

03-040

Design of an auxiliary nursing table by using graphical modelling tools

F. Cavas; D. Parras; R. Abellán; F.J.F. Cañavate; D.G. Fernández-Pacheco

Universidad Politécnica de Cartagena;

Current hospital furniture market counts on numerous models of auxiliary tables, all of them oriented to cover a very specific need, overriding general hospital care. Furthermore, in the new "Internet of things" scenario, the hospital management evolves towards the processes monitoring due to the increasing complex level when handling clinical parameters (temperature, blood pressure, analysis, etc.). In this context, the problem requires development of new work equipment that helps sanitary technician to perform his tasks in a more intuitive and reliable environment. For this reason, this communication proposes the design of a new concept of auxiliary table based on the integration-modularity-compatibility trinomial with the different clinical tasks pertaining to a hospital. Moreover, the new table will be endowed with internet connection so that the sanitary technician could handle real-time patient information, avoiding possible errors associated with management of information on paper.

Keywords: 3D modelling; hospital care; clinical parameters monitoring; Internet

Diseño de una mesa auxiliar de enfermería mediante herramientas de modelado gráfico

Actualmente el mercado de mobiliario hospitalario cuenta con numerosos modelos de mesas auxiliares, todas orientadas a cubrir una necesidad muy específica, dejando de lado la atención hospitalaria general. Por otro lado, en el nuevo escenario de internet de las cosas, la gestión hospitalaria evoluciona hacia la monitorización de procesos debido al aumento del grado de complejidad en el manejo de parámetros clínicos (temperatura, tensión arterial, análisis, etc.). Bajo este contexto, la problemática exige desarrollar nuevos equipos de trabajo que ayuden al técnico sanitario a desarrollar sus tareas en un entorno más intuitivo y confiable. Por este motivo esta comunicación plantea como solución el diseño de un nuevo concepto de mesa auxiliar fundamentado en el trinomio integración-modularidad-compatibilidad con las diferentes tareas clínicas propias de un hospital. Además, estará dotado de un sistema conectado a internet de tal forma que el técnico sanitario maneje información en tiempo real de los pacientes, evitando posibles errores asociados al manejo de información en soporte papel.

Palabras clave: Modelado 3D; atención hospitalaria; monitorización de parámetros clínicos; Internet

Correspondencia: Francisco Cavas Martínez francisco.cavas@upct.es



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción.

El proceso de diseño de un equipo médico requiere que los ingenieros conozcan los objetivos de los programas médicos a los que van destinados, y los requisitos y restricciones de los espacios funcionales de trabajo clínico en dónde van a operar (Pahl et al., 2007).

Un error asociado a la fase de diseño es no valorar los problemas que pudieran derivarse del equipo sobre la seguridad del paciente. Estos errores son los llamados errores de planificación, considerados como errores que afectan a los pacientes que demandan una atención sanitaria intensiva (monitoreo, pruebas médicas, uso intensivo de medicamentos, etc.) (Perrow, 2011). Estos errores pueden ser desglosados en:

- fallos activos: que son los errores cometidos por los médicos y/o enfermeros en la atención directa al paciente. Son difíciles de predecir.
- fallos o condiciones latentes: que son los que surgen a raíz de decisiones erróneas tomadas durante el proceso de diseño, afectando estos a la estandarización de los equipos y/o procedimientos, etc. Pueden ser más fácilmente identificados antes de que puedan contribuir a un efecto adverso.

Por otro lado, el desarrollo de un producto se concibe como un ejercicio de equilibrio entre creatividad y fiabilidad que necesita un diseño conceptual sobre el que integrar todos los conceptos de forma que este marco integrador sea de utilidad práctica en su diseño y desarrollo (Ohno et al., 2015). Es aquí donde se centra la presente comunicación, en plantear un nuevo concepto de mesa auxiliar de enfermería cuyo diseño minimice las condiciones latentes que pudieran generar errores asociados al cuidado de la salud. Para ello se plantea el desarrollo de un producto orientado al ser humano. Esto es una tarea compleja, pero se complica aún más cuando está orientada a pacientes hospitalarios, dado que han de combinarse conocimientos provenientes de diferentes campos de la ingeniería y de la medicina, junto con la experiencia en fabricación con el fin de alcanzar un producto que satisfaga las expectativas del usuario final (Schleyer et al., 2007; Scholtz et al., 2014).

2. Objetivos

La presente comunicación propone un nuevo concepto de mesa auxiliar de enfermería cuyo diseño esté basado en los conceptos de integración-modularidad-compatibilidad, de tal forma que cualquier técnico sanitario pueda desarrollar sus tareas en un entorno clínico más intuitivo y confiable. Además, el nuevo conjunto definido por la mesa y sus accesorios, presentará una morfología que minimice los riesgos latentes derivados de su diseño y que puedan afectar a la seguridad de los pacientes. Para ello presentará la información disponible del paciente en el punto de atención al paciente en tiempo real, de tal forma que minimice el posible fallo activo asociado a la toma de decisiones. Por otro lado, el nuevo equipo podrá ser configurable y adaptable a las funciones para las que sea requerido (mesa auxiliar general, carro de paradas, carro de curas, etc.) en diferentes escenarios clínicos. Este nuevo concepto ha sido planteado tras observar durante un proceso real de hospitalización diversos problemas que afectan a la seguridad del paciente y a la calidad asistencial.

3. Metodología

El proceso completo de diseño y desarrollo comprende seis etapas: definición estratégica, diseño de concepto, diseño de detalle, construcción de prototipos, producción y comercialización. Esta comunicación se centra en las tres primeras etapas.

3.1 Definición estratégica

Los potenciales usuarios de este producto serán técnicos sanitarios de hospitales o centros de salud con diferente cualificación profesional. En este apartado se propone que el nuevo

equipo cumpla, por un lado, con unos requisitos funciones respecto a la seguridad del paciente y, por otro lado, respecto a la calidad asistencial.

3.1.1 Requisitos funcionales respecto a la seguridad del paciente

El principal requisito a considerar para el desempeño funcional de la mesa es la de ser capaz de articular un conjunto de elementos que mantengan el foco en la seguridad del paciente. Para ello se deberán considerar los siguientes requisitos:

- Reducción del ruido: según la OMS el ruido afecta al rendimiento cognitivo y a la concentración, contribuye al estrés y a la fatiga. También se ha demostrado que el ruido afecta negativamente a la calidad del ambiente en la sala de hospitalización de los pacientes, pudiéndose elevar la presión arterial o alterar el sueño de éstos. En general, el ruido conlleva una disminución de la satisfacción general percibida por el paciente (Morrison et al., 2003). Para minimizar el ruido en el nuevo diseño se propone la utilización de ruedas de goma.
- Integración, modularidad, compatibilidad: afectarán a la capacidad del nuevo equipo de adaptarse a los escenarios que impliquen los diversos ambientes clínicos. Para ello el nuevo equipo presentará un arquitectura modulable e integradora de diversos dispositivos según su demanda.
- Visibilidad de los pacientes al personal sanitario: el equipo deberá de facilitar la proximidad del personal sanitario al paciente, permitiendo en todo momento el contacto directo entre el paciente y el técnico sanitario. El nuevo equipo incorporará un sistema de ruedas giratorias que en todo momento permite libertad de movimientos en un espacio cerrado.
- Pacientes involucrados en el cuidado: según un estudio del Instituto de Medicina de los EEUU (Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in, 2000), los pacientes presentan diferentes niveles dimensionales relacionados con el apoyo emocional (ansiedad y miedo), comunicación y educación cuando manifiestan su frustración por la incapacidad de participar en la toma de decisiones y participar en los sistemas de atención al paciente en tiempo real. Así mismo, durante la estancia en el hospital, mantener a los familiares informados puede también aumentar la seguridad en el paciente, verificando la medicación y el tratamiento que debe ser suministrado en su tramo horario al paciente e involucrándose en su cuidado. El equipo incorporará un sistema que permitirá en tiempo real conocer el estado clínico del paciente, así como los tratamientos y medicamentos que le están siendo suministradas.
- Normalización: la estandarización de los equipos conlleva un impacto positivo en los factores organizativos a nivel de calidad asistencial en los hospitales. La mejora del interfaz sanitario/sistema/paciente reduce la dependencia en la memoria a corto plazo del técnico sanitario. El control de todos los aspectos que afectan al paciente tiene un impacto en su comportamiento, por ello el nuevo sistema será modular, con un correcto almacenaje de todos los útiles necesarios para una correcta atención asistencial.
- Minimización de la fatiga: la fatiga tiene un impacto negativo en la seguridad del paciente, afecta al rendimiento psicomotor y cognitivo del técnico sanitario (distancias entre las habitaciones, entre las dependencias de acopio del material sanitario, etc.). Minimizar la fatiga conllevará el diseño de un equipo integrador de diferentes funciones clínicas, de tal forma que la calidad asistencial no se vea mermada por la dependencia del sanitario respecto a su capacidad física.
- Accesibilidad inmediata a la información: se trata de tener un sistema donde los médicos pueden acceder en tiempo real a la información clínica del paciente, pudiendo así proporcionar un diagnóstico más preciso y un mejor tratamiento de la patología. El nuevo dispositivo dispondrá de un sistema de comunicación móvil conectado en tiempo real (se trabajará con datos del paciente en la nube mediante conexión wifi) dónde quedarán registradas todas las pruebas médicas (temperatura, tensión arterial,

análisis clínicos, etc.), así como anotaciones respecto al tratamiento o incidencias realizadas por los médicos, enfermeros y auxiliares que afecten al paciente. Esta información estará también disponible en los ordenadores de los médicos y de la planta. El servicio murciano de salud está implementando un sistema conocido con el nombre de SELENE, donde se almacene en la nube todo el historial clínico del paciente. Lo que se pretende con el nuevo dispositivo es su accesibilidad inmediata por parte de todos los agentes que intervienen en la calidad asistencial del paciente.

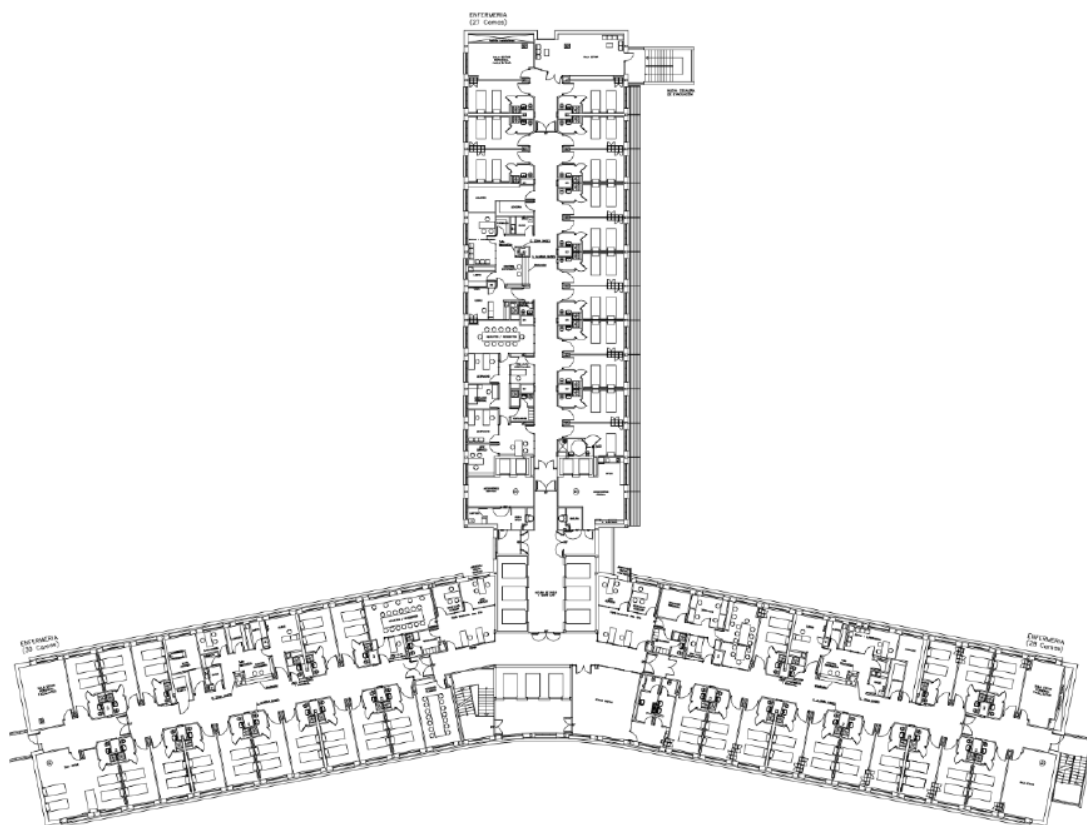
Por lo tanto, la nueva mesa auxiliar incorporará todos estos requisitos funcionales cuyo principal objetivo será mantener el foco en la seguridad del paciente.

3.1.2 Requisitos funcionales respecto a la calidad asistencial

Para realizar este estudio han sido tomados datos reales de una planta de hospitalización del Hospital Virgen de la Arrixaca de Murcia. Las plantas de hospitalización o ingreso están distribuidas por especialidades, como se muestra en la figura 1. En ellas los pacientes se encuentra estabilizados, de manera que, aunque en cada una de ellas se realizan actividades distintas, todas ellas tienen los mismos procedimientos clínicos:

- Toma de constantes (tensión arterial, temperatura, azúcar en sangre)
- Administración de fármacos (oral, subcutánea, intravenosa e intramuscular)
- Toma de muestras para análisis (que después se llevan al laboratorio)
- Pequeñas curas
- Colocación de sondas nasogástricas, vesicales y rectales.
- Registro de estas actividades en la historia clínica del paciente

Figura 1: Plano de la planta de hospitalización



El personal sanitario no dispone de una mesa específica para estos procedimientos, sino que utilizan bandejas, las cuales cargan en los almacenes con el material necesario, y se desplazan a la habitación del paciente. Si atendemos a la distribución de las habitaciones respecto al almacén de material sanitario, se observa que el almacén se encuentra en un lugar centrado respecto a cada ala de hospitalización como se indica en la figura 2.

Figura 2: Situación de habitaciones y almacén



El verdadero problema es no disponer de una mesa auxiliar para transportar todo el material y así poder atender a los pacientes de esa planta de hospitalización, junto con no disponer de una fuente de información en tiempo real de cada paciente, lo que conlleva que el personal sanitario se vea obligado a realizar numerosos viajes hasta el almacén como se muestra en la figura 3, afectando estos desplazamientos a la calidad asistencial del paciente, y de forma indirecta a la seguridad del paciente.

Figura 3: Representación gráfica de los trayectos realizados actualmente en planta



Por lo tanto, para mejorar la calidad asistencial se propone un diseño de una mesa auxiliar que reúna las propiedades necesarias para apoyar al personal sanitario en las actividades comunes de las plantas de hospitalización, y que este nuevo diseño conlleve la reducción del esfuerzo asociado a la disminución de trayectos que realizan en su actividad diaria los técnicos sanitarios, tal y cómo se puede observar en la figura 4.

Figura 4: Representación gráfica de la reducción a un solo trayecto



3.1.3 Estudio de mercado

Actualmente el mercado mobiliario hospitalario cuenta con numerosos modelos de mesas o carros, todas ellas orientadas a cubrir una necesidad muy específica. Sin embargo, no existe ninguna mesa auxiliar de enfermería que integre todos los requisitos funcionales anteriormente descritos, por lo que el nuevo diseño aprovecha este nicho existente (Fig. 5).

Figura 5: Dispositivos comerciales (fuente: Google imágenes)

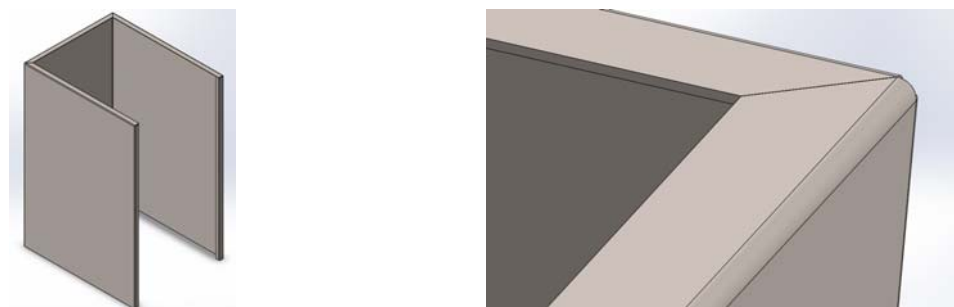
 <p>Mesa Auxiliar de Enfermería</p>	 <p>Mesa de curas</p>
 <p>Mesa de Paradas</p>	 <p>Mesa de lencería</p>
 <p>Carro de comidas</p>	 <p>Carro de Electrocardiogramas</p>

Todos estos carros desempeñan funciones muy específicas dentro del hospital, requiriendo cada uno ellos personal con una cualificación técnica determinada.

3.3 Diseño de detalle

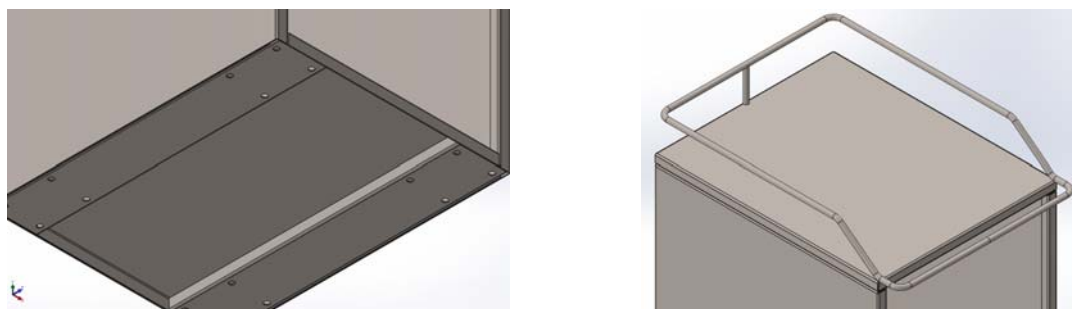
En esta fase se definen los detalles técnicos para desarrollar la mesa, considerando los condicionantes descritos en las etapas previas respecto al boceto y a la selección de los materiales. Para el diseño en detalle se empleará el software de modelado 3D SolidWorks. Inicialmente se partirá de una chapa metálica de 1,5 mm de espesor de acero, material seleccionado mediante criterios definidos en el proceso de selección de materiales. El cuerpo principal, que actúa también como cerramiento lateral y trasero, se consigue mediante el plegado de chapa metálica y el plegado de la parte superior permite acoplar posteriormente la superficie de trabajo, como se muestra en la figura 8. De la misma manera, mediante el plegado de chapa metálica se consigue el cerramiento superior e inferior.

Figura 8: Vista cuerpo principal, detalle de plegado parte superior



En la parte inferior se dispondrán de dos perfiles que permitirán fijar firmemente las ruedas de goma para minorizar el impacto acústico durante el movimiento de la mesa, y en la parte superior, se dispondrá de una barra que rodea toda la superficie de trabajo, tal y como se observa en la figura 9, esto sirve tanto como protección como para empujar o tirar del carro.

Figura 9: Vista parte inferior, barra de protección



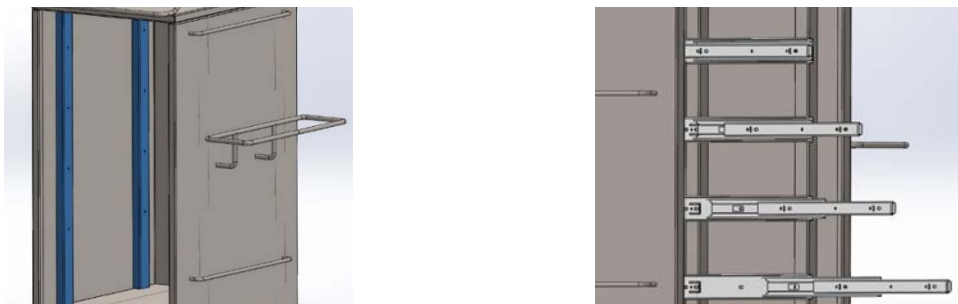
En el lateral izquierdo se colocarán unas barras que permitirán el acople de cestos metálicos y en el lateral derecho se pondrán unas barras a diferente altura (Fig. 10).

Figura 10: Barras de protección perfiles laterales izquierdo/derecho



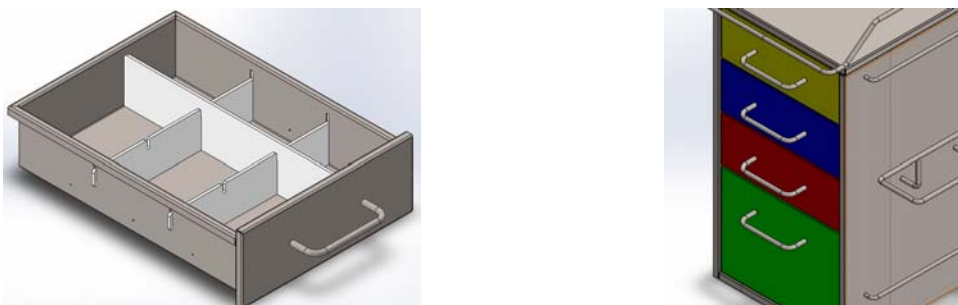
Así mismo, para reforzar la estructura del cuerpo, se colocarán 4 perfiles y se utilizarán unas guías estándar para los cajones, los cuales estarán atornillados a los perfiles laterales, como se indican en la figura 11.

Figura 11: Vista de los perfiles y guías de los cajones



Los cajones serán fabricados mediante el plegado de chapa metálica. Disponen de paneles de plástico ABS para permitir una configuración de espacios personalizada en cada cajón, los tres primeros cajones tienen una altura de 15 cm y el cajón inferior una altura de 28 cm, para almacenar útiles de mayor volumen (Fig. 12). El diseño planteado constará de 4 cajones, cada uno pintado de un color identificativo, mediante un esmalte especial para usos sanitarios (base de resina epóxicas).

Figura 12: Vista de los cajones



En la parte superior del lateral izquierdo, se dispondrá de un soporte para tensiómetro. Las palometas permiten modificar la posición, girarlo, tumbarlo o quitarlo, a la derecha un soporte atornillado permite la colocación de una bandeja donde llevar el ordenador portátil, tal y cómo se indica en la figura 13.

Figura 13: Vista del soporte para tensiómetro y bandeja auxiliar



Aprovechando el mismo soporte se podrá retirar la bandeja y situar el brazo para tablet. Esta configuración es recomendada para hospitales con instrumentos compatibles con la

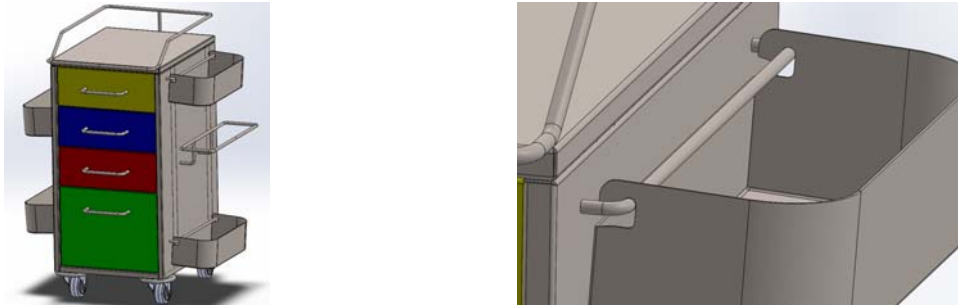
sincronización inalámbrica y a la izquierda, con el mismo tipo de soporte atornillado, tendremos la posibilidad de añadir un soporte para gotero (Fig. 14).

Figura 14: Vista soporte para Tablet y gotero



Las barras situadas en los laterales servirán para colocar los cestos metálicos y el sistema de enganche se realiza mediante un acople rápido (Fig. 15).

Figura 15: Vista conjunto de cajones y sistema de enganche



Una vez ensambladas todas las piezas, el diseño final de la mesa con dos configuraciones distintas queda como indica la figura 16.

Figura 16: Vista conjunto final/explosionada con mesa auxiliar/tablet



Por otro lado, la mesa presentará unas restricciones dimensionales propias del espacio donde va a ser usada (pasillos y habitaciones), por lo que los criterios de diseño adoptados tras valoración con el equipo de técnicos sanitarios fijan una altura entre 80 y 90 cm lineales del suelo y una anchura de 80 cm lineales.

Así mismo, los materiales a utilizar según el software CES EduPack 2010 vienen descritos en la tabla 1.

Tabla 1: Selección de materiales de las piezas de la mesa auxiliar

Pieza	Material empleado
Cuerpo principal	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Tapa inferior	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Tapa superior	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Soportes inferiores para ruedas	Perfil de acero inoxidable AISI 316L
Barra superior	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Barras laterales	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Aro papelera	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Accesorio soporte tensiómetro	Perfil de acero inoxidable AISI 316L
Barra soporte tensiómetro	Perfil de acero inoxidable AISI 316L
Perfiles internos	Perfil de acero inoxidable AISI 316L
Guías cajones	Acero inoxidable AISI 316L
Cajones	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Tirador cajones	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Separadores interior cajones	ABS
Barra soporte bandeja ordenador	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Bandeja soporte ordenado	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Soporte gotero	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Bandejas laterales	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Barra soporte tensiómetro	Barra acero inoxidable recocido AISI 316L
Ruedas HJULEX	Varios
Codo Soporte Tablet	Acero inoxidable AISI 316L
Brazo y Rótula	Acero inoxidable AISI 316L
Carcasa para Tablet	Acero inoxidable AISI 316L
Marco carcasa Tablet	Chapa de acero inoxidable AISI 316L
Base Carcasa Tablet	Chapa de acero inoxidable AISI 316L

Los criterios de selección han sido los expuestos en los apartados anteriores, es cierto que pueden considerarse otros materiales, como plásticos o similares, pero en el ámbito clínico y por la atmósfera del ambiente en el que desarrollan su actividad los potenciales usuarios de la mesa, sugieren el uso de acero inoxidable. Los dispositivos descritos en la figura 5 son de acero inoxidable.

4. Resultado final

El diseño final propuesto comprende un cuerpo central y varios accesorios los cuales serán acoplados según las tareas a realizar por el asistente técnico-sanitario (Fig.17).

Figura 17: Dispositivo final, ficha técnica, uso general



Los usos de la nueva mesa son muy diversos, el principal será de una mesa auxiliar de uso general, cómo se puede observar en la figura 18, otros usos podrían ser como una mesa auxiliar de anestesia, carro de paradas y/o carro de curas.

Figura 18: Mesa auxiliar de uso general



5. Conclusiones

Este trabajo presenta el diseño mediante geometría computacional de una mesa auxiliar de enfermería bajo dos requisitos funcionales: la seguridad del paciente y la mejora de la calidad asistencial. Respecto a la seguridad del paciente, tanto el cuerpo central cómo los diferentes accesorios diseñados están enfocados hacia un escenario dónde la comodidad y seguridad del paciente priman por encima de todo: el uso de ruedas de goma de baja resistencia a la rodadura y bajo ruido, el planteamiento de un nuevo concepto integrador, modular y compatible sobre un cuerpo central, el diseño de una mesa de trabajo que facilita en todo momento el acceso directo al paciente (ver figura 18), la posibilidad de incorporar un sistema

informático dónde se integre en tiempo real toda la información y que tanto el paciente como su acompañante puedan acceder en tiempo real a dicha información, el concepto de equipo integrador con el fin de minorizar la fatiga del técnico sanitario asociada a su capacidad física y que esta pueda ir en detrimento de la calidad asistencial, todos estos requisitos funcionales focalizan el diseño hacia este objetivo. Por otro lado, respecto a la calidad asistencial, el nuevo concepto integrador de procedimientos clínicos en un único cuerpo físico, cómo son la toma de constantes, administración de fármacos, toma de muestras para análisis, pequeñas curas, colocación de sondas o registro de actividades en la historia clínica del paciente, redundan en una mejora de la calidad asistencial disminuyendo los fallos activos derivados de la atención directa a los pacientes. Así mismo en el nuevo escenario de internet de las cosas se incorpora al diseño el concepto de trabajar en tiempo real mediante tablet u ordenador portátil mediante una conexión inalámbrica, de tal forma que cualquier facultativo o técnico sanitario pueda desarrollar sus tareas en un entorno más intuitivo y confiable, mejorando en todo momento la calidad asistencial de los pacientes hospitalizados.

6. Referencias

- Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in, A. (2000). En: Kohn, L.T., Corrigan, J.M. & Donaldson, M.S. (eds.), *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press (US).
- Keller, L.R., Abbas, A., Bickel, J.E., Bier, V.M., Budescu, D.V., Butler, J.C., Diecidue, E., Wu, G., Simon, J.R., Merrick, J.R.W., Lichtendahl Jr, K.C., Hämäläinen, R.P., & Dillon-Merrill, R.L. (2012). Brainstorming, multiplicative utilities, partial information on probabilities or outcomes, and regulatory focus. *Decision Analysis*, 9, 297-302.
- Morrison, W.E., Haas, E.C., Shaffner, D.H., Garrett, E.S., & Fackler, J.C. (2003). Noise, stress, and annoyance in a pediatric intensive care unit. *Critical care medicine*, 31, 113-119.
- Ohno, T., Kato, Y., & Asano, Y. (2015). Service design for creating attractive services, and trends in design thinking. *NTT Technical Review*, 13.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.H. (2007). *Engineering design: A systematic approach*.
- Perrow, C. (2011). *Normal accidents: Living with high risk technologies*.
- Schleyer, T.K.L., Thyvallkakath, T.P., & Hong, J. (2007). What is user-centered design? *Journal of the American Dental Association*, 138, 1081-1082.
- Scholtz, J., Love, O., Pike, W., Bruce, J., Kim, D., & McBain, A. (2014). Applying user-centered design to research work. *Interactions*, 21, 70-74.