

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ALTERNATIVO PARA PERSONAS CON DISARTRIA EN FASE INICIAL



AUTOR: DANIEL SOLANO
TUTOR: DANILO SARAVIA

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi abuela EDELINA AREVALO, una persona excepcional, amable, sencilla, solidaria y luchadora, que por asares de la vida sufrió la enfermedad ELA.

Su ejemplo de lucha contra la enfermedad y jamás quitar la sonrisa del rostro fueron pilares fundamentales para llenarme de motivación y empeño para hoy llegar a construir este tablero de comunicación que ayudará a mucha gente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que ahora este culminando esta etapa de mi vida, darles gracias por apoyarme y estar presente en todo momento. Del mismo modo, quiero agradecer a mi tutor, que gracias a su exigencia y perseverancia este proyecto llego a culminar de una forma sobresaliente. A mis distinguidos maestros, que, con nobleza y entusiasmo, vertieron todo su apostolado en mí; Y a mí querida universidad, porque en sus aulas recibo las más gratas enseñanzas que nunca olvidare.

ABSTRACT

Design of an alternative communication system for people with dysarthria at the initial stage

ALS (amyotrophic lateral sclerosis) is an illness that presents disorders in motor function, movement, communication, and swallowing. It is a progressive and irreversible disease. This disease is addressed in the different stages by the therapeutical area providing the patient with devices that help in his performance and disease management. From the user-centered design (UCD), emotional design and electronic design, this study offers a significant contribution to elderly people with communication dysarthria present in ALS patients through the design of a device or alternative communication system.

Key words: user-centered design (UCD), emotional design, lifestyle, interface, elder people, usability, motor function.

RESUMEN

Diseño de un sistema de comunicación alternativo para personas con disartria en fase inicial.

La ELA (esclerosis lateral amiotrófica) es una enfermedad que presenta trastornos en la motricidad, movilidad, comunicación, deglución; es progresiva e irreversible.

Esta enfermedad es abordada en sus diferentes etapas por el área terapéutica proporcionando artefactos que ayuden al paciente en su desenvolvimiento, manejo y control de la enfermedad.

A partir del diseño centrado en el usuario (DCU), diseño emocional y electrónica, se generó un aporte significativo para el adulto mayor con el trastorno de comunicación disartria presente en la ELA por medio del diseño de un artefacto o sistema de comunicación alternativo.

Palabras clave.

Diseño centrado en el usuario (DCU), Diseño emocional, Estilo de vida, Interface, Adulto Mayor, Usabilidad, Programación motora.

ÍNDICE

CONTENIDOS

1.	Capítulo 1 Contextualización	1
1.1.	Problemática.	2
1.2.	Historia de la enfermedad.	3
1.3.	Marco teórico.	4
	Diseño Centrado en el Usuario (DCU)	4
	Diseño Emocional	6
1.4.	Estado del arte.	7
1.5.	Homólogos.	10
1.6.	Investigación de campo.	13
1.7.	Conclusiones.	14
2.	Capítulo 2 Planificación	15
2.1.	Definición del usuario.	16
2.2.	Características del Usuario.	17
2.3.	Conceptualización.	18
2.4.	Partida de diseño.	20
3.	Capítulo 3 Ideación	21
3.1.	Proceso creativo.	22
3.2.	Six Thinking Hats	22
3.3.	Design Thinking	25
3.4.	Bocetación	26
	Idea 1	26
	Idea 2	27
	Idea 3	28
3.5.	Ensayos en escena	29
3.6.	Arquitectura de la información	33
4.	Capítulo 4 Terminación	34
4.1.	Diseño Final	35
	Interfaz	35
	Experimentación (botonería)	36
4.2.	Modelo 3D	37
4.3.	Documentación técnica	39
	Referencias	59
	Anexos	62

ÍNDICE

GRÁFICOS

Ilustración 1 Disartria	
URL: http://5b0988e595225.cdn.sohucs.com/images/20180327/0d38917def754a118ecc5d0-1be797bf7.png	2
Ilustración 2 Diseño Centrado en el Usuario	
URL: https://cdn.slidesharecdn.com/ss_thumbnails/diseocentradoenelusuario-120405114657-phpapp01-thumbnail-4.jpg?cb=1333840512	4
Ilustración 3 Diseño Emocional	
URL: https://files.merca20.com/uploads/2014/02/Captura-de-pantalla-2014-02-11-a-las-16.24.17.png	6
Ilustración 4 Avisador inalámbrico	
URL: https://www.fastbotton.com/s/cc_images/teaserbox_2455542151.jpg?t=1502734664	10
Ilustración 5 Head Mouse	
URL: http://www.hmc-nv.be/swfiles/files/sw_0_1334_cr.jpg?nc=1428925388	10
Ilustración 6 IrisBond en funcionamiento	
URL: https://pbs.twimg.com/media/DJHV8iUXYAArSrR.jpg	11
Ilustración 7 Tablero E-TRAN en paciente con ELA	
URL: http://ttac.odu.edu/Biblionix/images/AAC/EyeGaze_Communicator_Board.jpg	11
Ilustración 8 Utilización de un Software de comunicación alternativo aumentativo	
URL: https://www.sciencedaily.com/images/2015/05/150526093533_1_900x600.jpg	12
Ilustración 9 Brazo articulado con computador portátil	
URL: https://www.ergotron.com/Portals/0/Reserved/Parts/45-241-026_d-orig.jpg	12
Ilustración 10 Persona Design	
URL: http://tusimagenesde.com/category/sin-categoria/page/202/	17
Ilustración 11 Seis sombreros para pensar	
URL: https://iguhrahmanblog.files.wordpress.com/2017/04/sixhats-1-2.jpg	22
Ilustración 12 Design Thinking	
URL: http://estebanromero.com/wp-content/uploads/2016/10/Design-Thinking-Medialab.png	25
Ilustración 13 Tablero de comunicación con pulsantes	
Fuente: Autor	26
Ilustración 14 Avatar con acciones distribuidas por el muñeco	
Fuente: Autor	27
Ilustración 15 Tablero con módulos intercambiables	
Fuente: Autor	28
Ilustración 16 Bocetación de idea seleccionada	

Fuente: Autor	29
Ilustración 17 Construcción de maqueta de estudio	
Fuente: Autor	30
Ilustración 18 Definición de interfaz prueba 1	
Fuente: Autor	30
Ilustración 19 Definición de Interfaz prueba 2	
Fuente: Autor	31
Ilustración 20 Rediseño de Interfaz prueba 3	
Fuente: Autor	31
Ilustración 21 Rediseño de Interfaz prueba 4	
Fuente: Autor	32
Ilustración 22 Maqueta final de la interfaz	
Fuente: Autor	32
Ilustración 23 Diagrama de categorías jerárquicas	
Fuente: Autor	33
Ilustración 24 Diseño final de Interfaz	
Fuente: Autor	35
Ilustración 25 Experimentación de botonería 1	
Fuente: Autor	36
Ilustración 26 Experimentación de botonería 2	
Fuente: Autor	36
Ilustración 27 Modelo 3D del tablero de comunicación	
Fuente: Autor	37
Ilustración 28 Detalle de Sistema constructivo y disposición de botonería	
Fuente: Autor	37
Ilustración 29 Ubicación de la Placa Arduino UNO y display	
Fuente: Autor	38
Ilustración 30 Modelo 3D prototipo final	
Fuente: Autor	38

1

Contextualización

CAPÍTULO

Problemática.

La esclerosis lateral amiotrófica o ELA es una enfermedad que afecta directamente al sistema nervioso central, caracterizada por una degeneración progresiva de las neuronas motoras en la corteza cerebral, como consecuencias de esta enfermedad se produce una debilidad muscular que avanza hasta la parálisis total. Amenaza la autonomía motora, la comunicación oral, la deglución y la respiración, a su vez se mantienen intactos los sentidos, el intelecto y los músculos de los ojos. Esta enfermedad por consecuente ocasiona que el paciente necesite cada vez más ayuda para realizar las actividades diarias, volviéndose más dependiente. La disartria es una característica de este cuadro sintomático de los pacientes con



Ilustración 1 Disartria

URL: <http://5b0988e595225.cdn.sohucs.com/images/20180327/0d38917def754a118ecc5d01be797bf7.png>

ELA que consiste en una alteración del habla provocada por parálisis, debilidad o incoordinación de la musculatura del habla. Es decir, que las personas que presentan esta enfermedad comprenden el lenguaje a la perfección y pueden elaborar mensajes verbales, pero al momento de articularlos, surgen las dificultades de comunicación.

El objetivo principal de esta investigación se centra en aportar una alternativa de comunicación utilizando metodologías de diseño centrado en el usuario y diseño emocional que permita al adulto mayor con esta enfermedad volver a comunicarse; realizando una investigación de

campo con el fin de recolectar la información necesaria para abordar correctamente esta problemática, continuando con la apropiación de las metodologías de diseño antes mencionadas que concluirá en la construcción de dos prototipos de igual funcionamiento con diferente morfología para determinar la parte formal que mejor se vincule con el adulto mayor que posea dicho problema de comunicación.

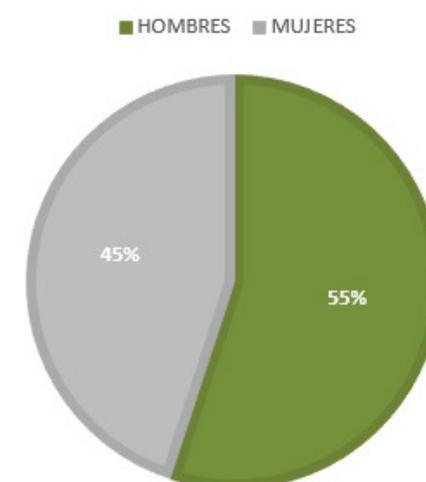
Historia de la enfermedad.

Como se menciona en la Guía para la atención de la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) en España “la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es una enfermedad del sistema nervioso central, caracterizada por una degeneración progresiva de las neuronas motoras en la corteza cerebral (neuronas motoras superiores), tronco del encéfalo y médula espinal (neuronas motoras inferiores). La consecuencia es una debilidad muscular que avanza hasta la parálisis, extendiéndose de unas regiones corporales a otras. amenaza la autonomía motora, la comunicación oral, la deglución y la respiración, aunque se mantienen intactos los sentidos, el intelecto y los músculos de los ojos. El paciente necesita cada vez más ayuda para realizar las actividades de la vida diaria, volviéndose más dependiente y habitualmente fallece por insuficiencia respiratoria en un plazo de 2 a 5 años, aunque en el 10% de los casos la supervivencia es superior.” (MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL, 2009, pág. 17)

Con un único estudio epidemiológico realizado en España que se llevó a cabo en Cantarina por un periodo de 12 años para calcular la tasa de mortalidad ajustada por edades entre 1951 y 1990, reveló que la tasa de incidencia universal de la ELA permanece constante entre uno y dos casos nuevos por cada 100 000 habitantes por años, que inicia como media a los 60,5 años en las formas no familiares y unos 10 años antes en las familiares. Con una prevalencia que oscila entre cuatro a seis casos por cada 100 000 habitantes en el resto de países. (MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL, 2009, pág. 21)

Como se presenta en la gráfica 1 el porcentaje de incidencia es parcialmente superior en hombres que, en mujeres, las cuales rodean una media de 60,5 años aproximadamente, a este grupo de personas se les considera de la tercera edad o adultos mayores lo que presenta una característica especial de esta enfermedad la que en sus etapas iniciales aparece con problemas de movilidad que resulta en entumecimiento de la parte inferior, calambres, entre otros, seguido por trastornos del habla como problemas de fonación, articulación, deglución, entre otros, estos síntomas forman parte

Gráfica 1 Incidencia por genero



de un cuadro de disartria que según el libro Esclerosis Lateral Amiotrófica una enfermedad tratable menciona “Las disartrias, trastornos motores puros caracterizados por un defecto en la articulación sin afección de la función mental, de la comprensión ni de la memoria verbal, originados por debilidad, lentitud o incoordinación de la musculatura encargada de la producción del habla y que no son, por lo tanto, trastornos del lenguaje en sentido estricto.” (Rhône-Poulenc Roder S.A., 1999, pág. 402)

Esto quiere decir que la Disartria es un trastorno que impide a los músculos de la boca transmitir un mensaje de manera sonora, dando paso a tratamientos de terapia para ejercitar estos músculos y si la terapia en su etapa final no aporta como el paciente y el terapeuta esperan se buscan un método de comunicación alternativo que se adapte a las necesidades específicas del paciente.

Marco teórico.

Para el desarrollo de este proyecto es pertinente abordar conceptos de diseño que nos permitan encaminar de mejor manera las características específicas para esta enfermedad y poder generar un aporte para la comunicación, es así que se decidió manejar dos conceptos como pilares fundamentales como es el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) para definir las características del usuario y el Diseño emocional para definir las necesidades del usuario, a continuación se desarrollará de una manera más amplia el abordaje de la problemática desde estos conceptos.

Diseño Centrado en el Usuario (DCU)

"diseñar un producto teniendo en cuenta las necesidades concretas del usuario que lo vaya a usar, con el objeto de obtener la mayor satisfacción y experiencia de uso..."
Norman, Donald

Como centro, un diseño centrado en el usuario (DCU) debe proporcionar una teoría basada en las necesidades e intereses del usuario considerando un especial cuidado en hacer que los productos sean utilizables



Ilustración 2 Diseño Centrado en el Usuario

URL: https://cdn.slidesharecdn.com/ss_thumbnails/diseocentradoenelusuario-120405114657-phpapp01-thumbnail-4.jpg?cb=1333840512

y correctamente comprendidos por el destinatario. Fundamentos que Norman utiliza como sugerencias para el diseño de objetos cotidianos.

Según (Norman, La psicología de los objetos cotidianos, pág. 232) el diseño debería facilitar determinar que actos son posibles, hacer que las cosas sean visibles y hacer que resulte fácil evaluar el estado actual del sistema. Es decir, en primer lugar, asegurar que el usuario pueda deducir lo que se debe hacer, en segundo, que el usuario pueda identificar que está ocurriendo a cada momento. Ya que "el diseño debe ser utilizar las propiedades naturales de la gente y del mundo: debe explotar las relaciones naturales y las limitaciones naturales. En la medida de lo posible, debe funcionar sin instrucciones ni etiquetas..."

Norman postula siete principios para hacer sencillas las tareas difíciles de las cuales se tomarán cuatro como ejes principales de diseño.

1. Utilizar tanto el conocimiento en el mundo como el conocimiento en la cabeza.

Es importante identificar el conocimiento que tienen las personas sobre un entorno o una forma de interacción, sabiendo que la gente aprende y se siente más cómoda con un objeto cuando el conocimiento necesario para interactuar con él está disponible en su memoria sea de forma explícita o porque se puede interpretar fácilmente.

En consecuencia, el diseño no debe obstaculizar una acción, es decir, debe ser fácil combinar el conocimiento de la cabeza con el conocimiento en el mundo para poder utilizarse sin interferir con otro tipo de conocimientos.

“El funcionamiento de cualquier dispositivo se aprende con más facilidad, y los problemas se desentrañan con más exactitud y facilidad, si el usuario dispone de un buen modelo conceptual...” (Norman, *La psicología de los objetos cotidianos*, pág. 233) es decir, que el diseñador tiene que identificar una partida conceptual adecuada, permitiendo que el usuario reciba el mensaje e interactúe con el producto de manera eficiente siempre tomando en cuenta tres aspectos esenciales que son según Norman el *modelo de diseño*, el *modelo del usuario* y la *imagen del sistema*. Estos tres aspectos son importantes ya que el usuario determina lo que se comprende, el diseño que sea funcional, fácil de aprender y utilizable y el diseñador debe asegurarse que el sistema revele la imagen idónea para su correcta interpretación del usuario.

2. Simplificar la estructura de las tareas.

Norman, en su libro “La psicología de los objetos cotidianos” menciona que todas las tareas deben contar con una estructura sencilla, con el objetivo de reducir al mínimo la cantidad interacciones o problemas que pueden exigir ciertas tareas, contando como un apoyo para simplificarlas la innovación tecnológica. Sabiendo que la información que encontramos en el mundo debe ser utilizada para recordarnos como hacer una tarea determinada.

“Una importante función de la nueva tecnología debería ser facilitar las tareas”, esto plantea Norman para indicarnos que una de las mejores herramientas que tienen los diseñadores para simplificar las tareas es apoyarse de la tecnología y de esta manera simplificar sistemas que podrían ser leídos por los usuarios como muy complejos, afirmando que las personas estamos en constante interacción con la tecnología como elementos auxiliares mentales como por ejemplo, los relojes, calculadoras, entre otros. (Norman, *La psicología de los objetos cotidianos*, 1990, págs. 235 - 237)

3. Realizar bien las topografías.

“Las topografías naturales constituyen la base de lo que se ha calificado de ‘compatibilidad de reacción’ en las esferas de los factores humanos y la ergonomía. El principal requisito de la compatibilidad de reacción es que la relación espacial entre la ubicación de los mandos y el sistema o los objetos a los que se refieren aquellos sea lo más directa posible, con los mandos en los objetos mismos o dispuestos para tener una relación analógica con ellos...” (Norman, *La psicología de los objetos cotidianos*, 1990, pág. 245)

De esta manera es como aseguramos que el objeto tenga una interacción adecuada con el usuario, poniendo como eje principal para el diseño de nuevos productos al usuario y ajustarnos a las necesidades específicas de él.

4. Diseñar dejando un margen de error.

Asumir que los usuarios van a comprender completamente un sistema resulta utópico, con este pensamiento debemos suponer que los usuarios cometerán todos los errores que puedan cometer, teniendo en cuenta que un error no es más que un acto que el diseñador no tomo

en cuenta y fue especificado incompleta o incorrectamente. Según Norman debemos "... hacer que resulte fácil invertir las operaciones; hacer que resulte difícil realizar actos irreversibles..." ya que la manipulación del usuario puede o no siempre ser la indicada y si no tenemos en cuentas estos factores de error haremos que la vida útil del producto se limite mucho más. (Norman, La psicología de los objetos cotidianos, 1990, pág. 246)

Diseño Emocional

"Los objetos que resultan atractivos funcionan mucho mejor"
Norman, Donald

El diseño en esencia está relacionado con la parte emocional de muchas formas, en ocasiones nos divertimos, en otras nos enfadamos, esto tiene una relación directa con la usabilidad de los objetos. Existen también objetos que nos traen recuerdos ya sea por su olor, por su textura, y simplemente interactuamos con objetos que no queremos tirar a la basura o en otros casos nos gusta cómo envejecen y los conservamos por generaciones.

Estos principios psicológicos del comportamiento humano son abordados por Norman como tres niveles de procesamiento que son: el visceral

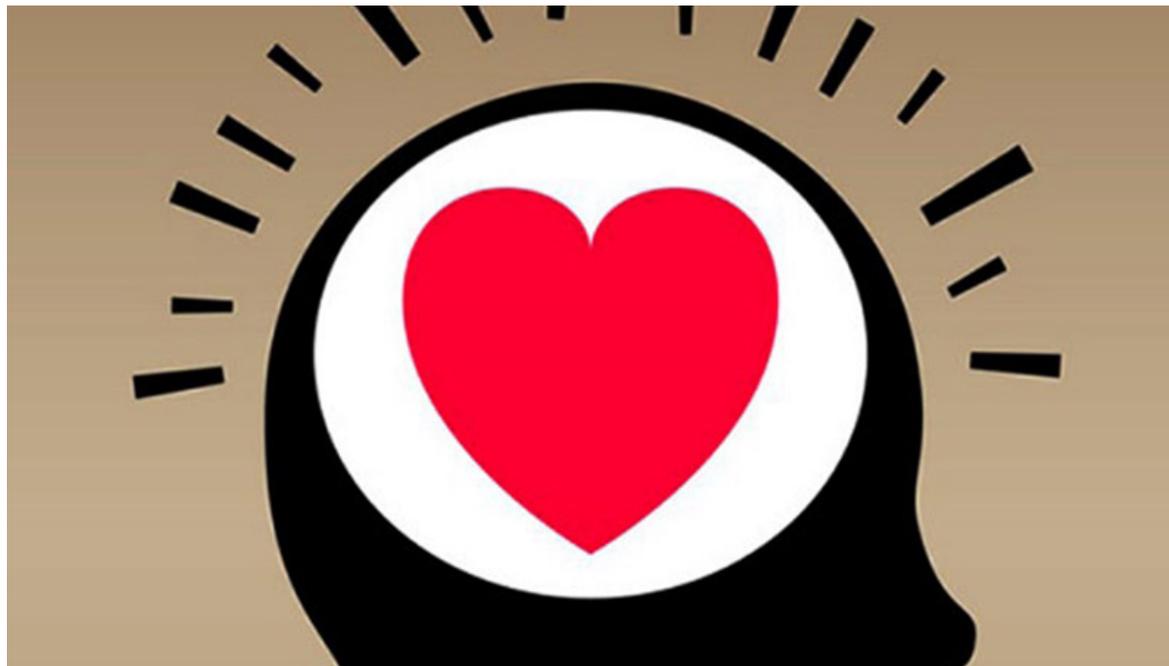


Ilustración 3 Diseño Emocional

URL: <https://files.merca20.com/uploads/2014/02/Captura-de-pantalla-2014-02-11-a-las-16.24.17.png>

que hace relación a la apariencia y la primera impresión que tiene el usuario del objeto, el conductual haciendo relación a la usabilidad, desempeño y función que el objeto proporciona al interactuar con el usuario y finalmente el reflexivo el cual se relaciona con la interpretación, el entendimiento y el razonamiento que causa el objeto con el usuario. (Norman, Emotional Design; why we love (or hate) everyday things, 2004)

Nuestra respuesta visceral a los objetos es la primera reacción inmediata que mostramos. Por ejemplo, el nuevo iPhone X produce en la gente una primera opinión positiva. Seguido

por una respuesta cognitiva que se produce por efecto del placer de usar un objeto. Por ejemplo, cuando comprobamos que el iPhone notamos que tiene nuevas formas de uso que le hacen más interactiva con el usuario, lo que nuestro cerebro procesa como una respuesta cognitiva.

Finalmente, las respuestas reflexivas son las que se producen con el paso del tiempo por esta razón Norman las plantea como sensaciones futuras. Son las sensaciones y memorias que puede despertarnos el uso de ciertos objetos como por ejemplo el estatus social que denota tener el nuevo iPhone X.

Estado del arte.

1. Desarrollo de un servicio de accesibilidad para dispositivos móviles comandado mediante una interfaz cerebro-computadora portable.

En la Universidad Nacional de Córdoba – Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales en la carrera Ingeniería Biomédica se desarrolló un proyecto integrador titulado “Desarrollo de un servicio de accesibilidad para dispositivos móviles comandado mediante una interfaz cerebro-computadora portable”, con el objetivo de diseñar un prototipo de un servicio de accesibilidad utilizando una interfaz cerebro-computadora (ICC) comercial, como dispositivo de asistencia en el ámbito de la neurorrehabilitación motora, capaz de ser utilizado por el usuario en su vida cotidiana. Que combina recursos multimedia y electrónicos para el desarrollo de un intangible que interactúe con el usuario de las diferentes interfaces cerebro computadora comerciales. (Costa, 2017)

Se pudo evidenciar el manejo una interfaz cerebro-computadora que en resumen es un elemento electrónico que permite al usuario interactuar por medio de una aplicación multimedia con su teléfono móvil o/y computador, pero al momento de las pruebas se encontraron con un inconveniente que fue el usuario debe aprender a generar una señal estable y determinada para poder realizar las diferentes tareas que le permitirán interactuar con la aplicación, a su vez el proceso de entrenamiento para el manejo de esta tecnología resulto frustrante para el usuario.

2. Sistemas de Comunicación No Verbales Enriqueciendo los Lenguajes Aumentativos y Alternativos con propiedades de Accesibilidad y Usabilidad.

Un trabajo realizado en conjunto por la Unidad Académica Caleta Olivia (UACO) y la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) titulado “Sistemas de Comunicación No Verbales Enriqueciendo los Lenguajes Aumentativos y Alternativos con propiedades de Accesibilidad y Usabilidad” tiene como enfoque hacer “un aporte para contribuir a reducir la brecha existente entre tecnologías y discapacidad”.

En este aporte se plantea un sistema de comunicación aumentativa y alternativa que se enfoca en reducir en gran medida las barreras que se encuentran entre las con capacidades diferentes en su relación con las TICs y la Web. El sistema planteado propone una herramienta cotidiana de comunicación, enfocado en la discapacidad cognitiva y, dependiendo del grado de compromiso físico; en este proyecto se establecieron bases para el desarrollo de un sitio Web donde las personas con discapacidades motoras y/o cognitivas puedan comunicarse por medio de pictogramas y así, interactuar y expresarse a través de un sistema de comunicación alternativo y aumentativo. (González, Sosa, & Elba, 2014)

Es pertinente mencionar que esta forma de utilizar un sistema de comunicación alternativa y aumentativa en el diseño de páginas WEB aporta grandes beneficios para el usuario final que en este caso conforman las personas con discapacidad motora, brindando un sistema ajustable y/o personalizable convertirse en una herramienta efectiva de comunicación cotidiana al articular el uso del lenguaje hablado y su correspondencia con el de símbolos pictográficos.

3. ACoTI: herramienta de interacción tangible para el desarrollo de competencias comunicacionales en usuarios de comunicación alternativa.

En la Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI) se generó un proyecto orientado hacia las ciencias informáticas con título "ACoTI (Augmentative Communication through Tangible Interaction)" que es un instrumento que fue propuesto para el área de pedagógica que, con ayuda de la tecnológica procura fomentar el desarrollo de competencias comunicacionales a niños con necesidades complejas de comunicación. Asimismo, para los usuarios que requieran un método Comunicación Aumentativa-Alternativa (CAA). Este proyecto se basa en paradigmas de interacción tangible, mediante actividades de asociación simple y compleja, en la cual el usuario relacione un objeto tangible con su representación o signo gráfico proyectada en una tabletop horizontal. (Sanz, y otros, 2012)

La propuesta de interacción tangible exhibió resultados favorables para esta primera etapa de evaluación, que demostró una adecuada y motivadora

participación por parte de los usuarios, estimulando las áreas comunicacionales que los autores buscaban con el desarrollo de este tablero digital interactivo.

4. TEVI: Teclado virtual como herramienta de asistencia en la comunicación y el aprendizaje de personas con problemas del lenguaje vinculados a la discapacidad motriz.

Este artículo expuesto en el Portal de Revistas Académicas de la Universidad de Costa Rica se presenta una exploración sobre la huella que genera el sistema computacional TEVI (Teclado Virtual) que fue desarrollado para facilitar la comunicación de niños con problemas de lenguaje a causa de una discapacidad física. En la cual se desarrolló un sistema computacional que se estructuró de tres módulos: interfaz de usuario, gestor de base de datos y algoritmos de procesamiento de lenguaje natural. A su vez se contempló el uso de un panel de pictogramas y un teclado virtual con texto predictivo. Con resultados que presentan un notable aporte para niños con problemas del lenguaje. Sin embargo, no se pudo concluir que mejoró significativamente la comunicación con su entorno y desarrollo de aprendizajes

en el aula. (Jácome Amores & Jadán-Guerrero, 2016)

Los resultados conseguidos que se presentan en este artículo aportan un posible camino referencial para el desarrollo de nuevas aplicaciones del sistema TEVI ya que se exhibió un aporte favorable al problema de comunicación que poseían niños con un grado de discapacidad física.

5. Dispositivo de asistencia a discapacitados motores: switch controlado por señales electromiográficas.

En el trabajo realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata para la II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería, plantea la utilización de señales de electromiograma (EMG), dichas señales poseen su origen en los potenciales de acción o movimientos musculares que pueden ser traducidos a código binario, estos se transmiten por membranas de fibras musculares contraer un músculo. Lo cual nos indica que, al ser detectada de una contracción muscular, por más ligera que sea, permite establecer una vía de comunicación alternativa entre un usuario y

su entorno. Lo que dio paso al desarrollo de un sistema completo de comunicación alternativa, a partir de la detección de una contracción muscular, enviando un pulso a la PC a través de un puerto USB emulando el clic del mouse. (Haberman & Spinelli, 2013)

Este trabajo presenta la implementación de un controlador electrónico para transmitir un pulso mediante un puerto USB, este pulso es leído por el ordenador o PC que lo interpreta como un clic de mouse, permitiendo al usuario moverse libremente por programas de comunicación que requieran el uso de clics. En esencia este switch EMG es un convertidor de señales analógicas musculares leves a lenguaje binario que un ordenador puede entender.

6. Implementación de un prototipo alternativo de comunicación para niños con discapacidad cerebral leve en la fundación "Ayudemos a vivir" utilizando un módulo Arduino.

En la base de datos "Tesis Electrónica y Telecomunicaciones (ET)" de la Escuela Politécnica Nacional se encontró un proyecto que tiene como meta el desarrollo e implementación de un

prototipo de comunicación utilizando herramientas que el soporte electrónico Arduino presta. El mismo que está dirigido para niños con discapacidad cerebral leve, el funcionamiento de este prototipo inicia con la identificación del niño a través de un biométrico de huella dactilar para dar paso a la selección de una opción del tablero, misma que es reproducida a través de un mensaje de voz y una bocina. (Calva Poma & Pillajo Gutiérrez, 2017)

Se presenta en este proyecto la versatilidad que tienen las herramientas de un sistema Arduino las mismas que pueden ser aplicadas para el desarrollo de modelos de comunicación incluyente orientada a diferentes tipos de discapacidad, en este documento se presenta el código utilizado que puede servir de base para generar una nueva aplicación de esta tecnología. Una de las ventajas de utilizar un sistema Arduino sería el poder encontrar en la página oficial de Arduino un gran número de códigos libres y editables para controlar el catálogo de componentes electrónicos que este sistema ofrece.

Homólogos.

1. Avisador Inalámbrico



Ilustración 4 Avisador inalámbrico
URL: https://www.fastbotton.com/s/cc_images/teaserbox_2455542151.jpg?t=1502734664

Timbre o avisador inalámbrico utilizado como método de comunicación alternativo básico, con este sistema el usuario pueda avisar al cuidador con la parte emisora del dispositivo para mandar una señal de alerta o de llamada que indica que el paciente necesita algo, asimismo quien tendrá la parte receptora del equipo sería el cuidador o en el caso de ocupar un timbre este llega a emitir un sonido que avisa a las personas cercanas.

2. Ratón de Cabeza



Ilustración 5 Head Mouse
URL: http://www.hmc-nv.be/swfiles/files/sw_0_1334_cr.jpg?nc=1428925388

Este método tecnológico de comunicación alternativo permite al usuario a través de este dispositivo el acceso al ordenador con el cual se maneja el cursor del ratón a través de los movimientos de la cabeza. El clic se puede realizar a través de un conmutador externo, por guiño o por tiempo. Este método de comunicación se utiliza siempre que el paciente aun pueda manejar los músculos del cuello para poder realizar la comunicación con el ordenador.

3. Irisbond



Ilustración 6 IrisBond en funcionamiento
 URL: <https://pbs.twimg.com/media/DJHV8iUXYAArSrR.jpg>

Este método de comunicación es similar al antes mencionado con variación en que es un dispositivo de seguimiento ocular para acceso al ordenador, el cual consiste en que el cursor del ratón se maneja a través del movimiento de los ojos. El clic se puede realizar a través de un conmutador externo, por guiño o por tiempo. Este método es utilizado en personas que perdieron la movilidad completa en las manos y no pueden manejar de manera coordinada los músculos del cuello.

4. Tablero E-TRAN



Ilustración 7 Tablero E-TRAN en paciente con ELA
 URL: http://ttac.odu.edu/Biblionix/images/AAC/EyeGaze_Communicator_Board.jpg

Este método asistido de comunicación requiere de un intérprete o una tercera persona que generalmente suele ser el cuidador ya que por el contacto continuo que tiene con el paciente es el más calificado para realizar la interpretación del mensaje. El panel de escritura asistida E-TRAN se utiliza a través del movimiento y parpadeo de los ojos para transmitir el mensaje del paciente.

5. Softwares específicos y aplicaciones de descarga

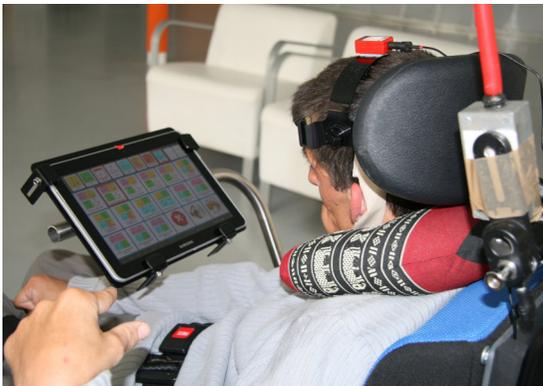


Ilustración 8 Utilización de un Software de comunicación alternativo aumentativo
URL: https://www.sciencedaily.com/ges/2015/05/150526093533_1_900x600.jpg

Son similares a los tableros E-TRAN con la diferencia que se encuentran en plataformas descargables, para utilizar este software es necesario la instalación del programa en un ordenador o en un dispositivo móvil ya sea Tablet o smartphone para poder utilizarlo como un sistema aumentativo alternativo de comunicación. La característica destacable de este software es que existe una gran cantidad de diversos programas en la red que se puede ajustar en función de la necesidad del paciente, asimismo estos se pueden combinar con los dispositivos head mouse e Irisbond para la interacción con estos softwares.

6. Brazo Articulado



Ilustración 9 Brazo articulado con computador portátil
URL: https://www.ergotron.com/Portals/0/Reserved/Parts/45-241-026_d-orig.jpg

Los brazos articulados en si no son utilizados como un método de comunicación alternativo, sin embargo, resulta pertinente mencionarlos ya que estos facilitan la incorporación de los sistemas de comunicación antes mencionados como por ejemplo pulsadores, dispositivos móviles, laptop y de esta manera los brazos se vuelven parte de un sistema más complejo de comunicación.

Investigación de campo.

Continuando con el proceso de investigación para el diseño un sistema de comunicación alternativo, es necesario realizar una investigación de campo, con la cual se resolverán interrogantes y se podrá identificar desde el conocimiento de los especialistas las características y necesidades principales de los pacientes con las que se puede afrontar de mejor manera la solución y el aporte que se proyecta generar por medio del diseño de objetos, en esta ocasión se realizó una entrevista no estructurada a un fonoaudiólogo y se contactó con una fundación en el extranjero especializada en este tipo de trastornos ocasionados por la enfermedad esclerosis lateral amiotrófica (ELA).

1. Entrevistas

Entrevistado: Doc. Nataly Vanegas

Título: Fonoaudióloga

En la entrevista realizada a la Fonoaudióloga Nataly Vanegas se trató el tema de la comunicación en los pacientes con ELA, las características de la disartria y los posibles tratamientos que existen

para abordar los trastornos de lenguaje. Nos menciona que la ELA al ser una enfermedad degenerativa progresiva es necesario realizar un diagnóstico temprano para poder abordar de la mejor manera, es necesario asistir a terapias para mantener al paciente con la mayor cantidad de funciones posibles según el avance de esta enfermedad.

Abordando la disartria la fonoaudióloga nos menciona que la "disartria consiste en la incapacidad del paciente de comunicar un mensaje mediante los músculos orofaciales, manteniéndose intactos el raciocinio y la capacidad del paciente para entender y fabricar mensajes en el cerebro", llegando a la conclusión que la disartria es un trastorno en el cual el paciente pierde la capacidad de comunicarse mediante la boca pero esto ya en una etapa muy avanzada de la enfermedad, ya que la disartria tiene cuatro etapas o síntomas que son articulación, resonancia, deglución, fonación; estas variables indican el grado y tipo de disartria que tiene el paciente, con esos datos el terapeuta puede decidir la mejor terapia y en el caso que ninguna presente mejorías ese es el momento en el cual se optará por un sistema de comunicación alternativo.

Con estas consideraciones Nataly mencionó que sería un gran aporte para los pacientes en esta etapa avanzada de disartria

un método de comunicación que potencialice la parte motriz que se mantenga vigente y a la vez sirva de terapia para reducir el deterioro progresivo o de alguna manera retrasarlo según el tipo de disartria.

2. Intercambio de información con fundaciones especializadas en la enfermedad

Como parte de la investigación de campo y a falta de información o fundaciones a nivel local se recurrió a fundaciones en el exterior, en la búsqueda se encontró a la "Asociación Española de ELA" con la que se resolvieron algunas interrogantes que surgieron sobre que método de comunicación alternativo sería el más apropiado para los pacientes con problemas de comunicación en etapa avanzada de disartria.

Se mencionó, que para poder identificar el método de comunicación adecuado se debe hacer una valoración bulbar y analizar en nivel de movilidad que el paciente posea, una vez realizado esa recopilación de esa información proceder a seleccionar el método de comunicación adecuado para el paciente. Tomando en cuenta que es importante siempre potencializar la movilidad del paciente que mantiene intacto para prolongar y disminuir el deterioro de este.

Conclusiones.

En esta primera etapa de contextualización se pudo recopilar información sobre la esclerosis lateral amiotrófica, los que nos presenta los primeros datos necesarios para indagar sobre el camino optar, para este caso siguiendo con la problemática planteada que consiste en diseñar un sistema de comunicación alternativo para personas con disartria en etapa inicial, y tomando en cuenta las recomendaciones de la fonoaudióloga Doc. Nataly Vanegas se considera una primera etapa para la aplicación de un sistema de comunicación alternativo a las personas que desarrollaron un cuadro muy avanzado de disartria en las cuales los especialistas recomiendan el uso de algún método asistido de comunicación como consecuencia de falta de terapia o que la terapia ya haya alcanzado su máximo de aporte al paciente, de esta manera validamos la problemática propuesta y nos da las primeras características de nuestro usuario meta.

Continuando con la investigación de referentes teóricos, se plantean dos temáticas de diseño (Diseño Centrado en el Usuario y Diseño Emocional) en las cuales ponen al usuario como eje principal para el desarrollo de un diseño y relaciona las experticias del usuario para que el objeto sea mejor comprendido, trasladando estos conceptos a la enfermedad se puede concluir que son los más indicados ya que al ser la disartria una enfermedad que afecta en diferentes niveles al paciente y según su grado de movilidad se selecciona la mejor opción, es pertinente diseñar pensando en un usuario con características específicas como lo hacen los terapeutas al momento de identificar el mejor sistema o método de comunicación para cada paciente, asimismo, al realizar un análisis funcional de los métodos de comunicación alternativos se concluyó que para que un método de comunicación alternativo funcione de una mejor manera es necesario la combinación de más de un método que se encuentra individualmente en el mercado.

En conclusión, esta primera etapa de investigación es fundamental para empezar realizar indagaciones sobre la aplicación del modelo conceptual planteado con relación al cuadro clínico de la disartria y ELA, en el cual las características del DCU como la utilización del conocimiento en el mundo y en la mente, así mismo, como diseñar dejando un margen de error y el diseño emocional con la usabilidad se pueden asociar como una runa apropiada para el diseño de un sistema de comunicación alternativo ya que estos conceptos brindan las herramientas para concretar un producto cumpliendo las necesidades específicas del paciente.

2

Planificación

CAPÍTULO

Definición de usuario.

Como se pudo identificar en el capítulo anterior, la disartria es una enfermedad que está presente no solo en la ELA sino también en pacientes otros cuadros clínicos, como por ejemplo los pacientes con parálisis cerebral (PC), con esta información surgieron variables que son necesarias de resolver para poder definir de la manera más adecuada a nuestro usuario.

Interrogantes como:

- ¿Qué tipo de disartria tiene el paciente?
- ¿Qué enfermedad que la provocó?
- ¿En qué etapa de disartria se encuentra el paciente?
- ¿Posee el paciente alguna discapacidad mental?
- ¿Ah recibido algún tipo de terapia?
- ¿Posee o interactúa con algún sistema SAAC (Sistema de comunicación alternativo aumentativo) u otro método de comunicación?

Adicionando estas interrogantes a nuestra investigación previa se encontró que según (Mayo Clinic Staff, 2018) la persona con disartria puede exhibir cualquiera de los siguientes síntomas, dependiendo de la magnitud y ubicación de la lesión al sistema nervioso:

- “Arrastrar” las palabras al hablar
- Hablar muy bajito o ser apenas capaz de susurrar
- Hablar con lentitud
- Hablar con rapidez y “entre dientes”
- Movilidad limitada de la lengua, los labios y la mandíbula
- Entonación (ritmo) anormal al hablar
- Cambios en el timbre la voz (voz “nasal” o sonar “tupido”)
- Ronquera
- Voz entrecortada
- Babeo o escaso control de la saliva
- Dificultad al masticar y tragar

Asimismo, se encontraron diferentes causas como daño cerebral, tumor cerebral, parálisis cerebral, síndrome de Guillain-Barré, lesión craneal, enfermedad de Huntington, enfermedad de Lyme, entre otros (Mayo Clinic Staff, 2018), esto nos indica que es necesario ser muy específico con nuestro usuario, dejando planteado en los siguientes capítulos el aporte que este sistema de comunicación puede significar para diferentes cuadros clínicos.

A continuación de identificaran las características de nuestro usuario tomando en cuenta la información obtenida para posteriormente realizar las conexiones con nuestro partido conceptual de DCU y Diseño Emocional.

Características del Usuario.

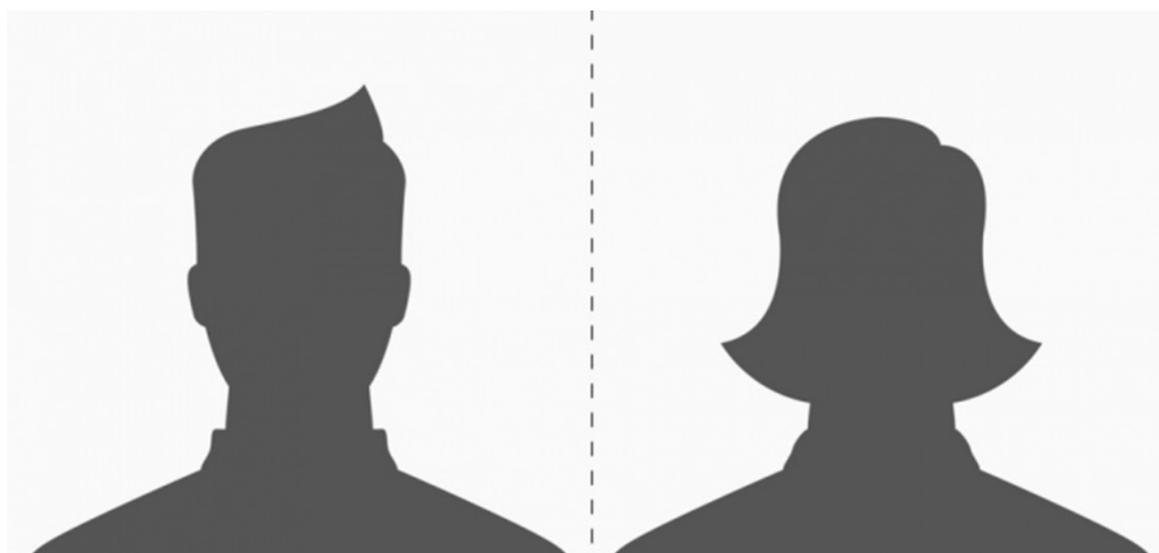


Ilustración 10 Persona Design

URL: <http://tusimagenesde.com/category/sin-categoria/page/202/>

Con ciertas características y consideraciones definidas por consecuencia de la investigación de campo y la información adicional que se obtuvo anteriormente podemos decir que nuestro usuario es un hombre o mujer con un rango de edad entre 47 – 63 años, con un nivel de disartria avanzada tomando en consideración que una etapa avanzada de disartria es la inicial para la utilización de un método o sistema de comunicación alternativo, es necesario que el paciente conserve

sus funciones cerebrales intactas ya que al tratarse de un método de comunicación alternativo es necesario la capacidad de aprendizaje para la comprensión del funcionamiento del sistema, el usuario debe contar con un nivel de movilidad de tal forma que al menos pueda utilizar una de sus manos para interactuar con el sistema. Al tratarse de pacientes con un nivel de movilidad en muchos de los casos reducidos, tienen la necesidad de comunicarse con un cuidador, asistente médico o interprete que

generalmente suele ser la persona que se encarga del cuidado del paciente; el mismo que deberá traducir o interpretar mensajes como dolor, cambio de ropa, hambre, así mismo, necesidades como acostarse, ir al baño, comezón, entre otros. En otras palabras, nuestro usuario debe cumplir las siguientes características:

- Edad: entre 47 – 63 años (H-M)
- Disartria: avanzada
- Conserva sus funciones cerebrales intactas
- Nivel de movilidad: tiene posibilidad de utilizar las manos.
- Requerimientos de comunicación: depende de un cuidador para realizar sus tareas diarias.
- Necesidad de un interprete
- Mensajes: Dolor, Acostarse, Sentarse, Baño, Ducharse, Cambio de ropa, sed, comezón, alimentarse, entre otros.

Conceptualización.

“El funcionamiento de cualquier dispositivo se aprende con más facilidad, y los problemas se desentrañan con más exactitud y facilidad, si el usuario dispone de un buen modelo conceptual...” Norman, Donald

Utilizando los principios de diseño centrado en el usuario (DCU) en función de las interacciones que Norman plantea en su libro La psicología de los objetos cotidianos, considerando que al estar diseñando un sistema de comunicación que estará en contacto directo de un usuario de edad avanzada ajeno al contexto tecnológico en el que vivimos, se debe considerar su forma de aprendizaje y relacionar el sistema de comunicación con algo familiar para él, cómo se menciona en el capítulo anterior donde concluimos que al utilizar el conocimiento del mundo como el conocimiento en la cabeza es posible configurar un dispositivo nuevo que sea de fácil aprendizaje y se desempeñe sin problemas al momento de interactuar con el usuario. Así mismo, es necesario como parte de los postulados de Norman en el DCU simplificar la estructura de las tareas, esto trasladado a un nivel de interacción directa con una “interfaz” donde el usuario debe estar en la capacidad de intuir el funcionamiento

de cada parte de esta configuración o en ciertos casos con una explicación muy breve el usuario ya esté en la capacidad de utilizar el artefacto de una manera adecuada.

Con esta relación de usuario – objeto – interfaz encontramos que al realizar bien la topografía que como ya se menciono es la compatibilidad espacial entre la ubicación de los mandos y el sistema, de esta tendremos la seguridad que el usuario intuirá de manera casi inmediata la usabilidad del producto cumpliendo las especificaciones y ajustarnos a las características de nuestro usuario. Como último postulado del DCU que utilizaremos para nuestro modelo conceptual, Norman plantea que se debe diseñar dejando un margen de error, esta característica es de suma importancia para el diseño del sistema de comunicación ya que, al tratarse de un usuario con limitaciones de movilidad, ajeno al contexto tecnológico y buscando generar una

sensación de independencia, no está de más asumir que el usuario podría interactuar de una manera errónea con el sistema, ya sea consecuencia de su limitación de movilidad o por algún factor externo, este punto será tratado con mayor detenimiento por el Diseño Emocional en un nivel conductual.

“El diseño en esencia está relacionado con la parte emocional de muchas formas, en ocasiones nos divertimos, en otras nos enfadamos, esto tiene una relación directa con la usabilidad de los objetos...” Norman, Donald

Con este postulado de Norman damos inicio a las relaciones de características del Diseño Emocional que se plantearon, donde, en un primer nivel tenemos las características viscerales (apariencia) que tendrá el sistema de comunicación en las que se toma en cuenta la parte formal de la concreción del sistema, como ya se me menciona en el DCU es necesario utilizar el conocimiento en el mundo y en la cabeza contextualizadas en un adulto mayor, considerando esto nos remontamos a la estética que tenían los objetos hace algunos años en donde la forma en su mayoría se concretaba partiendo de la geometría euclidiana, esto se puede tomar en consideración al momento de concretar formalmente el sistema abstrayendo ciertos rasgos para llevarlos a la contemporaneidad.

Continuando con los niveles que plantea Norman nos detendremos un poco en el análisis conceptual en este segundo nivel conductual (usabilidad) haciendo énfasis en las características de nuestro usuario ya definido para

tener las herramientas necesarias para configurar la usabilidad del sistema. Pensando en usabilidad debemos tener en cuenta las limitaciones de movilidad, las posibles interacciones, ergonomía y la disposición de la “interfaz” a utilizar tomando en cuenta una posible arquitectura de la información. Abordando en las limitaciones de movilidad, sabemos por la investigación realizada que los pacientes con ELA llegan a perder casi en su totalidad, por consecuencia pierden motricidad fina y su motricidad gruesa resulta tosca y muy entorpecida, con estas consideraciones se puede indagar en las posibles interacciones y como con la ergonomía se podría llegar a reducir al máximo errores en relación a la usabilidad del sistema, según el (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1989) “Los mandos representan el último eslabón en este circuito de informaciones; unos mandos mal diseñados pueden ocasionar distorsiones en el sistema.”. Asimismo, para pensar en usabilidad se tiene que indagar en el tipo de acción que se va a realizar, el tipo de mando que corresponde y la posición, donde

según el INSHT es necesario dejar un separación mínima entre botones de 10mm en acción esporádica y 12,5mm en sucesiva, por qué tomamos como referencia estos datos ya que según las características de nuestro usuario al tener una movilidad limitada, con movilidad preferente en una o ambas extremidades superiores si se llega a utilizar botonería es necesario tener en cuenta estas medidas. Para concluir con este nivel tenemos la arquitectura de la información en la cual definiremos la jerarquía de las acciones diarias básicas que un paciente con disartria requiera, este proceso será desarrollado en capítulos siguientes como parte de la experimentación de uso.

En un último nivel según el Diseño Emocional tenemos la parte reflexiva que en si consiste en la interpretación, el entendimiento y el razonamiento que para nuestro sistema quedaría resuelta si desarrollamos de una manera adecuada los niveles antes mencionados.

Partida de diseño.

Como respuesta a las características del usuario y en relación al modelo conceptual planteado, estamos en la capacidad de empezar de definir las características y restricciones que deberá cumplir el sistema de comunicación alternativo para personas con disartria en fase inicial que se diseñará.

- Portátil.
- Contener módulos o formas de comunicar:
 - Acciones diarias o de rutina.
 - Método para transmitir mensajes más complejos.
- Botón de alarma para llamar al cuidador.
- Diagramación sencilla para permitir un fácil y rápido entendimiento del usuario.
- Usabilidad: Ajustable a la mano derecha o izquierda
- Comunicar las necesidades más sobresalientes que puede tener la persona.

3

Ideación

CAPÍTULO

Proceso creativo.

En este capítulo se utilizarán las metodologías de Six Thinking Hats (Seis sombreros para pensar) y Design Thinking (Pensamiento del diseño) como recurso para la generación de ideas para el desarrollo del proceso creativo.

Six Thinking Hats

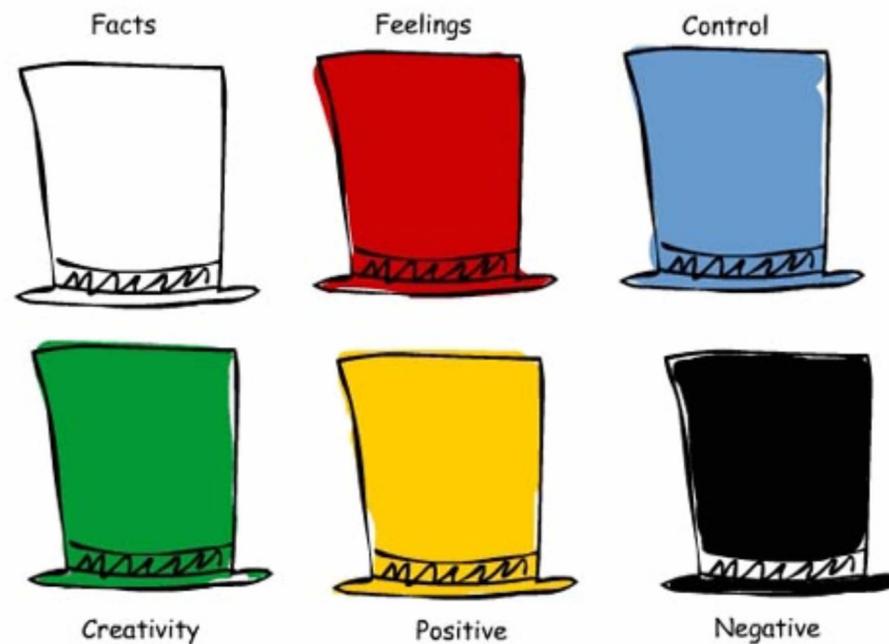


Ilustración 11 Seis sombreros para pensar
URL: <https://iguhrahmanblog.files.wordpress.com/2017/04/sixhats-1-2.jpg>

Six Thinking Hats o Seis Sombreros para Pensar es una herramienta para discusión en grupo o reflexión individual y toma de decisiones que busca llegar a una conclusión o en este caso para la generación de ideas que posteriormente para este caso serán evaluadas por la metodología de Design Thinking. La metodología consiste en abordar desde seis sombreros: azul, rojo, blanco, negro,

amarillo y verde donde cada sombrero representa una forma de afrontar el problema o para este caso una problemática. (Online and Offline, 2012)

Color que representa cada dimensión:

- Azul: definición inicial del problema.

Diseñar un sistema de comunicación alternativo para el adulto mayor con disartria, con problemas de movilidad como consecuencia de la ELA.

- Rojo: representa la parte emocional.

El cuadro de la ELA al estar presente en un familiar cercano genera impotencia y una sensación de nostalgia, más que nada al presenciar como poco a poco se va degenerando progresivamente a medida que la enfermedad ocasionando otras dificultades como para este caso puntual la disartria.

- Blanco: qué sabemos del problema, con qué datos contamos y qué datos necesitaríamos para llegar a una conclusión.

Características de la enfermedad, perfil de usuario y partida de diseño.

- Amarillo: el optimismo. Todo aquello que invita a pensar con optimismo en el resultado final.

Mejorar la comunicación del adulto mayor con déficit originado por la enfermedad disartria proponiendo un sistema alternativo de comunicación.

- Negro: el abogado del diablo. Todo aquello que podría llevar al fracaso y que debemos tener en cuenta.

El sistema de comunicación no cumple con las necesidades del usuario, limitaciones tecnológicas para la concreción final, presupuesto, manejo inadecuado de las metodologías, retrasos, encontrarse en un callejón sin salida.

- Verde: pensar con creatividad sobre el asunto, planteando diferentes hipótesis.

1. Utilizar movimientos de la mano (izq./der.) que se transmitirán por medio de sensores hacia un lector que transforme esa información en un mensaje.
2. Generar un muñeco o avatar con etiquetas ubicados en lugares específicos que le permita al usuario mandar mensajes pregrabados.
3. Utilizar el scroll del mouse para generar un control que le permita al usuario trasladarse espacialmente en un soporte análogo.
4. Utilizar la tecnología del wimote, para transformar el movimiento de las manos en desplazamiento espacial sobre un tablero con pictogramas.
5. Tablero con módulos intercambiables (pictogramas o acciones escritas) que le permita al usuario comunicar un mensaje, utilizable con cualquier mano.
6. Accesorio (anillo o sensor) que le permita al usuario cerrar un circuito básico eléctrico. Proporcionando la capacidad de interactuar con la interface y comunicar un mensaje.
7. Control portátil que interactúe simultáneamente con un soporte físico con pictogramas adaptables al usuario.

8. Desarrollar un dispositivo tecnológico aplicada a una manilla que lea los signos vitales del paciente y comunique su estafó físico en tiempo real.
 9. Conectar el cerebro del paciente por medio de sondas a una realidad virtual donde se le devuelva a manera de avatar su estado óptimo.
 10. Lector de retina con una interfaz proyectada holográficamente que le permita al paciente mandar mensajes de texto y comunicarse por canales como redes sociales con su entorno.
- o Nuevamente el Azul: las conclusiones.

Esta parte del proceso de Six Thinking Hats será abordada con la metodología de Design Thinking.

Design Thinking

Es un método para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios. La cual está dividida en cinco etapas dinámicas, es decir en cualquier momento de la temática existe la posibilidad de retroceder para replantear o adelantar si se lo ve oportuno.

1. Empatía: consiste en apropiarse de los conocimientos, requerimientos y necesidades del usuario al cual va dirigida la solución.
2. Definición: esta etapa consiste en sacar las primeras conclusiones obtenidas de la etapa anterior, definir las características del problema e identificar las necesidades del usuario.
3. Ideación: tiene el objetivo de generar una lluvia de ideas indagando sobre todas las posibles soluciones al problema, sin quedarnos con la primera idea.

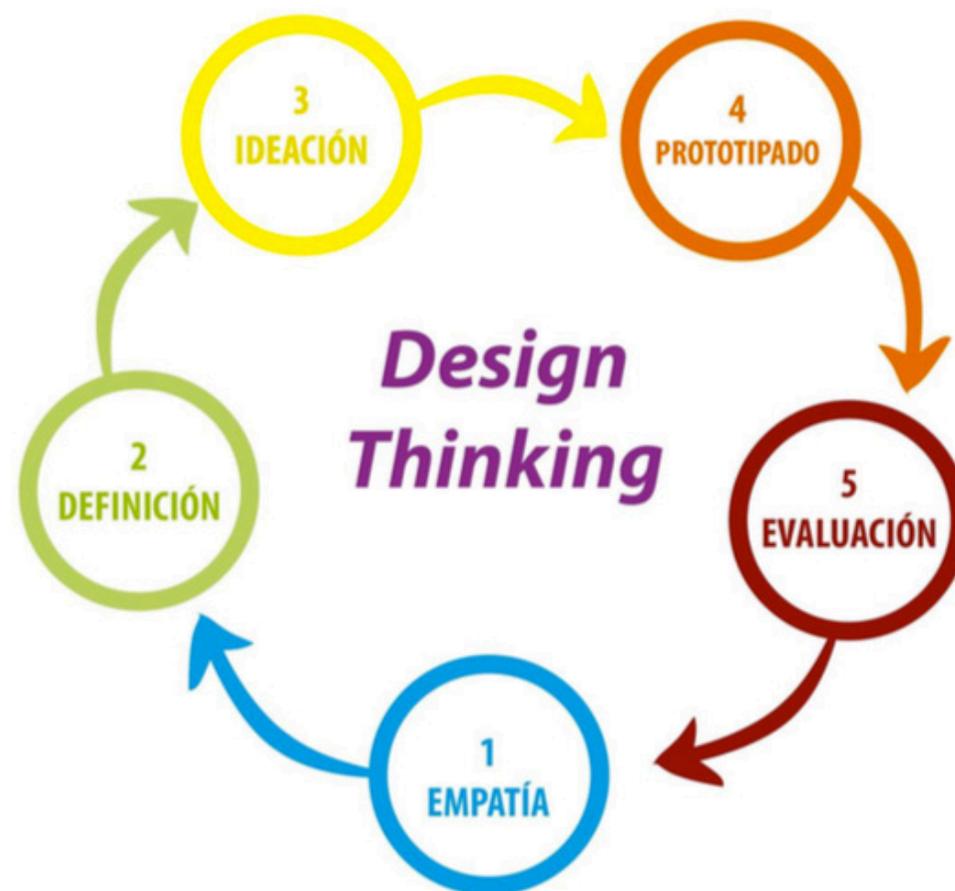


Ilustración 12 Design Thinking

URL: <http://estebanromero.com/wp-content/uploads/2016/10/Design-Thinking-Medialab.png>

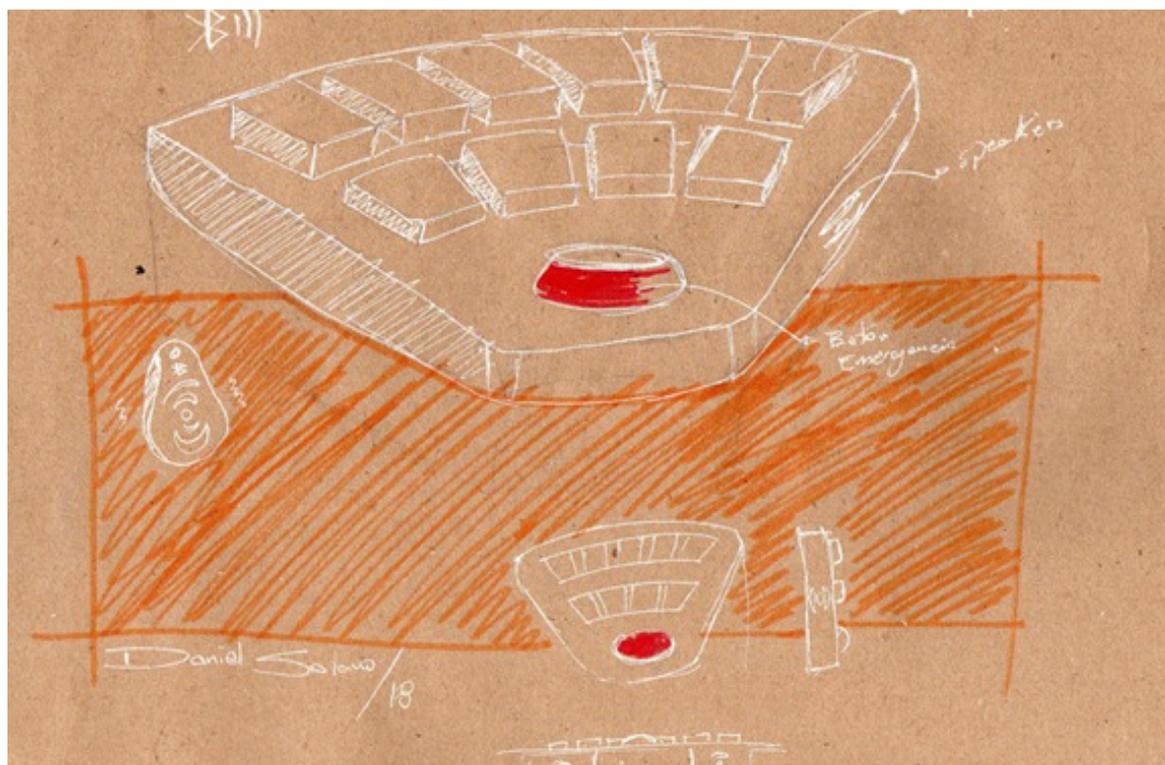
4. Prototipado: es materializar las ideas obtenidas previamente, de tal forma que nos permita visualizar las posibles soluciones, así mismo, se convierte en un filtro de ideas para identificar la propuesta más apropiada con respecto a los puntos anteriores.
5. Evaluación: consiste en validar el prototipo a manera de sondear la interacción de la solución con respecto al problema, este proceso permite madurar nuestra solución hasta satisfacer

las necesidades identificadas. (Brown, 2008)

Se utilizó la metodología de Design Thinking para la última etapa del método Six Thinking Hats el cual consiste en obtener las conclusiones con respecto a las tres ideas seleccionadas que procederán con la siguiente etapa de bocetación.

Bocetación

Idea 1



La idea consiste en generar un tablero de comunicación con pulsantes apropiados con relación a las limitaciones del usuario, el cual contara con mensajes pregrabados distribuidos en la botonería con acciones cotidianas y de esta manera realizar la acción de comunicar una idea, a su vez cuenta con un botón de emergencia el cual utilizara el paciente para llamar al cuidador, enfermero o familiar a cargo del mismo.

Ilustración 13 Tablero de comunicación con pulsantes
Fuente: Autor

Idea 2

La intención es generar un muñeco avatar partiendo de las muñecas de marcas comerciales que emiten mensajes, con una variación de disposición en la cual en relación a cada parte del cuerpo donde esté ubicado el pulsante mandara un mensaje relacionado, como por ejemplo si presiona el pulsante del estómago arrojaría el mensaje "tengo hambre", o si presiona alguno de los pies arrojaría el mensaje "quiero ir a pasear", de esta manera el paciente puede comunicarse con su entorno.



Ilustración 14 Avatar con acciones distribuidas por el muñeco
Fuente: Autor

Idea 3

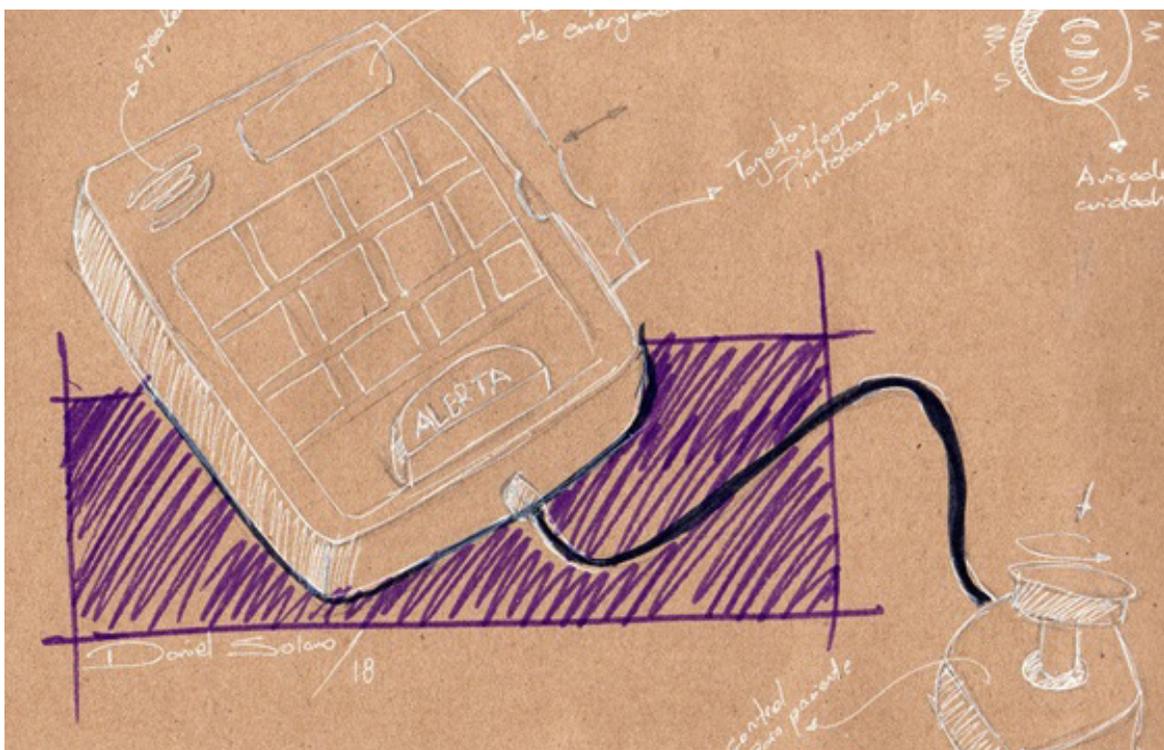


Ilustración 15 Tablero con módulos intercambiables
Fuente: Autor

Como última idea seleccionada se pensó en función de un tablero con pictogramas intercambiables que por medio de una luz que se maneja por medio de un control tipo joystick lo que permite al usuario interactuar con una sola mano facilitando la usabilidad por sus características de movilidad limitada.

Ensayos en escena

Para esta etapa se decidió optar por la primera idea presentada, el cual luego de un proceso de bocetación se cambió la disposición formal utilizando los conceptos presentados anteriormente. Asimismo, se realizó una validación de la interfaz (mensajes o acciones) generada por medio de los conceptos de diseño centrado en el usuario (DCU) y diseño emocional.

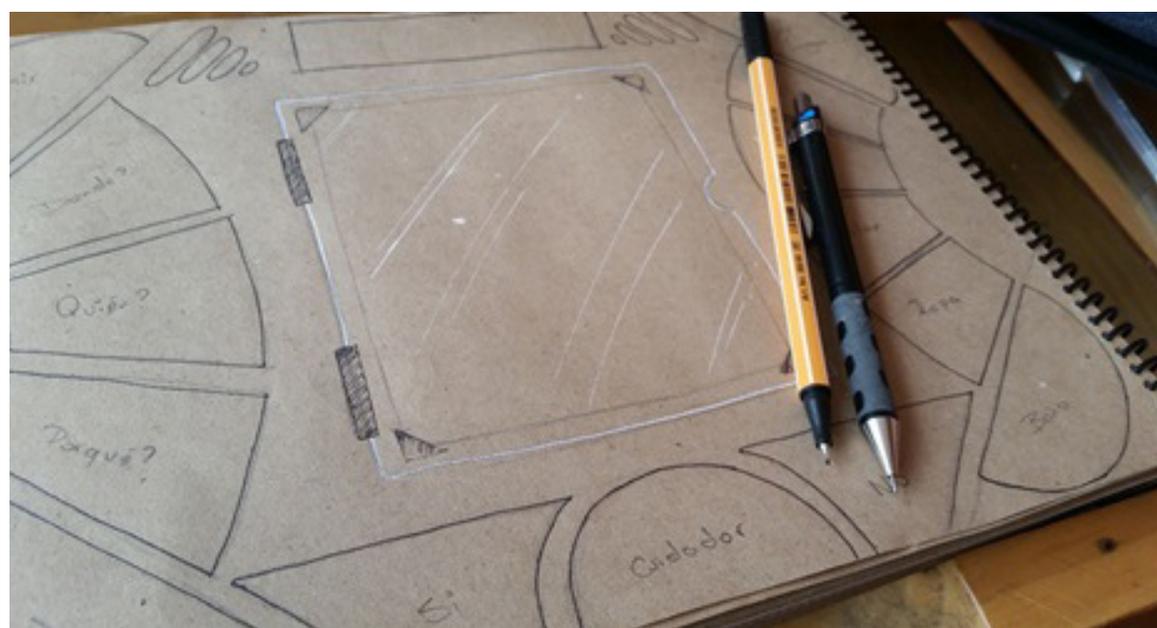


Ilustración 16 Bocetación de idea seleccionada
Fuente: Autor

En esta imagen podemos observar una primera experimentación a nivel formal utilizando el modelo conceptual DCU donde se parte de la geometría euclidiana para la concreción formal, donde se puede identificar la disposición de la botonería y un espacio donde se colocarán los módulos correspondientes a ciertas categorías para generar mensajes más complejos y de esta manera reducir la cantidad de botones generando una diagramación sencilla.



Ilustración 17 Construcción de maqueta de estudio
Fuente: Autor

Una vez hecho la maqueta de estudio, fue necesario llevar esta maqueta a una etapa de validación con personas ajenas al contexto de este tipo de trastornos, con el objetivo de ver su interacción simulando una situación de necesitar un método alternativo para comunicarse que no esté relacionado a los sistemas de comunicación habituales.

Como parte de esta etapa es necesario realizar un modelo a escala de la interfaz con el objetivo de generar conclusiones sobre el manejo de palabras para definir acciones y categorías.



Ilustración 18 Definición de interfaz prueba 1
Fuente: Autor

Con esta segunda prueba se puede evidenciar un cambio a nivel del manejo de la interfaz y desplazamiento en la interfaz, concluyendo con la eliminación de una categoría lo que nos permite simplificar aún más el tablero de comunicación.



Ilustración 19 Definición de Interfaz prueba 2
Fuente: Autor

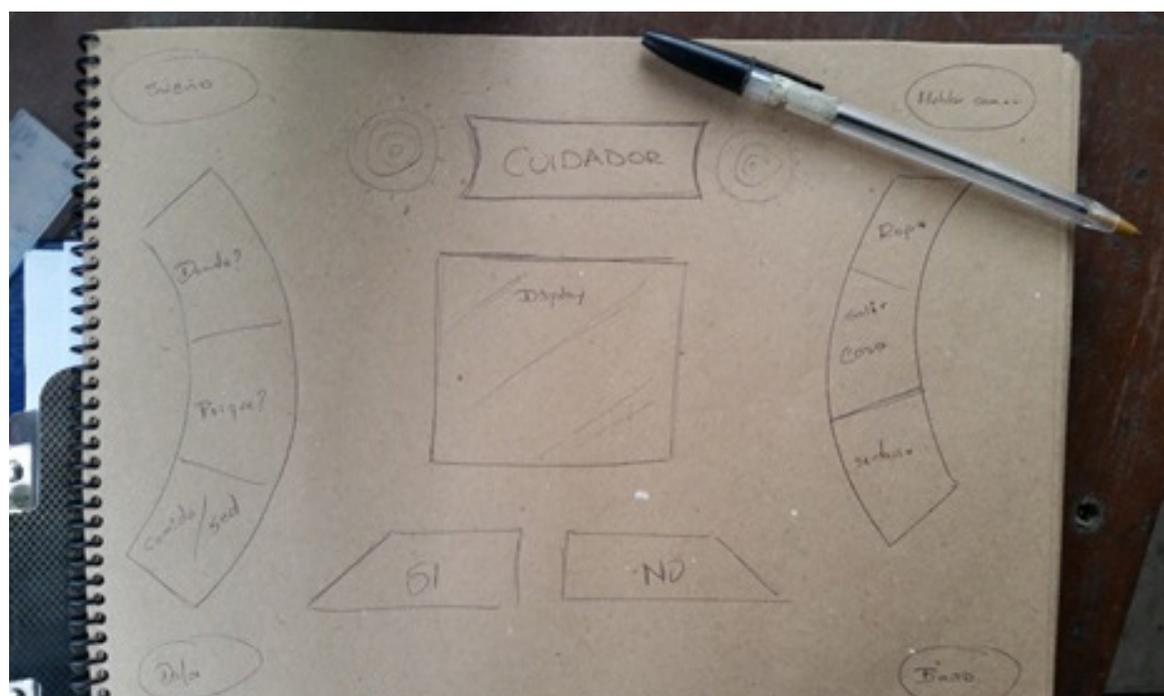


Ilustración 20 Rediseño de Interfaz prueba 3
Fuente: Autor

Una vez realizadas ciertas correcciones de forma y distribución a nivel de la botonería, se procede al rediseño de la interfaz, indagando ya sobre las características tecnológicas a utilizarse para mejorar la usabilidad, en esta propuesta se eliminó el espacio para colocar los pictogramas y fue reemplazado con un display el cual permitirá reducir espacio y agilizar la interacción del usuario con el tablero.

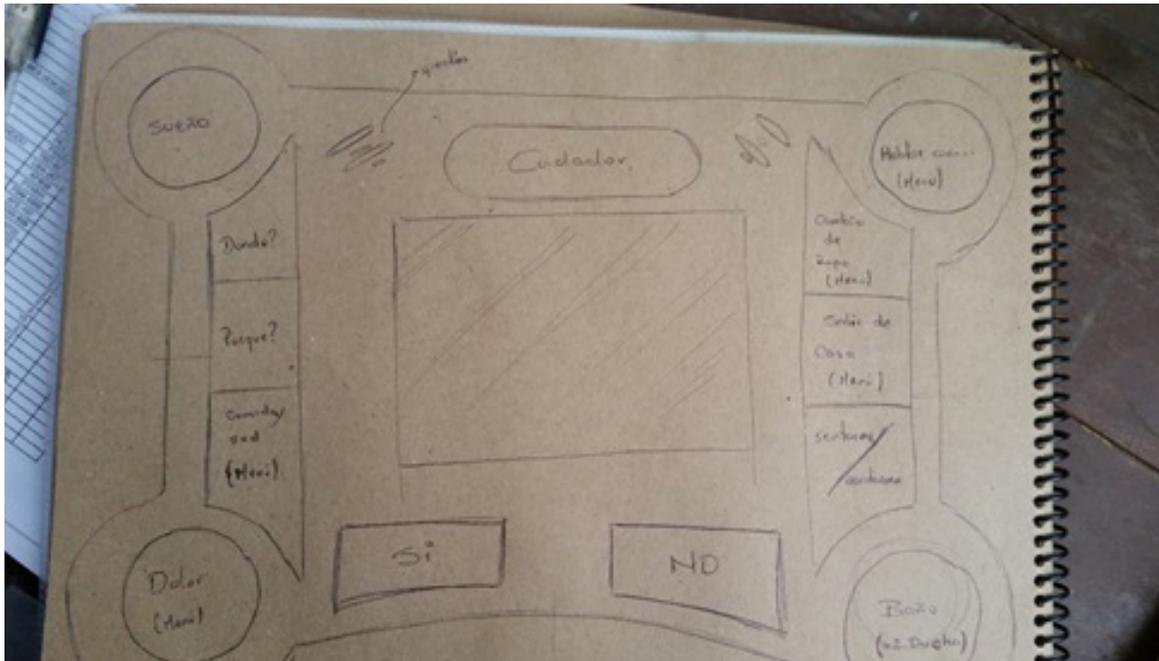


Ilustración 21 Rediseño de Interfaz prueba 4
Fuente: Autor

Finalmente, para poder continuar con el proceso de diseño, se presenta la propuesta definitiva de la interfaz, la misma que respeta consideraciones ergonómicas de botonería, cantidad de botones mínimas, arquitectura jerárquica de la distribución y de más lineamientos establecidos con anterioridad como características del producto que responden a las necesidades del usuario.

Continuando con este proceso de ensayo, se realizó un rediseño de la interfaz tomando en cuenta la geometría euclidiana la cual se vincula con el partido formal que los modelos conceptuales DCU para generar una propuesta formal familiar. Así mismo, la aplicación de las características que debe cumplir el producto como la parte ergonomía en la botonería, dimensiones globales para que considere portátil, manejo de una interfaz simple, que contenga acciones básicas y a su vez brinde la oportunidad de generar conversaciones más complejas de una forma sencilla, entre otras consideraciones tecnológicas como la parte electrónica y funcional del producto final.

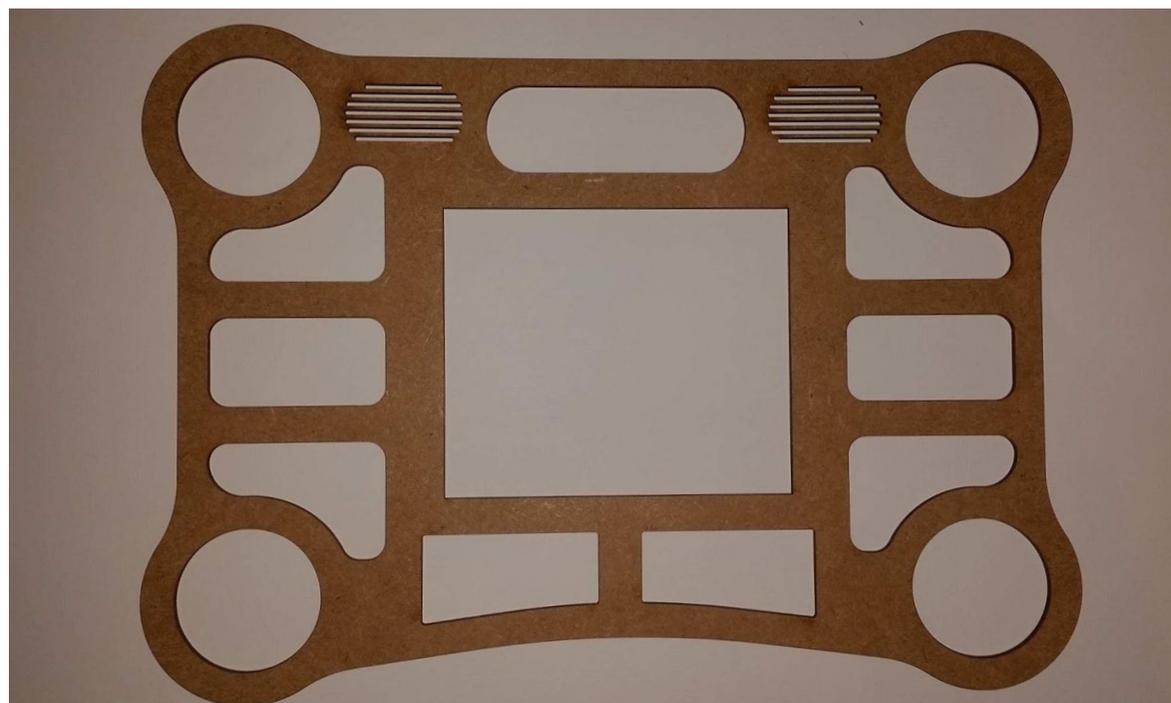


Ilustración 22 Maqueta final de la interfaz
Fuente: Autor

Arquitectura de la información

“Disciplina (arte y ciencia) encargada de estructurar, organizar y etiquetar los elementos que conforman los entornos informacionales para facilitar de esta manera la localización (o el acceso) de la información contenida en ellos y mejorar, así, su utilidad y su aprovechamiento por parte de los usuarios.” (Pepez Montoro, 2010)

Dependiendo de cómo organicemos la información lograremos que los contenidos que alberga sean más fáciles de encontrar por los usuarios, para este caso utilizaremos una estructura de organización por estructura jerárquica donde permite al usuario ubicarse y obtener un modelo mental de la estructura con la que interactúa. Ordenando la información de una manera jerárquica, el usuario puede interpretar los pasos de manipulación naturalmente y de esta manera se puede hacer que el objeto diseñado tenga un nivel de complejidad básico.

Acciones Principales / Necesidades inmediatas

- Dormir
- Hablar con...
- Tengo dolor
- Baño/Ducha

Acciones Principales / Dialogo basado en preguntas concretas

- Si
- No

Acciones Secundarias / Interacción con cuidador

- ¿Dónde?
- ¿Porque?
- Tengo hambre
- Quiero cambiarme de ropa
- Quiero salir
- Quiero sentarme

Ilustración 23 Diagrama de categorías jerárquicas
Fuente: Autor

En este diagrama se aplica la jerarquía de la información como una herramienta para generar un sistema de categorías según la necesidades principales y secundarias del paciente, como método de interacción está definido que para el paciente comunicar cualquier mensaje de las categorías mencionadas en el cuadro anterior, el paciente debe interactuar en primera instancia con un botón de alerta al cuidador el cual tiene como función avisar al cuidador que el paciente necesita comunicar algún mensaje de las categorías establecidas para este diseño.

4

Terminación

CAPÍTULO

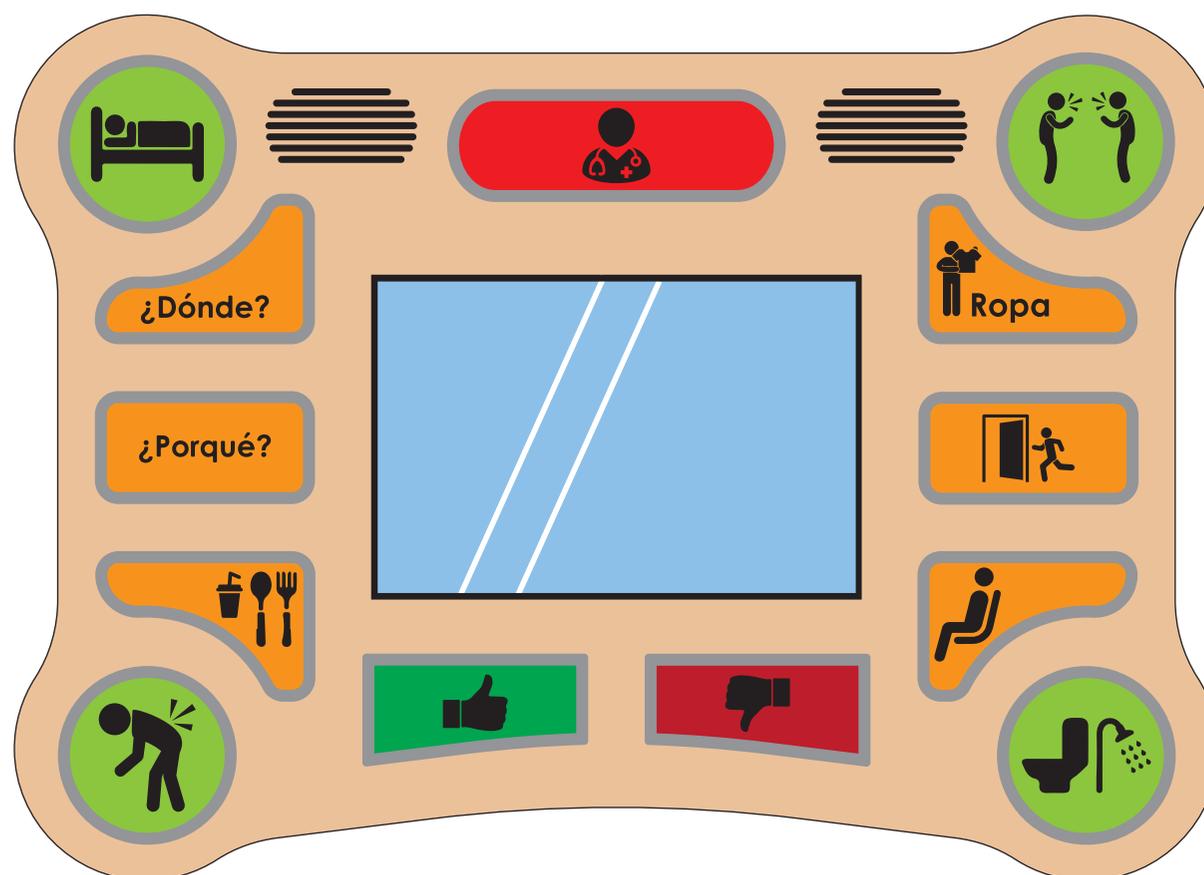
Diseño Final**Interfaz**

Ilustración 24 Diseño final de Interfaz
Fuente: Autor

Concluyendo con el proceso de diseño que se evidenció a lo largo de este proyecto se presenta la propuesta final de la interfaz, en la cual se optó por utilizar iconografías para simplificar la interacción del usuario con el tablero de comunicación, el mismo que cuando con acceso a menús dependiendo de la complejidad del mensaje que desea transmitir, es decir cinco de los trece botones tienen este acceso los mismo que son, dolor, alimentación, cambio de ropa, salir y hablar con.

Experimentación (botonería)

Esta experimentación es necesario ya que al tratarse de un tablero de comunicación para personas con una discapacidad motriz su interacción directa va a ser con la botonería por consecuencia de este factor es necesario realizar pruebas del funcionamiento de los botones con el cual se garantizará la usabilidad del tablero.



Ilustración 25 Experimentación de botonería 1
Fuente: Autor

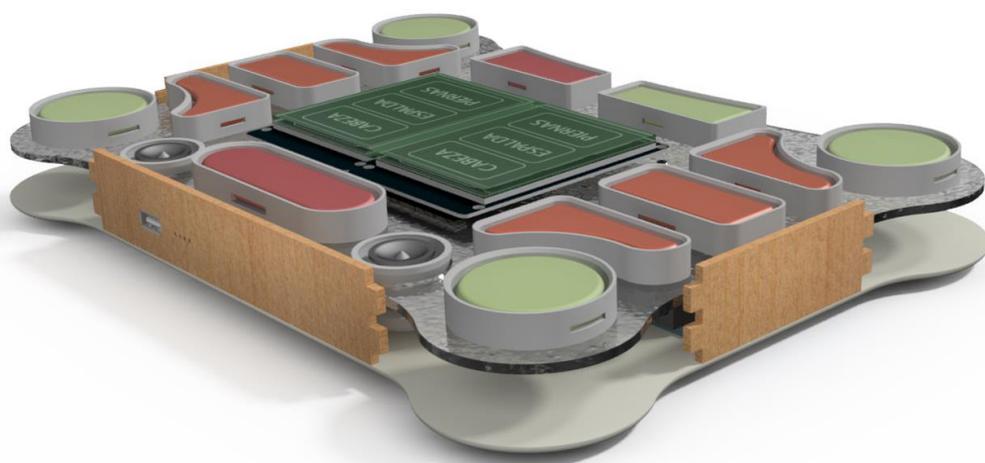


Ilustración 26 Experimentación de botonería 2
Fuente: Autor

Modelo 3D



*Ilustración 27 Modelo 3D del tablero de comunicación
Fuente: Autor*



*Ilustración 28 Detalle de Sistema constructivo y disposición de botonería
Fuente: Autor*

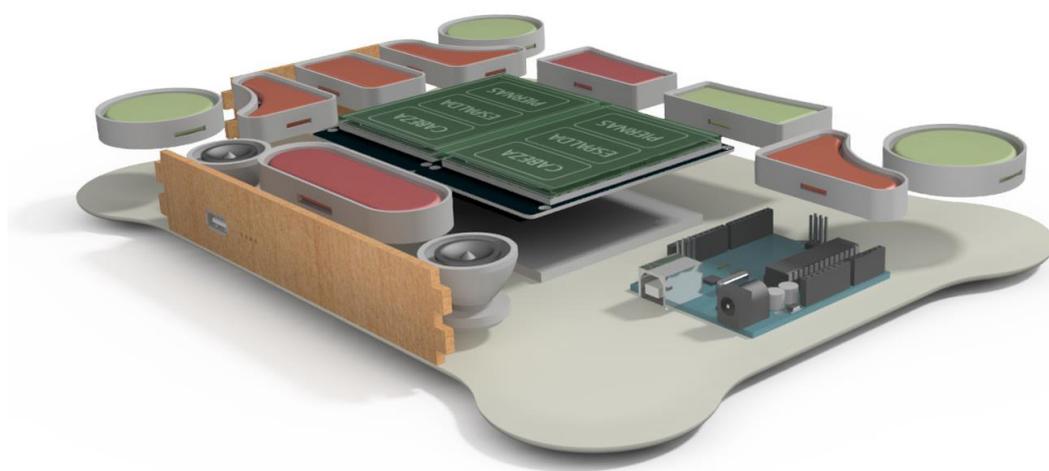
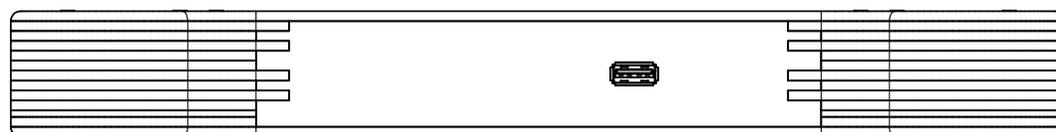
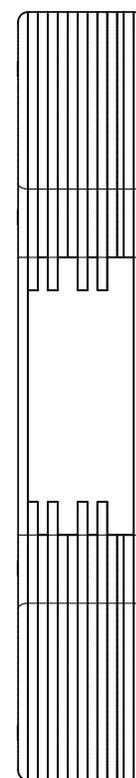
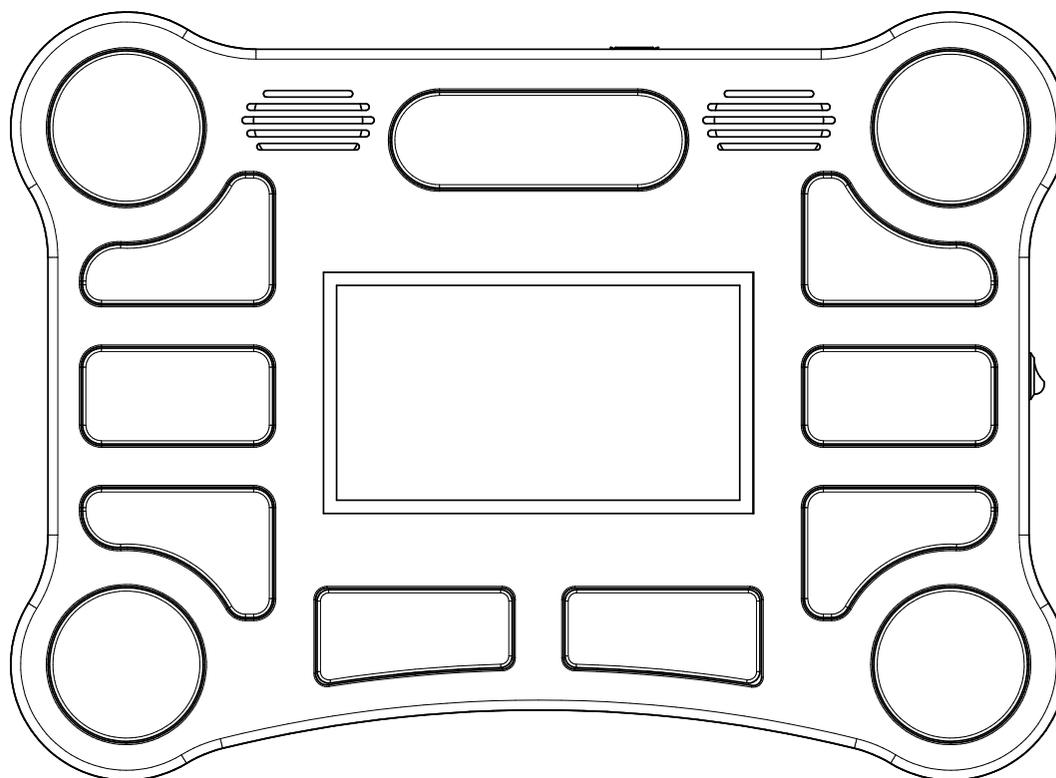
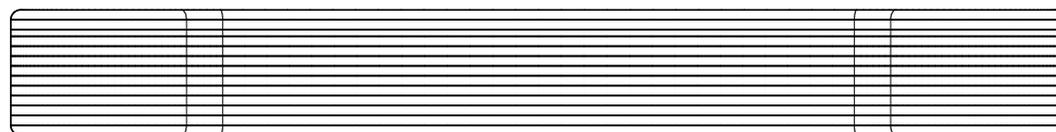
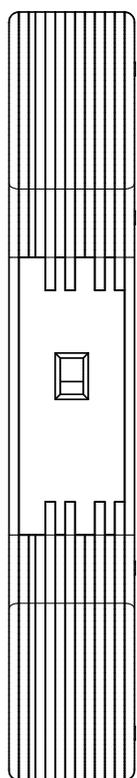


Ilustración 29 Ubicación de la Placa Arduino UNO y display
Fuente: Autor

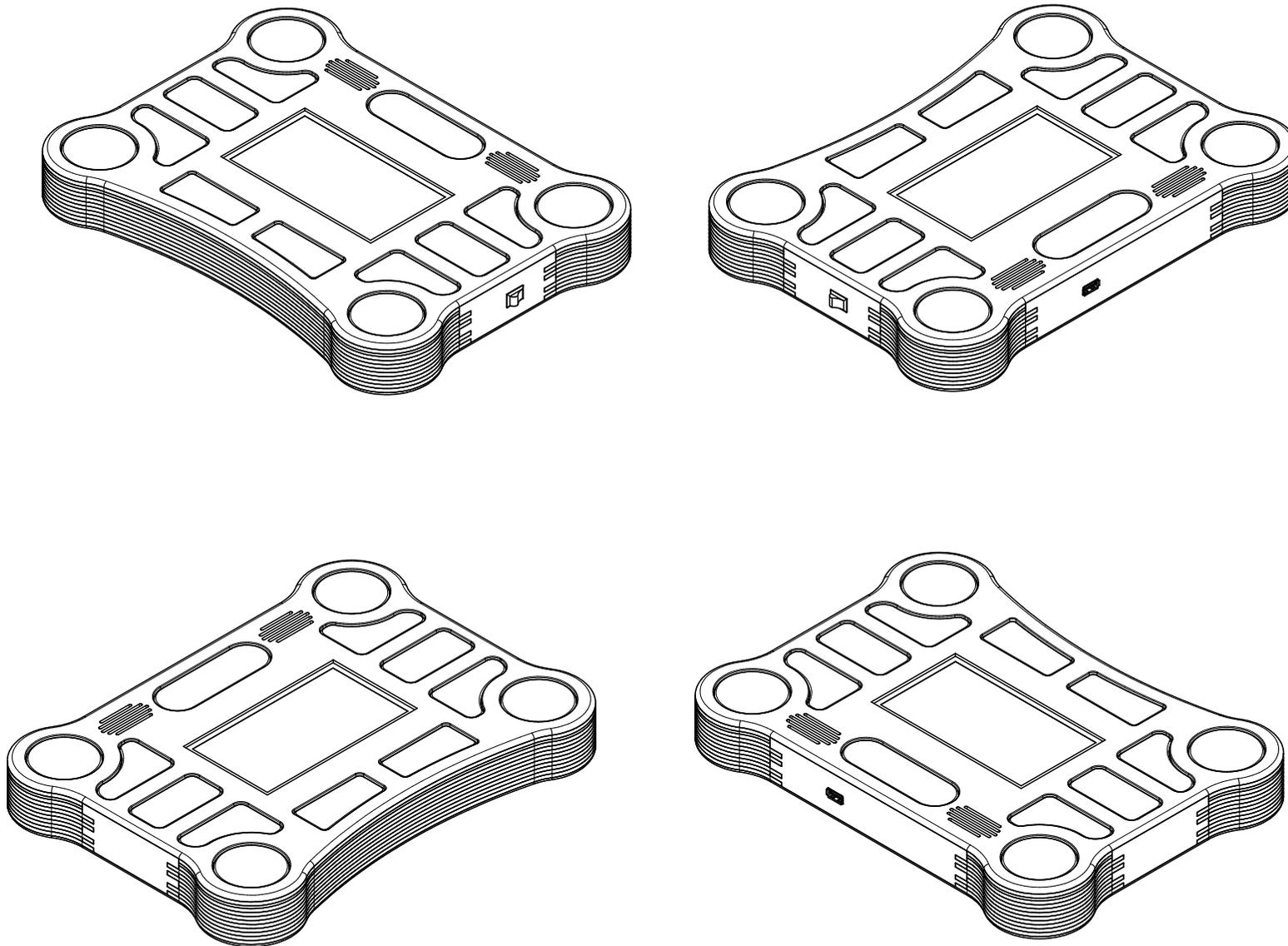


Ilustración 30 Modelo 3D prototipo final
Fuente: Autor

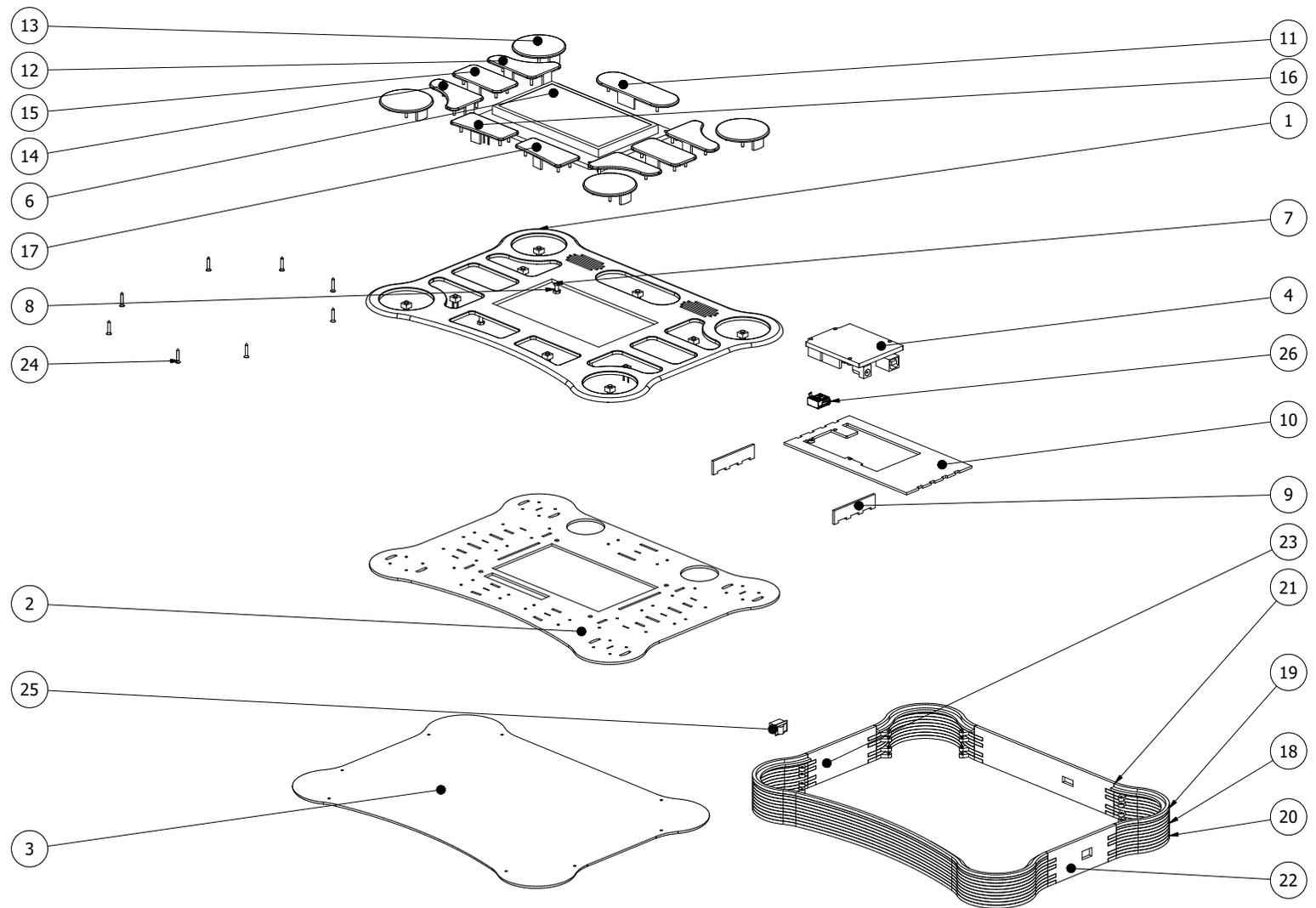
**Documentación
técnica**



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Vistas	Hoja 1

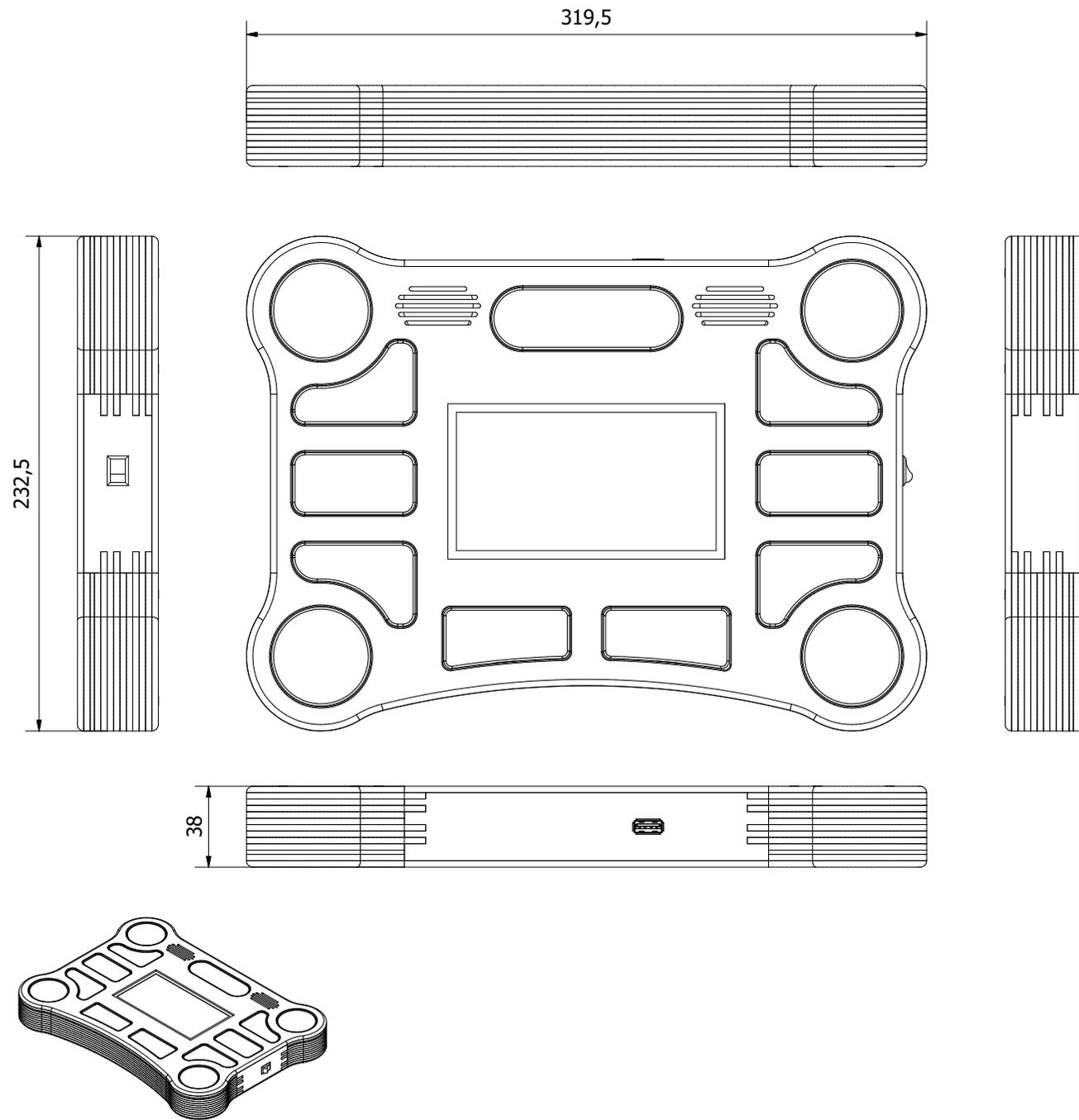


Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAIVIA D.	Aprobado por DIS. SARAIVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de cominucación		
	Isometrías		Hoja 2

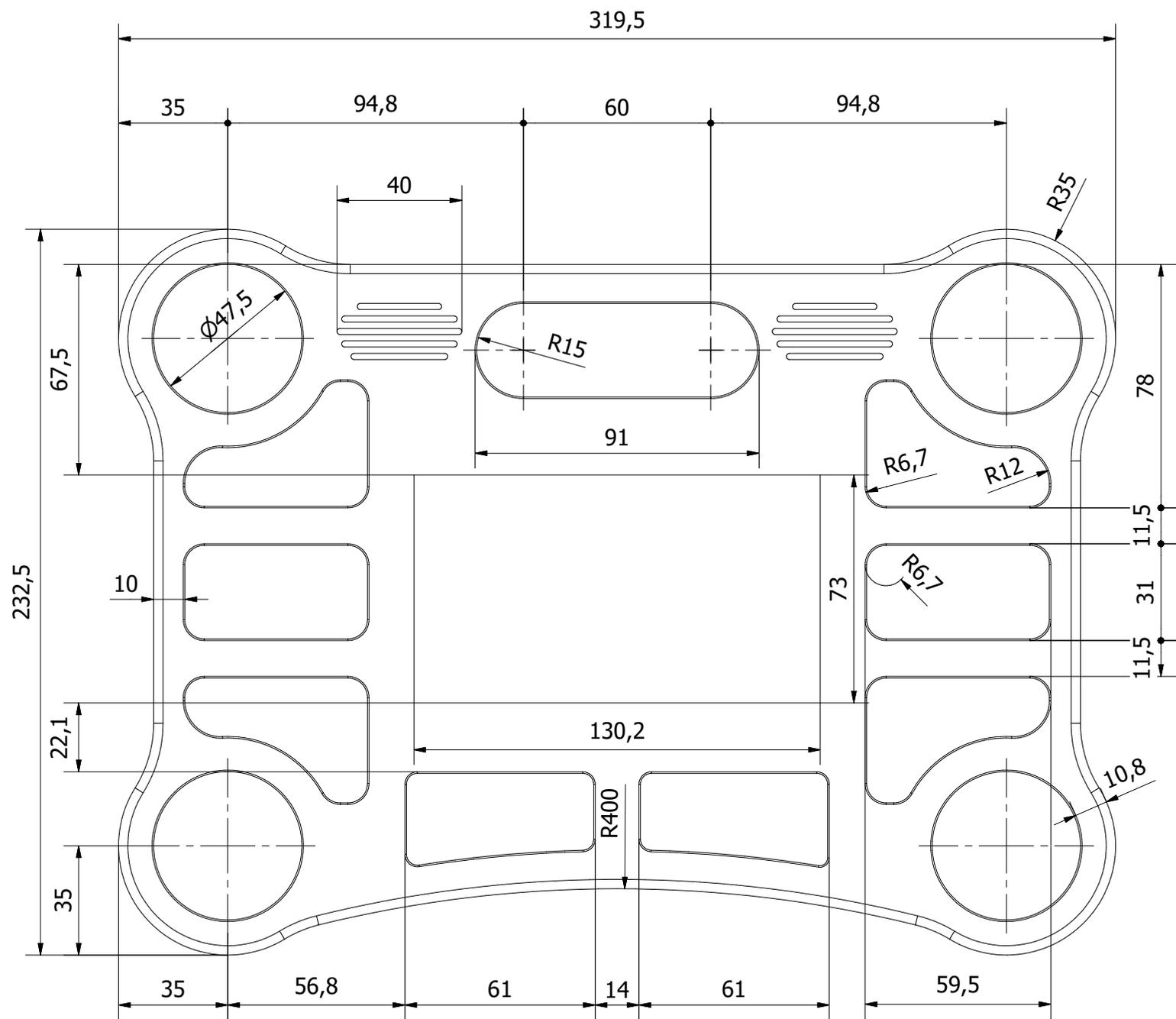


Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Axonometría explotada	

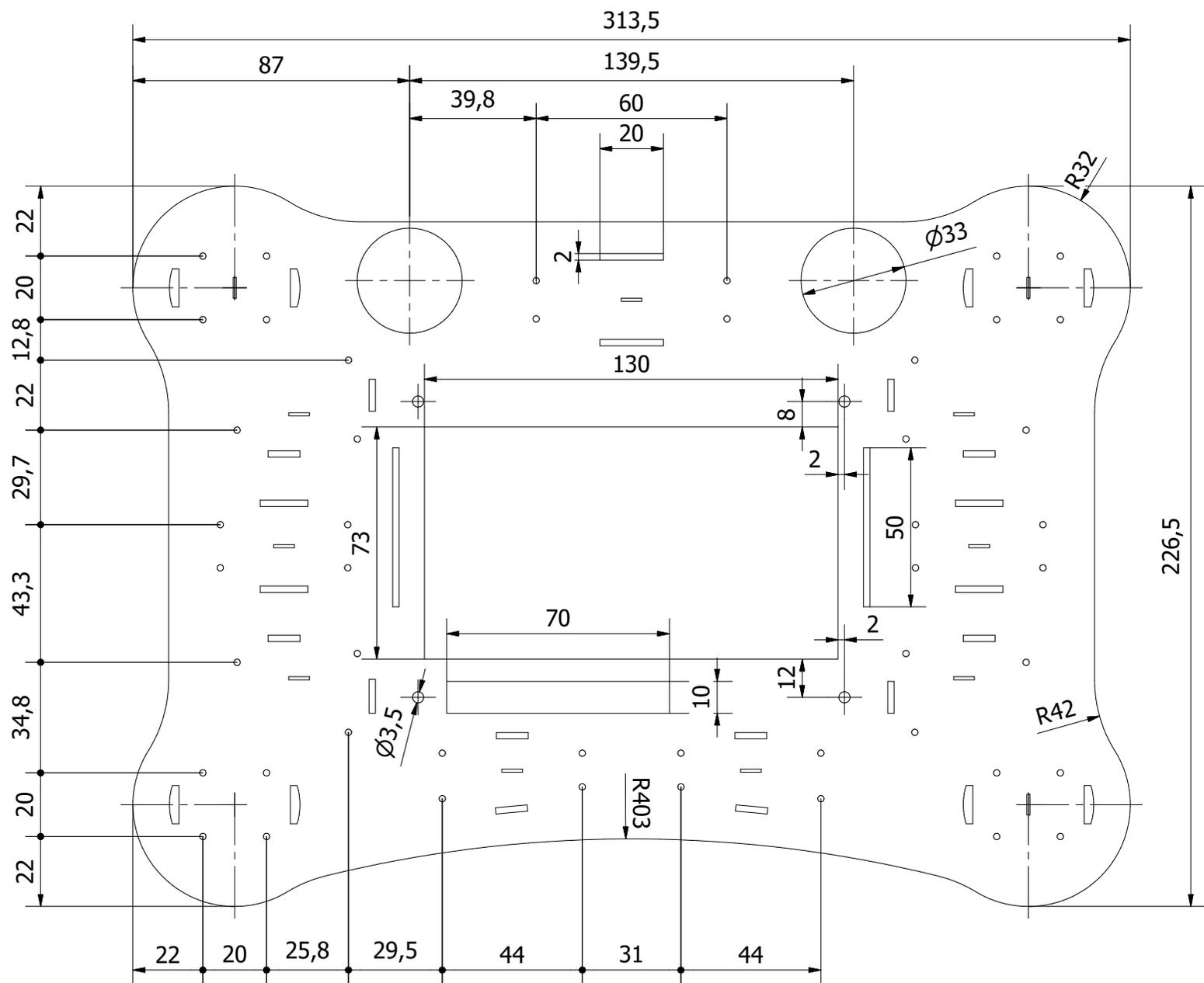
26	1	femaleUSB	
25	1	Switch	
24	8	AS B194 - N° 2 x 1/2-CR1 AB	Tornillos autorroscantes y metálicos autotaladrantes (series en pulgadas)
23	1	Estructura_Tapa_3	MDF
22	1	Estructura_Tapa_2	MDF
21	1	Estructura_Tapa_1	MDF
20	4	Estructura_3	MDF
19	1	Estructura_2	MDF
18	6	Estructura_1	MDF
17	1	Botones_S_MIR	PLA
16	1	Botones_S	PLA
15	2	Boton_Centro	PLA
14	2	Botones_L_MIR	PLA
13	4	Botones_Esquina	PLA
12	2	Botones_L	PLA
11	1	Botones_Alerta	PLA
10	1	Soporte_Arduino_2	Acrilico
9	1	Soporte_Arduino	Acrilico
8	4	AS 1474 - M3	Tuerca hexagonal
7	4	NF E 25-111 - M3x8 Clase de propiedad 4.8	Cabeza de avellanada de seis ranuras - Productos de clase A - Símbolo CZX
6	1	Pantalla TFT_320QVT	
4	1	Arduino_Mega	
3	1	Tapa_Inferior	MDF
2	1	Soporte_Electronica	Aclilico
1	1	Interfaz	MDF
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
LISTA DE PIEZAS			
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Lista de piezas	
			Hoja 4



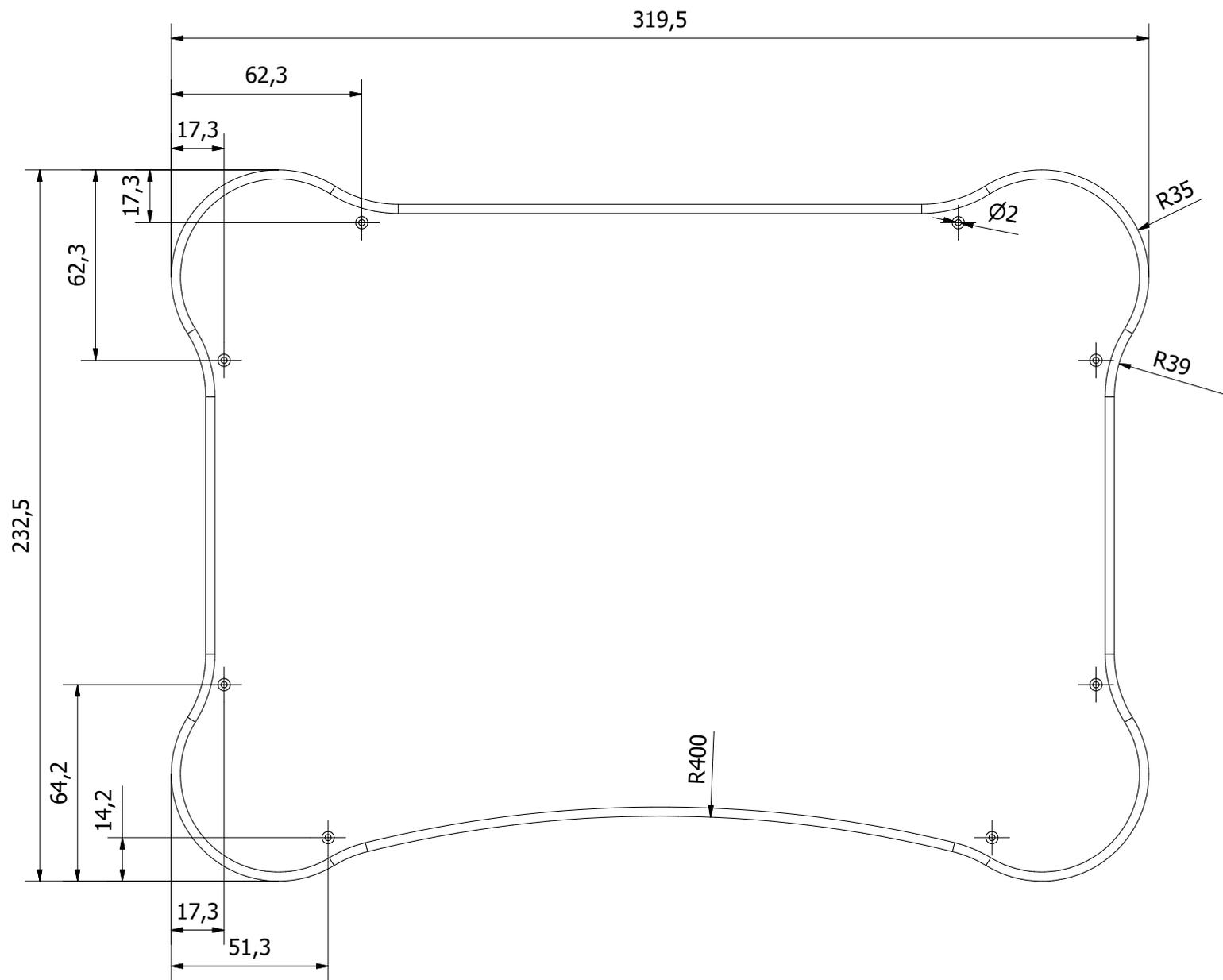
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARA VIA D.	Aprobado por DIS. SARA VIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Interfaz		Hoja 5



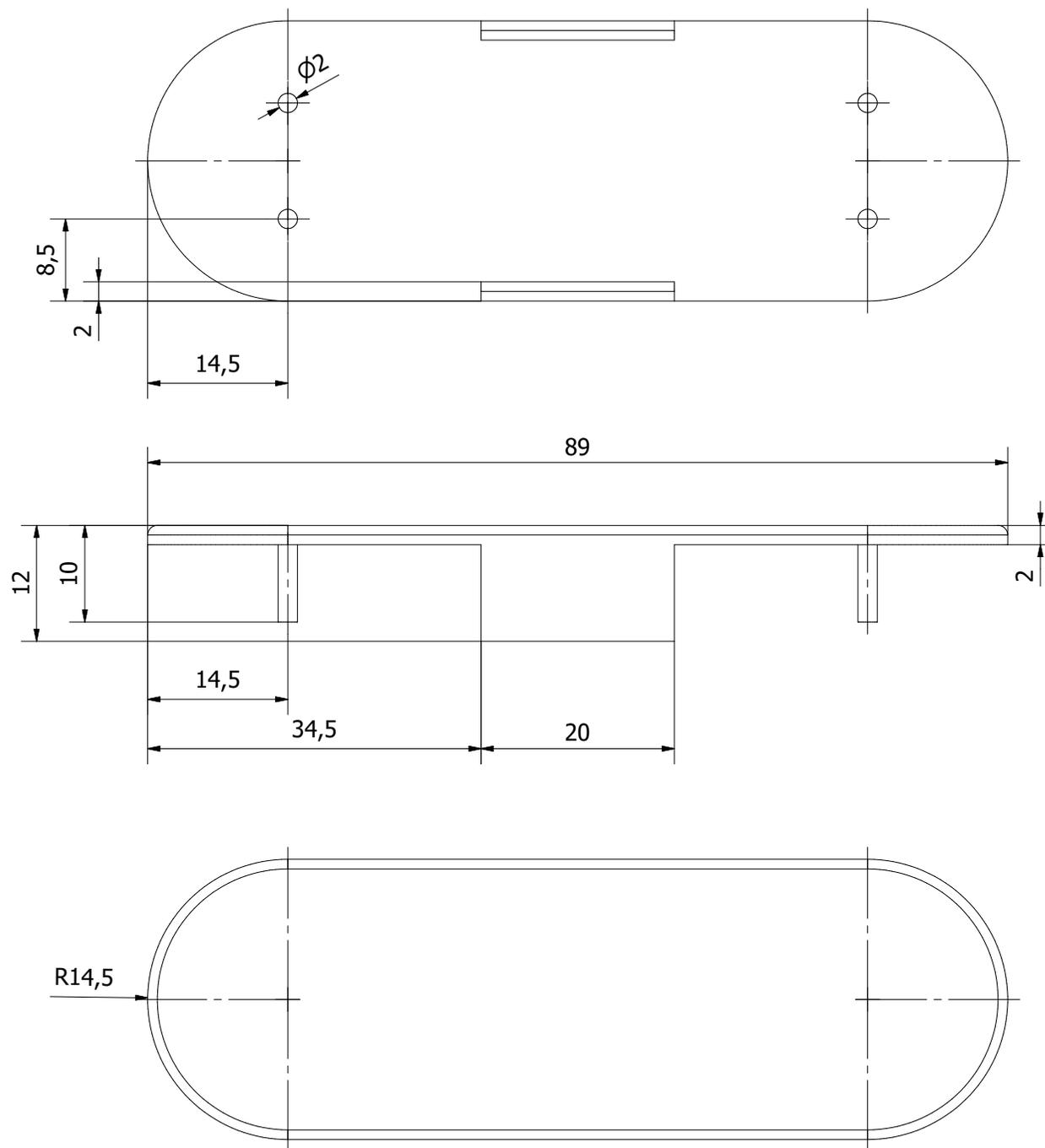
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Interfaz		Hoja 6



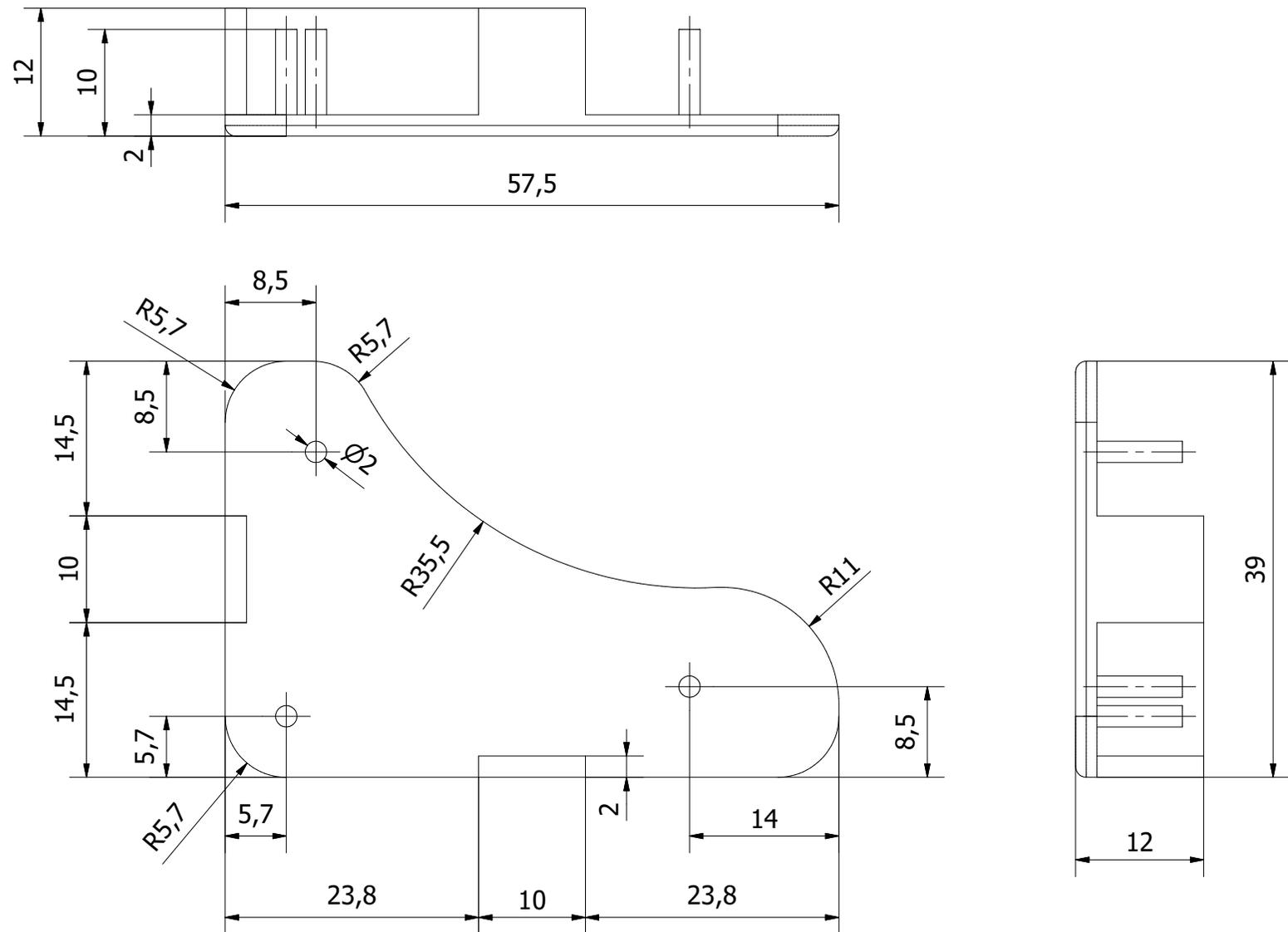
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Soporte electrónica	Hoja 7



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Tapa inferior		Hoja 8

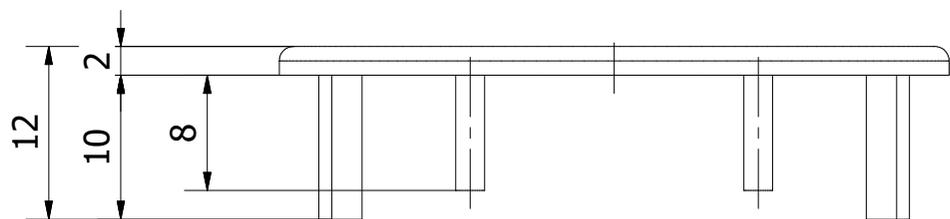
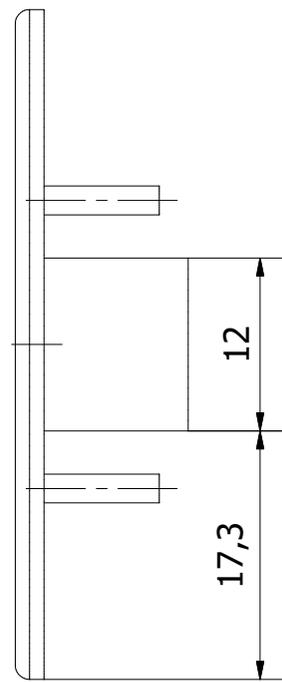
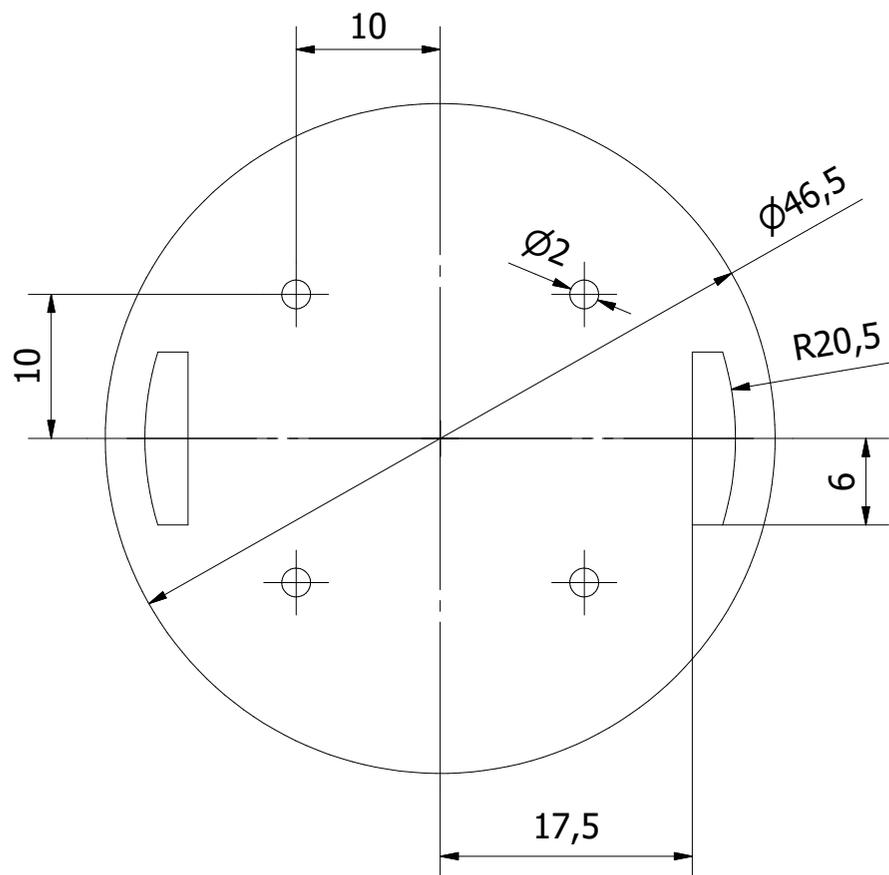


Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Botón alerta		Hoja 10

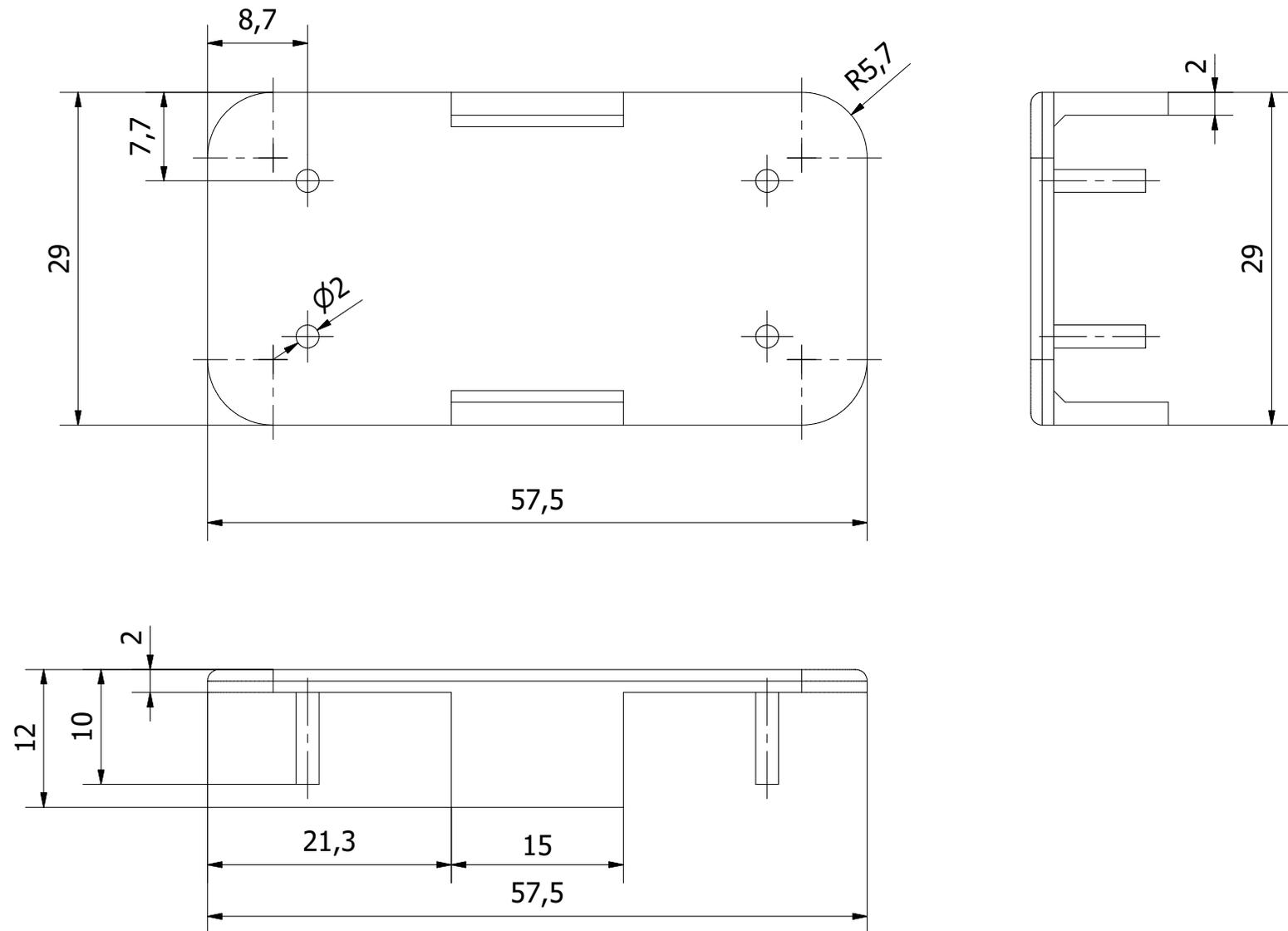


Nota: Boton L MIR medidas iguales

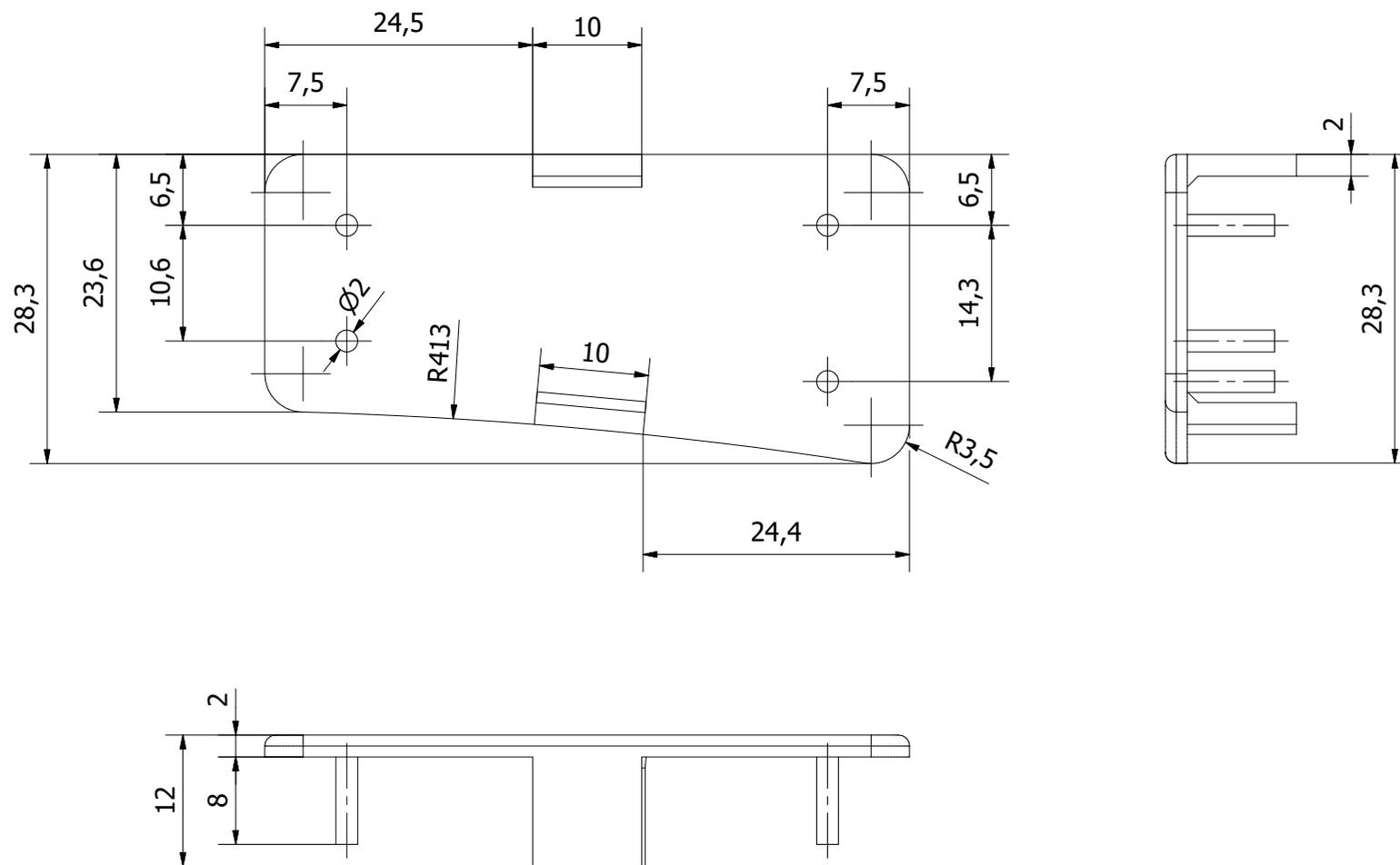
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Boton L	Hoja 11



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Botón esquina		Hoja 12

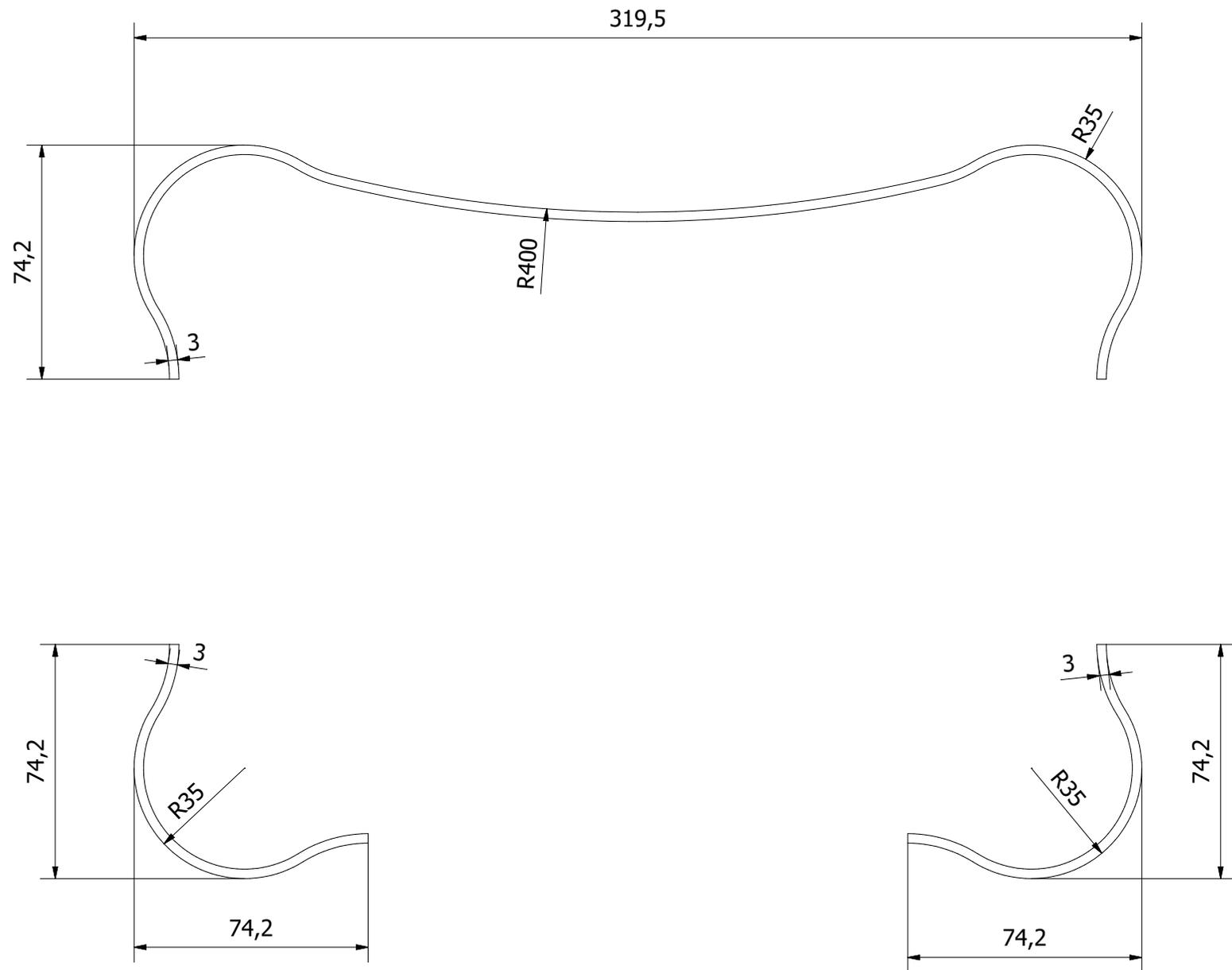


Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Botón centro	Hoja 13

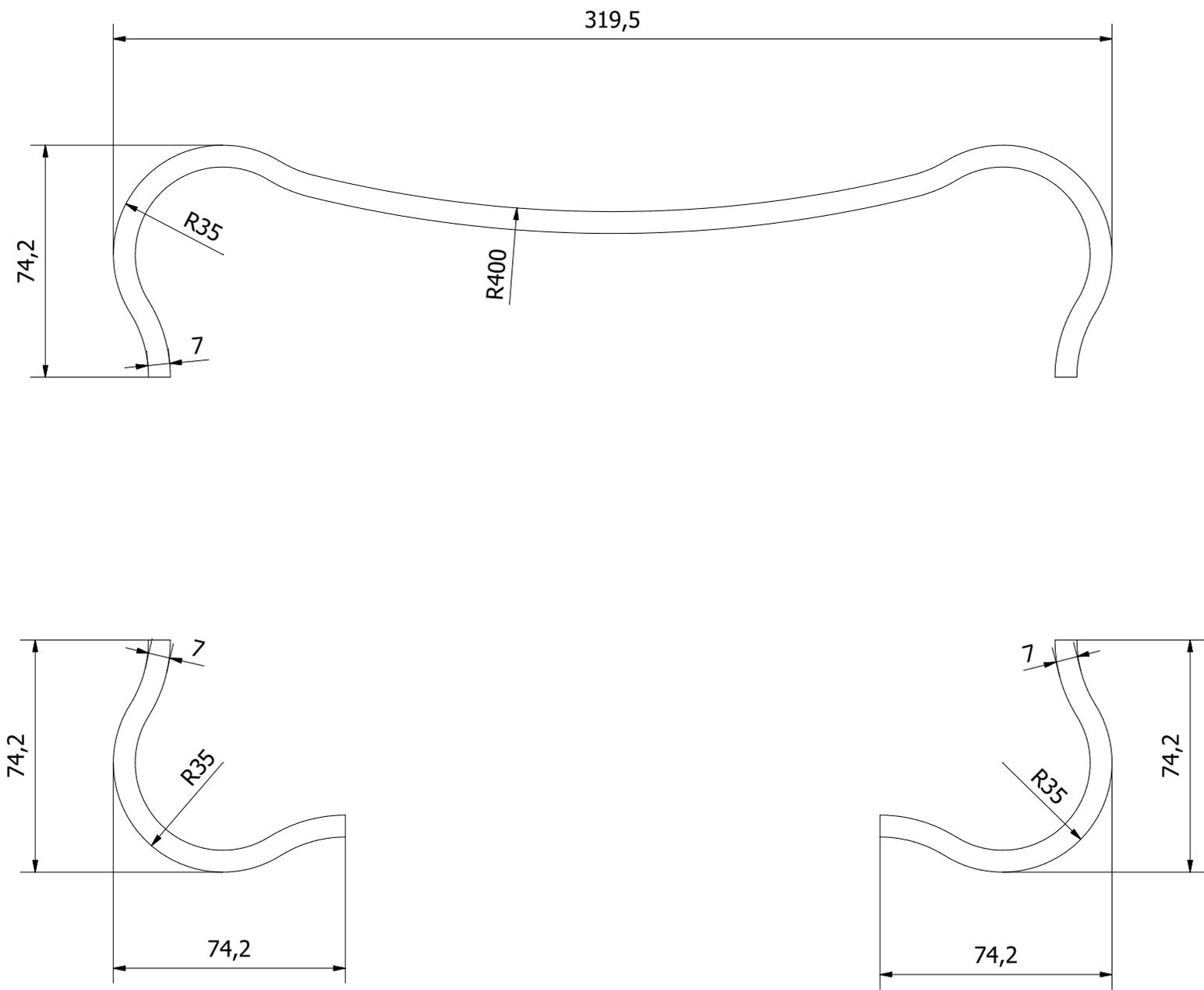


Nota: Boton S MIR medidas iguales

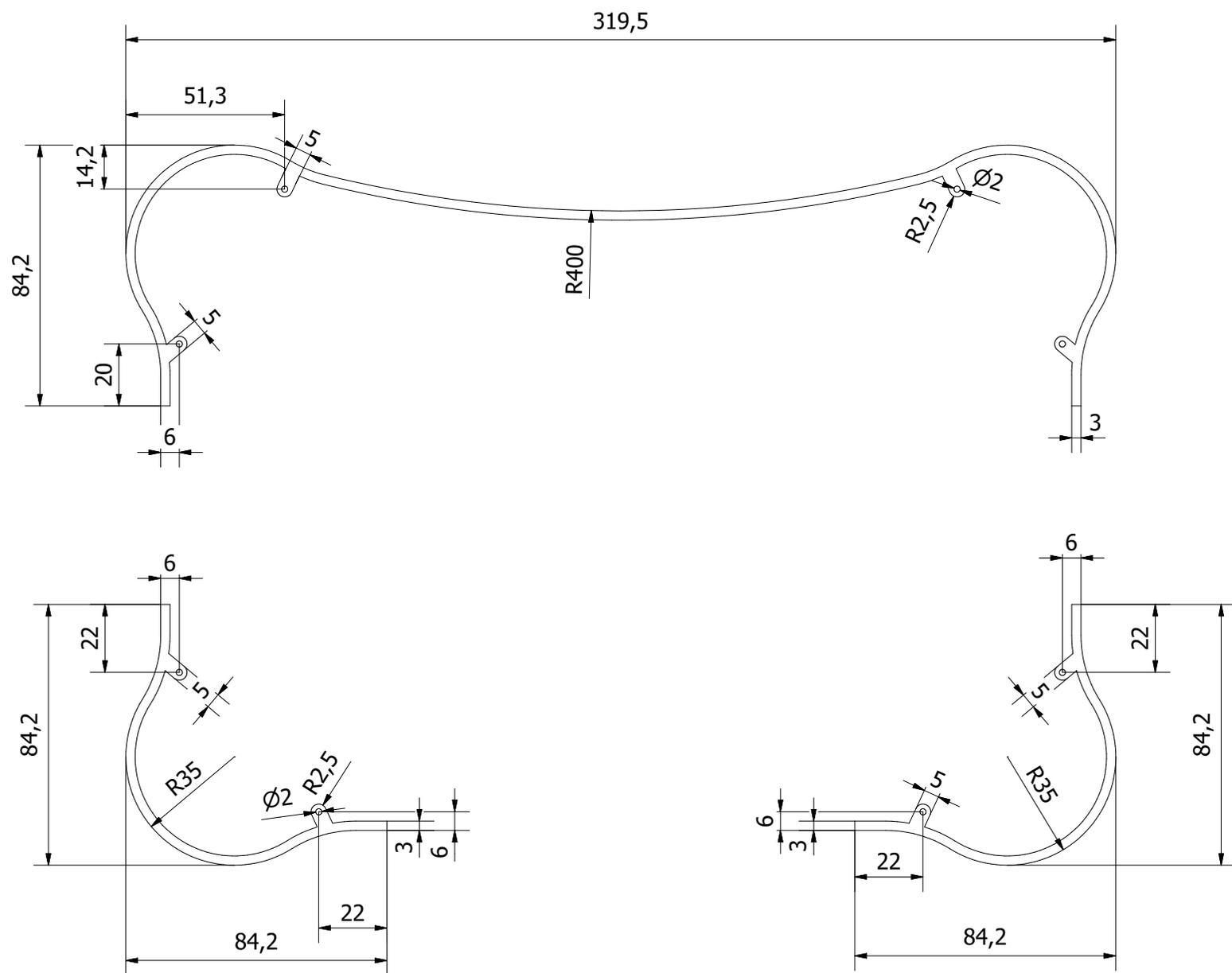
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Botón S		Hoja 14



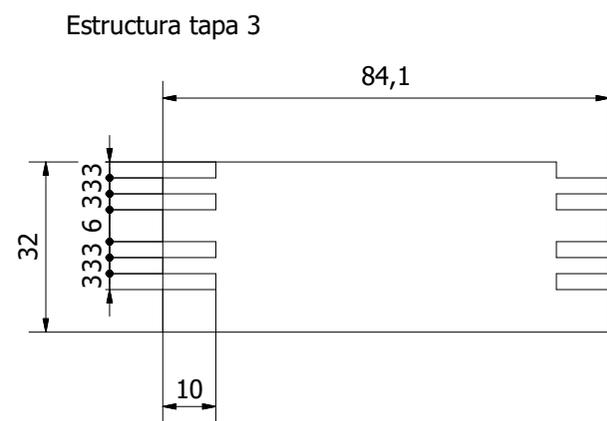
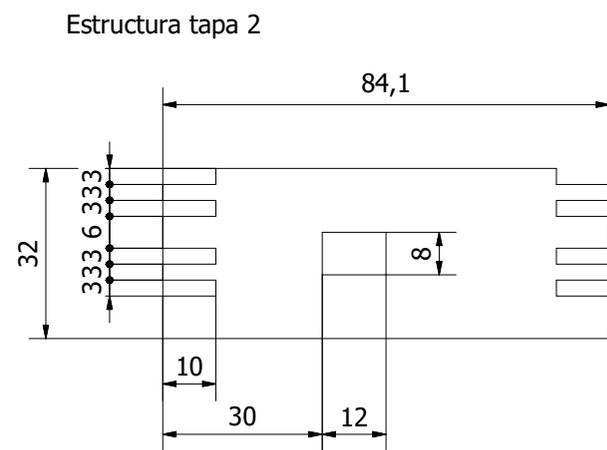
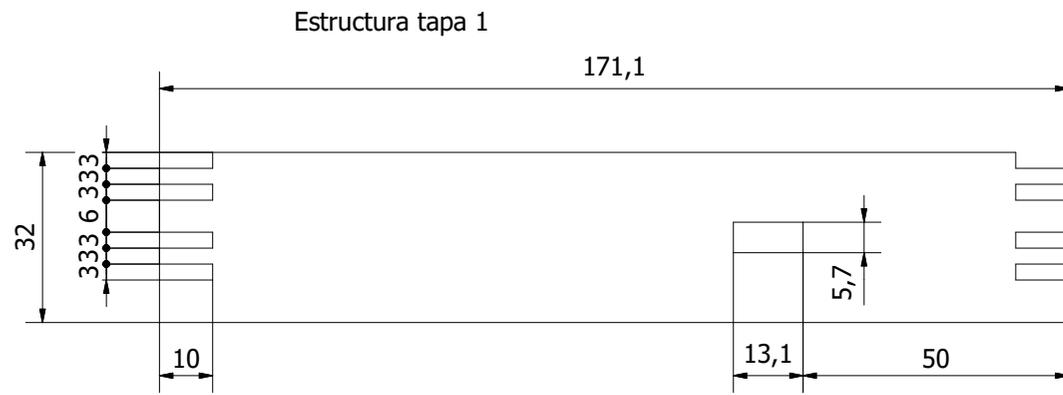
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARA VIA D.	Aprobado por DIS. SARA VIA D.	
 UNIVERSIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Estructura 1	Hoja 15



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Estructura 2		Hoja 16



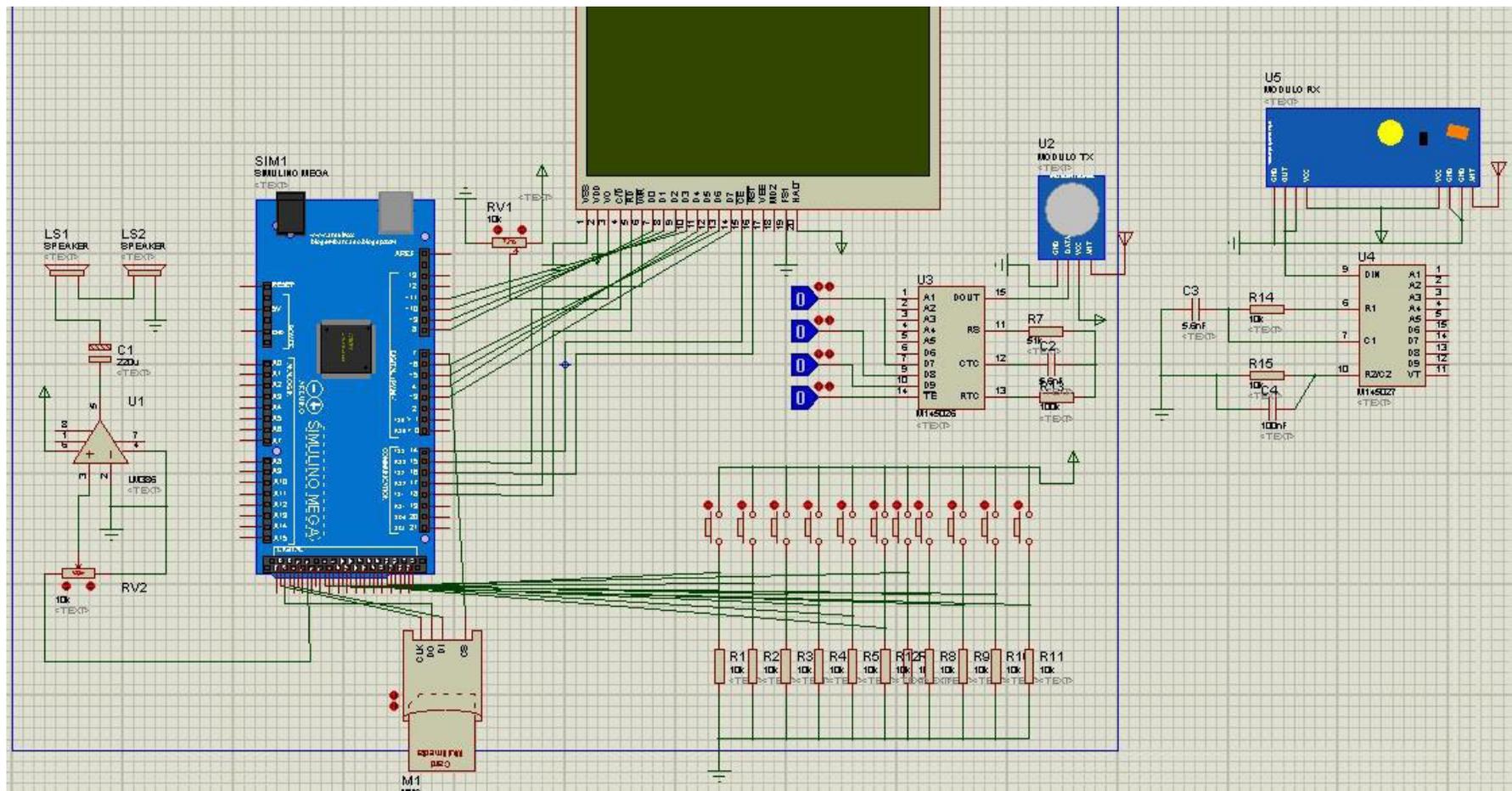
Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY		Tablero de comunicación	
		Estructura 3	Hoja 17



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Estructuras tapas		Hoja 18



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERSIDAD DEL AZUAY	Tablero de comunicación		
	Render		Hoja 19



Diseño de SOLANO D.	Revisado por DIS. SARAVIA D.	Aprobado por DIS. SARAVIA D.	
 UNIVERIDAD DEL AZUAY	Esquema electrónico		
	Diagrama de conexión		Hoja 20

REFERENCIAS

- Brown, T. (Septiembre de 2008). Design Thinking. Obtenido de https://emprendedoresupa.files.wordpress.com/2010/08/p02_brown-design-thinking.pdf
- Calva Poma, C. P., & Pillajo Gutiérrez, V. E. (Septiembre de 2017). Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos. Obtenido de Implementación de un prototipo alternativo de comunicación para niños con discapacidad cerebral leve en la fundación "Ayudemos a vivir" utilizando un módulo Arduino.: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18791/1/CD-8182.pdf>
- Costa, H. A. (2017). Repositorio digital UNC. Obtenido de Desarrollo de un servicio de accesibilidad para dispositivos móviles comandado mediante una interfaz cerebro-computadora portable.: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/5172>
- González, M., Sosa, H., & Elba, A. (30 de Junio de 2014). Revista de informes científicos técnicos UNPA. Obtenido de Non-Verbal Communication Systems. Enriching Augmentative and Alternative Languages with Accessibility and Usability Properties: <http://ict.unpa.edu.ar/journal/index.php/ICTUNPA/article/view/ICT-UNPA-82-2014>
- Haberman, M., & Spinelli, E. M. (Mayo de 2013). SEDICI Repositorio Institucional de la UNLP. Obtenido de Dispositivo de asistencia a discapacitados motores: switch controlado por señales electromiográficas: <http://hdl.handle.net/10915/38002>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (15 de Junio de 1989). NTP 226: Mandos: ergonomía de diseño y accesibilidad. España. Obtenido de http://www.ladep.es/ficheros/documentos/ntp_226.pdf
- Jácome Amores, L., & Jadán-Guerrero, J. (2016). KAÑINA Revista de artes y letras. Obtenido de TEVI: Teclado virtual como herramienta de asistencia en la comunicación y el aprendizaje de personas con problemas del lenguaje vinculados a la discapacidad motriz.: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/kanina/article/view/30229/30208>

- Mayo Clinic Staff. (18 de mayo de 2018). Dysarthria. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/dysarthria/symptoms-causes/syc-20371994>
- MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL. (2009). Guía para la atención de la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) en España. Madrid: GRAFO, S.A. Recuperado el Noviembre de 2017
- Norman, D. (1990). La psicología de los objetos cotidianos. Madrid: Narea.
- Norman, D. (2004). Emotional Design; why we love (or hate) everyday things. New York: MEMBER OF THE PERSEUS BOOKS GROUP.
- Online and Offline. (3 de Abril de 2012). Six Thinking Hats, seis sombreros para analizar y tomar decisiones. Obtenido de <http://www.onlineandoffline.net/six-thinking-hats-para-tomar-decisiones/>
- Pepéz Montoro, M. (2010). Arquitectura en entornos web. Gijón: Trea.
- Rhône-Poulenc Roder S.A. (1999). Esclerosis Lateral Amiotrófica una enfermedad tratable. En J. Mascías Cadavid, J. Mora Pardina, & D. Chaverri Rada, Tratamiento de los problemas de comunicación (págs. 401 - 411). Barcelona: PROUS SCIENCE.
- Sanz, C. V., Baldassarri, R., Guisen, A., Marco, J., Cerezo, E., & De Giusti, A. E. (Junio de 2012). SEDICI Repositorio Institucional de la UNLP. Obtenido de ACoTI: herramienta de interacción tangible para el desarrollo de competencias comunicacionales en usuarios de comunicación alternativa: <http://hdl.handle.net/10915/19304>

ANEXOS

Design of an alternative communication system for people with dysarthria at the initial stage

Abstract

ALS (amyotrophic lateral sclerosis) is an illness that presents disorders in motor function, movement, communication, and swallowing. It is a progressive and irreversible disease. This disease is addressed in the different stages by the therapeutical area providing the patient with devices that help in his performance and disease management. From the user-centered design (UCD), emotional design and electronic design, this study offers a significant contribution to elderly people with communication dysarthria present in ALS patients through the design of a device or alternative communication system.

Key words: user-centered design (UCD), emotional design, lifestyle, interface, elder people, usability, motor function.

Daniel Andrés Solano Cobos

Code: 76482

Daniilo Saravia, DSnr.

Tutor

Translated by

Magali Piteage



Anexos 2 *(revisar CD)*

Entrevista a la fonoaudióloga Doc. Nataly Vanegas (Audio)

Anexos 3 *(revisar CD)*

Paciente con ELA (Videos)

Anexos 4 *(revisar CD)*

Documentación entregada por la fundación adELA

Anexos 5 *(revisar CD)*

Documentación para el manejo y conexión de ARDUINO