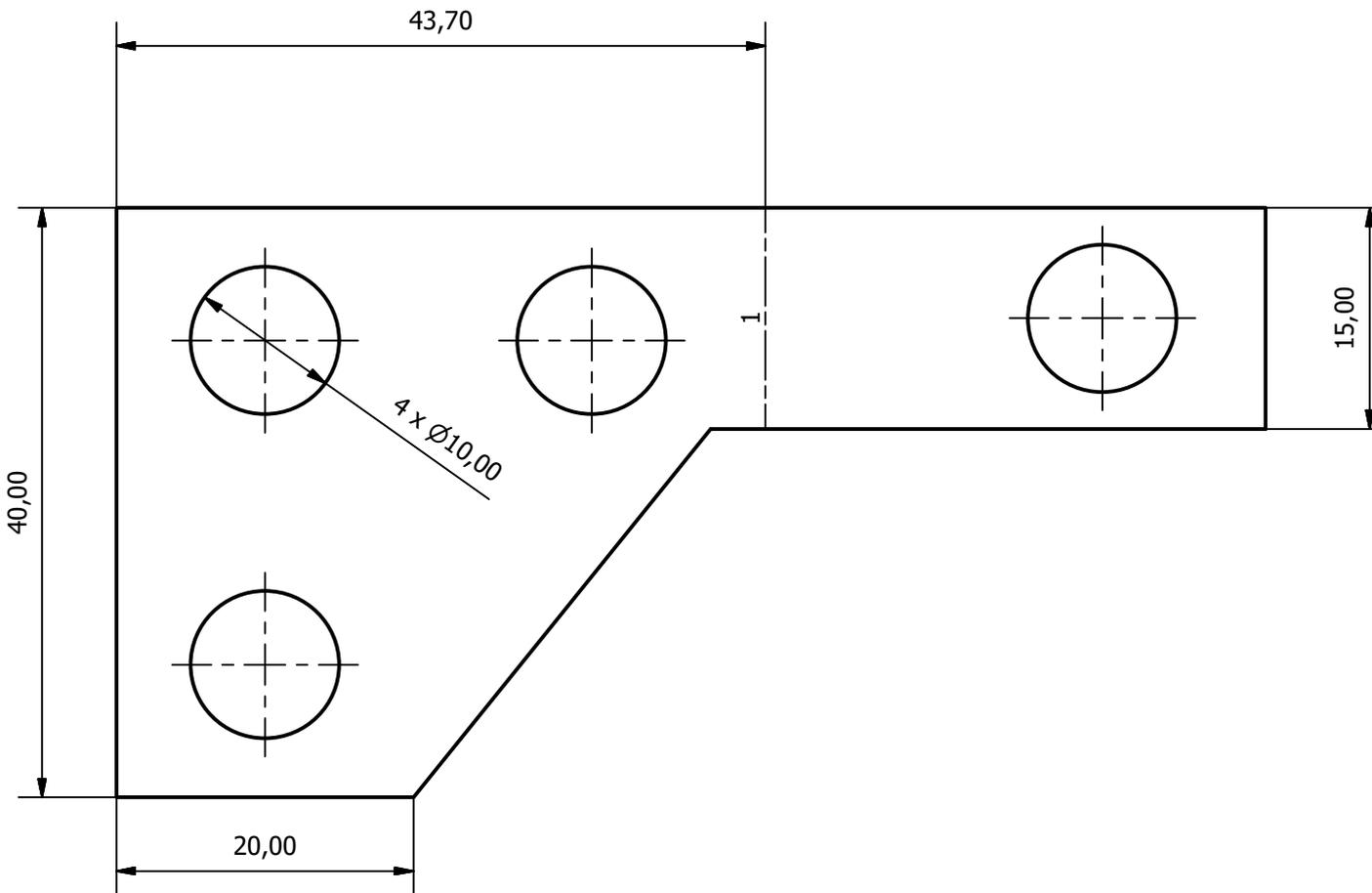
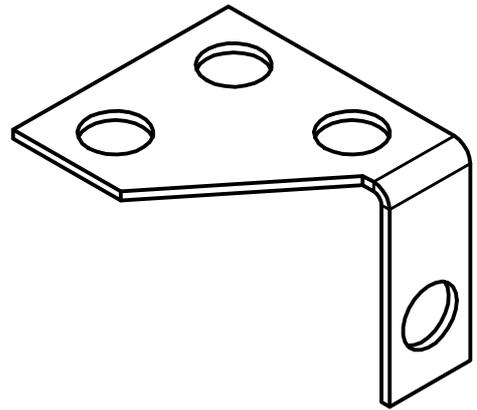
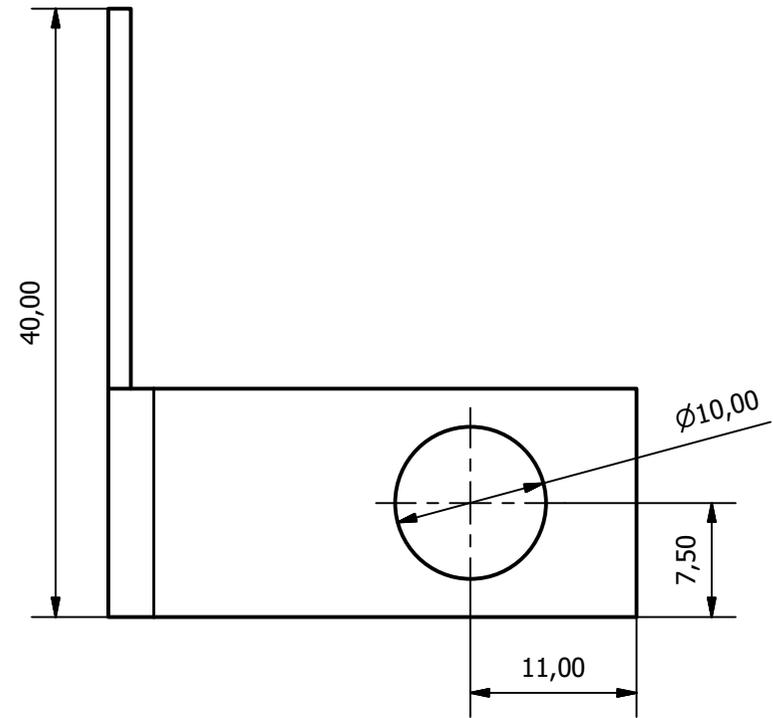
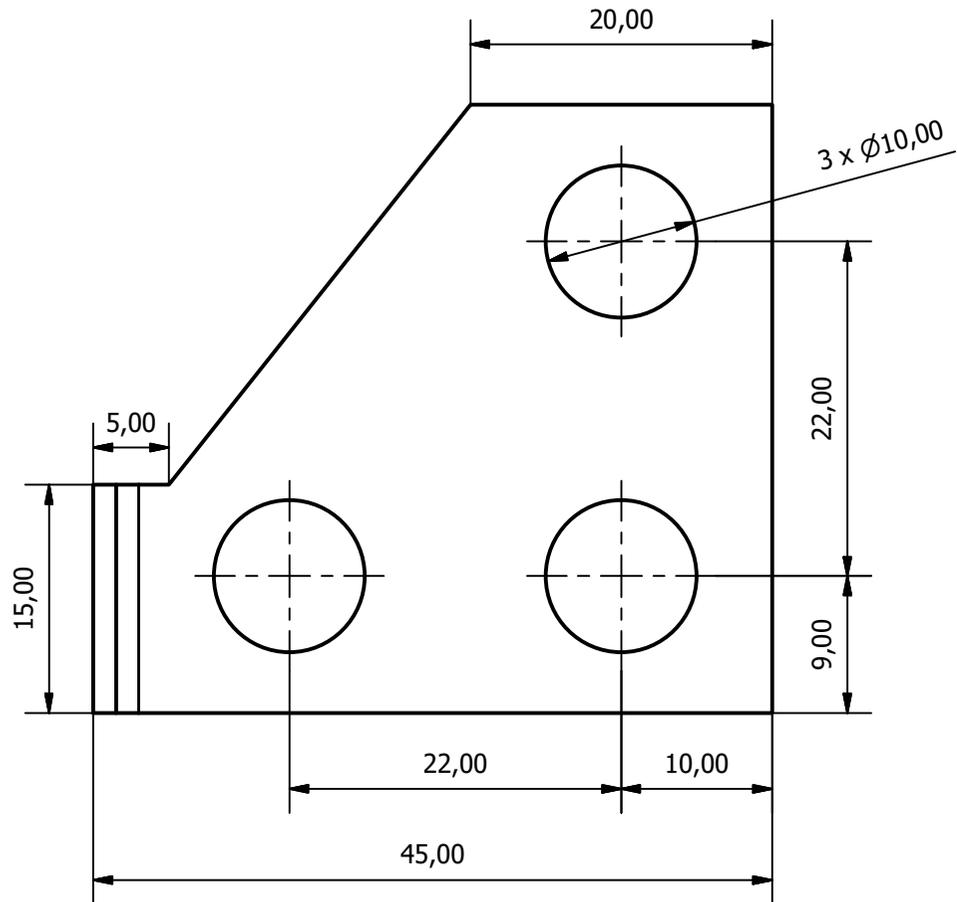
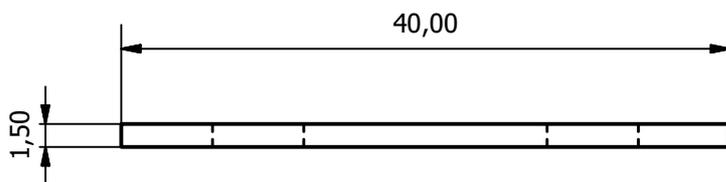
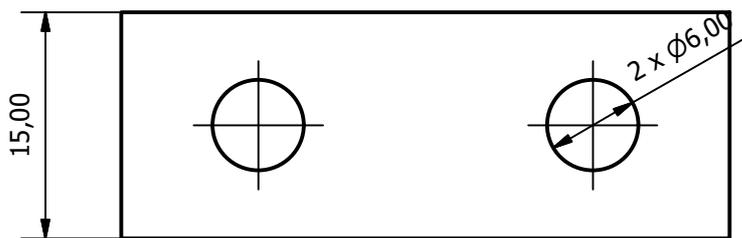


TABLA			
BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS
1	NACH UNTEN	90	1,5

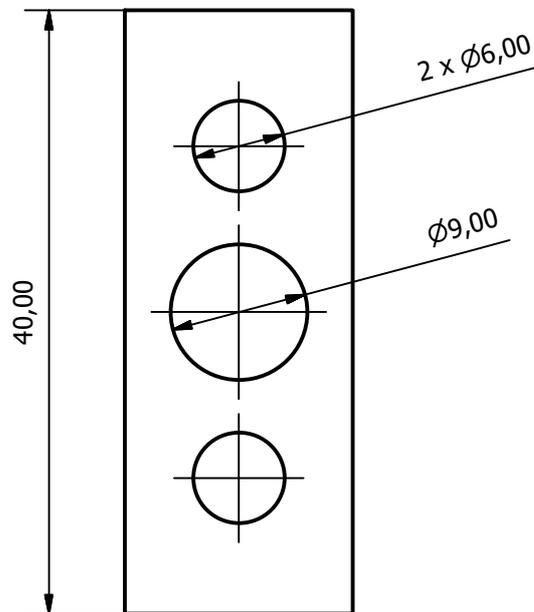
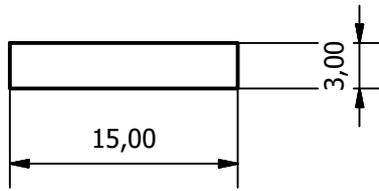
Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Halterung Punkt 2	Ausgabe 1	Blatt 2 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 2	
Bemasung Halterung 1 und 2				Ausgabe 1	Blatt 3 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 2	
			Zentrierplate A	Ausgabe 1	Blatt 4 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 2	
			Zentriplate B	Ausgabe 1	Blatt 5 / 27

ANSICHT (1 : 1)

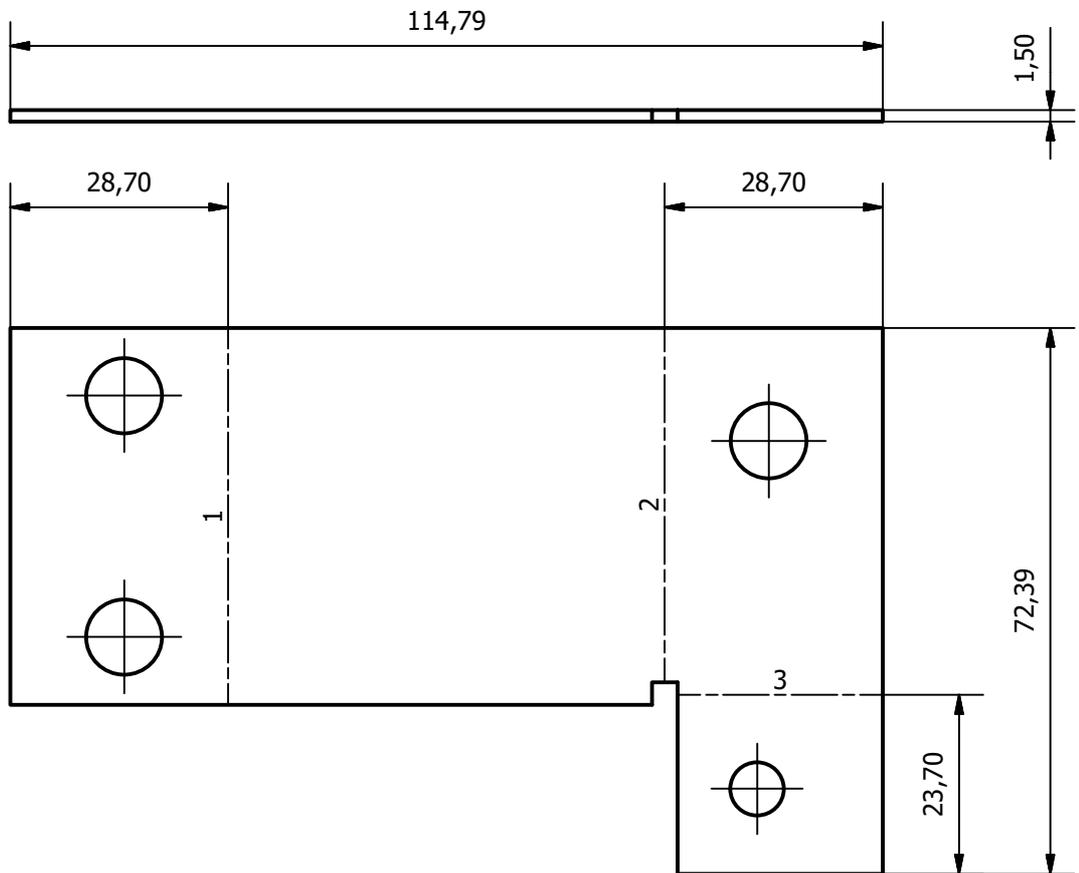
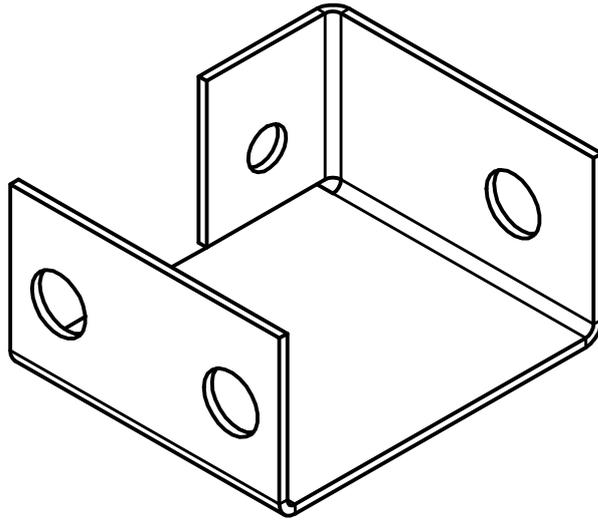
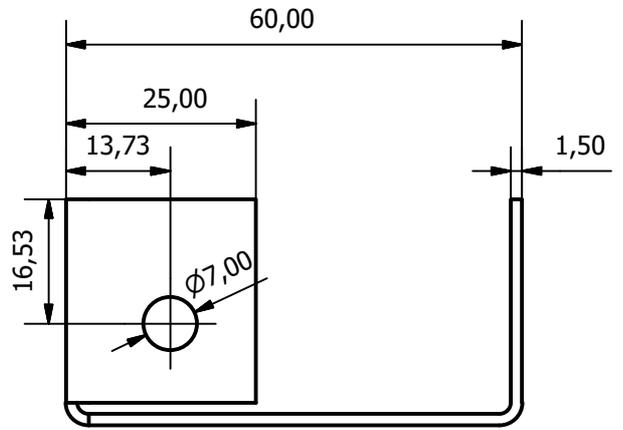
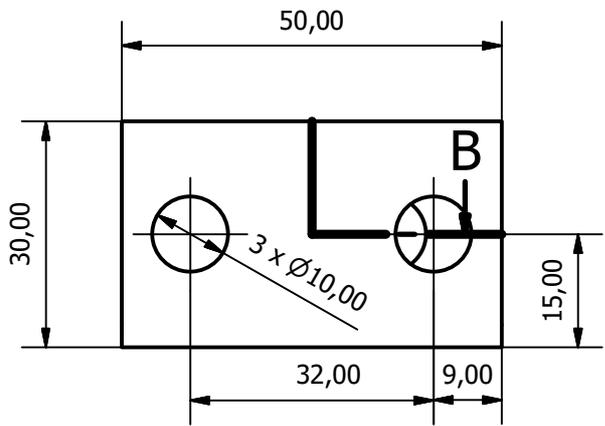
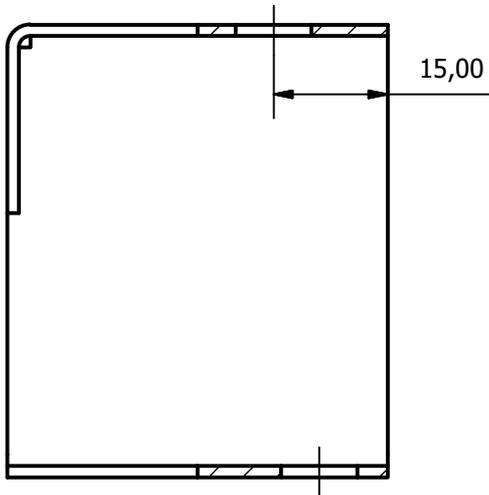


TABLA			
ID DE PLEGAD	DIRECCIÓN DE P	ÁNGULO DE P	RADIO DE PLE
1	ABAJO	90	1,5
2	ABAJO	90	1,5
3	ABAJO	90	1,5

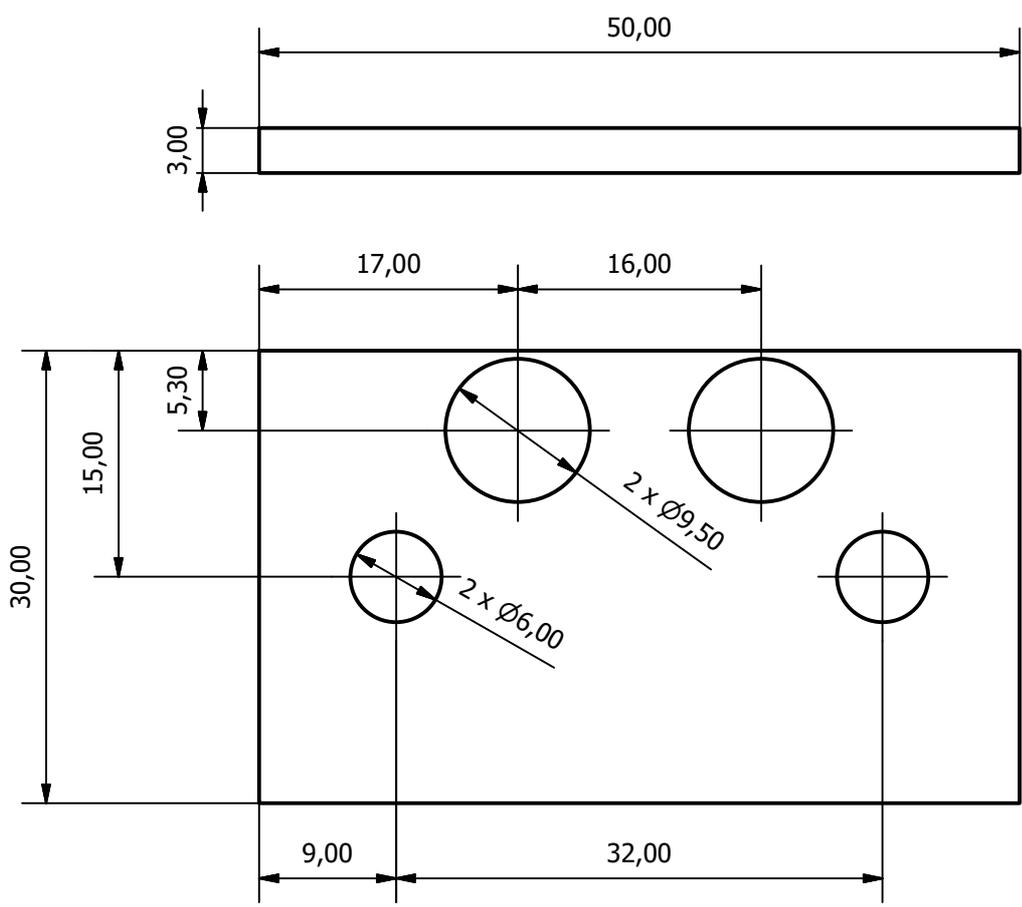
Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Halterung Punkt 6	Ausgabe 1	Blatt 6 / 27



B-B (1 : 1)



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Bemasung Halterung 6	Ausgabe 1	Blatt 7 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 2	
			Magnethalterung Punkt 6	Ausgabe 1	Blatt 8 / 27

ANSICHT (1 : 1)

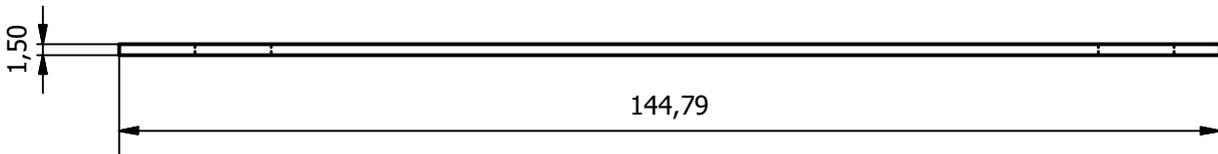
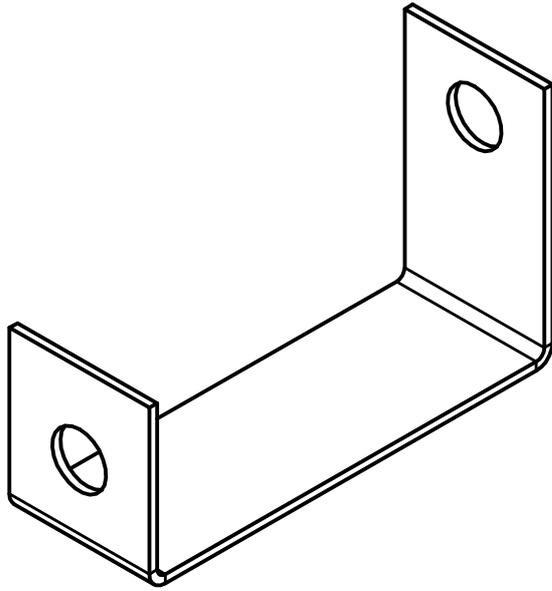
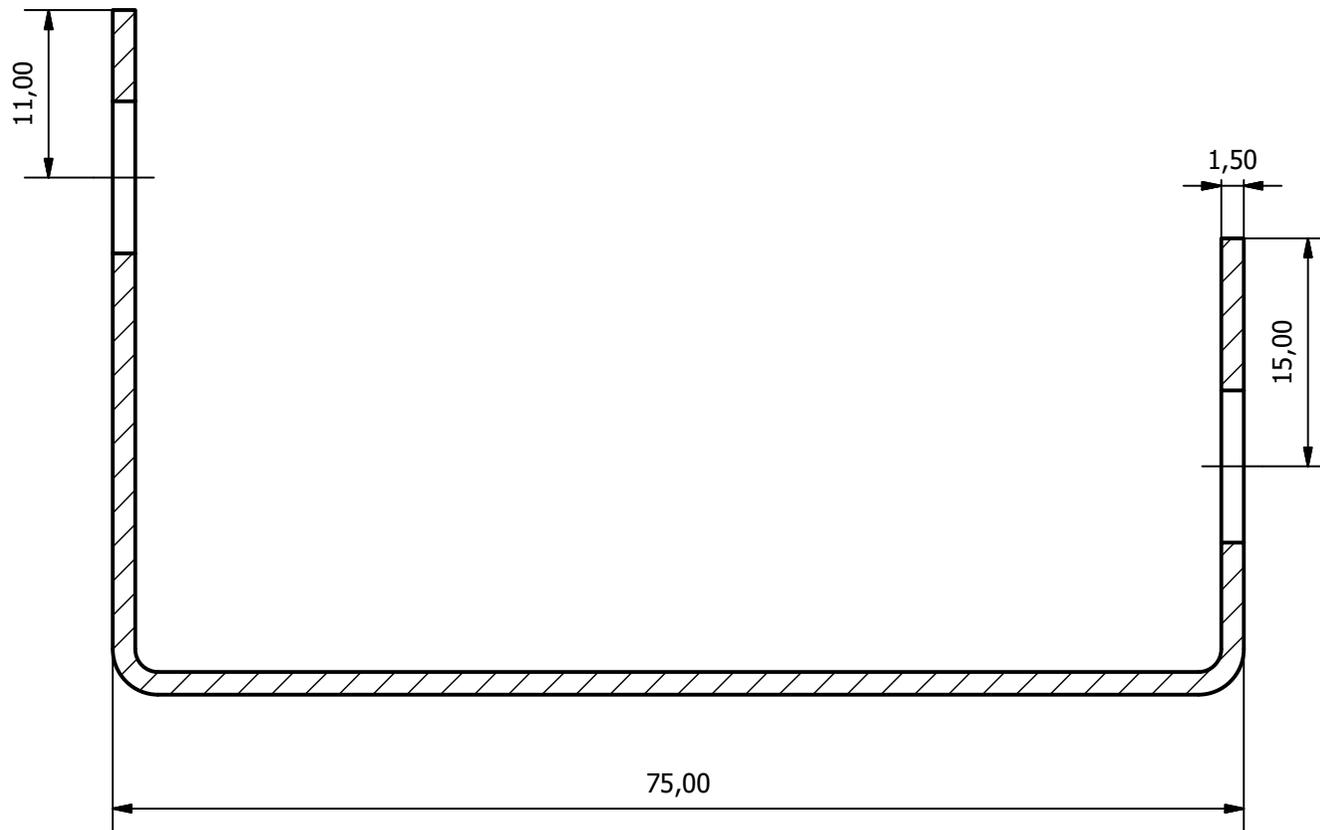
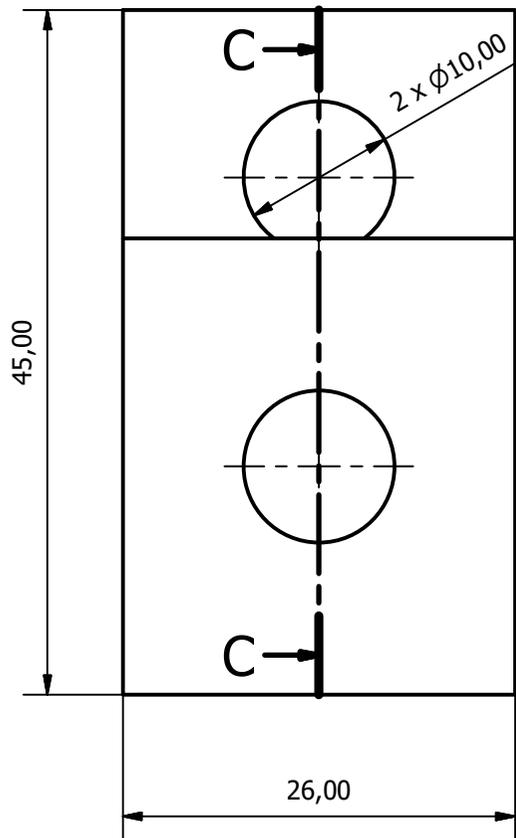


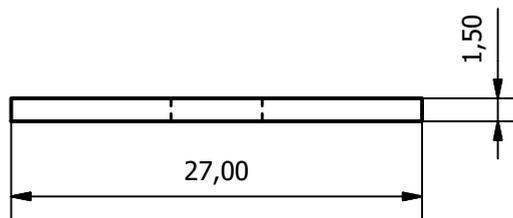
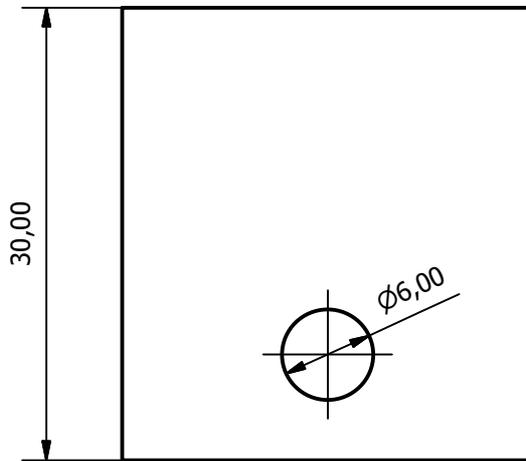
TABLA			
BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS
1	NACH UNTEN	90	1,5
2	NACH UNTEN	90	1,5

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Halterung Punkt 5 Flex	Ausgabe 1	Blatt 9 / 27

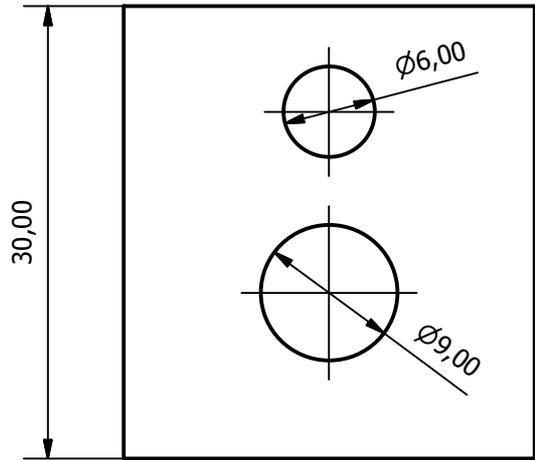
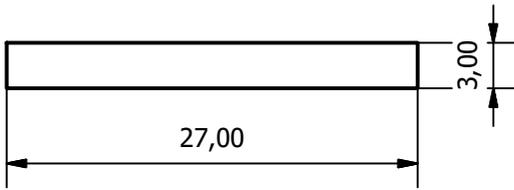
C-C (2 : 1)



Konstruiert von	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum	Skala
A. Morales Casas				17/05/2016	2:1
KONVEKTA			Material	Stückzahl	
			Stahl	1	
			Bemasung Halterung 5	Ausgabe	Blatt
				1	10 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
			Magnethalterung Punkt 5 A	Ausgabe 1	Blatt 11 / 27



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Magnethalterung Punkt 5 B	Ausgabe 1	Blatt 12 / 27

ANSICHT (1 : 1)

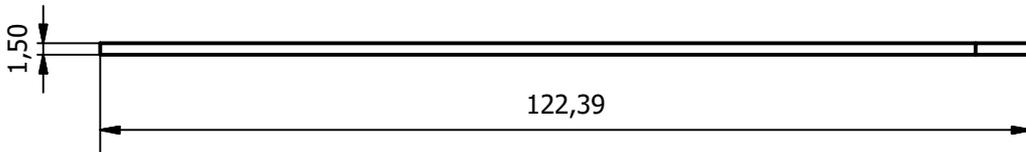
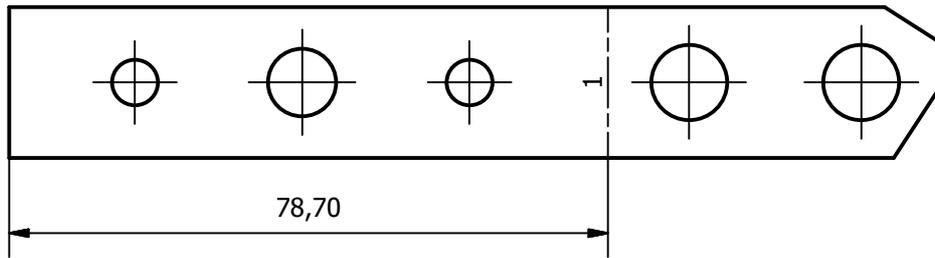
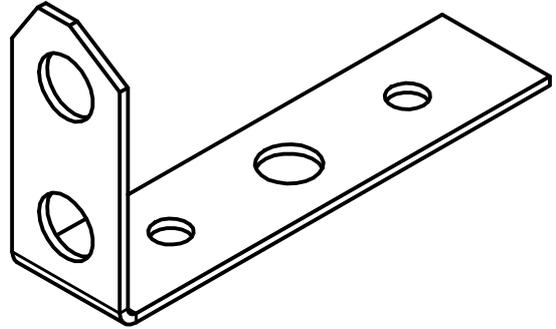
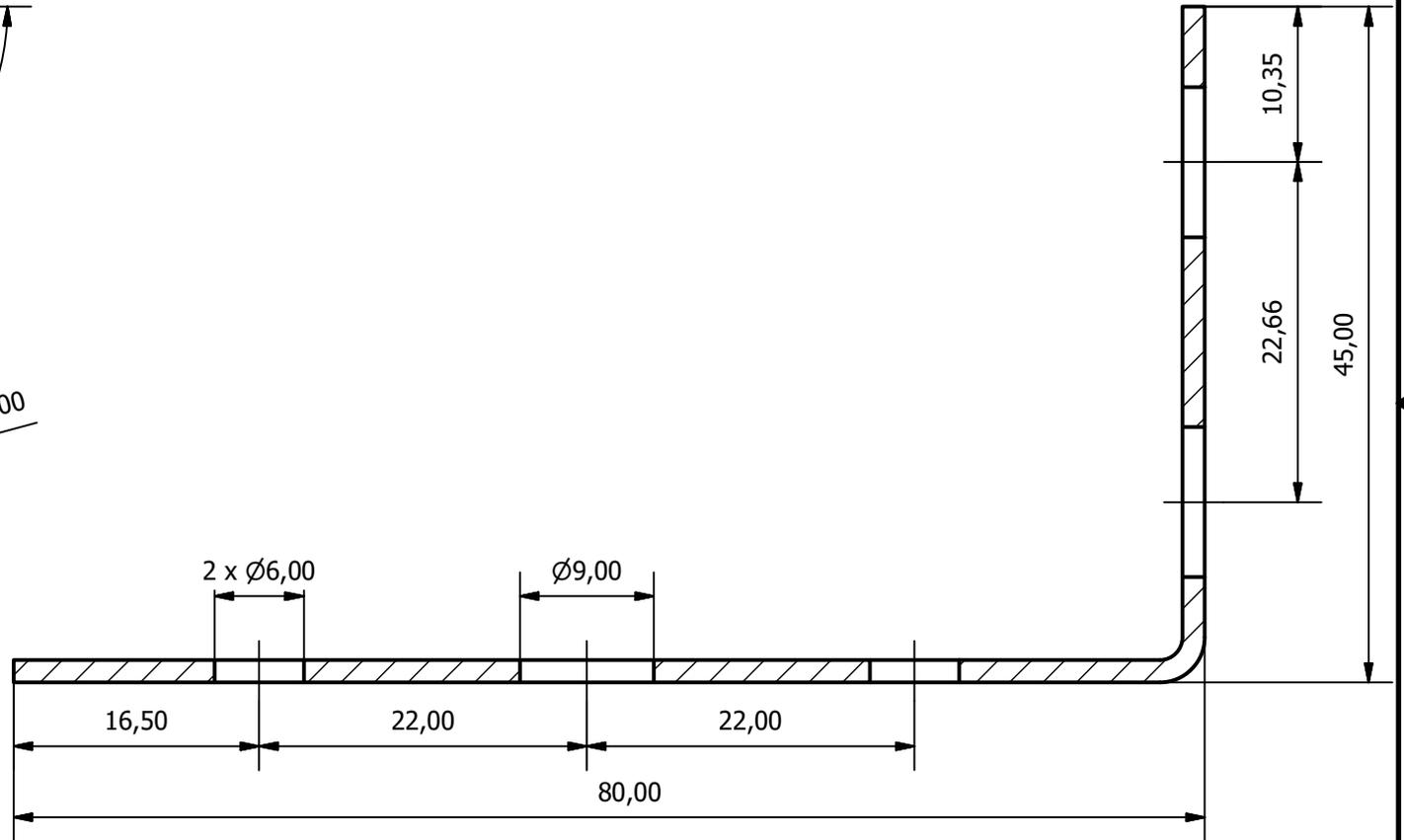
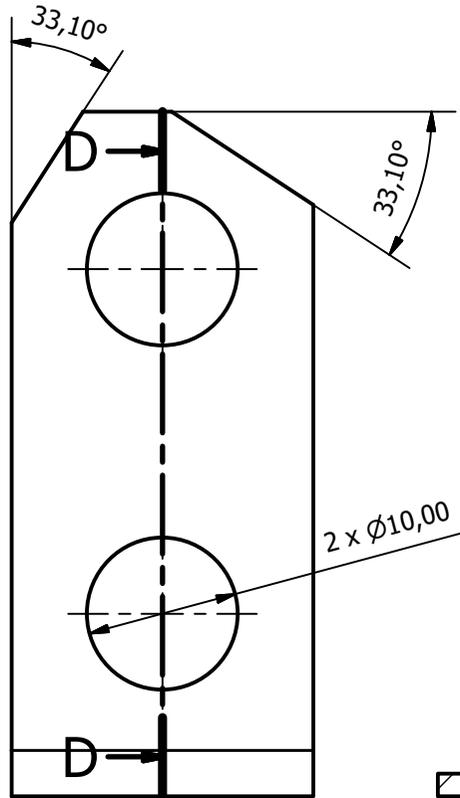


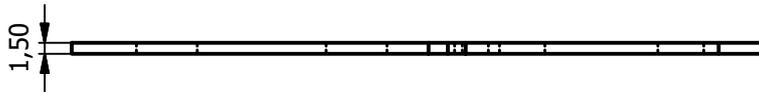
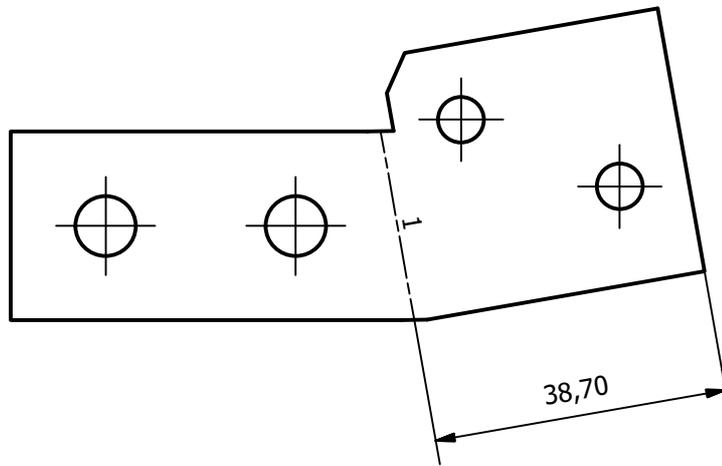
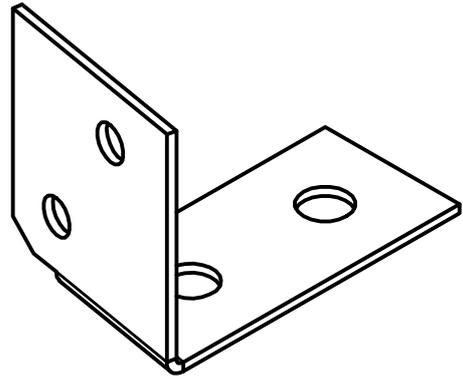
TABLA					
BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS		
1	NACH UNTEN	90	1,5		
Konstruiert von	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum	Skala
A. Morales Casas				17/05/2016	
KONVEKTA			Material	Stückzahl	
			Stahl	1	
			Halterung Wandmontage	Ausgabe	Blatt
				1	13 / 27

D-D (2 : 1)



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Stahl	Stückzahl 1	
Bemasung Halterung Wandmontage				Ausgabe 1	Blatt 14 / 27

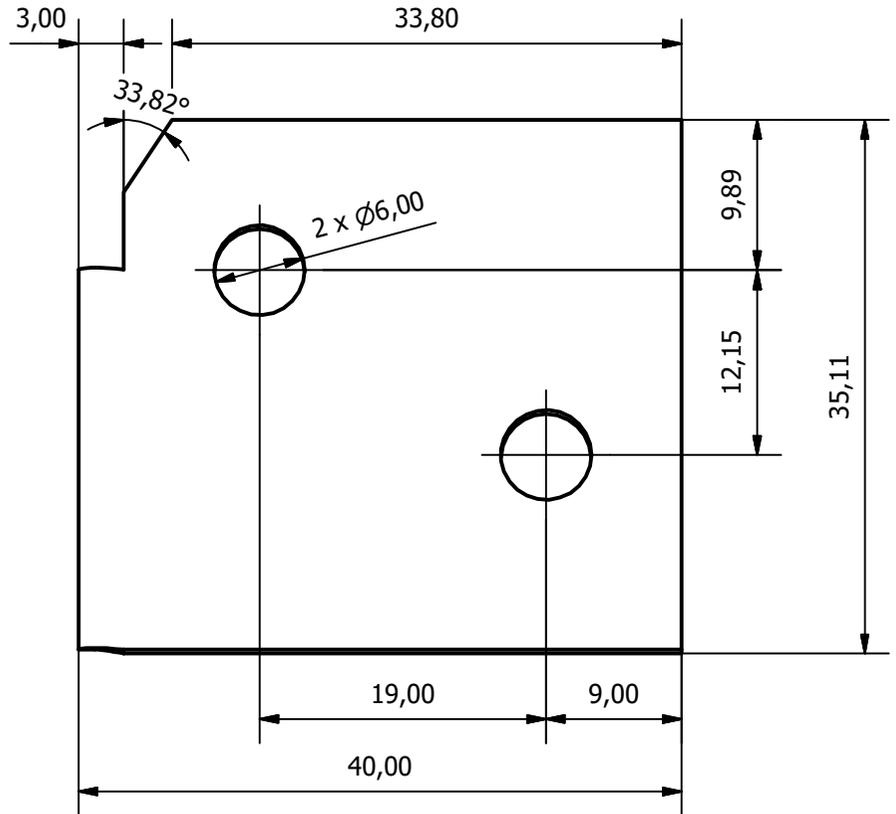
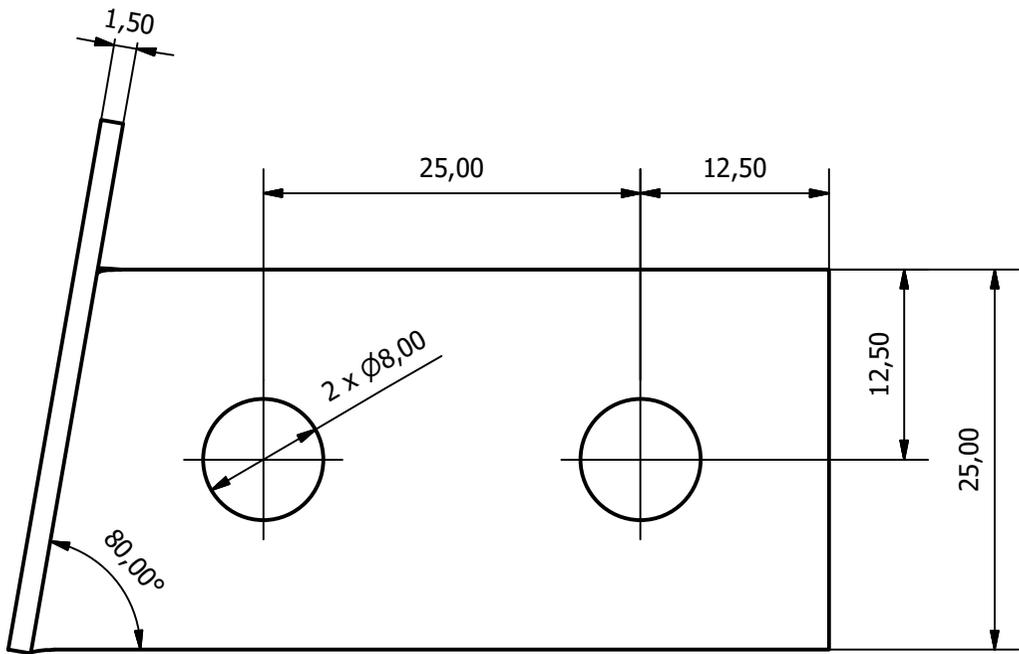
ANSICHT (1 : 1)



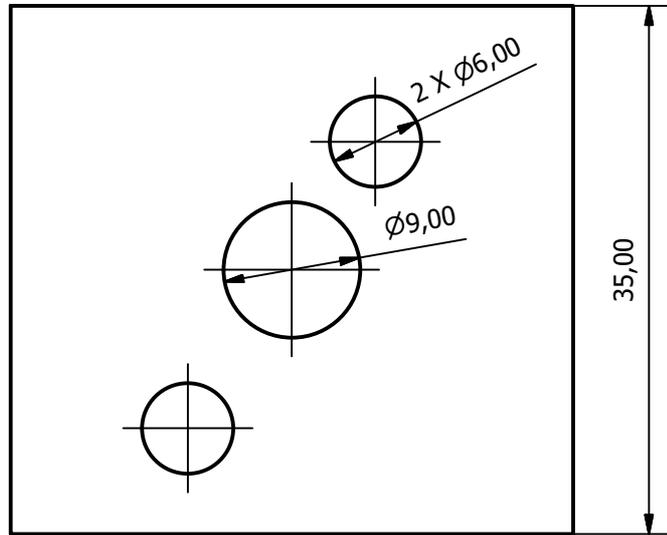
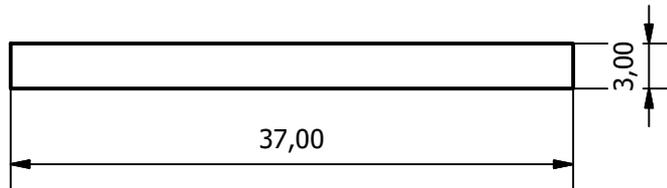
TABLA

BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS
1	NACH UNTEN	90	1,5

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA		Material Stahl		Stückzahl 1	
		Halterung Strömungssensor		Ausgabe 1	Blatt 15 / 27

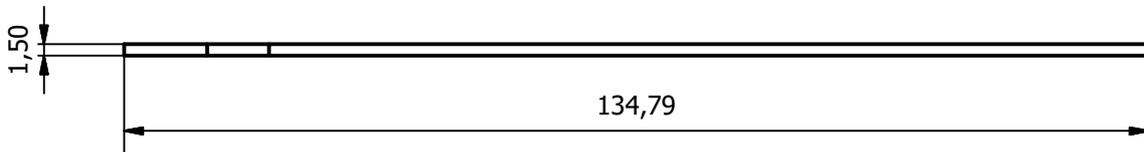
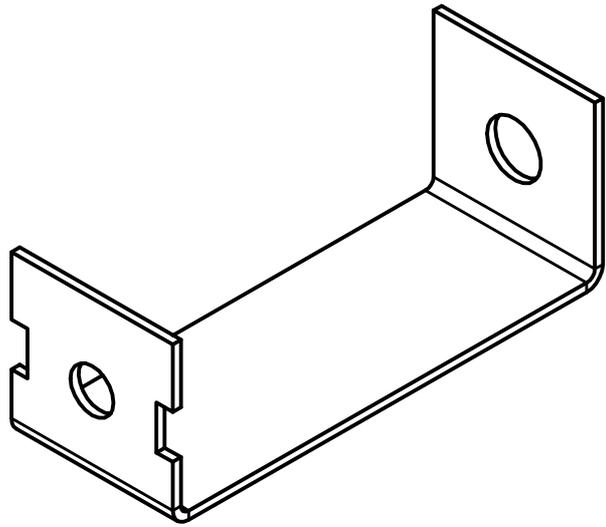


Konstruiert von	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum	Skala
A. Morales Casas				17/05/2016	2:1
KONVEKTA			Material	Stückzahl	
			Stahl	1	
			Bemasung Halterung Strömungssensor	Ausgabe	Blatt
				1	16 / 27



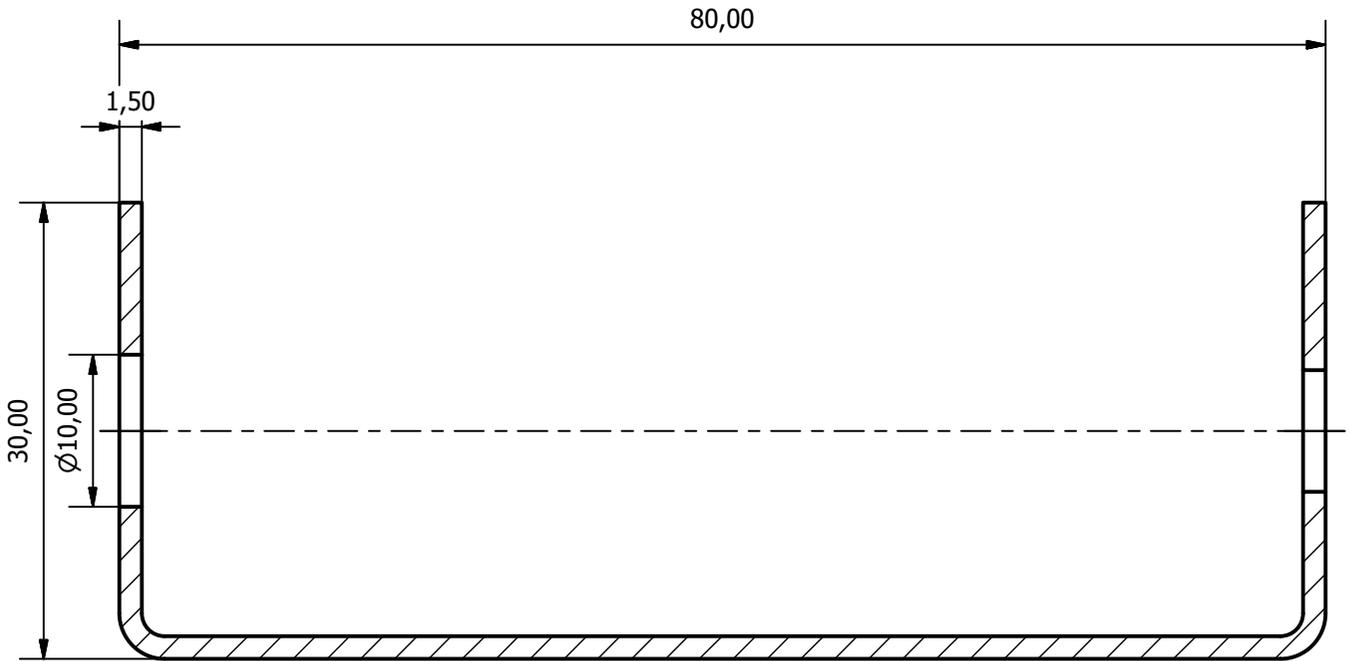
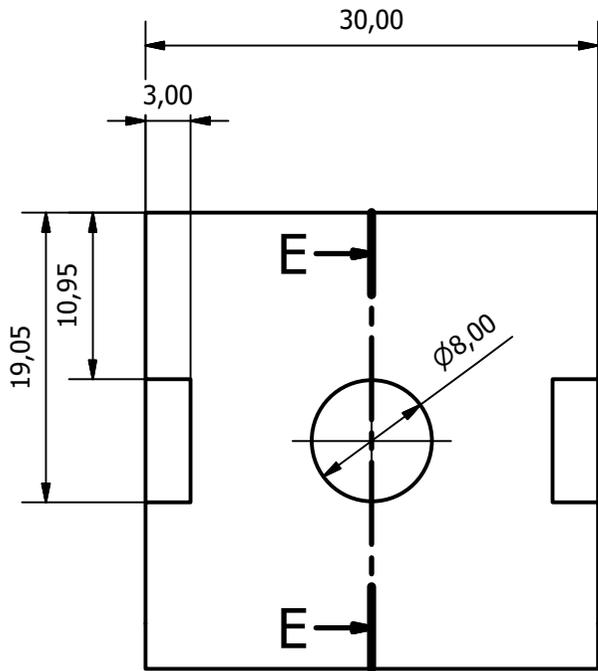
Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 2:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Magnethalterung Strömungssensor	Ausgabe 1	Blatt 17 / 27

ANSICHT (1 : 1)



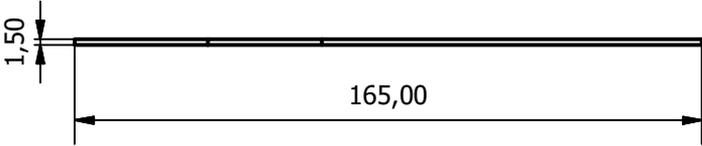
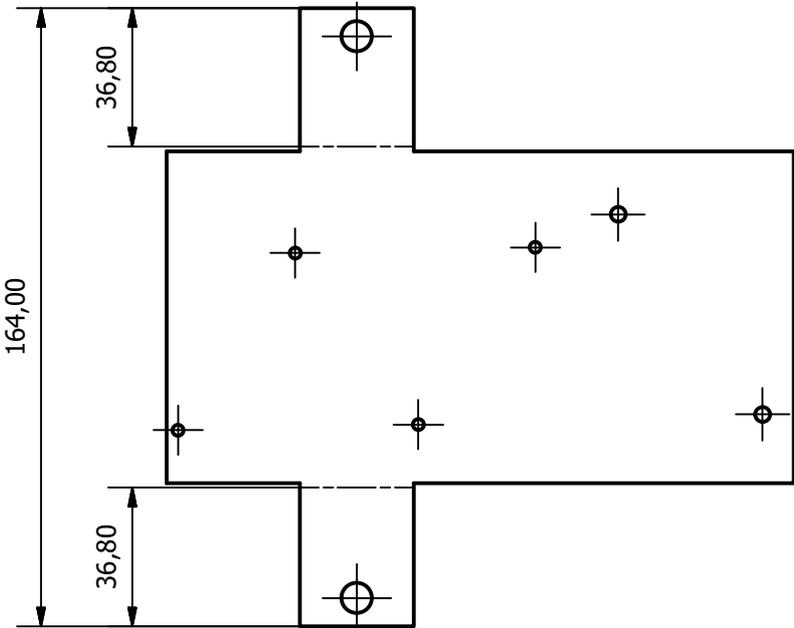
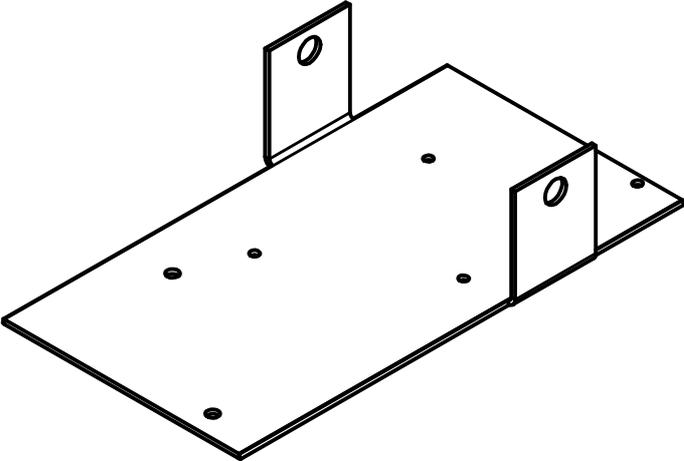
Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 2	
			Halterung Punkt 3 und 4	Ausgabe 1	Blatt 18 / 27

E-E (2 : 1)

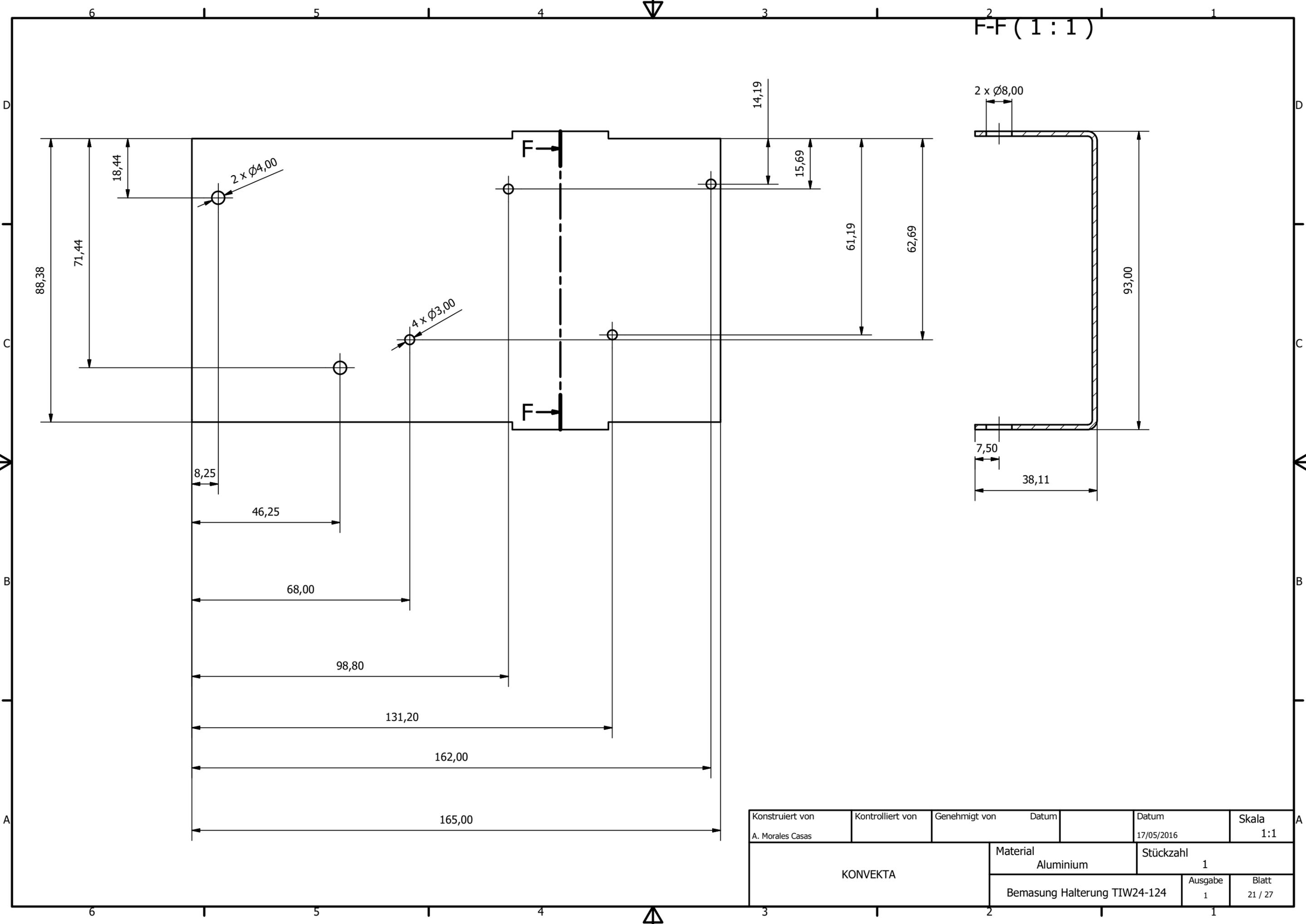


Konstruiert von	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum	Skala
A. Morales Casas				17/05/2016	2:1
KONVEKTA			Material	Stückzahl	
			Stahl	1	
Bemasung Halterung 3 und 4				Ausgabe	Blatt
				1	19 / 27

ANSICHT (1 : 2)



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:2
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Halterung TIW24-124	Ausgabe 1	Blatt 20 / 27



F-F (1:1)

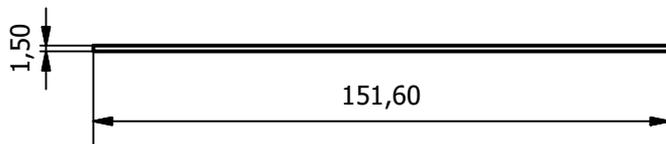
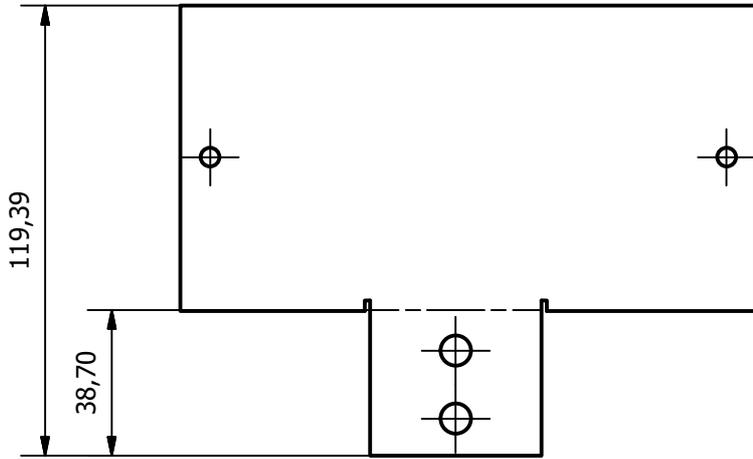
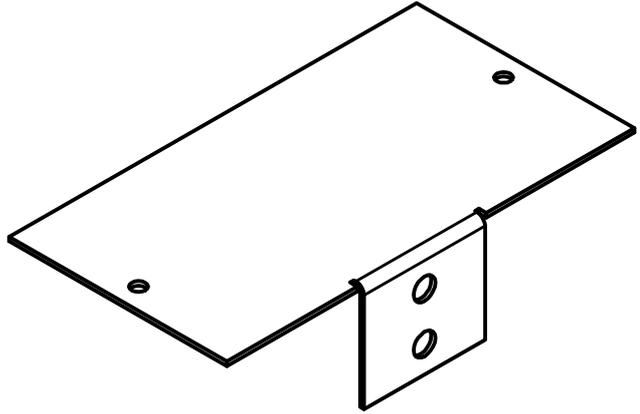
2 x Ø4,00

4 x Ø3,00

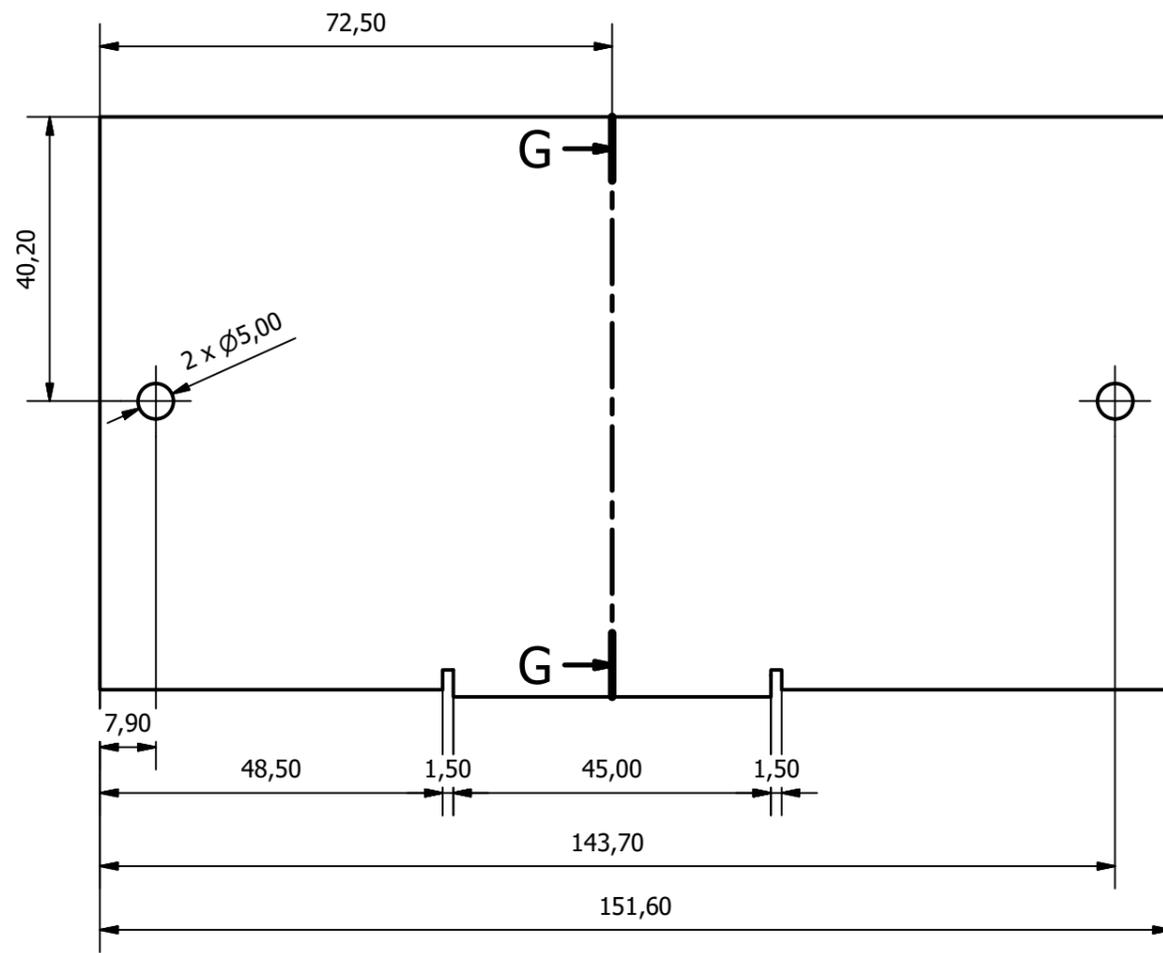
2 x Ø8,00

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Bemasung Halterung TIW24-124	Ausgabe 1	Blatt 21 / 27

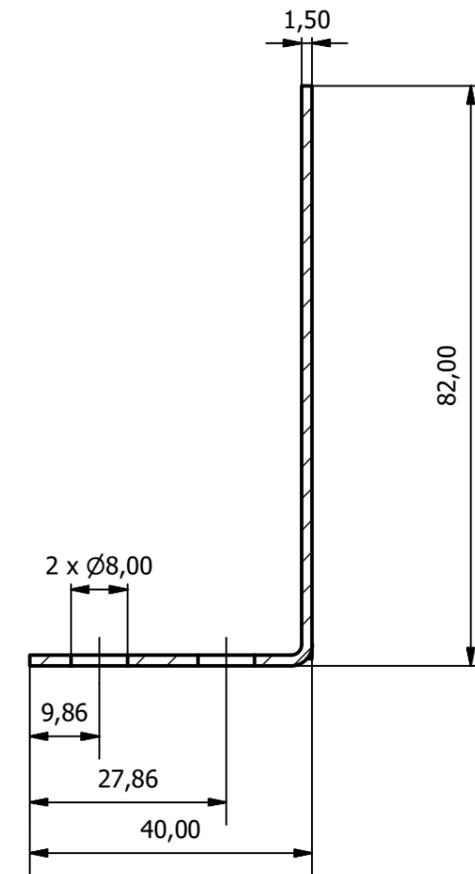
ANSICHT (1 : 2)



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:2
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Halterung Druckmessumformer	Ausgabe 1	Blatt 22 / 27



G-G (1 : 1)



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Bemasung H. Druckmessumformer	Ausgabe 1	Blatt 23 / 27

ANSICHT (1 : 2)

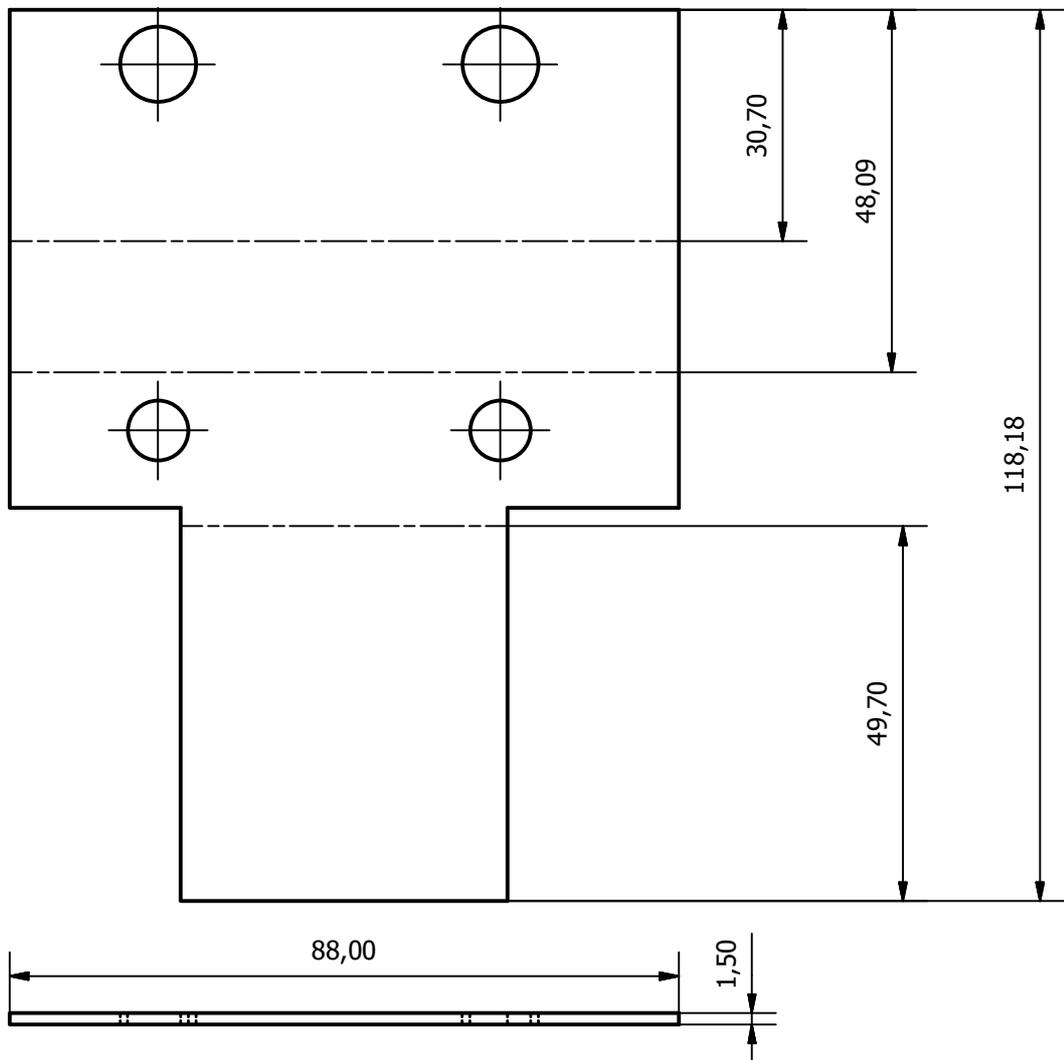
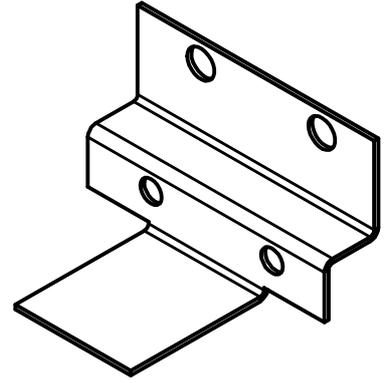
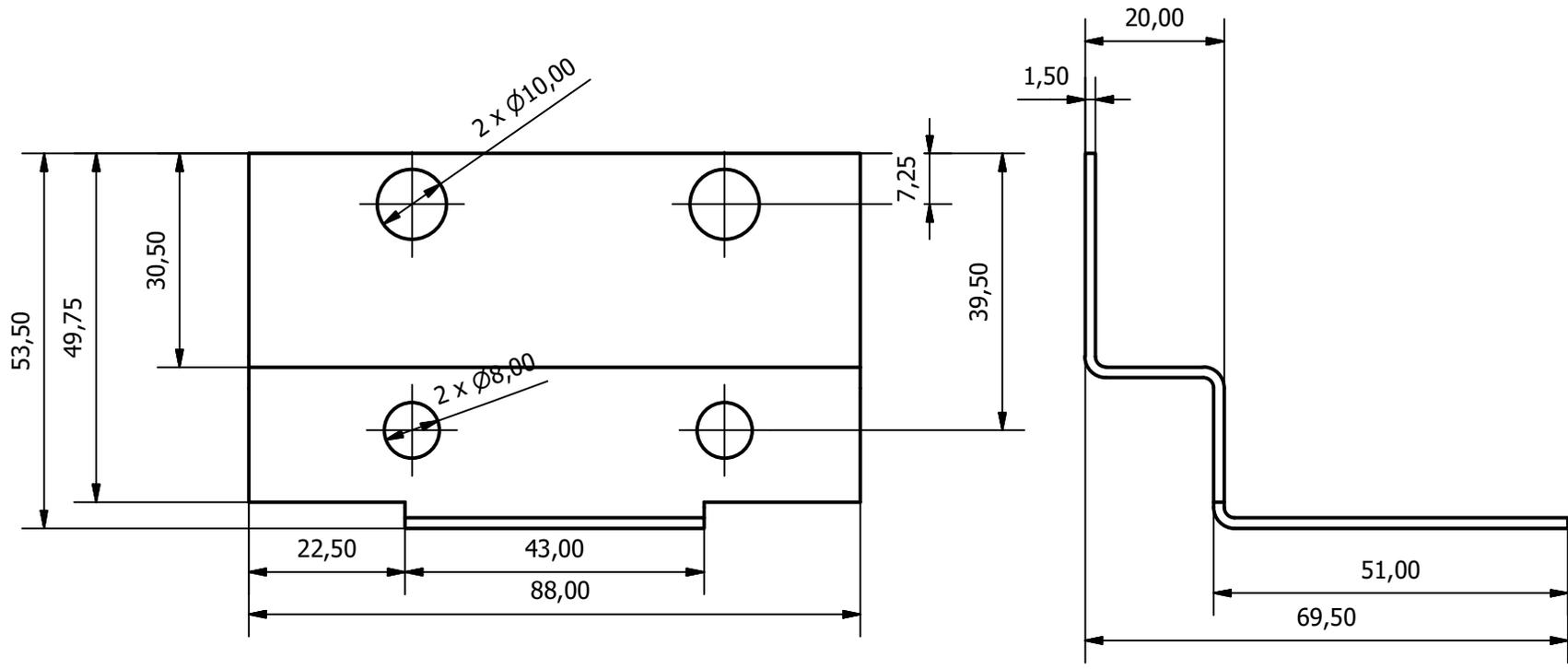


TABLA			
ID DE PLEGAD	DIRECCIÓN DE P	ÁNGULO DE P	RADIO DE PLE
1	ABAJO	90	1,5
2	ARRIBA	90	1,5
3	ABAJO	90	1,5

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 1	
			Halteplate Kamera	Ausgabe 1	Blatt 24 / 27



Konstruiert von	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum	Skala
A. Morales Casas				17/05/2016	1:1
KONVEKTA			Material	Stückzahl	
			Aluminium	1	
Bemasung Halteplatte Kamera			Ausgabe	Blatt	
			1	25 / 27	

ANSICHT (1 : 2)

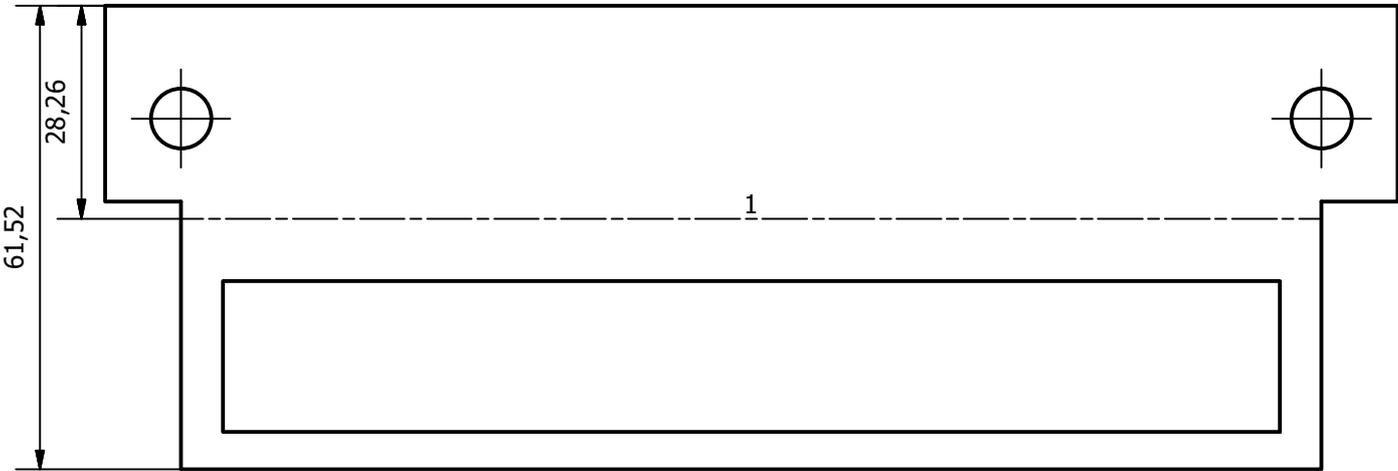
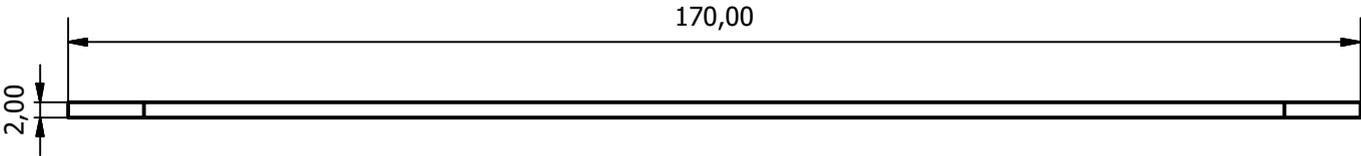
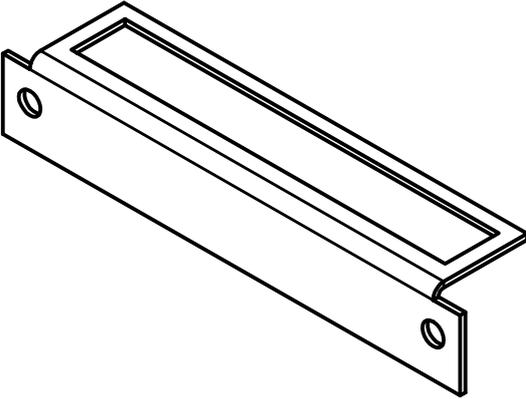
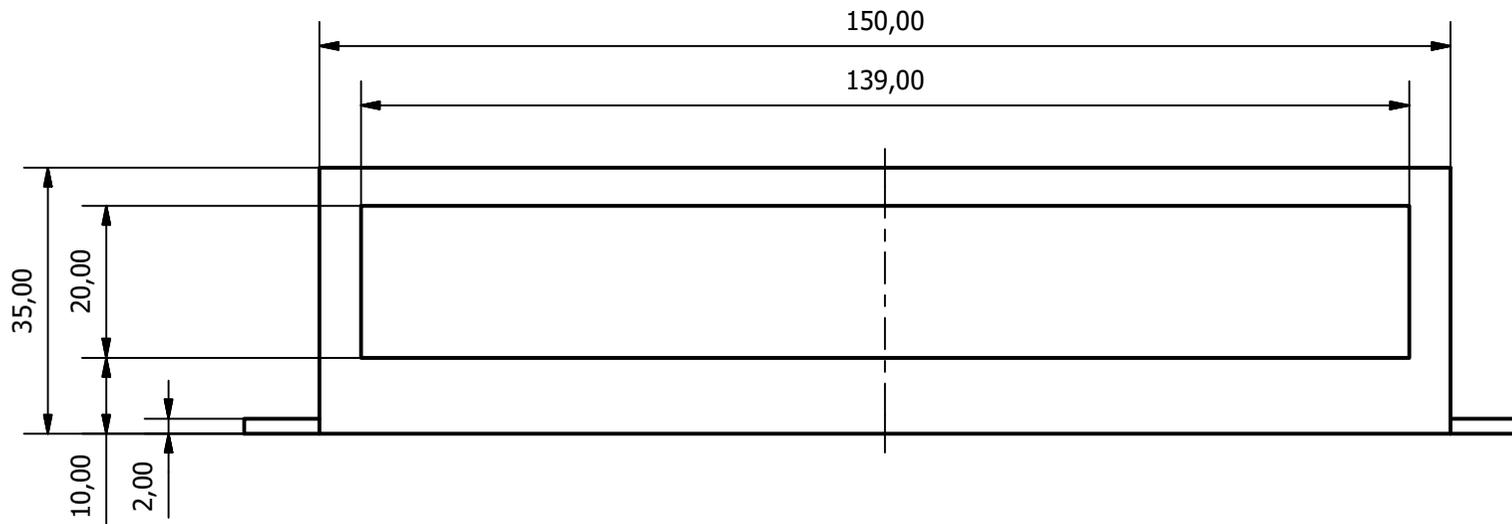
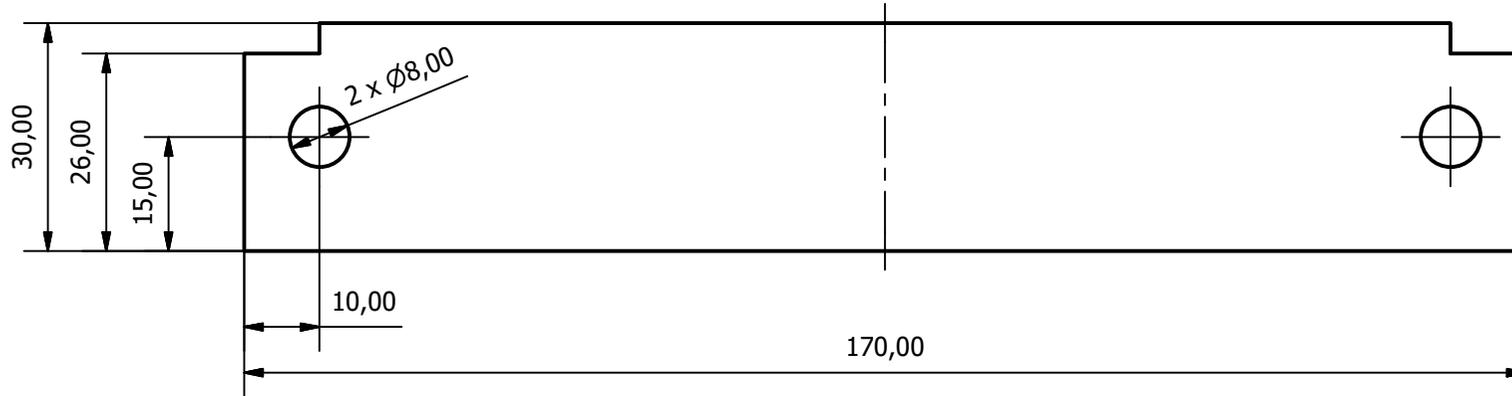


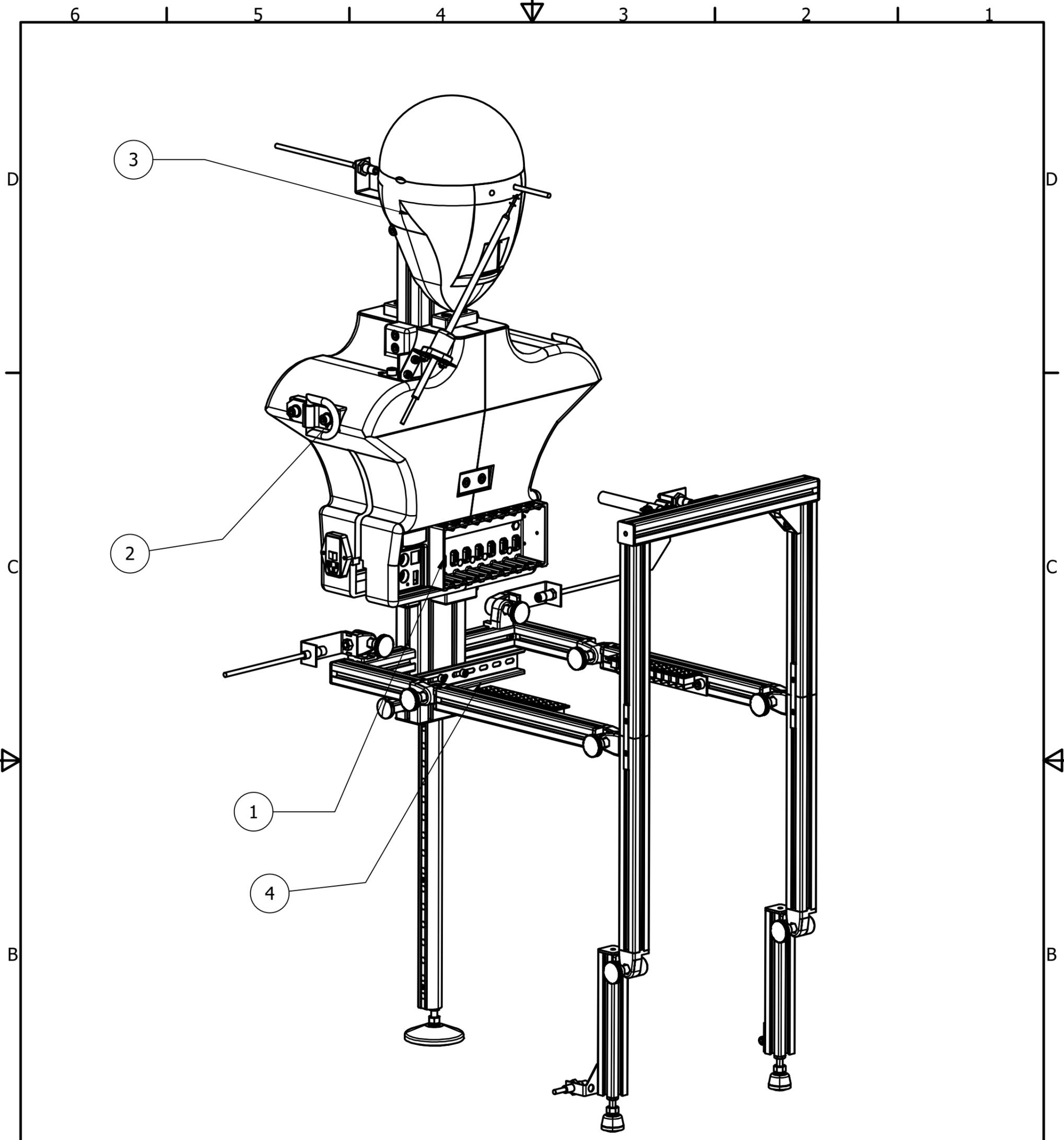
TABLA			
BIEGUNGS-ID	BIEGUNGSRICHT	BIEGUNGSWIN	BIEGERADIUS
1	NACH UNTEN	90	2

Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala
KONVEKTA		Material Aluminium		Stückzahl 2	
Halterung Miniatur-Sockel			Ausgabe 1	Blatt 26 / 27	

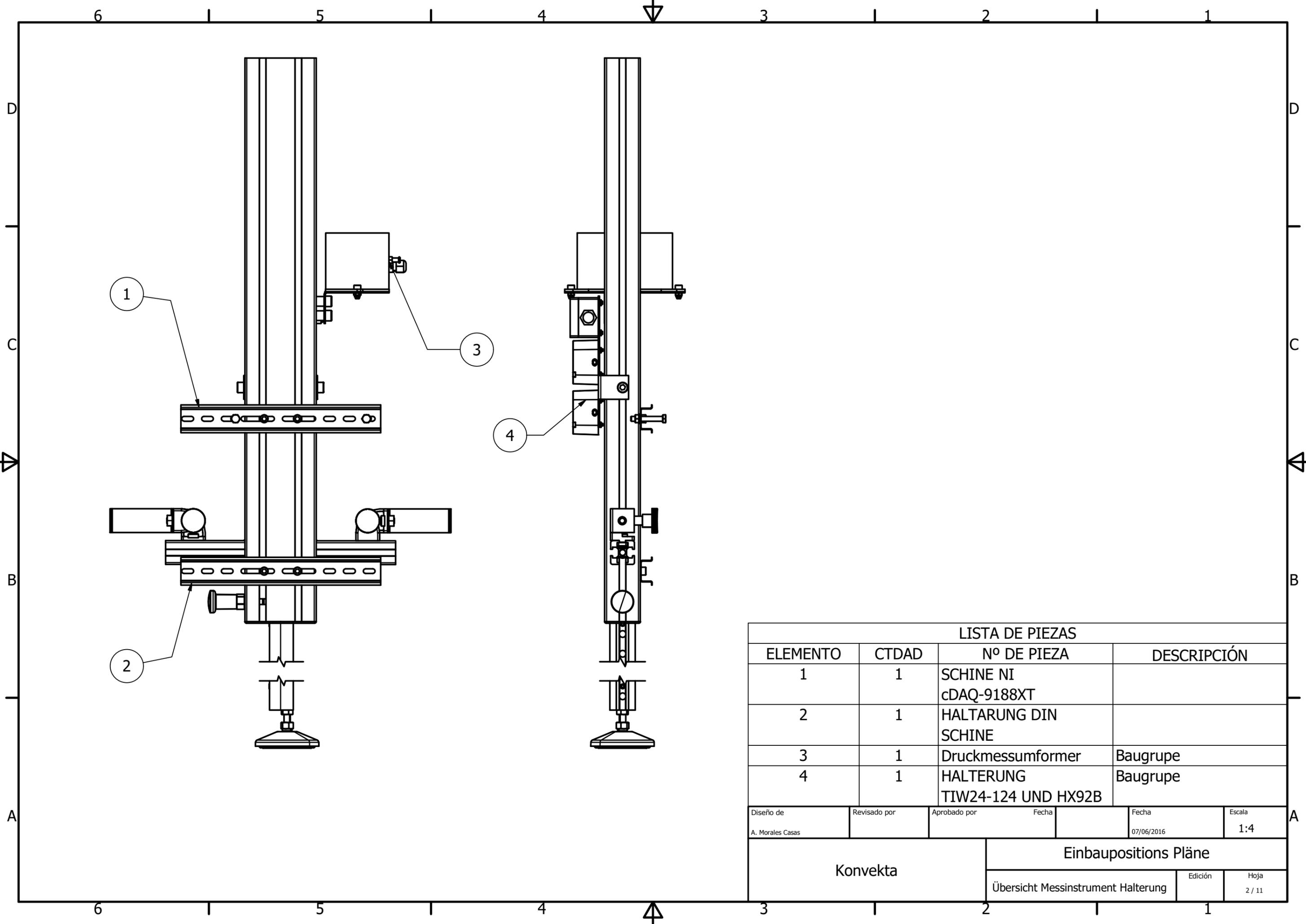


Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genehmigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1:1
KONVEKTA			Material Aluminium	Stückzahl 2	
Bemasung Halterung Miniatur-Sockel				Ausgabe 1	Blatt 27 / 27

2.3 Einbaupositions Päne

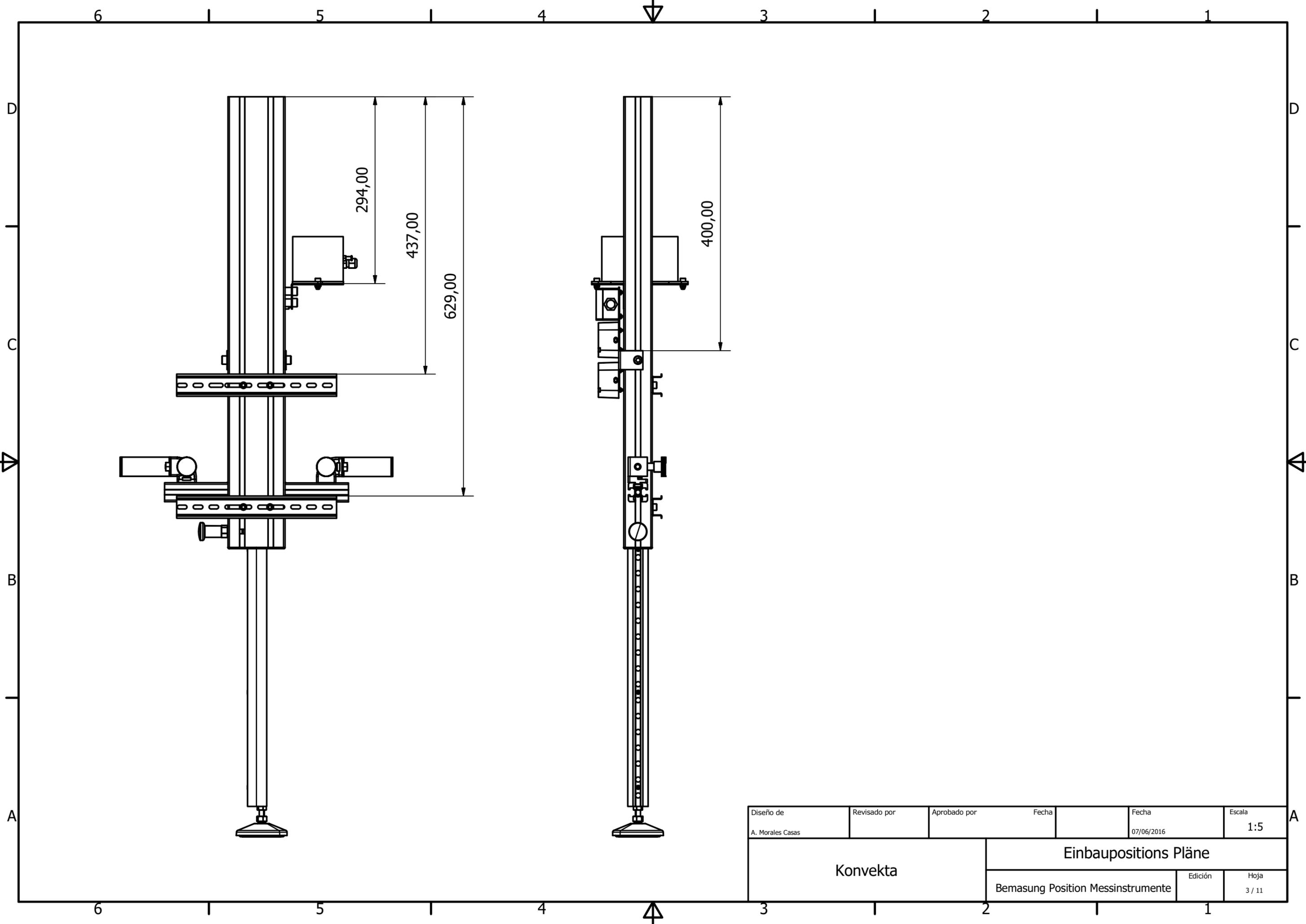


LISTA DE PIEZAS						
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			
1	1	NI cDAQ-9188XT				
2	1	TORSO 2	Baugruppe			
3	1	Kopf 2.0	Baugruppe			
4	1	HALTARUNG DIN SCHINE				
Diseño de		Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas					07/06/2016	1:5
Konvekta			Einbaupositions Pläne			
			Übersicht Messtorso		Edición	Hoja
				1 / 11		

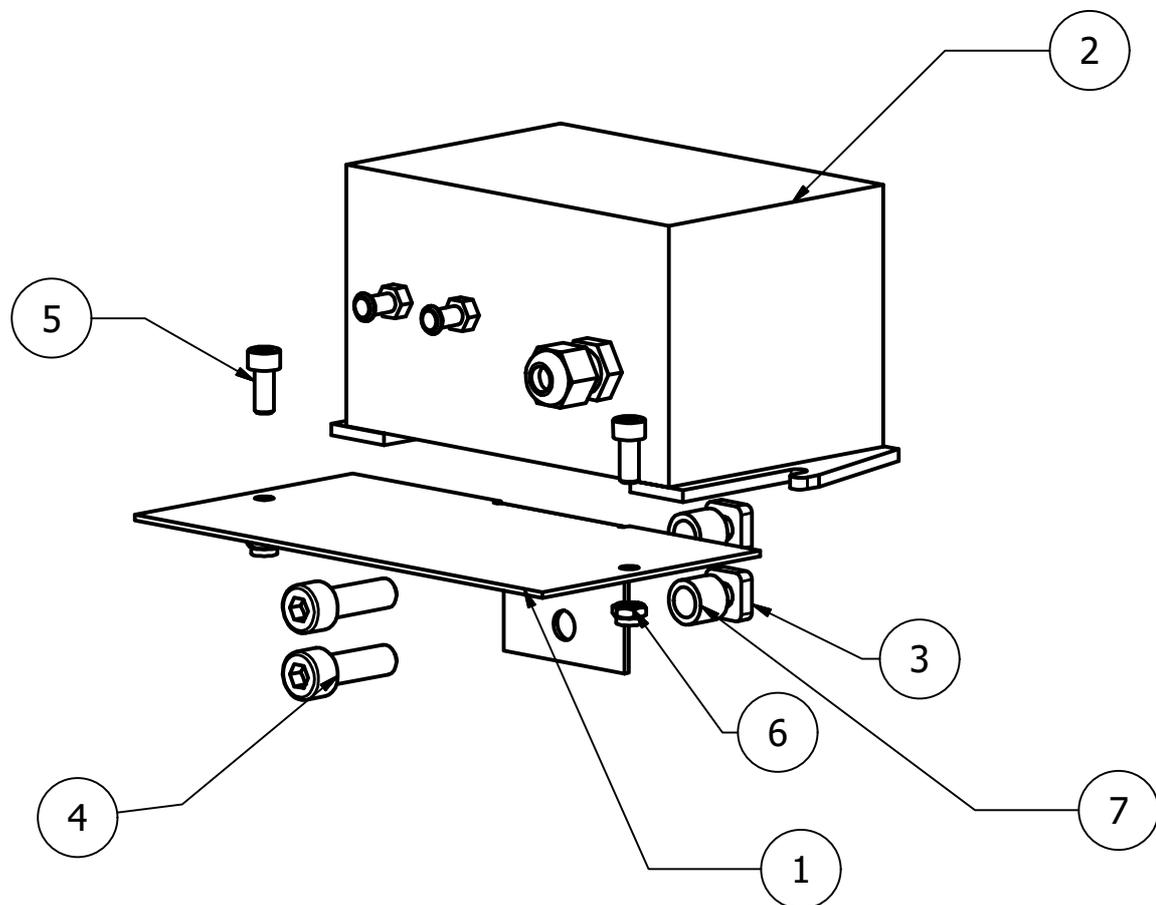


LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	SCHINE NI cDAQ-9188XT			
2	1	HALTARUNG DIN SCHINE			
3	1	Druckmessumformer	Baugrupe		
4	1	HALTERUNG TIW24-124 UND HX92B	Baugrupe		
Diseño de		Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha
A. Morales Casas					07/06/2016
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Übersicht Messinstrument Halterung		Edición
					Hoja
					2 / 11

A



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas				07/06/2016	1:5
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Bemasung Position Messinstrumente		Edición
				3 / 11	



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	HALTERUNG DRUCKMESSUMFORMER	
2	1	Druckmessumformer	
3	2	GLEITMUTTER M8	DIN 562
4	2	DIN 912 - M8 x 25	Tornillo de cabeza cilíndrica
5	2	DIN 912 - M5 x 12	Tornillo de cabeza cilíndrica
6	2	DIN 985 - M5	Tuerca hexagonal
7	2	DISTANZMUFFE M8X10	

Diseño de A. Morales Casas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 07/06/2016	Escala 1:2
-------------------------------	--------------	--------------	-------	---------------------	---------------

Konvekta

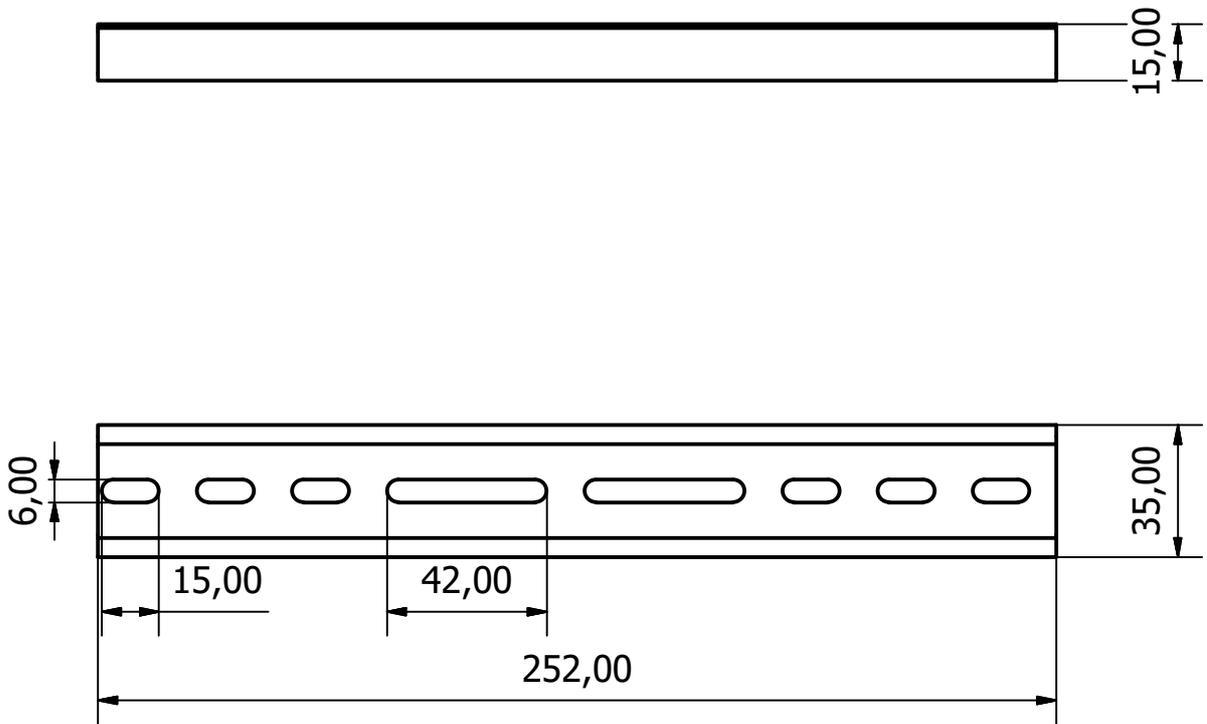
Einbaupositions Pläne

Druckmessumfor Baugruppe

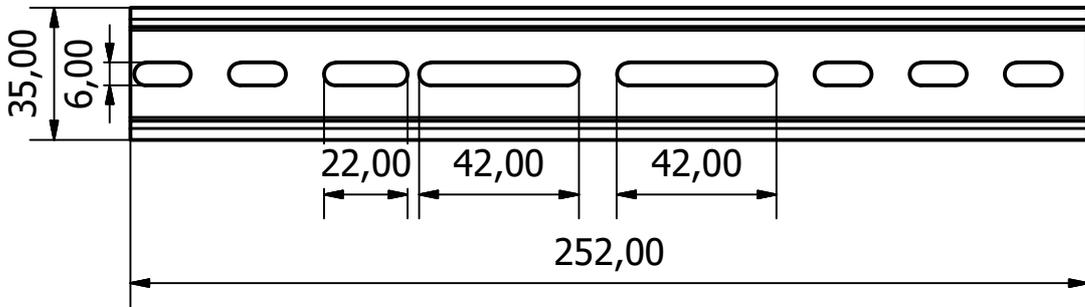
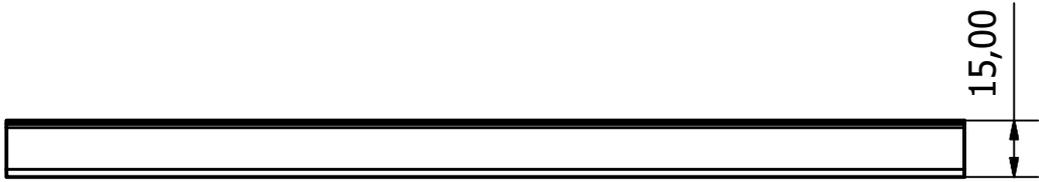
Edición

Hoja

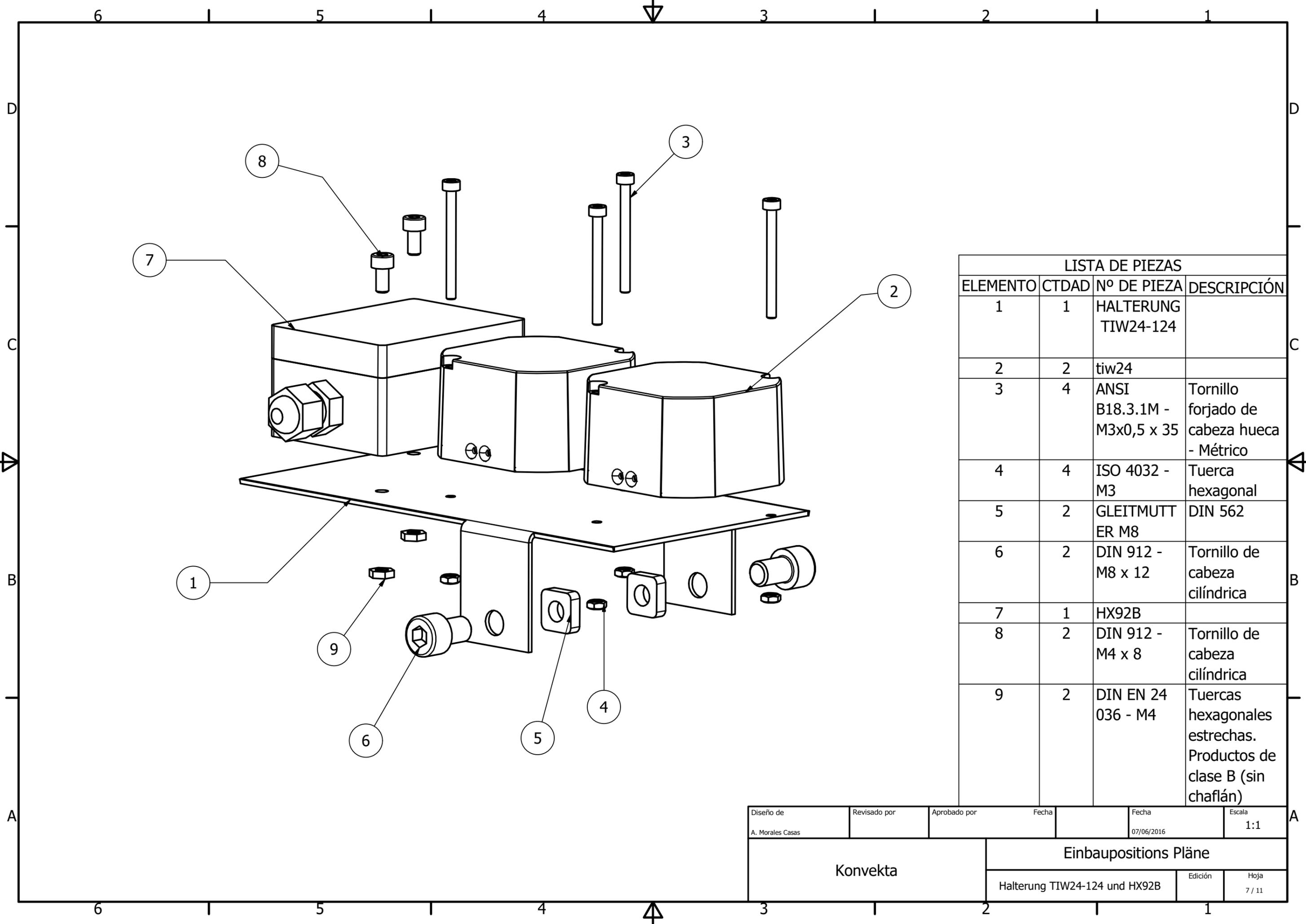
4 / 11



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas				07/06/2016	1:2
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Halterung DIN Schine	Edición	Hoja
					5 / 11

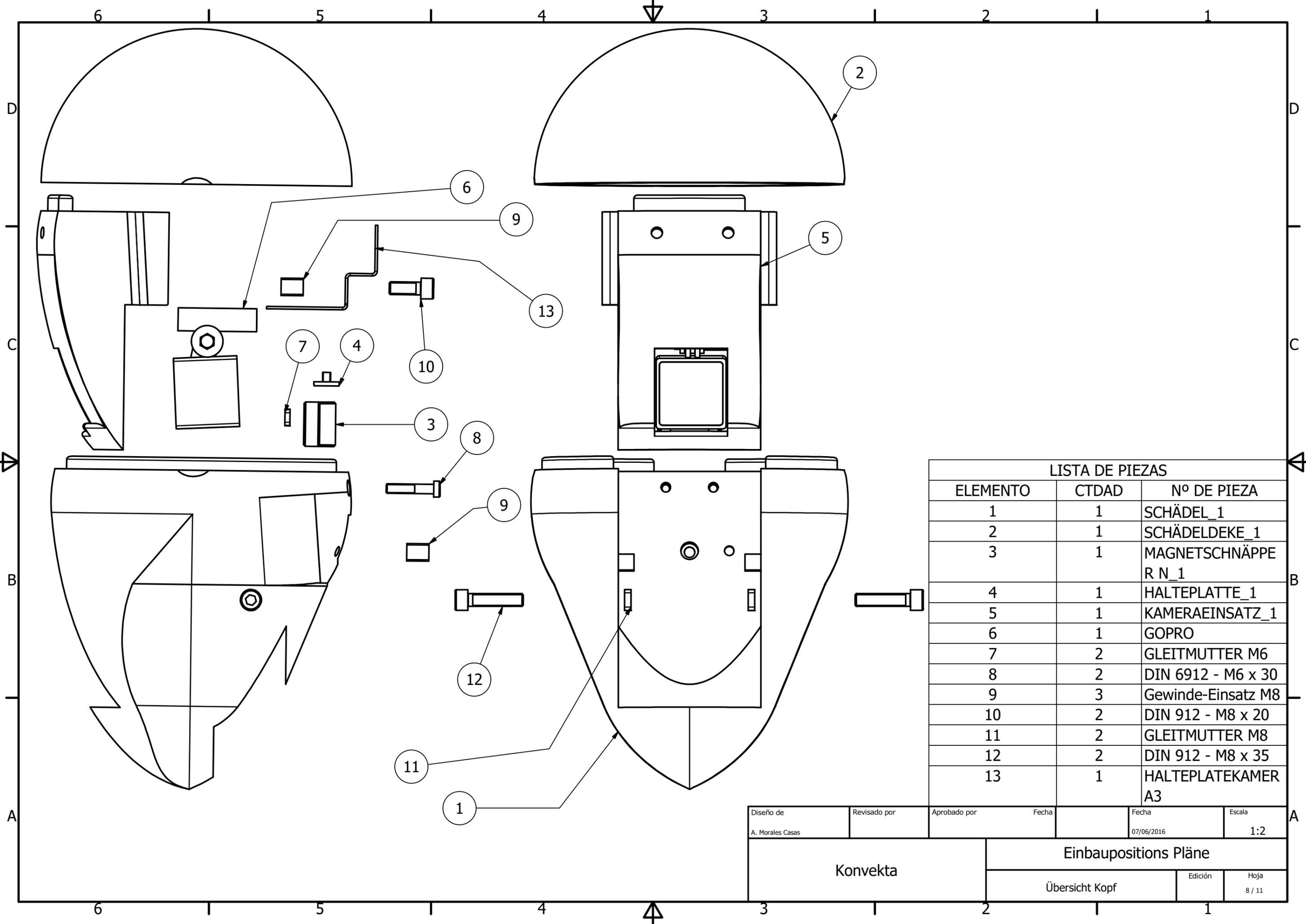


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas				07/06/2016	1:2
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Schine NI cDAQ-9188XT	Edición	Hoja 6 / 11



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	HALTERUNG TIW24-124	
2	2	tiw24	
3	4	ANSI B18.3.1M - M3x0,5 x 35	Tornillo forjado de cabeza hueca - Métrico
4	4	ISO 4032 - M3	Tuerca hexagonal
5	2	GLEITMUTT ER M8	
6	2	DIN 912 - M8 x 12	Tornillo de cabeza cilíndrica
7	1	HX92B	
8	2	DIN 912 - M4 x 8	Tornillo de cabeza cilíndrica
9	2	DIN EN 24 036 - M4	Tuercas hexagonales estrechas. Productos de clase B (sin chaflán)

Diseño de A. Morales Casas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 07/06/2016	Escala 1:1
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Halterung TIW24-124 und HX92B		Edición



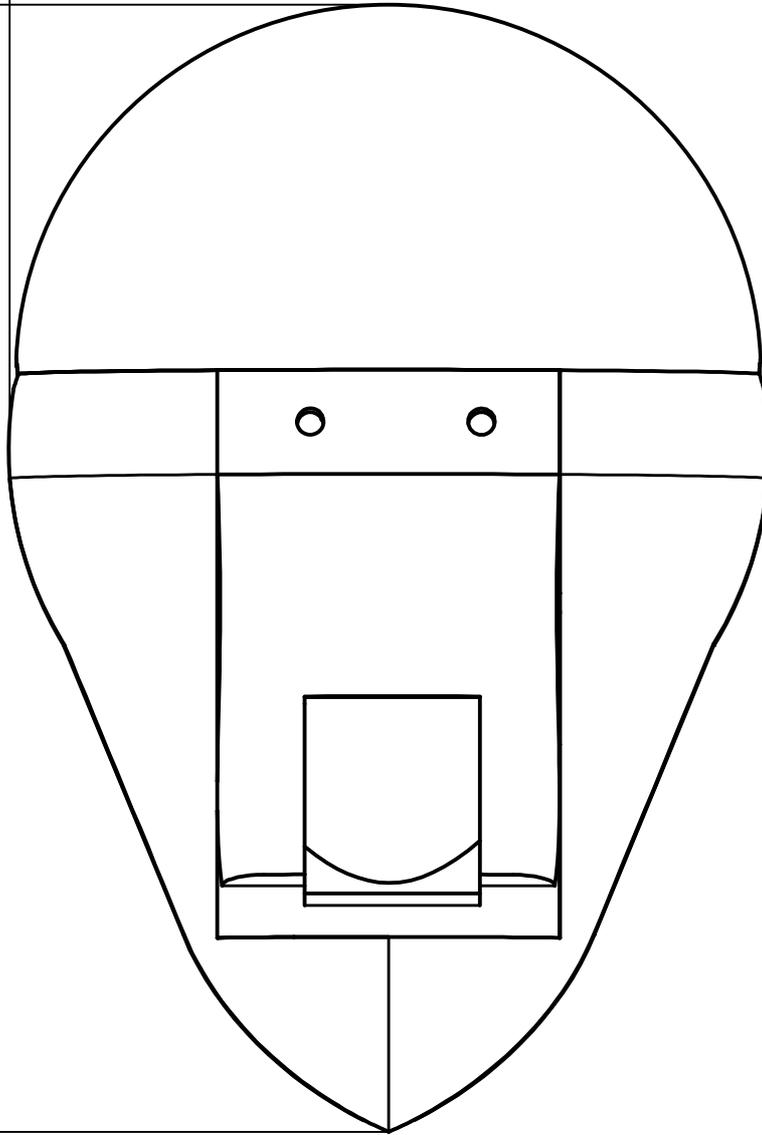
LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	SCHÄDEL_1
2	1	SCHÄDELDEKE_1
3	1	MAGNETSCHNÄPPE R N_1
4	1	HALTEPLATTE_1
5	1	KAMERAEINSATZ_1
6	1	GOPRO
7	2	GLEITMUTTER M6
8	2	DIN 6912 - M6 x 30
9	3	Gewinde-Einsatz M8
10	2	DIN 912 - M8 x 20
11	2	GLEITMUTTER M8
12	2	DIN 912 - M8 x 35
13	1	HALTEPLATEKAMER A3

Diseño de A. Morales Casas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 07/06/2016	Escala 1:2
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Übersicht Kopf		Edición



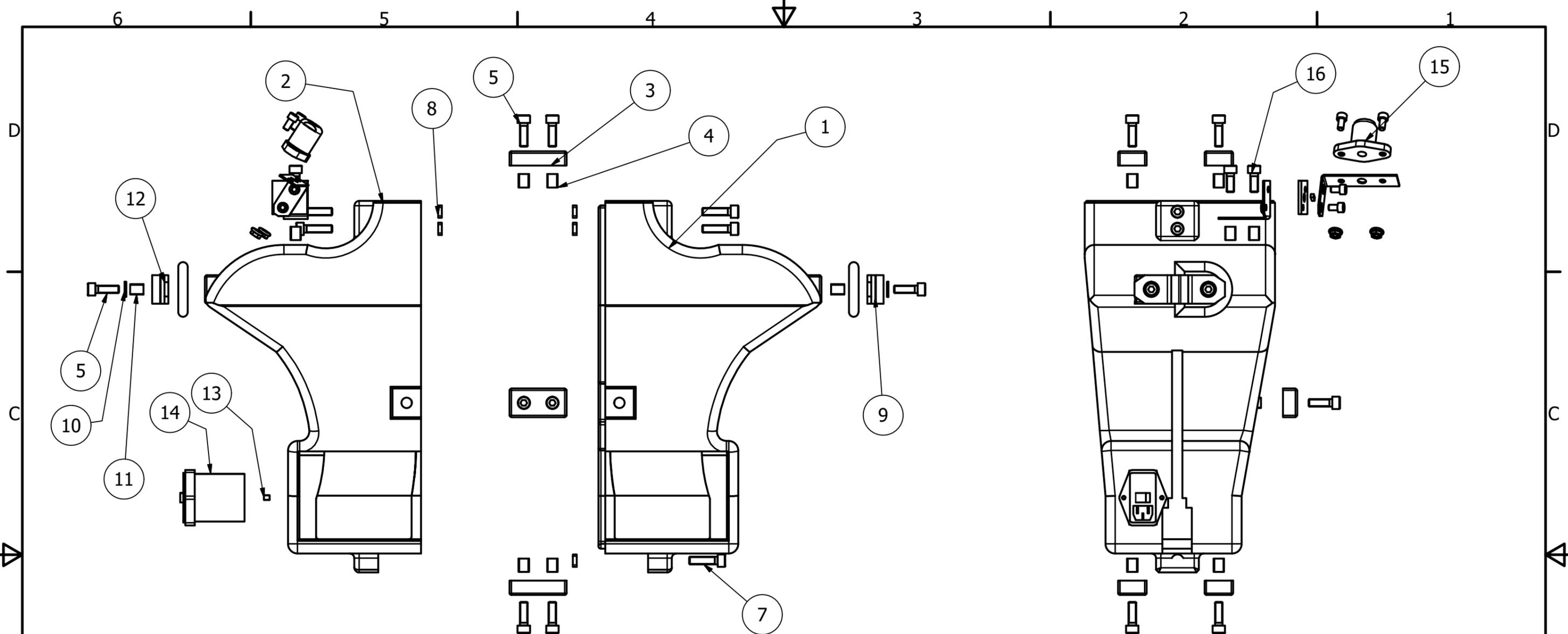
199,41

298,94



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas				07/06/2016	
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Edición	Hoja	
				9 / 11	

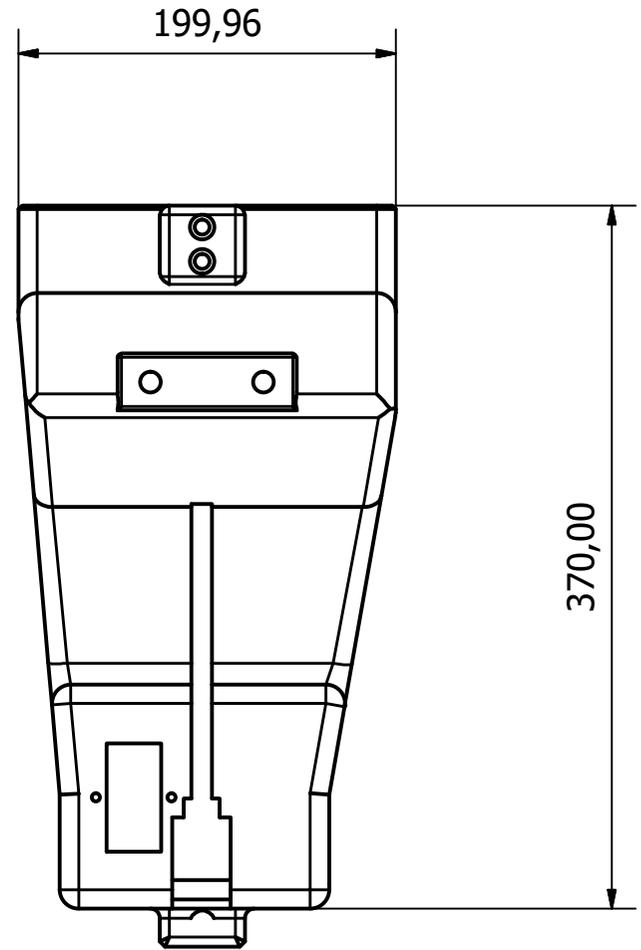
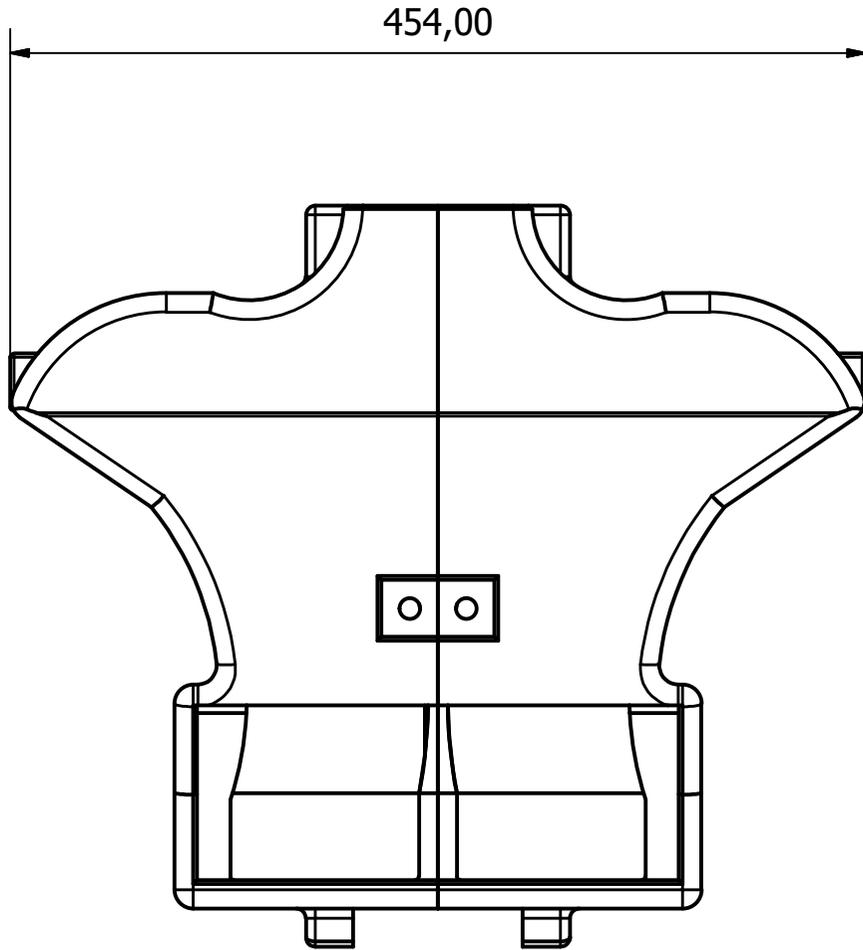




LISTA DE PIEZAS

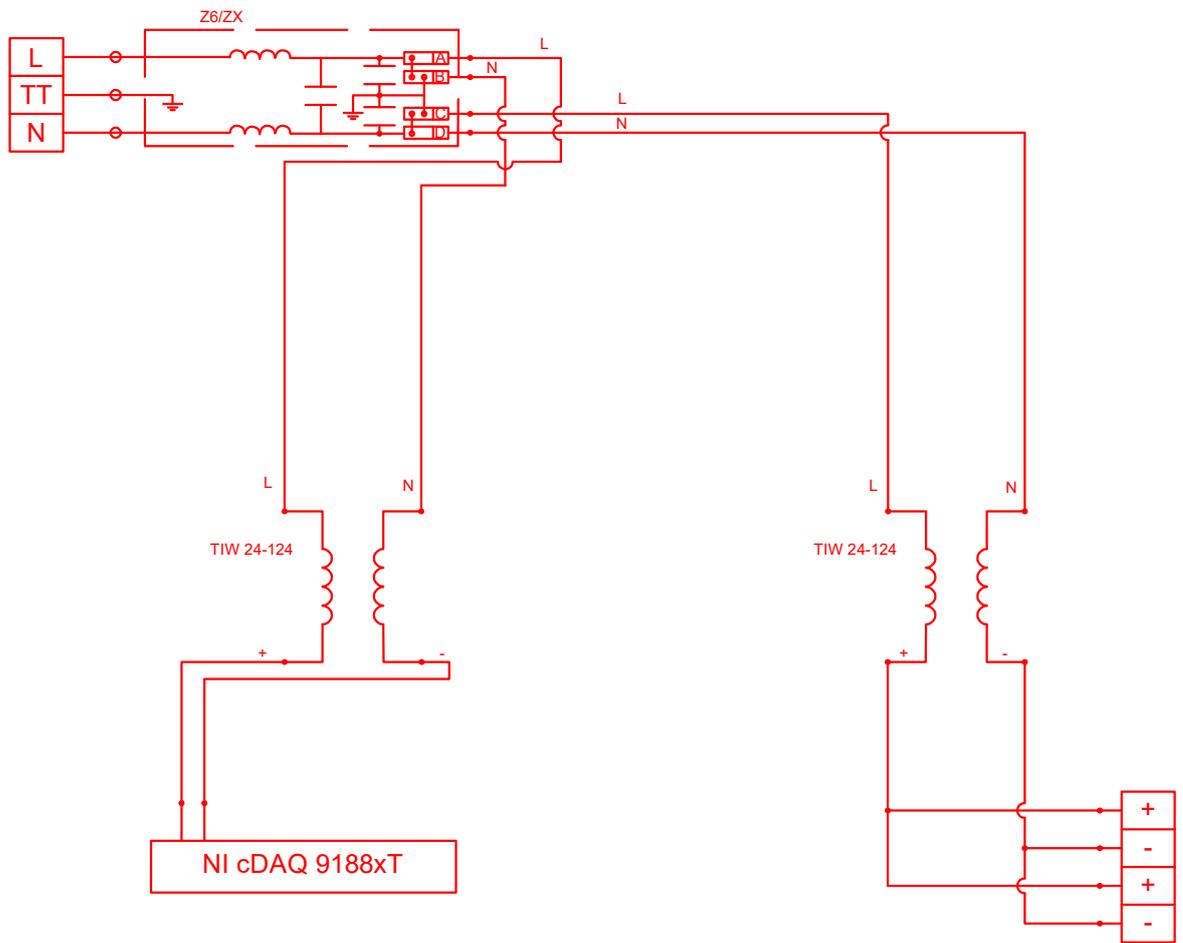
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Rechtz
2	1	Links
3	5	Verbindungsplatte 30x60
4	14	Gewinde-Einsatz M8
5	14	DIN 912 - M8 x 25
6	3	GLEITMUTTER M8
7	5	DIN 912 - M8 x 30
8	2	GLEITMUTTER M8_MIR
9	1	ZURRMULDE BÜGEL-RING
10	4	DIN 125-2 - B 8,4
11	2	Gewinde-Einsatz M8_MIR
12	1	ZURRMULDE BÜGEL-RING_MIR
13	2	Gewinde-Einsatz M3
14	1	NETZEINGANGSMODUL
15	1	HALTERUNG STRÖMUNGSSENSOR SS
16	2	DIN 912 - M8 x 20

Diseño de A. Morales Casas	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 07/06/2016	Escala 1:4
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Übersicht Torso		Edición

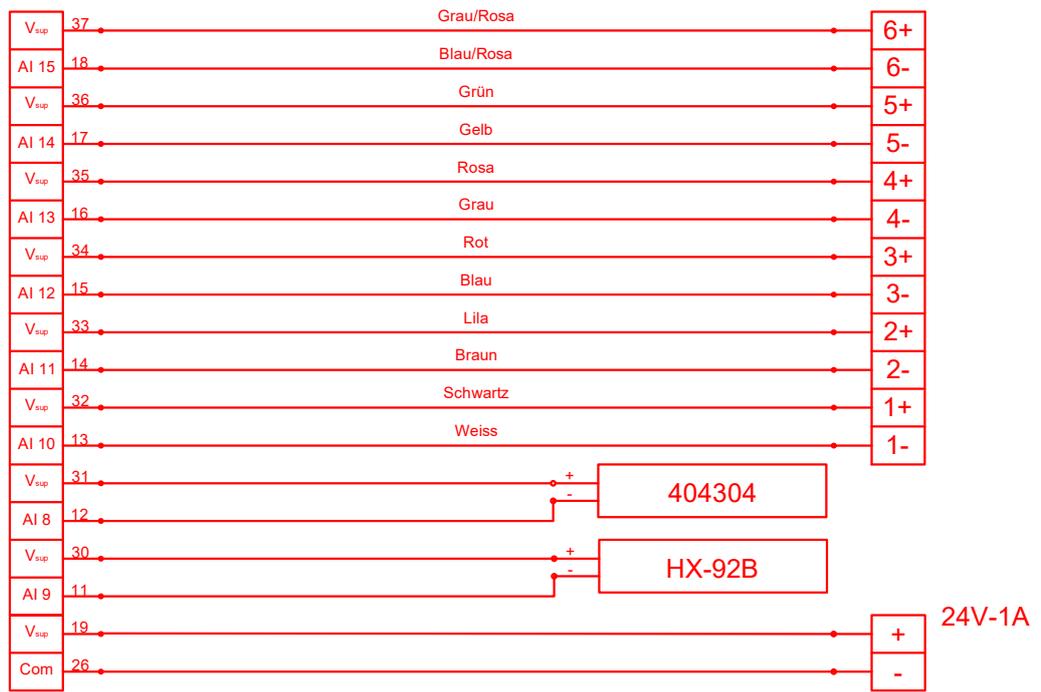


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Escala
A. Morales Casas				07/06/2016	1:4
Konvekta			Einbaupositions Pläne		
			Grundform Torso	Edición	Hoja 11 / 11

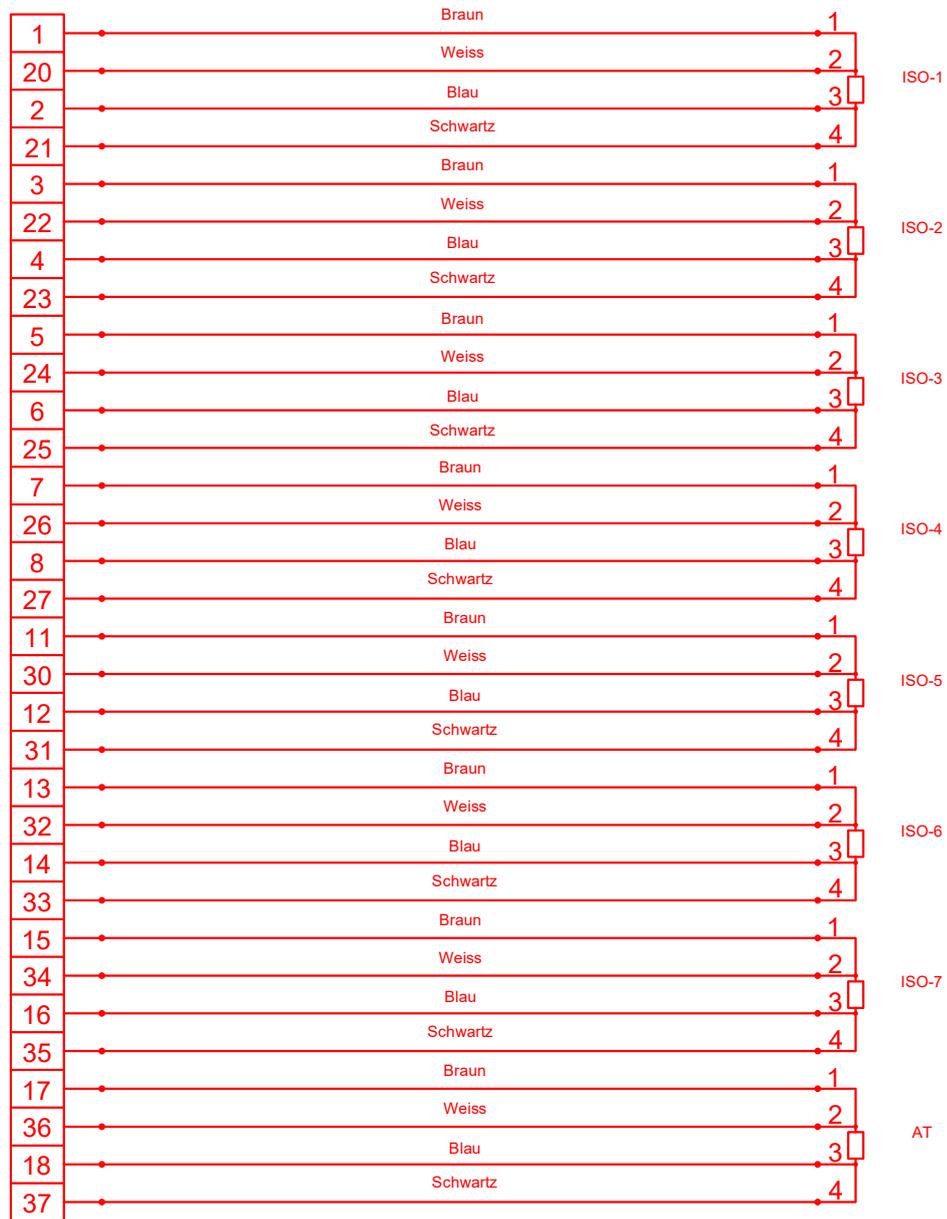
2.4 Elektroschaltpläne



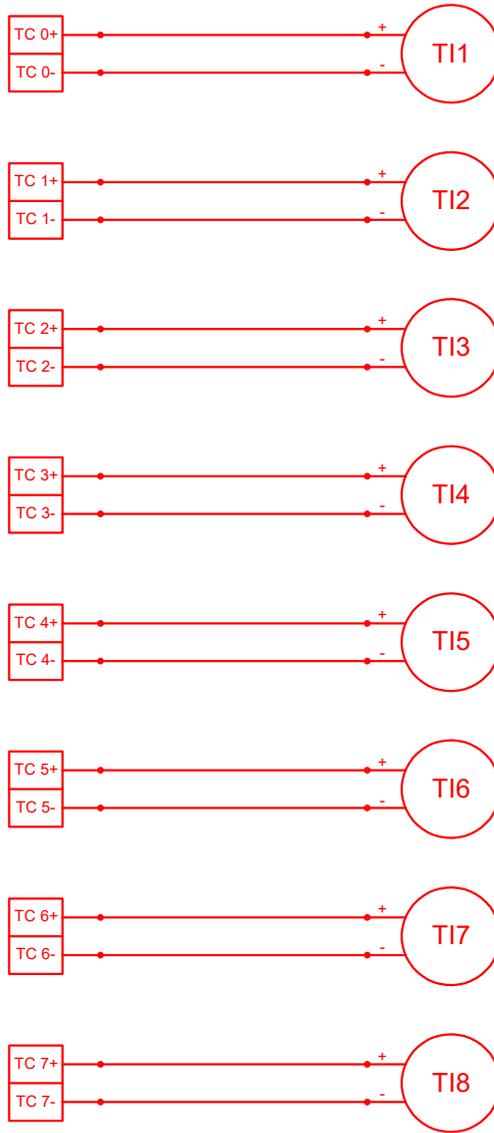
Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genemigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1/1
KONVEKTA			Schaltnetzteil Anschlussplan		
Elektroschaltplan			Ausgabe 1	Blatt 1 / 5	



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genemigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1/1
KONVEKTA			NI 9207 + NI 9923 Anschlussplan		
			Elektroschaltplan		Ausgabe 1



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genemigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1/1
KONVEKTA			NI 9216 + NI 9923 Anschlussplan		
			Elektroschaltplan		Ausgabe 1



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genemigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1/1
KONVEKTA			Elektroschaltplan		NI 9212 + NI TB 9212 Anschlussplan
					Ausgabe 1



Konstruiert von A. Morales Casas	Kontrolliert von	Genemigt von	Datum	Datum 17/05/2016	Skala 1/1
KONVEKTA			NI 9214 + NI TB 9214 Anschlussplan		
Elektroschaltplan				Ausgabe 1	Blatt 5 / 5

3. Pliego de Condiciones

Índice del Pliego de Condiciones

3.1 Pliego de Condiciones Técnicas.....	221
3.2 Reglamentación Aplicada	226
UNE-EN ISO 3411 Máquinas para movimientos de tierras. Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los operadores (ISO 3411:2007).	226
UNE-EN ISO 10263-1 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 1: Términos y definiciones.....	226
UNE-EN ISO 10263-2 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 2: Método de ensayo del elemento del filtro de aire.	226
UNE ISO 10263-3 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 3: Método de ensayo del sistema de presurización.	226
UNE ISO 10263-4 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 4: Prestaciones y método de ensayo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).	226
UNE ISO 10263-5 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 5: Métodos de ensayo del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas.	226
UNE ISO 10263-6 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 6: Determinación del efecto del calentamiento solar.	227
UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.....	227

3.1 Pliego de Condiciones Técnicas

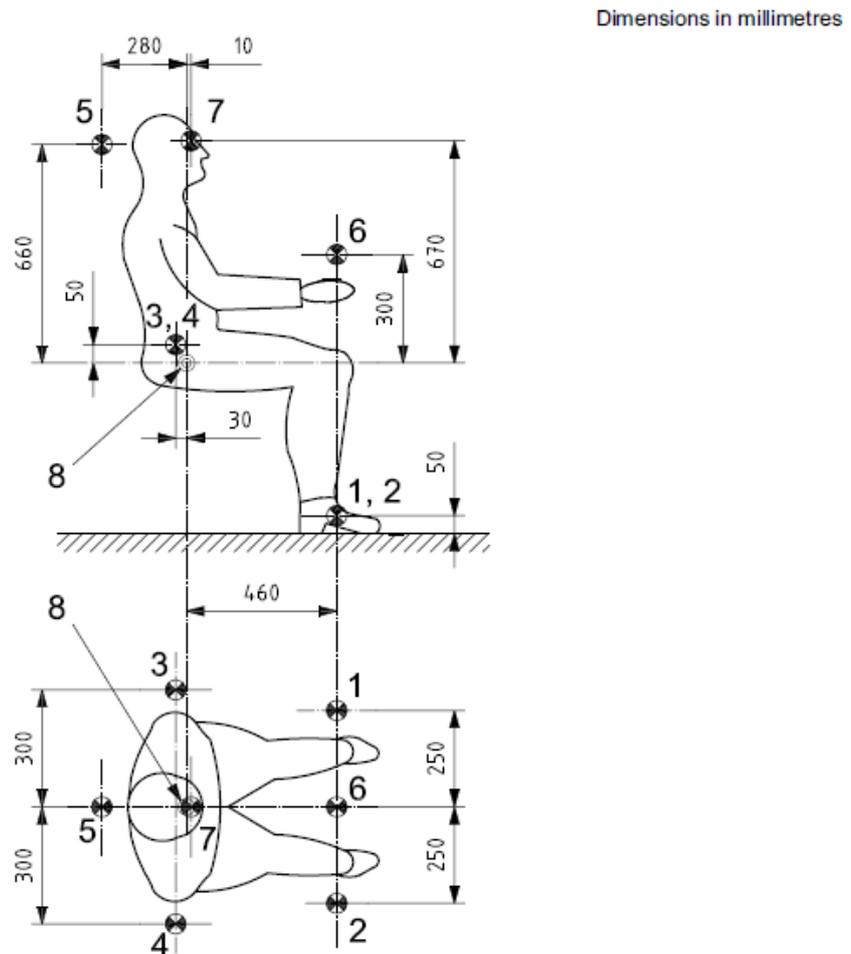
En las páginas siguientes se muestra el Pliego de Condiciones acordado entre el Proyectista y la empresa Konvekta, donde se especifican:

- Las motivaciones del proyecto
- Descripción de tareas y exigencias mínimas del proyecto
- La planificación
- Aprobado y validación
- Delimitaciones
- Cotutelado del proyecto y responsabilidades

Motivation

In the field of air conditioning of earth moving vehicles the comfort parameters need metrological detection. The according measuring points are defined in relevant norms. For the air conditioning of earth moving vehicles (excavators, loaders, bulldozers,...) the norm ISO 10263-4 applies.

ISO 10263-4:2009(E)



Key

- 1-6 temperature and wind speed measurement points
- 7 operator eye point
- 8 SIP

Figure 1 — Measurement point locations

The exact position of the temperature sensors is defined by that norm.

Practical installations often look like this:



These installations are newly aligned for each measurement and therefore a reproducibility is only seldom possible. Therefore measurement deviations or differences between 2 measurements may occur.

To create reproducible measurements, we need a torso (measuring body) with sensors, displaying the above mentioned measuring points the same way consistently. In addition, further sensors shall extend the scope of application.

Task description

Development and construction of a torso (measuring body), displaying the measuring points of norm ISO 10263-4 completely and offering additional measurement possibilities.

The torso shall fulfill the following requirements:

- Construction and installation of the mechanics considering a possible transport with a car (low weight <25kg, good handling, e.g. recessed grips, tool case with foam insert)
- Installation of the sensor system considering a simple exchangeability (service)
- Wire connection to an appropriate measuring system, that has to be fastened to the torso or better should be integrated in it.
- Protection of the sensors against damage during the transport (connector system or constructive protection)
- Protection of the temperature sensors during the measurement against direct solar radiation (measurement in the shade)
- 8 temperature sensors (thermal elements, measuring range -20°C bis $+60^{\circ}\text{C}$, exactness $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) to fulfill the norms, these sensors should yet be freely bendable and thus flexible
- Up to 16 further sensors (thermal elements, measuring range as described above) connectable to the torso, provide appropriate connection point for this (laterally left/right 4 each at the bottom) and 4 each at the top (front / rear)
- Light, compact, sturdy and low-priced construction and selection of the sensor system
- Quick installation procedure of the systems requested
- Additionally 1 humidity sensor in the field of the head (operator eye point)
- Additionally (optionally) 1 airflow sensor in the head area connectable left/right (measuring range 0-5 m/s, exactness $\pm 0,5\text{m/s}$, according to ISO 10263-3)
- Additionally (optionally) 1 camera (wireless) to observe the wind screen (focussing range 0,8-1,5 m)
- Additionally (optionally) 1 pressure sensor (measuring range 0-500 Pa, exactness $\pm 2\%$, according to ISO 10263-3)
- Additionally (optionally) 1 pyranometer to measure the solar radiation in W/m^2 (measuring range 0-1200 W/m^2 ; exactness $\pm 3\%$), depending on the installation also orientable
- Application area of the torso with all components -20°C bis $+60^{\circ}\text{C}$, bis 95% r.F.
- Optically appealing design requested

Steps

1. Formulation of a concept based on the above requirements
2. Description of the cost
3. Construction and set-up of the torso
4. Test and validation

Each step is released by an adviser and is necessary to take the next step!

Approval and validation

After installation of the system, several test runs should be carried out in an appropriate cabine with an according air conditioning system, during which a heating-up process shall be realized as well as a cooling down test. Doing so the measuring exactness in static condition shall be determined and described for all sensors.

Show and develop an optimized air distribution system for a better temperature feeling of the driver inside a cabine. Compare between with/without optimization.

Delimitation

Not included in the thesis:

- the construction of a tool case (select standard part with foam insert)

Mentoring

The purpose is the preferably independent execution of the entire thesis and the associated themes. During the entire time of the execution an adviser is available for difficult technical questions, dicussions and decissions.

Konvekta AG

Andreas Thiemich, validation/test

Am Nordbahnhof 5

34613 Schwalmstadt

Phone: +49 (0) 06691-76280

Fax: +49 (0) 06691-76209



www.konvekta.com

3.2 Reglamentación Aplicada

En el presente proyecto se han tenido en cuenta las normas que a continuación se resumen:

UNE-EN ISO 3411 Máquinas para movimientos de tierras. Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo para los operadores (ISO 3411:2007).

Mediante el estudio de esta norma se han podido determinar las dimensiones finales del Dummy acorde a la *Figura-2 Medidas del operador sentado* que se detalla en el apartado *1.6.1 Estudio de las dimensiones y la estructura de la memoria*.

UNE-EN ISO 10263-1 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 1: Términos y definiciones.

La norma UNE-EN ISO 10263 está compuesta por 6 partes. Esta primera hace referencia al resto, es decir, su función es la de introducir al lector en las otras partes proporcionando las definiciones del vocabulario y abreviaturas usadas en toda la norma.

UNE-EN ISO 10263-2 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 2: Método de ensayo del elemento del filtro de aire.

Esta parte de la norma se especifica un método uniforme para determinar los niveles de prestaciones de los filtros del aire de tipo panel, utilizados para filtrar el aire que entra en la cabina del operador de una máquina para movimiento de tierras, equipada con un sistema forzado de renovación de aire. Se explican los parámetros de confort referentes a la velocidad del viento y calidad del aire en general. Aunque el Dummy presentado en esta obra no es capaz de realizar este tipo de ensayos, el conocimiento de esta parte 2 complementa la parte 4 con respecto a la calidad del aire.

UNE ISO 10263-3 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 3: Método de ensayo del sistema de presurización.

En esta parte de la norma se especifica el método de ensayo utilizado para determinar la medida exacta de la presión máxima en el interior de la cabina. De aquí se toman los valores mínimos de tolerancia que debe tener el medidor de presión relativa instalado en el Dummy.

UNE ISO 10263-4 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 4: Prestaciones y método de ensayo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

Método de ensayo que permite determinar la contribución de los sistemas de calefacción, ventilación de aire acondicionado al ambiente de la cabina del operador en un entorno específico. Este método no permite determinar completamente el entorno climático del operador por la carga térmica de otras fuentes que lo afectan, como por ejemplo la radiación solar.

Fuera de las condiciones exigidas por la empresa Konvekta, esta parte junto a la norma UNE-EN ISO 3411 son las dos directrices principales seguidas en este proyecto para el diseño y selección de equipos de medida.

UNE ISO 10263-5 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 5: Métodos de ensayo del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas.

Esta parte de la norma especifica un método de ensayo que permite determinar las prestaciones del sistema de eliminación de escarcha del parabrisas de las máquinas para movimiento de tierras, con

cabina para el operador equipada con este sistema. Incluye los ensayos que puedan efectuarse con los equipos disponibles en un laboratorio comercial o en un lugar exterior apropiado.

En este caso, cumpliendo con la norma se incorporó una videocámara en la cabeza del Dummy para la realización de dicho ensayo.

UNE ISO 10263-6 Máquinas para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 6: Determinación del efecto del calentamiento solar.

Especifica un método de ensayo para simular el efecto del calentamiento solar en el laboratorio y medir la energía de calor radiante desde una fuente natural o simulada.

Pese a que el Dummy finalmente no tuviera montado un piranómetro para realizar este tipo de ensayos, sí que se tuvo en cuenta en el diseño para poder incluirlo en un futuro sin tener que modificar la estructura.

UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Esta norma tiene por objeto establecer las consideraciones generales que permitan precisar las características que deben satisfacer los proyectos de productos, obras y edificios (excluidas viviendas), instalaciones (incluidas instalaciones de viviendas), servicios o software (soporte lógico), para que sean conformes al fin al que están destinados. No es objeto de esta norma determinar los métodos y procesos específicos de elaboración del proyecto ni la materialización de su objeto, aspectos que pueden estar contemplados en otras normas.

Las directrices de esta norma junto con las de “Las Normas de Honestidad Académica” de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) de la UPV son los criterios seguidos en la elaboración de este trabajo final de grado.

4. Presupuesto

Índice del Presupuesto

4.1	Unidades de Obra.....	230
4.2	Presupuesto Parcial Mediciones	237
4.3	Presupuesto Ejecución Material.....	239
4.4	Presupuesto Final	240

4.1 Unidades de Obra

ESTRUCTURA MEASUREMENT-TORSO

CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.1		Pierna ajustable en altura (Höhnverstellbares-Bein) de aluminio. Tamaño plegado 45x90x710mm y desplegando la pata cilíndrica de 32 mm de diámetro 1148mm. Incluye sistema de reglaje en altura y de unión necesarios. Totalmente montada y con la p. p. de medios auxiliares.			
0858/0	mm	Perfil 45 x 90 S MiniTec	0,043	710	30,53
0851/0	UD.	Sistema de reglaje con perno en H	29	1	29
1030/0	mm	Regleta de unión lisa de acero inoxidable MiniTec	0,016	680	10,88
1088/0	mm	Perfil cilíndrico de 32 mm de diámetro MiniTec	0,012	680	8,16
1879/0	UD.	Pie articulado de goma PA80	1	5,9	5,9
TC1.	horas	Técnico Industrial	30	1	30
	2%	Medios Auxiliares	114,47		2,29
				Precio unidad en €	116,76
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.2		Soporte en H (H Halterung) de aluminio. Tamaño 250x300mm. Totalmente equipado y montado.			
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,027	250	6,75
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,033	300	9,90
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,033	300	9,90
1146/1	UD.	Tapa 30 x 30 plástico MiniTec	0,62	4	2,48
0014/0	UD.	Fijación 45 SF Corto MiniTec	3,6	2	7,20
TC1.	horas	Técnico Industrial	30	1	30
				Precio unidad en €	66,23

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	COSTE	CANTIDAD	TOTAL
1.3		Pierna plegable (Bein) de aluminio. Tamaño 580x437x130mm. Incluye material de unión. Mecanizado tuercas de conexión cilíndricas, montaje completo y p.p. de medios auxiliares incluido.			
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,033	100	3,30
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,020	150	3,00
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,013	300	3,90
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,013	300	3,90
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,017	200	3,40
1851/0	UD.	Pie articulado de goma PA30	4,500	1	4,50
2106/0	UD.	Articulación 30S con material de fijación	10,400	3	31,20
3280/0	UD.	Tornillo Moleteado Forma Baja M8x40-DIN464	2,290	3	6,87
3281/0	UD.	Tuerca de Conexión Cilíndrica M8x20 II 9070	0,280	3	0,84
0014/0	UD.	Fijación 45 SF Corto MiniTec	3,6	2	7,20
TC1.	horas	Técnico Industrial	30	1	30,00
MC1.	horas	Torneado	120	1	120,00
	2%	Medios Auxiliares	218,11		4,36
				Precio unidad en €	222,47
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.4		Soporte Pirómetro (Pyranometahalter) de aluminio. Tamaño 350x270. Incluye material de fijación y montaje.			
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,081	270	21,87
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,081	270	21,87
1068/0	mm	Perfil 30 x 30 aluminio MiniTec	0,012	350	4,2
1029/0	UD.	Regleta de Unión 90 con material de fijación	3,450	4	13,8
0969/0	UD.	Escuadra 25 GD-Z con material de fijación	0,620	2	1,24
TC1.	horas	Técnico Industrial	30	1	30,00
				Precio unidad en €	376,83

Precio total unidades de obra Estructura Measurement-Torso..... 752,30 €

SOPORTES MEASUREMENT-TORSO

CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.5		Soportes de los distintos puntos de medida de la norma UNE-ISO 10263-6 y los soportes de los instrumentos de medida en chapa de acero y aluminio de 1,5, 2 y 3 mm según pieza. Incluido el programado de la máquina de estampado, estampado, doblado en máquina, montaje, material de fijación y p.p. de medios auxiliares.			
2106/0	UD.	Articulación 30S con material de fijación	10,400	2	20,80
4103/0	m ²	Chapa de 2mm aluminio	26,200	0,09	2,36
4104/0	m ²	Chapa de 1,5 mm aluminio	22,390	0,15	3,36
4105/0	m ²	Chapa de 3 mm aluminio	30,230	0,04	1,21
4204/0	m ²	Chapa de 1,5 mm acero	8,410	0,3	2,52
3345/0	UD.	Pack de material de fijación soportes	13,500	1	13,50
PG1.	horas	Programada máquina de estampado	45,000	1	45,00
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	2	60,00
TC2.	horas	Auxiliar de Técnico Industrial	12,000	1	12,00
MC2.	horas	Estampado	150,000	1	150,00
MC3.	horas	Doblado en maquina	110,000	1	110,00
	2%	Medios Auxiliares	420,750	0,02	8,42
			Precio unidad en €		429,16

Precio total unidades de obra Estructura Measurement-Torso.....429.16 €

ARMAZÓN MEASUREMENT-TORSO

CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.6		Armazón está compuesto por cinco piezas de PA-22 de color blanco fabricadas por medio SLS. Limpiado de las superficies por abrasión con microesferas de vidrio, sin acabado superficial. Tamaño torso 454x370x199,96mm. Tamaño cabeza 199,41x298,94mm. Incluye envío, montaje y material de fijación.			
16130	UD.	Fabricado por SLS de 5 piezas y envío	3.000,000	1,00	3.000,00
3344/0	UD.	Pack de material de fijación chasis	10,500	1,00	10,50
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	1,00	30,00
			Precio unidad en €		3.040,50

Precio total unidades de obra Armazón Measurement-Torso.....3.040.50 €

INSTRUMENTOS DE MEDIDA MEASUREMENT-TORSO

CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantida d	Total
1.7		Captador de datos de 8 canales con carcasa. Compuesto de 4 módulos (NI 9214, NI 9207+NI 9923, NI 9216, NI 9212) y otros 4 módulos sin función (NI 9977). Se incluye su colocación e instalación eléctrica.			
781510-01	UD.	NI 9214 16-CH Isotermal TC, 24 Bit C	1.540,00 0	1,00	1.540,0 0
781068-01	UD.	NI 9207 8-CH (current) +8-CH (voltage)	685,000	1,00	685,00
781503-01	UD.	NI 9923 37 pin Dsub terminal block	134,000	1,00	134,00
782824-01	UD.	NI cDAQ-9188XT compact DAQ chassis	1.800,00 0	1,00	1.800,0 0
196917-01	UD.	NI 9977 C Series Filer Module	31,000	4,00	124,00
78363-01	UD.	NI 9216 DUB 8-CH PT100 RTD	900,000	1,00	900,00
783643-01	UD.	NI 9212 8-CH Thermopar TC, 24 Bit	935,000	1,00	935,00
3341/0	UD.	Pack de material de fijación captador de datos	9,750	1,00	9,75
TC1.	hora s	Técnico Industrial	30,000	1,00	30,00
			Precio unidad en €		6.157,7 5
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantida d	Total
1.8		Sensores de temperatura de aire RTD tipo 1/3 DIN, diámetro 6mm, rosca M10x1 y conector M12. Incluye conectores y conexión eléctrica.			
SD008073	UD.	PT100 airstream sensor P-L-1/3-6-20-M10-M12	75,050	3	225,15
SD008073	UD.	PT100 airstream sensor P-L-1/3-6-150-M10-M12	75,050	4	300,20
SD008073	UD.	PT100 airstream sensor P-L-1/3-6-250-M10-M12	82,175	1	82,18
SD008073	UD.	M12CFM-T24SSPC-RF3R-FL3	20,900	7	146,30
EC1.	hora s	Técnico Electricista	35,000	1	35,00
			Precio unidad en €		788,83

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	COSTE	CANTIDAD	TOTAL
1.9		Sensor de presión de aire electromecánico. Características precisión 0 a 10 mbar, salida 4 a 20mA y entrada 12 a 32 VDC. Incluye montaje y p.p. medios auxiliares.			
404304	UD.	Jumo Typ 404304	354,000	1	354,00
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	1	30,00
	2%	Medios Auxiliares	414,000	0,02	8,28
				Precio unidad en €	392,28
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.10		Anemómetro térmico modelo SS.20.250. Tamaño 300 mm de longitud. Precisión $\pm 0,05$ m/s. Equipado con soporte de acero inoxidable fijado por medio de dos tornillos M6 con sistema antideslizamiento. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
2025/0	UD.	Schmidt Sensor SS.20.250	372,000	1	372,00
SD008073	UD.	M12CFM-T24SSPC-RF3R-FL3	20,900	1	20,90
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	1	30,00
	2%	Medios Auxiliares	422,900	0,02	8,46
				Precio unidad en €	431,36
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.11		Higrómetro industrial HX92B con palpador externo TH-RP. Tamaño 65x50x34,8 mm sin palpador. Campo de medición 20-80% H.r. $\pm 2,5\%$ y salida 4 a 20mA para 0 a 100% H.r. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
SD008074	UD.	Omega HX92B	202,000	1	202,00
SD008074	UD.	Omega TH-RP	85,000	1	85,00
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	1	30,00
	2%	Medios Auxiliares	317,000	0,02	6,34
				Precio unidad en €	323,34

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	COSTE	CANTIDAD	TOTAL
1.12		Cámara GoPro Hero 4 Sesión. Secuencia/ Ráfaga de 8 MP/ 10FPS. Sumergible a 10 m. Video 1440P30/ 1080P60. Tamaño 37x37x38mm. Equipado con soportes. Incluye montaje.			
3108/0	UD.	GoPro Hero 4 Sesión	220,000	1	220,00
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	0,5	15,00
				Precio unidad en €	235,00
CÓDIGO	UD.	Descripción	Coste	Cantidad	Total
1.13		Transformador modelo TIW 24-124 1A 24W. Salida 24 VDC a 1A. Equipado adicionalmente con interruptor marca TE Connectivity PE0S0DS3A=C1254, con cable de alimentación. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
83035-62	UD.	TIW 24-124 1A 24W	52,170	2	104,34
530115-62	UD.	TE Connectivity PE0S0DS3A=C1254	34,060	1	34,06
TC1.	horas	Técnico Industrial	30,000	1	30,00
	2%	Medios Auxiliares	168,400	0,02	3,37
				Precio unidad en €	171,77

Precio total unidades de obra Instrumentos de Medida Measurement-Torso.....8.500.32 €

4.2 Presupuesto Parcial Mediciones

ESTRUCTURA MEASUREMENT-TORSO

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.1	UD.	Pierna ajustable en altura (Höhnverstellbares-Bein) de aluminio. Tamaño plegado 45x90x710 mm y desplegando la pata cilíndrica de 32 mm de diámetro 1148mm. Incluye sistema de reglaje en altura y de unión necesarios. Totalmente montada y con la p. p. de medios auxiliares.			
			1,00	116,76	116,76
1.2	UD.	Soporte en H (H Halterung) de aluminio. Tamaño 250x300mm. Totalmente equipado y montado.			
			1,00	66,23	66,23
1.3	UD.	Pierna plegable (Bein) de aluminio. Tamaño 580x437x130mm. Incluye material de unión. Mecanizado tuercas de conexión cilíndricas, montaje completo y p.p. de medios auxiliares incluido.			
			2,00	222,47	444,94
1.4	UD.	Soporte Piranómetro (Pyranometahalter) de aluminio. Tamaño 350x270. Incluye material de fijación y montaje.			
			1,00	346,83	346,83

SOPORTES MEASUREMENT-TORSO

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.5	UD.	Soportes de los distintos puntos de medida de la norma UNE-ISO 10263-6 y los soportes de los instrumentos de medida en chapa de acero y aluminio de 1,5, 2 y 3 mm según pieza. Incluido el programado de la máquina de estampado, estampado, doblado en máquina, montaje, material de fijación y p.p. de medios auxiliares.			
			1,00	429,16	429,16

ARMAZÓN MEASUREMENT-TORSO

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.6	UD.	Armazón está compuesto por cinco piezas de PA-22 de color blanco fabricadas por medio SLS. Limpiado de las superficies por abrasión con microesferas de vidrio, sin acabado superficial. Tamaño torso 454x370x199,96mm. Tamaño cabeza 199,41x298,94mm. Incluye envío, montaje y material de fijación.			
			1,00	3.040,50	3.040,50

INSTRUMENTOS DE MEDIDA MEASUREMENT-TORSO

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.7	UD.	Captador de datos de 8 canales con carcasa. Compuesto de 4 módulos (NI 9214, NI 9207+NI 9923, NI 9216, NI 9212) y otros 4 módulos sin función (NI 9977). Se incluye su colocación e instalación eléctrica.			
			1,00	6.157,75	6.157,75

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.8	UD.	Sensores de temperatura de aire RTD tipo 1/3 DIN, diámetro 6mm, rosca M10x1 y conector M12. Incluye conectores y conexión eléctrica.			
			1,00	788,83	788,83

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.9	UD.	Sensor de presión de aire electromecánico. Características precisión 0 a 10 mbar, salida 4 a 20mA y entrada 12 a 32 VDC. Incluye montaje y p.p. medios auxiliares.			
			1,00	392,28	392,28

Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.10	UD.	Anemómetro térmico modelo SS.20.250. Tamaño 300 mm de longitud. Precisión $\pm 0,05$ m/s. Equipado con soporte de acero inoxidable fijado por medio de dos tornillos M6 con sistema antideslizamiento. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
			1,00	431,36	431,36

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.11	UD.	Higrómetro industrial HX92B con palpador externo TH-RP. Tamaño 65x50x34,8 mm sin palpador. Campo de medición 20-80% H.r. $\pm 2,5\%$ y salida 4 a 20mA para 0 a 100% H.r. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
			1,00	323,34	323,34
Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.12	UD.	Cámara GoPro Hero 4 Sesión. Secuencia/ Ráfaga de 8 MP/ 10FPS. Sumergible a 10 m. Video 1440P30/ 1080P60. Tamaño 37x37x38mm. Equipado con soportes. Incluye montaje.			
			1,00	235,00	235,00
Nº	UD	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1.13	UD.	Transformador modelo TIW 24-124 1A 24W. Salida 24 VDC a 1A. Equipado adicionalmente con interruptor marca TE Connectivity PE0S0DS3A=C1254, con cable de alimentación. Incluye cableado y p.p. de medios auxiliares.			
			1,00	171,77	171,77

4.3 Presupuesto Ejecución Material

CAPITULO ESTRUCTURA MEASUREMENT-TORSO	974,76 €
CAPITULO SOPORTES MEASUREMENT-TORSO	429,16 €
CAPITULO CHASIS MEASUREMENT-TORSO	3.040,50 €
CAPITULO INSTRUMENTOS DE MEDIDA MEASUREMENT-TORSO	8.500,33 €
P.E.M.	12.944,75 €

El Presupuesto de Ejecución Material ascienda a los doce mil novecientos cuarenta y cuatro mil euros con setenta y cinco céntimos.

4.4 Presupuesto Final

P.E.M.	12.944,75 €
13% GASTOS GENERALES	1.682,82 €
6% BENEFICIOS INDUSTRIALES	776,69 €
SUMA	15.404,25 €
19% IVA	2.926,81 €
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN	18.331,06 €
HONORARIOS + IVA	
19% PROYECTO	2.459,50 €
19% IVA	467,31 €
SUMA	2.926,81 €
P.P.C.A.	21.257,87 €

El presupuesto final para el conocimiento de la administración ascienda a los veintiún mil doscientos cincuenta y siete euros con ochenta y siete céntimos.