

DISEÑO FORMAL Y ESTRUCTURAL DE UN PROTOTIPO PARA UN
DISPOSITIVO MEDICO PORTÁTIL, DESDE EL CUAL SE MONITOREAN A
DISTANCIA LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS Y
ADULTOS MEDIANTE UNA PANTALLA Y UNA INTERFAZ GRÁFICA
ACCESIBLE A USUARIOS NO ESPECIALIZADOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

FABIÀN ADOLFO URREA VELÁSQUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2011



DISEÑO FORMAL Y ESTRUCTURAL DE UN PROTOTIPO PARA UN
DISPOSITIVO MEDICO PORTÁTIL, DESDE EL CUAL SE MONITOREAN A
DISTANCIA LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS Y
ADULTOS MEDIANTE UNA PANTALLA Y UNA INTERFAZ GRÁFICA
ACCESIBLE A USUARIOS NO ESPECIALIZADOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Modalidad Práctica Empresarial

FABIÁN ADOLFO URREA VELASQUEZ

Título a obtener

DISEÑADOR INDUSTRIAL

Director de proyecto

D.I. JUAN CARLOS MORENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2011



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	24
1. PROTOCOLO DEL PROYECTO.....	26
1.1 TITULO	26
1.2 ORIGEN DEL PROYECTO	26
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	27
1.4 OBJETIVOS	29
1.5 USUARIOS	30
1.6 ALCANCES DEL PROYECTO.....	31
1.7 METODOLOGÍA PROYECTUAL	31
1.7.1 APOYO TEÓRICO SECUNDARIO: DATOS “DISEÑO DE AYUDAS TÉCNICAS BAJO CRITERIOS DE USABILIDAD”	34
1.7.2 REALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS CON LAS DISTINTAS FASES DE DISEÑO.....	35
1.7.3 VIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS:.....	37
1.7.3.1 Estudio etnográfico: FASE 1	38
1.7.3.2 Diseño Paralelo: FASE 2.....	38
1.7.3.3 Creación de escenarios: FASE 2	39
1.7.3.4 Protocolo de descubrimiento en conjunto: FASE 3.....	39
1.7.3.5 Evaluación heurística: FASE 4.....	40
1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	40
2. FASE 1-DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	42
2.1 INVESTIGACION	43
2.1.1 ESTADO DEL ARTE	43
2.1.1.1 Monitor de Signos Vitales (MSV)	43
2.1.2 TELEMEDICINA	53

2.1.2.1	Definiciones	54
2.1.2.2	Telecuidado Domiciliario	55
2.1.2.3	Tele monitorización de señales y parámetros biomédicos.....	55
2.1.2.4	Enfermedades cardiacas.....	56
2.1.3	NORMATIVIDAD AAMI	57
2.1.3.1	Factores Humanos.....	57
2.1.3.2	Factores Técnicos.....	76
2.2	IDENTIFICACION DE NECESIDADES DEL USUARIO	78
2.2.1	DISEÑO DE LA HERRAMIENTA: Indagación contextual para Monitor de Signos Vitales Home Care	79
2.2.1.1	Descripción	79
2.2.1.2	Objetivo General	79
2.2.1.3	Objetivos específicos	79
2.2.1.4	Usuarios.....	80
2.2.1.5	Metodología	80
2.2.1.6	Indagación contextual para Monitor de Signos Vitales Home Care .	81
2.2.2	APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA	82
2.2.3	ANALISIS DE RESULTADOS	84
2.2.3.1	Compilación de información.....	84
2.2.3.2	Traducción de necesidades: Requerimientos generales:.....	87
2.2.4	DEFINICIÓN DEL CONTEXTO DE USO: DESCRIPCIÓN	88
2.2.4.1	Diseño de Dispositivos Médicos Móviles (AAMI).....	89
2.2.4.2	Consideraciones de usuario.....	90
2.2.4.3	El usuario en casa:	90
2.2.4.4	El ambiente casero	91
2.2.5	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS: ESPECÍFICOS	92
2.2.5.1	De uso.....	92
2.2.5.2	De función.....	92
2.2.5.3	Ergonómicos	93

2.2.5.4 De estructura.....	94
2.2.5.5 Técnico-Productivos.....	94
2.2.5.6 De mercado.....	95
2.2.5.7 Formal estéticos.....	95
3. FASE 2-DISEÑO DE CONCEPTO.....	96
3.1 DISEÑO DE INTERFAZ.....	98
3.1.1 ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN.....	98
3.1.1.1 Diagrama de bloques.....	99
3.1.2 WIREFRAME.....	105
3.1.2.1 Jerarquía Visual.....	106
3.1.2.2 Alternativas.....	108
3.1.3 GUÍAS DE ESTILO.....	114
3.1.3.1 Símbolos gráficos para prácticas de equipos médicos.....	116
3.1.3.2 Touchscreens: AAMI.....	120
3.1.3.3 Estilo formal.....	123
3.1.3.4 Diseño de la interacción.....	128
3.1.3.5 Alternativas de estilo.....	132
3.1.3.6 Método de diseño paralelo.....	135
3.1.4 COMPROBACION.....	143
3.1.4.1 Método de creación de escenarios.....	143
3.1.4.2 StoryBoard.....	145
3.1.4.3 Diseño de herramienta: Formato de preguntas.....	147
3.1.4.4 Aplicación de la herramienta.....	149
3.1.4.5 Análisis y tabulación de resultados.....	150
3.2 DISEÑO DE CARCASA.....	155
3.2.1 MODELADO DE COMPONENTES.....	156
3.2.1.1 Tarjeta de desarrollo DEO-NANO.....	156
3.2.1.2 Lithium Polymer Battery Pack.....	156

3.2.1.3	Cámara Integrada	157
3.2.1.4	Tarjeta Goldwei Multipárametro	157
3.2.1.5	Pantalla LCD	157
3.2.1.6	Motor	158
3.2.1.7	Conectores.....	158
3.2.1.8	Tubería para PNI.....	158
3.2.2	CREATIVIDAD Y ALTERNATIVAS	159
3.2.2.1	Investigación	159
3.2.2.2	Consideraciones Generales: “Home Health Care”	165
3.2.2.3	Bocetación	167
3.2.2.4	Evolución Primaria	171
3.2.2.5	Evolucione Secundaria	172
3.2.3	CONFIGURACION MODULAR	174
3.2.3.1	Tabla de Componentes.....	175
3.2.3.2	Propuesta Modular A	176
3.2.3.3	Propuesta Modular B	177
3.2.3.3	Propuesta Modular C	178
3.2.3.4	QFD	179
3.2.3.4.1	Matriz de la Calidad	179
3.2.3.5	Renders.....	182
3.2.3	COMPROBACION.....	184
3.2.3.1	Reunión de Diseño Paralelo.....	184
3.2.3.2	Diseño de la Herramienta: Matriz de evaluación QFD/ Monitor de Signos Vitales Home Care/Propuestas	185
3.2.3.3	Aplicación de la herramienta	186
3.2.3.4	Tabulación y análisis de resultados	187
4.	FASE 3-DISEÑO DE DETALLE.....	191
4.1	GUIA DE ESTILO	193

4.1.1 PROPORCIONES Y DIMENSIONES/WIREFRAME:	193
4.1.2 Paleta de color	197
4.1.3 Tipografía y Tamaños.....	198
4.1.4 Diseño Final	198
4.2 COMPROBACION	202
4.2.1 MÉTODO DE CREACIÓN DE ESCENARIOS	203
4.2.1.1 Descripción	203
4.2.1.2 Objetivo General	203
4.2.1.3 Objetivos específicos.....	203
4.2.1.4 Usuarios	203
4.2.1.5 Metodología	204
4.2.1.6 Diseño de la herramienta	205
4.2.1.7 Aplicación de la Herramienta	207
4.2.1.8 Tabulación y análisis de resultados	208
4.3 CONFIGURACIÓN MODULAR FINAL	213
4.4 MAQUETAS	216
4.4.1 MODELO DE APARIENCIA	216
4. 4. 2 MODELOS FUNCIONALES	220
4.5 COMPROBACION Y VERIFICACIÓN	222
4.5.1 MÉTODO DE CREACIÓN DE ESCENARIOS (NIVEL DE SATISFACCIÓN).....	222
4.5.1 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA	223
4.5.2 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA	224
4.5.3 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	225
4.5.4 MEJORAS MODELO FUNCIONAL	227
4.6 TECLADO DE MEMBRANA/PANEL FRONTAL MSV HC	230
4.7 COMPROBACION / CAD / DISEÑO ASISTIDO	235
4.7.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	235
4.7.2 ANÁLISIS CAD.....	236
4.7.3 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE.....	237

4.7.4 ABS	238
4.7.5 APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE ESFUERZOS	239
4.7.5.1 Tensiones estáticas Asa	239
4.7.5.2 Desplazamientos Asa	239
4.7.5.3 Deformaciones Unitarias Asa.....	240
4.7.5.4 Factor de seguridad Asa	240
4.7.5.5 Tensiones Carcasa Superior.....	241
4.7.5.6 Desplazamientos Carcasa Superior.....	241
4.7.5.7 Deformaciones Carcasa Superior	242
4.7.5.8 Factor de Seguridad.....	242
4.7.5.9 Conclusiones.....	242
4.7.6 ANALISIS DE IMPACTO.....	239
4.7.6.1 Deformaciones.....	241
4.7.6.2 Factor de Seguridad.....	242
4.8 DISEÑO DE IDENTIDAD VISUAL MSV HC.....	249
4.8.1 TEST DE IDENTIDAD VISUAL	249
4.8.2 EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL NOMBRE PARA IDENTIDAD VISUAL.....	252
4.8.3 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	253
4.8.4 ISOTIPO Y LOGOTIPO	255
4.9 PLANOS FINALES	257
4.10 PRESUPUESTO	261
4.11 EVALUACION FINAL	262
4.11.1 EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	262
4.11.1.1 Descripción	262
4.11.1.2 Objetivo general	262
4.11.1.3 Objetivos específicos	262
4.11.1.4 Usuarios	262
4.11.1.5 Metodología	262

4.11.2 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	263
4.11.2.1 Tabla de Valoración de Heurísticas	263
4.10.2.2 Resultados Finales y conclusiones	264
4.12 RENDERS FINALES.....	267
5. CONCLUSIONES	271
6. BIBLIOGRAFÍA	274
7. ANEXOS	276

Lista de Figuras

Figura 1.MSV 1200	26
Figura 2. Logo FCV y Bioingeniería	28
Figura 3.Diagrama Metodológica de Diseño	32
Figura 4. Métodos de usabilidad en las distintas fases de diseño	35
Figura 5. Métodos de usabilidad en las distintas fases de diseño	37
Figura 6. Monitor de Signos Vitales	43
Figura 7. Monitores de signos vitales de transporte.....	46
Figura 8.MSV Intel Health Guide 6000	47
Figura 9. MSV Instant Check	48
Figura 10. Shipping Handheld Patient Monitor	49
Figura 11. Monitor de transporte interhospitalario.....	50
Figura 12. Monitor portátil de uso intrahospitalario	51
Figura 13. MSV Monitor multiparámetros CT50.....	52
Figura 14. Percepción y respuesta	58
Figura 15. Visión relativa de formas de onda para bastones (poca luz) y conos (luz brillante).	60
Figura 16. Sistema de dispositivos médicos	70
Figura 17. Diagrama de modelo conceptual de un monitor fisiologico.....	72
Figura 18. Simulación de interfaz por computador.....	73
Figura 19. Imagen de producto comercial.....	73
Figura 20. Entrevistas Enfermería	82
Figura 21. Entrevistas Auxiliares.....	83
Figura 22. Entrevistas Telemedicina.....	83
Figura 23. Diseño de Interfaz.....	97
Figura 24. Reunión Grupo Diseño y Desarrollo	100
Figura 25. Estructura de la Información General	101
Figura 26. Estructura de la Información Específica.....	102
Figura 27. Wireframe	105

Figura 28. Proceso de visualización en web	106
Figura 29. Barrido Visual del Usuario	107
Figura 30. Lo más visto en las paginas Web	108
Figura 31. Jerarquía Visual en software	108
Figura 32. Bocetación de alternativas.....	109
Figura 33. Wireframe Básica.....	110
Figura 34. Wireframe Específica.....	112
Figura 35. Reunión Interna de diseño.....	113
Figura 36. Simbolos graficos para equipos medicos 1.....	116
Figura 37. Símbolos Gráficos para Equipos Médicos 2	117
Figura 38. Dimensiones ideales para áreas de activación en touchscreens.....	120
Figura 39. Error de paralelismo en dos posiciones diferentes	122
Figura 40. Conceptos Futuristas	124
Figura 41. Blue bee phone y Digital Modus	125
Figura 42. Reloj y mesa minimalistas	126
Figura 43. Imac Apple.....	127
Figura 44. Propuesta 1 Interfaz Vertical.....	132
Figura 45. Propuesta 1 Interfaz Horizontal	133
Figura 46. Propuesta 2 Interfaz.....	133
Figura 47. Propuesta 3 Interfaz.....	134
Figura 48. Imagen Inicial Diseño Paralelo	137
Figura 49. Registro de asistencia, reunión de diseño paralelo	139
Figura 50. Evaluación Intuitiva, diseño paralelo.....	140
Figura 51. Socialización, diseño paralelo.....	140
Figura 52. Respuestas de usuario frente a la Evaluación Intuitiva.....	141
Figura 53. StoryBoard 1 para prueba de usuarios	145
Figura 54. StoryBoard 2 para prueba de usuarios	146
Figura 55. Creación de escenarios, Telemedicina	149
Figura 56. Creación de escenarios, Auxiliares.....	149
Figura 57. Resultados Evaluación Intuitiva, StoryBoard 1	151

Figura 58. Resultados Evaluación Intuitiva, StoryBoard 2	152
Figura 59. Diseño de Carcasa	155
Figura 60. Tarjeta de Desarrollo DEO-NANO	156
Figura 61. Lithium Polymer Battery Pack	156
Figura 62. Cámara Integrada	157
Figura 63. Tarjeta Goldwei Multipárametro	157
Figura 64. Pantalla	157
Figura 65. Motor para PNI	158
Figura 66. Conectores ECG, SPO2, T°, PNI.....	158
Figura 67. Electroválvula y tubería PNI.....	158
Figura 68. Caja mini.....	160
Figura 69. Caja Aopen	160
Figura 70. Mimo mini USB monitor, soporte articulado graduable	161
Figura 71. Samsung spf 83, Brazo articulado con articulación esférica	161
Figura 72. Carepal Monitor ,Figura 73. RTX Telehealth Monitor.....	162
Figura 74. Kodak Easyshare p750, Ala fija para doble posición	162
Figura 75. Monitor Tempus IC, patas traseras retractiles	163
Figura 76. Adult Laptop, Figura 77 Tempus IC	163
Figura 78. Soportes para Tablet PC	164
Figura 79. Soporte Universal FlipBlade	164
Figura 80. Estructura autoportante rigida con asa posterior	167
Figura 81. Carcasa de dos piezas con tapa movil	168
Figura 82. Carcasa plegable con soporte externo y asa	169
Figura 83. Carcasa con asa móvil descentrado de tres posiciones	170
Figura 84. Evolución primaria idea 1.....	171
Figura 85. Evolución primaria idea 3.....	171
Figura 86. Evolución primaria idea 4.....	172
Figura 87. Evolución secundaria para idea 1	172
Figura 88. Evolución secundaria para idea 3	173
Figura 89. Evolución secundaria para idea 4	173

Figura 90. Propuesta Modular A	176
Figura 91. Propuesta Modular B	177
Figura 92. Propuesta Modular C	178
Figura 93. Importancia de requerimientos del fabricante relacionados a los requerimientos del usuario.....	181
Figura 94. Concepto A	182
Figura 95. Concepto Carcasa B.....	183
Figura 96. Concepto Carcasa C.....	183
Figura 97. Exposición general proceso creativo	186
Figura 98. Evaluación QFD por parte del equipo de diseño	186
Figura 99. Resultados individuales por persona para evaluación de alternativas	188
Figura 100. Resultados totales para evaluación de alternativas	188
Figura 101. Diseño de Detalle.....	192
Figura 102. Proporciones Wireframe 1 horizontal.....	193
Figura 103. Proporciones Wireframe 2, Horizontal	194
Figura 104. Proporciones Wireframe 1 Vertical	195
Figura 105. Proporciones Wireframe 2 Vertical	196
Figura 106. Paleta de color.....	197
Figura 107. Pantalla inicial con medición de parámetros normales	199
Figura 108 . Pantalla inicial sin medición de parámetros Vertical	201
Figura 109. Evaluación Creación de Escenarios, Personal Producción	207
Figura 110. Evaluación Creación de Escenarios, Usuarios	207
Figura 111. Resultados grupales, Creación de escenarios.....	209
Figura 112. Resultados Generales, Creación de escenarios.....	209
Figura 113. Nivel de Satisfacción, Creación de escenarios	210
Figura 114. Vista Superior Componentes internos MSV HC	213
Figura 115. Vista Frontal Componentes Internos MSV HC.....	214
Figura 116. Vista Lateral Componentes Internos MSV HC.....	214
Figura 117. Isométrica Componentes internos MSV HC	215
Figura 118. Diseño de carcasa-Componentes Internos MSV HC.....	215

Figura 119. Modelo de apariencia, Plegado	217
Figura 120. Modelo de apariencia plegado para visualización vertical y Figura 121 desplegado para transporte	217
Figura 122. Planos para construcción de modelo de apariencia	218
Figura 123. Manipulación y Agarre del modelo de apariencia	219
Figura 124. Manipulación del modelo de apariencia para transporte.....	219
Figura 125. Modelo Funcional de Pivote/Posición plegado	220
Figura 126. Modelo Funcional Pivote Figura 127 Plegado para visualización y desplegado	220
Figura 128. Modelo Funcional Pivote/ Plegado en visualización horizontal.....	221
Figura 129. Planos para construcción de modelo funcional 1	221
Figura 130. Método Creación de Escenarios/Carcasa 1.....	224
Figura 131. Método Creación de Escenarios/Carcasa 2.....	224
Figura 132. Nivel de Satisfacción Carcasa	225
Figura 133. Planos Modelo Funcional 2.....	228
Figura 134. Modelo Funcional 2.....	229
Figura 135. Guía Circular y Pivote	229
Figura 136. Resortes	229
Figura 137. Teclado de Membrana MSV HC	230
Figura 138 . Registro de Datos y Apuntes/Validación teclado de membrana	233
Figura 139. DCL Asa MSV HC.....	237
Figura 140. Tensiones Estáticas Asa.....	239
Figura 141. Desplazamientos Asa	239
Figura 142. Deformaciones Unitarias Asa	240
Figura 143. Factor de Seguridad Asa	240
Figura 144. Tensiones Carcasa Superior	241
Figura 145 Desplazamientos Carcasa Superior.....	241
Figura 146 Deformaciones Carcasa Superior	242
Figura 147. Factor de Seguridad	242
Figura 148. Resistencia del para fuerza sobreestimada/Factor de Seguridad.....	243

Figura 149-Deformaciones/Impacto.....	246
Figura 150-Factor de seguridad/Impacto	247
Figura 151. Resultados Nombre MSV HC	254
Figura 152. Logotipo MSV SignCare	255
Figura 153. Isotipo MSV SignCare.....	255
Figura 154. Proporciones Identidad de marca MSV SignCare.....	256
Figura 155. Color, escala de grises y negro/Identidad de marca MSV HC SignCare	256
Figura 156. Planos Finales Carcasa Frontal o Inferior.....	257
Figura 157. Planos Finales Carcasa Superior o Posterior	257
Figura 158. Planos Finales Asa Interna	258
Figura 159. Planos Finales Asa Externa.....	258
Figura 160. Planos Finales Pivotes.....	259
Figura 161. Planos Carcasa Led y Carcasa Slide.....	259
Figura 162. Vistas Finales de Conjunto	260
Figura 163. Carcasa Funcional Final	264
Figura 164. Aplicación prueba heurística	265
Figura 165. Resultados Prueba Heurística	265
Figura 166. Render Plegado Posterior.....	267
Figura 167. Render Plegado Frontal.....	267
Figura 168. Render Posición de Transporte	268
Figura 169. Render Posición Horizontal	268
Figura 170. Render Posición Vertical.....	269
Figura 171. Contexto de uso SignCare/Habitación	269
Figura 172. Contexto de uso SignCare/Transporte.....	270

Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma del proyecto.....	40
Tabla 2. Comparación del estado del arte	53
Tabla 3. Patologías más comunes.....	56
Tabla 4. Altura de caracteres y tamaños de letra para distancia y ángulo de visión	59
Tabla 5. Recomendaciones para luces de color	61
Tabla 6. Diez opciones de color con menos de 2% de errores de identificación ...	62
Tabla 7. Códigos de color para aplicaciones médicas en US	67
Tabla 8. Personal para aplicación de herramienta en indagación	82
Tabla 9 . Jefe de Enfermería: Recomendaciones, sugerencias, ubicación del contexto	84
Tabla 10. Auxiliares: Contexto real, experiencias, recomendaciones.	85
Tabla 11. Telemedicina: Servicio, análisis de costo beneficio, competir con innovación.....	86
Tabla 12. Requerimientos generales	87
Tabla 13. Correcciones Primera Reunión D&D.....	100
Tabla 14. Correcciones de Diseño.....	113
Tabla 15. Checklist, Diseño paralelo.....	138
Tabla 16. Grupo de Diseño Paralelo FCV.....	139
Tabla 17. Sugerencias, Diseño paralelo	142
Tabla 18. Preguntas Storyboard 1	147
Tabla 19. Preguntas Storyboard	147
Tabla 20. Formato de preguntas abiertas basado en variables específicas	148
Tabla 21. Muestra, Creación de escenarios	150
Tabla 22. Resumen y resultados de la prueba de Creación de Escenarios.....	153
Tabla 23. Componentes del Sistema	175
Tabla 24. Importancia de requerimientos para carcasa según matriz de calidad QFD	180

Tabla 25. Matriz QFD para evaluación de alternativas	185
Tabla 26. Comentarios y sugerencias aplicables a la alternativa seleccionada...	190
Tabla 27. Seguimiento de tareas y contabilización de errores, Creación de escenarios Interfaz.....	205
Tabla 28. Formato de evaluación, Creación de escenarios Interfaz	206
Tabla 29. Datos, Aciertos relacionados al número de intentos, Creación de Escenarios	208
Tabla 30. Datos, Nivel de satisfacción de la interfaz, Creación de escenarios	210
Tabla 31. Lista de componentes representativos para diseño de carcasa	214
Tabla 32. Nivel de satisfacción	223
Tabla 33. Muestra Creación de Escenarios Carcasa.....	225
Tabla 34. Tabla de resultados/Validación e interpretación teclado membrana	233
Tabla 35. Cuadro de evaluación y calificación para el nombre MSV HC	252
Tabla 36. Características formales y simbólicas identidad de marca.....	253
Tabla 37. Información relevante e importante para considerar/Identidad de marca	253
Tabla 38. Presupuesto para desarrollo del diseño.....	261
Tabla 39. Presupuesto para la verificación del diseño.....	261
Tabla 40. Presupuesto para la construcción de prototipos	261
Tabla 41. Costo de inversión para el molde de inyección.....	261
Tabla 42. Tabla de valoración de Heurísticas	263
Tabla 43. Muestra Prueba Heurística	265

Lista de Anexos

ANEXO A: Práctica empresarial.....	276
ANEXO B: DISPOSITIVOS PORTÁTILES.....	278
ANEXO C: Especificaciones técnicas MSV avanzado.....	281
ANEXO D: Antropometría: Mano.....	285
ANEXO E: MONITOR DE SIGNOS VITALES HC GUOTENG.....	287
ANEXO F: DISEÑO DE LA HERRAMIENTA: EJERCICIO DE EVALUACIÓN INTUITIVA.....	289
ANEXO G: Pantallazos Interfaz Grafica.....	290

GLOSARIO

Fundación Cardiovascular de Colombia (FCV): Institución de salud cardiovascular nacional que presta sus servicios y cuya sede principal se encuentra en la ciudad de Bucaramanga.

Monitor de Signos Vitales (MSV): Un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados.

Centro Tecnológico Empresarial (CTE): Sede administrativa de la Fundación Cardiovascular de Colombia.

Instituto del Corazón (IC): Centro clínico de la Fundación Cardiovascular de Colombia.

Association for de advancement of Medical Instrumentation (AAMI): Norma internacional médica para el diseño y regulación de equipos médicos.

Human Factor Engieniering (HFE): Grupo de factores que repercuten en el proceso de ingeniería y que se deben tener en cuenta para la implementación de cualquier dispositivo médico.

RESUMEN

TITULO

DISEÑO FORMAL Y ESTRUCTURAL PARA UN DISPOSITIVO MEDICO PORTÁTIL, DESDE EL CUAL SE MONITOREAN A DISTANCIA LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS Y ADULTOS MEDIANTE UNA PANTALLA Y UNA INTERFAZ GRÁFICA ACCESIBLE A USUARIOS NO ESPECIALIZADOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN (MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL FUNDACIÓN CARDIOVASCULAR DE COLOMBIA)*.

AUTOR

FABIÁN ADOLFO URREA VELASQUEZ**

PALABRAS CLAVES

Diseño, Monitor de Signos Vitales, Carcasa, Interfaz, Usabilidad, Equipo Médico, AAMI.

DESCRIPCION

La generación e inclusión de la atención medica domiciliaria basada en un servicio de telemedicina brindado por la FCV como idea innovadora a sus pacientes, permite no solo la contemplación de novedosos equipos médicos sino todas las consideraciones de usabilidad que el contexto requiere.

Con la premisa planteada anteriormente surge la necesidad de poder monitorear a pacientes con estado clínico estable desde sus casas, hogares o residencias; condición que muchas veces no satisface la permanencia dentro de las instituciones médicas, pero si un monitoreo constante para un tratamiento efectivo o una atención repentina bajo un cambio fisiológico por fuera de lo normal.

El objetivo de esta tesis fundamentada bajo condiciones de práctica empresarial es entonces, generar y construir un prototipo de un equipo médico portátil, que permita ensamblar cada uno de los componentes electrónicos internos para su funcionamiento, y que acompañado por una simulación de su interfaz gráfica permita al usuario acceder al sistema y visualizar la aplicación del software por medio de una pantalla touchscreen; todo esto ligado obviamente a características estéticas, de portabilidad, y de uso en general que un equipo novedoso y único requiere.

Cada uno de las siguientes desarrollos y objetivos expuestos en esta tesis de grado, están altamente fundamentados por normas y metodologías de usabilidad que son utilizadas internacionalmente en el ambiente medico (AAMI), y de las cuales depende en gran medida el número mínimo de requerimientos basados según el contexto de uso doméstico.

* Practica Empresarial

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de diseño industrial. Director: D.I. Juan Carlos Moreno.

ABSTRACT

TITLE

FORMAL AND STRUCTURAL DESIGN FOR A PORTABLE AND MEDICAL DEVICE, WHERE ARE MONITORED REMOTELY THE PHYSIOLOGICAL SIGNS OF PEDIATRIC AND ADULTS PATIENTS THROUGH A SCREEN AND A GRAPHICAL INTERFACE ACCESSIBLE TO NON-ESPECIALIST USERS, DESIGN AND CONSTRUCCION (COMPANY PRACTICE, COLOMBIAN CARDIOVASCULAR FOUNDATION)*.

AUTHOR

FABIÁN ADOLFO URREA VELASQUEZ**

KEYWORDS

Design, Vital Signal Monitor, Housing, Interface, Usability, Medical Devices, AAMI.

DESCRIPTION

The generation and inclusion of home health care based in a telemedicine service provided by FCV as an innovative idea to their patients, allows not only the contemplation of innovatitve medical equipment but all usability considerations the context requires.

With the previously raised assumption arises the need to monitor patients with a stable clinical status from homes or nursing homes, a condition that often does not satisfy the permanency within medical institutions, but constant monitoring for effective treatment or a sudden attention caused by a unusual physiological change.

The objective of this thesis based on company practice is to generate and build a prototype of a portable medical equipment, which allows to assemble each of the internal electronics components to operate, which accompanied by a simulation of its graphical interface allows the users access the system and display the software application via a touchscreen, everything obviously linked to aesthetic, portability and general use features that new and only equipment requires.

Each of the following developments and objectives identified in this thesis are highly substantiated by usability standards and methodologies that are used internationally in the medical environment (AAMI), and which depends largely the minimum requirements for domestic context use.

* Company Practice

** Faculty of Physical and mechanical engineering. Industrial Design School. Director: D.I. Juan Carlos Moreno.

INTRODUCCIÓN

La Fundación Cardiovascular de Colombia (FCV) es una institución en salud creada en 1986 en la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Está catalogada como una de las mejores cinco IPS's del país, en cuanto al nivel de excelencia, su experiencia a nivel administrativo y medico científico se comparte con otras ciudades como Santa Martha, Ibagué y Manizales, donde la FCV actúa como administradora delegada de importantes clínicas, al tiempo que la población de otros 13 departamentos recibe atención en salud por telemedicina en especialidades como cardiología, radiología y cuidado intensivo.

La misma institución está dividida en 9 UEN's (Unidades Estratégicas de negocios) las cuales se encargan de no solo brindar algún servicio específico sino también de generar utilidades para el mismo soporte y desarrollo de proyectos de investigación en aplicaciones médicas. El grupo específico de Bioingeniería es el encargado de la consecución de ideas que conlleven a la fabricación de equipos médicos que puedan satisfacer la demanda y los requerimientos generados por la clínica en materia de salud; los cuales ligados a características inalámbricas de envío de datos deben ser capaces de minimizar costos y brindar asistencia médica en los lugares más alejados donde un especialista no puede estar presente.

Es así como nace SignCare, buscando proponer soluciones interdisciplinarias a problemas de portabilidad, usabilidad e intuitividad de los nuevos dispositivos médicos, que han de ser según la tendencia mundial aplicados en entornos completamente caseros y domiciliarios, permitiendo no solo la minimización del error por parte de nuevos usuarios, sino también con la característica de ser capaces de soportar enormes tecnologías de carácter ingenieril.

SignCare es un desarrollo de alta envergadura profesional y tecnológica ya que conto con personal especializado en áreas de diseño industrial, ingeniería electrónica y el fundamental equipo médico para cada una de las etapas de investigación , desarrollo y validación de prototipos mediante sus respectivas metodologías y softwares.

Es así como cada uno de los requerimientos de función fueron definidos y alcanzados consecuente y organizadamente, para obtener un prototipo funcional de carcasa y software de primera generación, capaz de sentar bases fundamentadas en normatividad internacional para el posterior estudio y generación de toda una cadena de producción, con miras a un nuevo servicio que mejore la calidad de vida de los pacientes y nos lleve a una nueva era de la medicina tele monitorizada.

1. PROTOCOLO DEL PROYECTO:

1.1 TITULO:

Diseño formal y estructural para un dispositivo medico portátil, desde el cual se monitorean a distancia las señales fisiológicas de pacientes pediátricos y adultos mediante una pantalla y una interfaz gráfica accesible a usuarios no especializados, diseño y construcción (modalidad práctica empresarial Fundación Cardiovascular de Colombia).

1.2 ORIGEN DEL PROYECTO:

El proyecto nace como una idea de implementar un nuevo servicio por parte de la FCV en la cual se pueda monitorear a los pacientes mediante un dispositivo domiciliario, que sea manipulable y entendible tanto a personas de conocimiento no especializado como a enfermeras, médicos y especialistas. La idea general es desarrollar un dispositivo diferente, innovador y portátil de un MSV (Figura 1- monitor de signos vitales); medio en el cual la FCV ha llegado a desarrollos de características sobre lenguajes netamente técnicos y hospitalarios en unidades de cuidados intensivos, como es el caso de la UCIM y la UCIN, pero no en alcances de tipo domiciliario o “home care”.

Figura 1.MSV 1200



Fuente: Registro Bioingeniería FCV 2010

Otra característica que estimula el desarrollo de este tipo de proyectos dentro de la Fundación es la aplicación del servicio de medicina a distancia, denominada también como “telemedicina”, la cual estará presente dentro de los alcances del grupo de desarrollo de Bioingeniería con el fin de poder monitorear algunos parámetros fisiológicos de pacientes tales como electrocardiografía (ECG), Oximetría (SPO2), Presión no invasiva (PNI), Temperatura (T°) y Respiración.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Hasta hace poco los diseñadores de dispositivos médicos estaban destinados enormemente a diseñar productos para ambientes clínicos enfocados a personal cuyas capacidades y destrezas estaban totalmente previstas. Sin embargo los dispositivos estaban siendo manipulados por laicos (cuidadores y pacientes) fuera de los ambientes para los cuales fueron diseñados. Estos nuevos usuarios son completamente diferentes en términos de capacidades, limitaciones y formación comparados con aquellos que fueron originalmente visualizados como posibles usuarios. La otra parte es que en hospitales las estancias son más cortas y los pacientes están siendo dados de alta más rápido por lo que la complejidad de los dispositivos ha aumentado ya que monitores de equipos de diálisis, bombas de infusión y de apnea son ejemplos de complejos dispositivos que se han mudado a casa en cuyas condiciones de “similitud” de ambientes han generado problemas de usabilidad y errores de uso que se han visto comprometidos con la seguridad del paciente.

El proyecto se plantea en un principio como una forma de, primero satisfacer el servicio de telemedicina aplicado al elemento de monitoreo de los pacientes, y segundo para aprovechar de una manera más idónea los recursos tanto físicos como humanos de la misma institución con el fin de brindar un mejor servicio. Al ingresar un paciente en una Unidad de Cuidados Intensivos, se hace necesario un constante cuidado por parte de enfermeras así como la asistencia de elementos

electrónicos que vigilan regularmente el funcionamiento de los signos vitales; algunas de las personas internadas mejoran su condición hasta un nivel estable, pero aún así tienen la necesidad médica de seguir siendo monitoreados; es así como se justifica la obtención de un sistema portátil con estas características, para que se puedan aprovechar tanto camas, elementos médicos, UCIM, UCIN, y enfermeras para poder brindarles una asistencia médica a pacientes con estado crítico que no pueden permanecer en sus casas.

Figura 2. Logo FCV y Bioingeniería



Un MSV de características hospitalarias como los que posee la Fundación consta de una pantalla plana, porque su cuerpo y procesador de amplias dimensiones se encuentran dentro de la torre de las UCI, lo que no justifica una simple repartición de elementos para la obtención de un nuevo producto de las mismas características y portátil. Es aquí donde se hacen necesarios los conocimientos del diseño industrial dentro de un grupo interdisciplinar Bioingenieril para la optimización no solo de forma y estética del producto sino también de su completa adecuación entre hombre y maquina mediante la representación y manipulación de una interfaz gráfica.

1.4 OBJETIVOS:

Generales:

- Diseñar un modelo funcional de una estructura portátil que integre los componentes electrónicos que comprenden un monitor de signos vitales.
- Diseñar un prototipo de interfaz gráfica de usuario para el monitoreo de los parámetros fisiológicos.

Específicos:

- Identificar las necesidades de los usuarios para determinar los requerimientos de diseño del producto, mediante una previa *indagación en el contexto*.
- Realizar un esquema general de funcionamiento para la interfaz gráfica. (Arquitectura de la información).
- Mediante la *creación de escenarios* recrear y evaluar un storyboard de visualizaciones de pantalla que aplicado a un grupo de usuarios pueda generar un pliego de mejoras.
- Seleccionar una alternativa formal viable para la estructura que más cumpla con los requisitos de uso exigidos por el usuario mediante la técnica de *diseño paralelo*. (Cuadro comparativo de evaluación donde el grupo de diseño prioriza las soluciones).
- Modelar y comprobar mediante herramientas CAD posibles errores del sistema formal portátil.
- Construcción del demo funcional de interfaz gráfica de usuario y del prototipo de la estructura física de un MSV portátil, para observar posteriormente mediante un *protocolo de descubrimiento en conjunto* la manipulación en usuarios primarios y secundarios y detectar posibles errores del sistema.
- Realizar una inspección del prototipo final consultado a expertos que puedan evaluarle los principios de usabilidad establecidos. (*evaluación heurística*).

1.5 USUARIOS:

Son todos aquellos que ayudan a definir puntualmente cada requerimiento del producto o sistema; es de vital importancia definirlos ya que por la naturaleza del proyecto el contexto en el cual se va a puntualizar rompe completamente con el lenguaje técnico de un MSV actual.

Primarios: Pacientes

Los que tienen contacto directo con el producto y a quienes se dirige el servicio.

Edad: Adultos y pediátricos (se excluyen los neonatos)

Características: Pacientes con estado de salud estable pero que necesitan de una monitorización continúa de sus parámetros fisiológicos para un posterior tratamiento o atención repentina.

Secundarios: Usuarios de manipulación

Pueden ser los mismos pacientes pero dependiendo de la edad y de su capacidad cognitiva, pueden ser reemplazados por algún familiar o asistente temporal. Son aquellos encargados de manipular la interfaz.

Características: Personas promedio sin ninguna clase de conocimiento en lectura de señales fisiológicas en monitor.

Terciarios:

Aquellos que interactúan con el equipo fuera del contexto de uso. Personal de soporte técnico y producción.

1.6 ALCANCES DEL PROYECTO: Es la línea que delimita el proyecto a futuro y depende de intereses entre FCV, UIS y el estudiante en cuestión.

En sí el alcance del proyecto consistirá en un “Modelo funcional de un monitor de signos vitales para la asistencia domiciliaria de pacientes pediátricos y adultos que mida electrocardiografía (ECG), respiración (RESP), oximetría (SPO2), presión no invasiva (PNI) y temperatura (T°)”.

Tiempo: La consecución de los objetivos está planteada y determinada dentro del cronograma para 8 meses de trabajo, pero dependerán de los intereses puntuales de la empresa.

Recursos:

Empresariales:

- Equipos de computo
- Acceso a la clínica FCV
- Asesorías ingenieriles
- Libros técnicos y Normatividad

Universitarios:

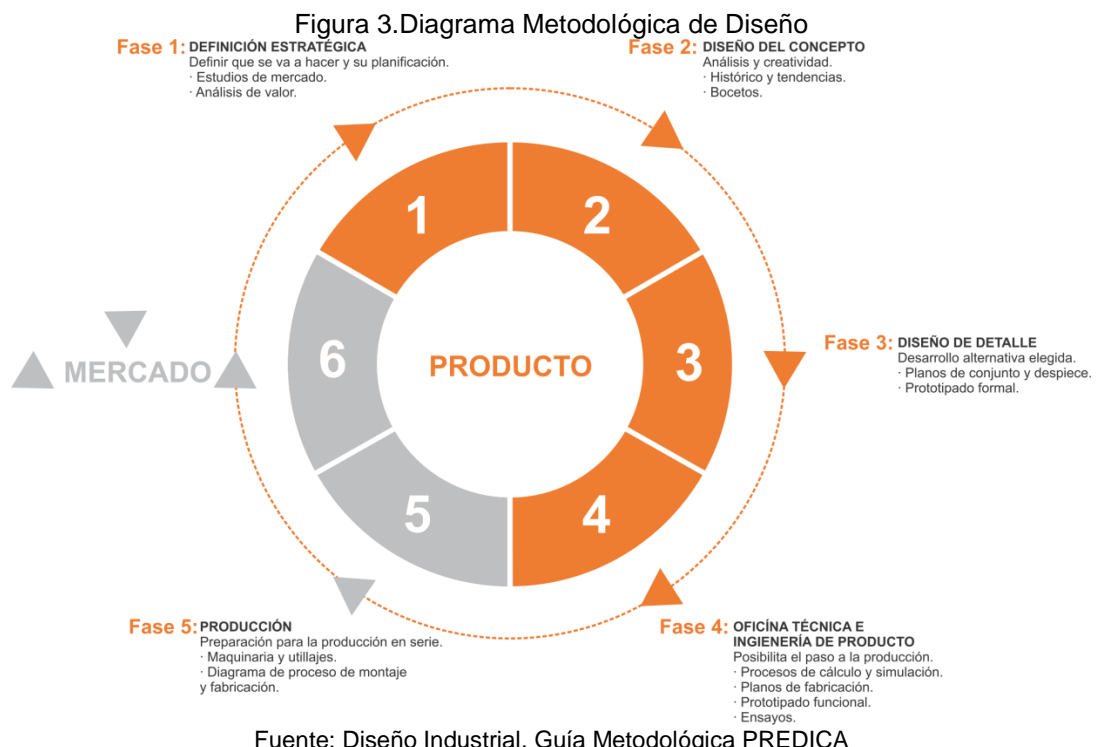
- Director de proyecto
- Biblioteca
- Base de datos

1.7 METODOLOGÍA PROYECTUAL:

La metodología a aplicar está basada en un documento llamado “Diseño Industrial, Guía metodológica, Predica”; una práctica con el objetivo principal de dar a conocer el papel fundamental del diseño y potenciar su incorporación en las PYMES en cada una de las comunidades participantes.

En la publicación en la cual se fundamenta el proceso están recogidos los principios que giran alrededor de un proceso integral de diseño de productos, incluida su gestión, así como parámetros de valoración. Pretende ser una guía sencilla y práctica, para facilitar en todo momento su aplicación dentro de la estrategia empresarial. De esta manera, la incorporación del diseño se convierte en una oportunidad para ser más competitivo en un mercado cada día más exigente¹.

Al nombrar la metodología anterior se quiere lograr una visión general desde donde se puede atacar cualquier problema de diseño. El objetivo de este proyecto de grado no es solo generar un producto con buenas expectativas de mercado, altamente usable, y estético sino algo que además de eso apoyado y fundamentado en buenas practicas sea capaz de satisfacer todo un gremio tan especializado como lo es el medico; es el caso de la norma internacional ANSI/AAMI.



¹DISEÑO INDUSTRIAL GUÍA METODOLÓGICA PREDICA, Fundación PRODINTEC, Asturias-España.

Fase 1 - Definición Estratégica: La definición estratégica es una de las fases críticas en el desarrollo de productos. De su fiabilidad depende que las soluciones que se adopten en la fase de diseño sean las adecuadas, no sólo en cuanto a la adaptación al usuario, sino también desde el punto de vista técnico y de mercado, ya que en numerosas ocasiones, se da lugar a soluciones inadecuadas para los usuarios, o a soluciones técnicamente buenas pero generadas a espaldas al mercado².

- **Objetivo:** Definir el producto que se va a desarrollar desde el punto de vista de las necesidades que se van a cubrir, las características de los usuarios y compradores a los que se dirige y las ventajas que presenta respecto a los productos existentes en el mercado.

Fase 2 - Diseño de concepto: Partiendo de la información obtenida en la fase anterior, en esta fase se establece la “dirección del diseño”. Se generan diferentes conceptos del producto a partir de toda la información disponible y de la creatividad del equipo de diseño. Se generará una serie de alternativas para su posterior selección. La fase de diseño de concepto termina con la selección de la propuesta más acorde a las limitaciones y objetivos marcados.

- **Objetivo:** Los objetivos de esta fase pretenden aportarnos la información útil para determinar el perfil del concepto de nuestro nuevo producto. Se desarrollará conjuntamente con el departamento o responsable de marketing, ingeniería y diseño.

² DISEÑO INDUSTRIAL GUÍA METODOLÓGICA PREDICA, Fundación PRODINTEC, Asturias-España.

Fase 3 - Diseño de detalle: Comienza el desarrollo de la alternativa elegida. Momento en el que se determinan las especificaciones técnicas sobre las que se construirá el producto, incluyendo planos, especificación de materiales.

- **Objetivo:** Determinar el perfil formal del producto o sistema. Abordar la acción de diseño en esta fase es redactar el Proyecto, sobre el que se irán efectuando las modificaciones de los aspectos que entran en relación con el usuario: aspectos perceptivos (contacto visual, distinción o identificación, e imagen); grado de aceptación y compatibilidad con las tendencias; satisfacción (expectativas formuladas); aspectos utilitarios o de servicio (rendimiento funcional, durabilidad). Con esta información podremos recopilar la documentación para iniciar la fabricación.

Fase 4 - Ingeniería del producto: Comprende los trabajos que posibilitan el paso de la fase de diseño a la fase industrial y de producción. Este departamento desarrolla una actividad concreta y diferenciada de la de diseño, aunque ambas están íntimamente relacionadas. Se trata de un proceso iterativo en el que la solución técnica se convertirá progresivamente en una solución fabricable.

- **Objetivo:** Construcción de prototipos. Sobre ellos se realizarán pruebas con usuarios y pruebas en laboratorio, con el fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la fase anterior. Verificación del diseño en condiciones de uso lo más realistas posible.

1.7.1 APOYO TEÓRICO SECUNDARIO: DATUS “DISEÑO DE AYUDAS TÉCNICAS BAJO CRITERIOS DE USABILIDAD”³

Pese a lo lógico que resulta concluir que los productos que empleamos han de ser fácilmente utilizables y estar adaptados a su función para satisfacer las expectativas de los usuarios y, consecuentemente, alcanzar el éxito en el

³ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España.

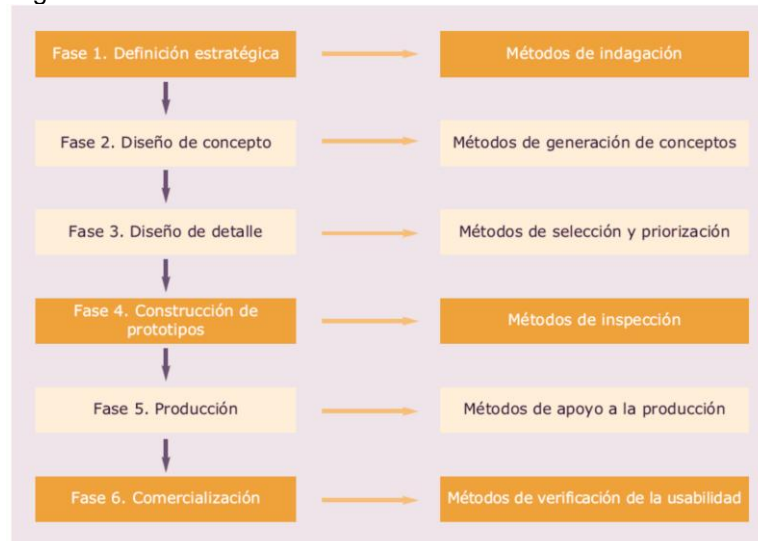
mercado, en el ámbito científico son escasas las técnicas que permiten valorar en qué medida un producto es “usable”.

La guía tiene por objetivo proporcionar información práctica, para fabricantes de ayudas técnicas y productos de la vida diaria, sobre métodos que mejoran la usabilidad de los productos a través de la participación activa de los usuarios y cómo aplicarlos cuando estos usuarios son personas con discapacidad incluyendo niños y personas mayores.

En el siguiente esquema se presentan las diferentes fases en que puede dividirse el proceso de diseño de cualquier producto. Puede observarse que para cada fase existen métodos que incluyen técnicas que aseguran cumplir con el objetivo a través de la participación de los usuarios del producto. Aun cuando la voz del usuario debe estar presente en todo el proceso de diseño, existen fases donde la participación es de primordial importancia, éstas son, la fase de definición estratégica, la inspección de prototipos y verificación de la usabilidad en preseries y evaluación de producto final.

1.7.2 REALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS CON LAS DISTINTAS FASES DE DISEÑO:

Figura 4. Métodos de usabilidad en las distintas fases de diseño



Fuente: Diseño Industrial, Guía Metodológica PREDICA

Los métodos, en función de la fase correspondiente del proceso de diseño, presentan unos objetivos concretos que se consiguen con la aplicación de unas técnicas específicas que se desarrollan en el siguiente apartado.

El objetivo de los **métodos de indagación y generación de ideas** es analizar la situación de un producto (en base a varios modelos) en el mercado, mediante el estudio de las siguientes áreas:

1. Las características diferenciadas de los productos en el mercado.
2. Problemas de uso presentes en los productos en el mercado.
3. El entorno en el que se utiliza el producto.
4. Las tareas que se realizan con el producto.
5. Los diferentes grupos de usuarios y sus características.
6. Las opiniones y necesidades de los usuarios.
7. Los criterios que utilizan los usuarios para la definición del producto.

Los métodos de **selección y priorización** pretenden conocer las consideraciones que hacen los usuarios para la selección de productos y las alternativas de diseño que más valoran. La consecución de esta información se plantea mediante el conocimiento de las siguientes cuestiones:

- Identificación de los criterios utilizados por los clientes.
- Análisis de los criterios de selección.
- Selección de las diferentes alternativas de diseño.

La finalidad de los métodos de **inspección y validación de prototipos** es identificar y evaluar las características de los productos en desarrollo. Las técnicas utilizadas se basan en:

- Inspecciones de prototipos preliminares, utilizando técnicas que permitan conocer las características, prestaciones y posibles fallos del futuro producto en fases tempranas del diseño.
- Inspecciones de preseries que permitan conocer con antelación la respuesta del mercado, localizar fallos y posibles modificaciones finales.

1.7.3 VIABILIDAD DE LAS TÉCNICAS:

Figura 5. Métodos de usabilidad en las distintas fases de diseño

TÉCNICA	Indagar y generar ideas	Seleccionar y priorizar	Inspeccionar y validar	Evaluar
ESTUDIO ETNOGRÁFICO	ALTA	BAJA	BAJA	MEDIA
TÉCNICA S.C.A.M.A.E.I.	ALTA	MEDIA	MEDIA	BAJA
TEST K.I.U.	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
DISEÑO PARALELO	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA
CREACIÓN DE ESCENARIOS	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA
DIAGRAMAS DE AFINIDAD	MEDIA	ALTA	BAJA	BAJA
EVALUACIÓN HEURÍSTICA	BAJA	BAJA	ALTA	MEDIA
GUÍAS DE COMPROBACIÓN	BAJA	BAJA	ALTA	MEDIA
PROTOCOLO DE DESCUBRIMIENTO CONJUNTO	BAJA	BAJA	ALTA	MEDIA
MÉTODO MUSA/IBV	BAJA	BAJA	BAJA	ALTA
CUESTIONARIO DE USABILIDAD	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA
PANEL DE USUARIOS	MEDIA	MEDIA	BAJA	ALTA

Fuente: Diseño Industrial, Guía Metodológica PREDICA

El tipo de técnicas relacionadas a las fases de diseño nos muestran su alta aplicabilidad y de las cuales hemos escogido las siguientes:

1.7.3.1 Estudio etnográfico: FASE 1

El estudio etnográfico es una técnica de indagación basada en el registro de observaciones por un experto realizadas a personas en su entorno habitual. Esta técnica procede de la antropología social y su finalidad es comprender e interpretar una realidad. En el caso de desarrollo de productos consiste en comprender lo que hacen, dicen y piensan los usuarios y qué significado dan a sus acciones con el producto. La información que se obtiene es de base cualitativa, tratando de acercar la realidad de los usuarios (personas con discapacidad y personas mayores) de un producto al equipo de diseño, para que puedan comprender los motivos, necesidades y demandas de éstos⁴.

- **¿Para quienes?:** Definir perfiles de usuario, Las tareas y los entornos de uso. Una vez definidos se seleccionarán 3 usuarios por cada uno de los perfiles tipo (no más de 4 perfiles) que conjuguen las diferentes categorías.
- **Diseño de la herramienta:** Formato de preguntas y apuntes.
- **Resultado:** Lista de requerimientos y parámetros del producto

1.7.3.2 Diseño Paralelo: FASE 2

El diseño paralelo se incluye en las técnicas de selección y priorización. Su objetivo es *seleccionar las alternativas de diseño más viables y atractivas* al equipo de diseño, teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios. La base de su desarrollo parte de la idea del trabajo coordinado de expertos en el desarrollo de productos. El objetivo que persigue es desarrollar y evaluar diversas ideas antes de escoger una única aproximación, constituyendo un primer prototipo⁵.

- **¿Para quienes?:** El grupo de diseño y desarrollo.

⁴ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España. Sección 5.2, página 37.

⁵ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España. Sección 5.2, página 44.

- **Diseño y aplicación:** Es adecuado que para la fase de puesta en común y decisión definitiva se realice una reunión en una sala acondicionada.
- **Resultado:** Cuadro comparativo de evaluación para las propuestas presentadas.

1.7.3.3 Creación de escenarios: FASE 2

Los escenarios son caracterizaciones de usuarios y sus tareas en contextos o entornos específicos. Su objetivo es seleccionar y priorizar las necesidades del usuario y los objetivos de usabilidad en etapas tempranas del desarrollo del producto⁶.

- **¿Para quienes?:** Un número de 10 personas usuarios reales o expertos.
- **Aplicación:** Evaluación mediante una prueba de interfaz con imágenes consecutivas. (Storyboard)
- **Resultado:** Pliego de mejoras dirigidas a la estructura de la información del monitor.

1.7.3.4 Protocolo de descubrimiento en conjunto: FASE 3

Esta técnica se puede aplicar en cualquier fase de diseño, pero es en la inspección de prototipos donde tiene una utilidad mayor. El Protocolo de Descubrimiento Conjunto es un proceso en el que dos participantes, que simulan la actuación de usuarios reales del producto, intentan realizar una serie de tareas junto con un producto mientras están siendo observados, con el fin de evaluar el grado en el que el producto cumple criterios de usabilidad. Esta técnica se basa en el hecho de que durante el uso de un producto siempre puede haber alguien que

⁶ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España. Sección 5.2, página 45.

ayude, además se considera que con la interacción entre las dos personas se puede obtener una mayor información⁷.

- **¿Para quienes?:** 10 o 15 personas
- **Pliego de mejoras y observaciones**

1.7.3.5 Evaluación heurística: FASE 4

La evaluación heurística es una técnica de inspección de prototipos cuya finalidad es comprobar y evaluar si cada elemento del producto sigue los principios de usabilidad establecidos. La desarrollan un grupo de expertos que estudian los elementos del producto y evalúan cada uno de ellos ante una lista de heurísticas, principios globales a los que se refieren los defectos de usabilidad más comunes y que son generalmente aceptadas⁸.

- **¿Para quienes?:** 3 a 5 expertos en manejo de monitores.
- **Aplicación:** Cada experto mediante una evaluación específica analiza y da una calificación a cada característica teniendo en cuenta las 10 heurísticas, encontrando errores que posteriormente se solucionaran grupalmente.
- **Pliego de mejoras y observaciones:** El criterio de diseño acepta o desecha las opiniones presentadas.

1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Tabla 1. Cronograma del proyecto

Nombre	Duración	Inicio	Fin
Definición del cronograma del proyecto	2 días	17/02/2011	18/02/2011
FASE 1-Definición de la estrategia	22 días	21/02/2011	23/03/2011
Investigación	8 días	21/02/2011	02/03/2011

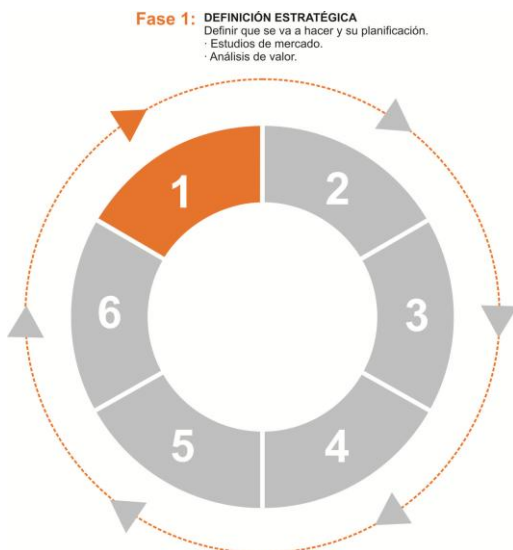
⁷ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España. Sección 5.2, pagina 49.

⁸ DATUS, Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España. Sección 5.2, pagina 47.

Estado del arte	2 días	21/02/2011	22/02/2011
Monitor de Signos Vitales (MSV)	1 día	21/02/2011	21/02/2011
Telemedicina HOME CARE	1 día	22/02/2011	22/02/2011
Normatividad	6 días	23/02/2011	02/03/2011
Factores humanos	3 días	23/02/2011	25/02/2011
Factores técnicos	2 días	01/03/2011	02/03/2011
Informe de avance	1 día	03/03/2011	03/03/2011
Identificación necesidades del usuario	5 días	04/03/2011	10/03/2011
Diseño de la herramienta	1 día	04/03/2011	04/03/2011
Aplicación de la herramienta	2 días	07/03/2011	08/03/2011
Análisis de resultados	2 días	09/03/2011	10/03/2011
Definición de contexto de uso	2 días	11/03/2011	14/03/2011
Definición de requerimientos y parámetros	3 días	15/03/2011	17/03/2011
Informe de avance	3 días	18/03/2011	23/03/2011
FASE 2- Diseño del concepto (formal y software)	35 días	24/03/2011	13/05/2011
Generación alternativas (forma, arquitectura de la información)	15 días	24/03/2011	13/04/2011
Evaluación de alternativas (forma y arquitectura de la información)	10 días	14/04/2011	29/04/2011
Comprobación con usuarios	5 días	02/05/2011	06/05/2011
Diseño del herramienta	1 día	02/05/2011	02/05/2011
Aplicación del herramienta	3 días	03/05/2011	05/05/2011
Tabulación	1 día	06/05/2011	06/05/2011
Retroalimentación del diseño	4 días	09/05/2011	12/05/2011
Diseño del herramienta	1 día	09/05/2011	09/05/2011
Aplicación del herramienta	2 días	10/05/2011	11/05/2011
Tabulación	1 día	12/05/2011	12/05/2011
Informe de avance	1 día	13/05/2011	13/05/2011
FASE 3-Diseño de detalle	60 días	16/06/2011	13/09/2011
Diseño interfaz	29 días	16/06/2011	29/07/2011
Digitalización	15 días	16/06/2011	08/07/2011
Interacción	15 días	01/07/2011	29/07/2011
Modelado carcaza	42 días	11/07/2011	08/09/2011
Modelo formal	15 días	11/07/2011	19/08/2011
Planos de conjunto y despiece	15 días	25/07/2011	08/09/2011
Informe de avance	3 días	09/09/2011	13/09/2011
FASE 4-Tecnica e ingeniería	10 días	09/09/2011	22/09/2011
Presupuesto	1 día	14/09/2011	14/09/2011
Calculo y simulación	1 día	15/09/2011	15/09/2011
Impacto ambiental	1 día	16/09/2011	16/09/2011
Artes finales	1 día	19/09/2011	19/09/2011
Informe de avance	1 día	20/09/2011	20/09/2011
Modelo Funcional	5 días	09/09/2011	15/09/2011
Informe de avance	5 días	16/09/2011	22/09/2011

Fuente: Autor

2. FASE 1-DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA:



La definición estratégica es una de las fases críticas en el desarrollo de productos. De su fiabilidad depende que las soluciones que se adopten en la fase de diseño sean las adecuadas, no sólo en cuanto a la adaptación al usuario, sino también desde el punto de vista técnico y de mercado, ya que en numerosas ocasiones, se da lugar a soluciones inadecuadas, o a soluciones técnicamente buenas pero generadas de espaldas al mercado⁹.

Objetivo: Definir el producto que se va a desarrollar desde el punto de vista de las necesidades que se van a cubrir, las características de los usuarios y compradores a los que se dirige y las ventajas que presenta respecto a los productos existentes en el mercado.

Actividades: Estudios de mercado, Identificar e investigar funciones producto/usuario, Análisis de fallos o análisis de reclamaciones, Identificación y selección de objetivos, Identificación de restricciones, Clasificación de atributos: básicos, mejorables, calidad, Análisis de normativa y legislación

Herramientas: Análisis comparativo de productos, Análisis de valor, Estudios de viabilidad, Estudios de mercado.

Documento que obtenemos: Brief o Pliego de condiciones o requerimientos, documento donde van recogidas las especificaciones sobre el producto que se quiere diseñar.

⁹ DISEÑO INDUSTRIAL GUÍA METODOLÓGICA PREDICA, Fundación PRODINTEC, Asturias-España.

2.1 INVESTIGACION:

2.1.1 ESTADO DEL ARTE: A continuación se presenta la información comercial suficiente de todo lo relacionado con los monitores de signos vitales y la prestación del servicio de telemedicina. Esta investigación es la primera etapa del desarrollo de proyecto y sienta las bases para el posterior desarrollo innovador y suficiente de un nuevo elemento capaz de competir comercialmente con características estéticas, funcionales y de calidad.

2.1.1.1 Monitor de Signos Vitales (MSV): “Las unidades de cuidados intensivos se crearon ante la necesidad de una vigilancia exhaustiva y estricta de pacientes con patología de riesgo vital. Mediante la observación y el registro continuo de los parámetros fisiológicos se valora el estado actual del paciente, su evolución y la repercusión de la terapéutica en su hemodinámica; todos los pacientes ingresados en UCI precisan una monitorización básica que será más o menos invasiva dependiendo del nivel de gravedad e inestabilidad; en pediatría se debe potenciar la monitorización no invasiva siempre que la patología y las intervenciones terapéuticas nos lo permitan. El avance tecnológico actual está ayudando a controlar cada vez con mayor exactitud el seguimiento del niño grave de la forma menos lesiva para él”¹⁰.

Figura 6. Monitor de Signos Vitales



Fuente: www.ecoimagen-chile.cl

¹⁰ WEB, www.elpais.com, “Constante Vitales Básicas Aplicadas en UCI-UVI”, febrero de 2011.

El monitoreo continuo es una herramienta muy valiosa para los médicos y enfermeras ya que les permite evaluar en todo momento y de forma completa las condiciones fisiológicas del paciente, además, permite hacer mejores valoraciones y tomar mejores decisiones en su tratamiento y diagnóstico¹¹.

2.1.1.1.1 Definiciones: Un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados.

Dependiendo de la configuración, los monitores de signos vitales miden y despliegan ondas y/o información numérica para varios parámetros fisiológicos tales como electrocardiograma (ECG), frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), presión invasiva (PI), temperatura corporal, saturación de oxígeno (SpO2), saturación venosa de oxígeno (SvO2), gasto cardíaco, dióxido de carbono (CO2), presión intracraneana (PIC), presión de gases en vía aérea (anestesia) entre otros.

Algunos monitores de signos vitales se encuentran conectados a centrales de monitoreo, capaces de desplegar las curvas de ECG así como otra información importante que permita desde un área cercana observar las condiciones más importantes de todos los pacientes de la Unidad sin tener que ir con cada uno de los ellos.

- El **electrocardiograma (ECG/EKG)** es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, que se obtiene con un electrocardiógrafo en forma de cinta continua. Es el instrumento principal de la electrofisiología cardíaca y tiene una función relevante en el cribado y diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares, alteraciones metabólicas y la predisposición a una muerte súbita cardíaca. También es útil para saber la duración del ciclo cardíaco.¹²

¹¹ GUIA TECNOLÓGICA N° 13: Monitor de Signos Vitales, CENETEC-SALUD, México, 2005

¹² www.wikipedia.com, electrocardiograma, febrero de 2011.

- La **presión sanguínea (PNI)** es la fuerza de presión ejercida por la sangre circulante sobre las paredes de los vasos sanguíneos.¹³
- **Frecuencia respiratoria (FR):** son los movimientos respiratorios, el ciclo respiratorio comprende una fase inspiratoria (activa, de entrada de aire en los pulmones con la introducción de oxígeno) y una fase de espiración (pasiva, se expelle el anhídrido carbónico hacia el exterior). Se contabiliza de forma manual y aislada contando las contracciones torácicas producidas en un minuto, o de forma continua por medio de un monitor que nos ofrecerá un dato numérico (FR) y una onda que nos indicará el tipo de respiración¹⁴.
- La **oximetría (SPO2)** es la medición, no invasiva, del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos.

2.1.1.1.2 Equipos médicos: Los monitores de signos vitales pueden ser: Pre configurados, Modulares o Ambos. En los primeros, los parámetros a monitorizar son fijados por el proveedor desde la fábrica y no es posible agregarle ningún parámetro adicional. Mientras que en los segundos, el usuario puede seleccionar dichos parámetros adicionando dispositivos conocidos como módulos.

Los monitores modulares proveen de módulos independientes para cada uno de los parámetros (uniparámetros) o para un grupo de parámetros (multiparámetros); estos módulos pueden utilizarse en cualquier combinación e intercambiarse entre un monitor y otro¹⁵.

¹³ www.wikipedia.com, Presion Sanguinea, febrero de 2011.

¹⁴ <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion1/capitulo4/capitulo4.htm>

¹⁵ GUIA TECNOLÓGICA N° 13: Monitor de Signos Vitales, CENETEC-SALUD, México, 2005

Figura 7. Monitores de signos vitales de transporte



Fuente: www.isemexico.com.mx, www.bioscom.cl

- **Fijos:** Se llaman así, ya que se encuentran colocados a la cabecera del paciente y son sujetos a la pared a través de un soporte especialmente diseñado o en su caso a la máquina de anestesia. Estos pueden clasificarse en tres tipos: Anestesia, Adulto/Pediátrico, Neonatal.
- **Transporte:** Intrahospitalario e interhospitalario.

2.1.1.1.3 Mercado actual:

Figura 8.MSV Intel Health Guide 6000

MSV 1- Intel Health Guide PHS6000:

Permite a cada paciente participar en una sesión de salud personalizada para una situación específica. Durante la sesión el paciente puede medir sus signos vitales respondiendo a preguntas de evaluación.



Fuente: <http://www.intel.com>

<p>Fabricante: Intel</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conectividad: 4 puertos USB, bluetooth.• Cámara VGA (audio y micrófono)• Pantalla Touchscreen de 10.4"• 40 Gb de memoria interna.• 280x90x270 mm.• 3.82 Kg.• Medición periférica acoplable <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• Presión sanguínea• Frecuencia cardíaca• Oximetría• Control de peso• Glucosa en la sangre	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sesiones interactivas médico-paciente. (video y audio)• Calendarios personalizados.• Interfaz de lenguaje amigable.• Historial de medidas fisiológicas.• Permite diagnosticar enfermedades graves prematuramente como Enfermedad pulmonar, Insuficiencia cardíaca y diabetes.• Aspecto formal-estético
---	---

MSV 2 - InstantCheck:

InstantCheck es un avanzado monitor de mano para ECG que graba y muestra en tiempo real la información electrocardiográfica.

Figura 9. MSV Instant Check



Fuente: <http://www.favoriteplus.com>

<p>Fabricante:</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pantalla 240 x128 LCD display• Interfaz USB• 124x78x22 mm• 170 g• Internet Transmisión• \$ 499 US <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• ECG	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fácil y sencillo de manipular• Uso doméstico y medico• Modo de grabado continuo• Historial de medidas fisiológicas• Dimensiones• Precio <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• La detección de un solo parámetro.• Aspecto formal-estético.• Interfaz
--	--

MSV 3 - Shipping Handheld Patient Monitor:

Monitor portable multiparámetro por medio del cual se brinda un servicio rentable de telemedicina

Figura 10. Shipping Handheld Patient Monitor

Fuente: <http://en.sxjerry.com/>



<p>Fabricante: Shanxi Jerry Medical Instrument Co, Ltda.</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pantalla LCD touchscreen.• Almacenamiento para datos de tendencia.• Alarmas de audio y visual.• Batería de litio con carga de hasta 5 horas.• Conexión a internet.• Elementos de medición periféricos y acoplables.• \$ 599 US <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• Electrocardiografía• Presión no invasiva• Oximetría• Frecuencia cardíaca• Temperatura	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Interfaz fácil de usar por medio de la pantalla táctil.• Apagado automático de ahorro de energía.• Dimensiones <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lectura de su interfaz gráfica sigue siendo muy técnica.• Agarre del dispositivo no tiene una función clara.
--	---

MSV 4 - Monitor Patient Spot Vital Signs NIBP/Pulse Ox NellcorEa:

Figura 11. Monitor de transporte interhospitalario



Fuente: <http://www.welchallyn.com/>

<p>Fabricante: Welch-Allyn</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pantalla LCD• Conexión IR• 2.1 Kg• 24.6 x 14.5 x 12 cm• Batería recargable• \$ 954 US <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• PNI• Temperatura• Oximetría• Frecuencia cardiaca	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Rápido y preciso. (30 segundos para medición)• Selección de parámetro• Portátil• Batería de larga duración <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dimensiones lo hacen poco aplicable a uso doméstico.• Precio poco asequible para el promedio de las personas.• Lenguaje de interfaz técnico.
--	---

MSV 5 - MicropaqWearable Monitor:

Figura 12. Monitor portátil de uso intrahospitalario



Fuente: <http://www.welchallyn.com/>

<p>Fabricante: Welch-Allyn</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pantalla LCD retro iluminada• Batería recargable de litio• Wireless• Alarmas• 7.8 x 3.5 x 1.96 in• 533 g <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• ECG• SPO2• Frecuencia cardiaca	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Muestra 1 o dos canales ECG• Resistencia a las caídas• Resistencia al agua• Programación de alarmas• Programación o suspensión de alarmas.• Comunicación continua con la central de monitoreo• Adaptable para pediátricos y adultos <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Interfaz grafica• Lenguaje técnico• Aspecto formal-estético.
--	---

MSV 6 - Monitor multiparámetros CT50:

Figura 13. MSV Monitor multiparámetros CT50



Fuente: <http://www.tmamedica.com/>

<p>Fabricante: TMA Medica</p> <p>Especificaciones básicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pantalla LCD a color• 24 horas de almacenamiento y revisión de datos.• Transferencia de datos a PC• 350 g• 120 x 80 x 32 mm• Baterías AA 1,5 V• \$ 417 US <p>Especificaciones de medición:</p> <ul style="list-style-type: none">• SPO2• PNI• Pulso cardíaco	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Compacto, portátil y fácil de usar• Apto para pediátricos y adultos• Tamaño adecuado para su transporte• Dimensiones• Alarmas configurables acústicas y visuales. <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• El no monitoreo continuo con un centro de acopio.• Muestra solo una curva de parámetro.
--	---

Tabla 2. Comparación del estado del arte

						
Fabricante	Intel	DailyCare	Shanxi Jerry Medical	Welch-Allyn	Welch-Allyn	TMA Medica
Tipo y # de parámetros	PS, FC, SPO2, Peso, Glucosa	ECG	EC, PNI, SPO2, FC, T°	PNI, T°, SPO2, FC	ECG, SPO2, FC	SPO2, PNI, Pulso
Tamaño de pantalla	Grande	Pequeña	Mediana	Mediana	Pequeña	Pequeña
Agarre	No definido	Definido	No definido	Definido	No definido	No definido
Precio	***	\$ 499 US	\$ 599 US	\$ 954 US	***	\$ 417 US
Peso	3.82 Kg	170 g	***	2.1 Kg	533 g	350 g
Estética	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Interfaz	Interactiva	Simple	Simple	Numérica	Numérica	Numérica
Portabilidad	Alta	Muy alta	Muy alta	Media	Muy alta	Muy alta

Fuente: Autor

Individualmente ya se evaluaron las características de cada uno de los elementos más parecidos a lo que se quiere desarrollar en esta tesis. Buscando una mejor interpretación del mercado, lo que se presenta anteriormente es una tabla comparativa de especificaciones con los 6 monitores de signos vitales que representan hoy en día los cientos de MSV home care o de transporte que existen.

2.1.2 TELEMEDICINA: El continuo desarrollo tecnológico en diversas áreas de la vida cotidiana y productiva ha creado una tendencia hacia la automatización de los procesos, originando con ello el estudio de nuevas disciplinas. En este contexto, los servicios de atención médica a distancia se han convertido, gracias a la utilización de las tecnologías médicas en una de las novedades más interesantes

en materia de salud, la telemedicina se convierte así en una herramienta integral al modelo de calidad en la reforma de los sistemas sanitarios, incrementando la cobertura de los servicios de atención, mejorando con esto la calidad médica reduciendo los costos de traslado en pacientes y profesionales de la salud.¹⁶

2.1.2.1 Definiciones:

1975:"La telemedicina es la práctica de la medicina sin la confrontación física usual entre el paciente y el médico, a través de un sistema de comunicación audiovisual" Bird, K T. *Telemedicine; concept and practice*. Springfield, Illinois, Thomas, 1975

1983: "La telemedicina es el uso de la tecnología de telecomunicaciones para asistir en la difusión de los cuidados de la salud" Conrath, D W et al. *Evaluating telecommunications technology in medicine*. Dedham, Massachusetts, ArtechHouse, 1983.

2005: "Telemedicina es el uso de información médica intercambiada de un sitio a otro por medio de las comunicaciones electrónicas para mejorar el estado de salud de los pacientes" 2005 American Telemedicine Association

Un sistema de telemedicina, según su definición, es un sistema complementario para las actividades médicas. En la actualidad, el "medio de apoyo", son las telecomunicaciones y las ciencias informáticas, ya que lo que hoy en día encontramos en esta naciente área, son sistemas capaces de transmitir audio, video, imágenes y documentos por medio de diversos sistemas de telecomunicaciones.

Para que un sistema de estas características funcione bien, se debe contar con los siguientes elementos:

- Equipos capaces de comunicarse (preferiblemente videoconferencia).

¹⁶ Telemedicina FMBUAP, <http://www.telemedicina.buap.mx/>, Febrero 2011

- Medio de comunicación (satelital, Internet, etc.).
- Estándares y protocolos de interoperabilidad de información (**HL7 y DICOM**).
- El hospital o clínica de apoyo que debe gestionar los recursos necesarios (infraestructura, tiempo y sobretodo especialistas) para prestar los servicios médicos.

2.1.2.2 Telecuidado Domiciliario: Para el objetivo de esta tesis nos interesa también revisar las acepciones del término telecare (telecuidado), resumidas en la que ofrece Celler [Celler 1999] y que define home telecare como "el uso de las tecnologías de la información, las comunicaciones, la medida y la monitorización para evaluar el estado de salud y prestar atención sanitaria a distancia a pacientes en su domicilio".¹⁷.

2.1.2.3 Tele monitorización de señales y parámetros biomédicos: Los sistemas de telemonitorización de señales y parámetros biomédicos en el domicilio se desarrollaron inicialmente como complemento a los sistemas de telealarmas [Rodríguez 1995], aunque ya había habido anteriormente experiencias a pequeña escala desarrolladas en otros entornos y que fueron las primeras aproximaciones a servicios médicos prestados a distancia en el domicilio [Spurlock 1971, Bickford 1969].

Existen múltiples experiencias de telemonitorización domiciliaria de pacientes en patologías como la diabetes, las enfermedades respiratorias o cardiacas y la hipertensión así como en otros ámbitos, como son el seguimiento de embarazos de alto riesgo y los estudios nocturnos del sueño. En la siguiente tabla (Tabla 5)

¹⁷ PROPUESTA DE UN MODELO DE SISTEMA DE TELEMEDICINA PARA LA ATENCION SANITARIO DOMICILIARIA, Tesis Doctoral, Paula Toledo Heras, Madrid 2003.

resumimos algunas de las patologías más citadas en la literatura y las señales de parámetros que se suelen emplear en su seguimiento.

Tabla 3. Patologías más comunes

Diabetes	Nivel de glucosa en sangre
Patologías respiratorias (EPOC)	flujo espiratorio máximo (FEM), espirometría forzada (FEV ₁ , ⁶ FVC ⁷), saturación de oxígeno en sangre
Enfermedades cardíacas	ECG, presión arterial, peso, pulso, sonidos cardíacos, ritmo cardíaco
Ancianos	presión arterial, pulso, temperatura
Hipertensión	presión arterial
Estudios del sueño	ritmo respiratorio, pulsioximetría, ECG


Fuente: Propuesta de un Modelo de Sistema de Telemedicina para la Atención Sanitaria Domiciliaria, Paula Toledo Heras, Tesis de Grado.

2.1.2.4 Enfermedades cardíacas: En el seguimiento de enfermos cardíacos la señal monitorizada fundamental es la señal de electrocardiograma (ECG), aunque hay otros parámetros interesantes como el peso (cuyo aumento brusco puede predecir una descompensación cardíaca) y la presión arterial.

La monitorización del ECG se viene usando en pacientes que han sufrido un ataque cardíaco para prevenir y evitar un segundo ataque. Citaremos la experiencia de la empresa israelí Sahal, que presta a sus abonados desde hace muchos años un servicio que les permite, ante cualquier señal de alarma, enviar su electrocardiograma a una central, operada por la empresa, en la que un especialista valora la situación. Los clientes llevan también una inyección de lidocaina que les permite iniciar el tratamiento inmediatamente si un médico confirma sus sospechas de un ataque cardíaco. En un estudio sobre este servicio [Roth 1995] se describe que de una población de 10.000 clientes durante un año se recibieron 16.000 llamadas, siendo necesario enviar una ambulancia sólo para el 15% de ellas. Finalmente en el 60% de los envíos fue necesario trasladar al paciente. Estos datos dan idea, por un lado, de la necesidad que los pacientes

tienen de un sistema que les respalde en caso de dudas sobre sus síntomas, y por otro del ahorro de recursos que es posible evitando intervenciones innecesarias¹⁸.

2.1.3 NORMATIVIDAD AAMI:

 La siguiente investigación es un apartado único y exclusivo para el estudio y comprensión de los factores tanto humanos como técnicos que rigen el desarrollo de dispositivos médicos, y en especial al diseño de un MSV como el que se quiere. El marco de la normativa está dado por las normas internacionales AAMI, presentes en cada uno de los dispositivos diseñados por el grupo de bioingeniería de la FCV.

2.1.3.1 Factores Humanos:

Este tipo de características son el valor más importante que definen el buen y acertado desarrollo de un diseño basado en una metodología de usabilidad centrado en el usuario. AAMI nos muestra un documento netamente metódico basado en buenas practicas por medio del cual se debe desarrollar un nuevo dispositivo medico en miras a una buena aplicabilidad.

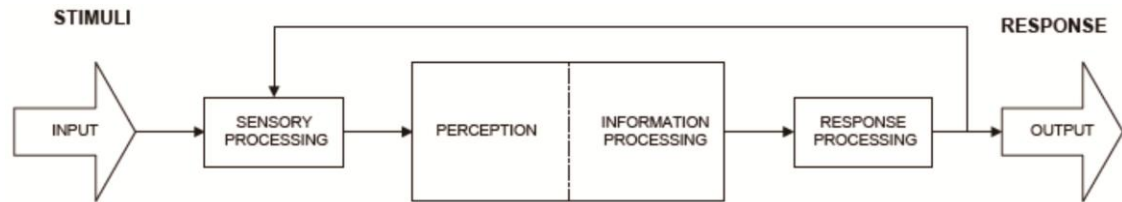
2.1.3.1.1 Directrices de diseño:

En esta sección se ofrece una breve descripción de las habilidades básicas humanas que ayudaran a los diseñadores de dispositivos médicos a comprender mejor la orientación proporcionada. Este material describe como los seres humanos sentimos, percibimos, procesamos y respondemos al mundo (Figura 17). Un monitor es un ejemplo sintetizado de que tan usable y seguro puede resultar

¹⁸ PROPUESTA DE UN MODELO DE SISTEMA DE TELEMEDICINA PARA LA ATENCION SANITARIO DOMICILIARIA, Tesis Doctoral, Paula Toledo Heras, Madrid 2003.

este dispositivo si incorpora las directrices de diseño sobre habilidades humanas y su percepción de información.¹⁹

Figura 14. Percepción y respuesta



Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

2.1.3.1.2 Visión:

- **Umbral Visual:** La sensibilidad del sistema visual humano abarca una amplia gama, al igual que el umbral visual (es decir, el nivel mínimo de luz con la que puede ser visualmente identificado un objeto) en diferentes condiciones de luz ambiental (Van Cott y Kinkade, 1972). La visión de Rod proviene de los receptores visuales que se encuentran en la parte posterior de la retina del ojo, y que, con pocas condiciones de luz (por ejemplo, la iluminación en una habitación de un paciente durante las horas de sueño), son más sensibles a los tonos de blanco y negro. La visión de los Conos proviene de los receptores visuales que son sensibles al color y que funcionan mejor en los niveles más altos de luz (por ejemplo, la iluminación en una sala de operaciones).²⁰

- **Agudeza Visual**
- **Enfoque**
- **Angulo de visión**

¹⁹, ²⁰ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 6.2, pag 44

2.1.3.1.3 Tamaño mínimo de letra: A continuación se muestra una tabla de referencia definida para que relacionando ángulo de visión, distancia de visión y altura se establezca un tamaño de letra estándar en los dispositivos médicos²¹.

Tabla 4. Altura de caracteres y tamaños de letra para distancia y ángulo de visión

Character height (inches) ²	Reading distance (inches)	Visual angle (minutes of arc)		Font size (points) ³
0.112	16	24	Upper size limit	8
0.168	24	24		12
0.251	36	24		18
0.838	120	24		60.5
1.257	180	24		91
0.102	16	22	Preferred (upper bound)	7.5
0.154	24	22		11
0.230	36	22		16.5
0.768	120	22		55.5
1.152	180	22		83
0.093	16	20	Preferred (lower bound)	6.5
0.140	24	20		10
0.209	36	20		15
0.698	120	20		50.5
1.047	180	20		75.5
0.084	16	18	Adequate (upper bound)	8
0.126	24	18		9
0.188	36	18		13.5
0.628	120	18		45.5
0.942	180	18		68
0.074	16	16	Adequate (lower bound)	5.5
0.112	24	16		8
0.168	36	16		12
0.558	120	16		40.5
0.838	180	16		60.5
0.056	16	12	Minimum threshold	4
0.084	24	12		8
0.126	36	12		9
0.419	120	12		30.5
0.628	180	12		45.5

Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

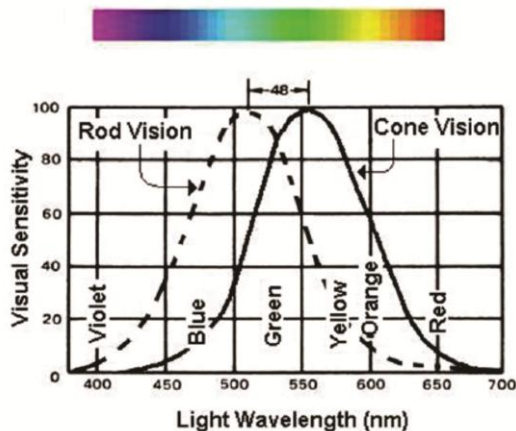
²¹ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 6.2, Table 6.2, pag 49.

2.1.3.1.4 Visión de color:

Los dos tipos de células receptoras de la retina son los conos y los bastones. Los bastones están situados en la periferia de la retina, donde se desprende la fóvea y donde la visión es más aguda; lo contrario a los conos, los cuales se encuentran dentro de ella. Los bastones funcionan en ambientes de poca luz y no responden muy bien al color mientras que los conos funcionan en situaciones bastante iluminadas siendo receptoras del color. Los factores que influyen en la visión del color son el brillo (es decir, la intensidad de la luz), el matiz (longitud de onda dominante), y la saturación (pureza del color). Los diseñadores deben tener en cuenta que aproximadamente el 8% de los varones y 2% de las mujeres tienen algún grado de deficiencia de visión del color.

Para personas con visión de color normal, hasta 8 colores (excluyendo el blanco y el negro) de superficie saturada pueden ser utilizados para una correcta discriminación. Las mayores tasas de error se producen por un código de colores con más de ocho colores. En cualquier sistema de codificación por color, estamos hablando de los colores que subtienden un ángulo visual de al menos 15 minutos de arco²².

Figura 15. Visión relativa de formas de onda para bastones (poca luz) y conos (luz brillante).



Fuente: Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

²² AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 6.2.2.7, pag 51

2.1.3.1.5 Recomendaciones:

Las luces y colores deben ser escogidos usando una información válida para el buen reconocimiento que cause la mínima confusión. Las siguientes tablas recomiendan y describen efectos en el reconocimiento del color de las fuentes pequeñas de luz cerca del umbral de visibilidad. Otra de ellas nos muestran 10 opciones de color-luz en los cuales se ha demostrado la reducción del error hasta en un 2% en pruebas de experimentales. (Chapanis and Halsey, 1956). El uso de estos valores aumenta el número de opciones de color disponibles para los diseñadores de dispositivos, ya que son más fácilmente reconocibles y que pueden reducir errores de identificación²³.

Tabla 5. Recomendaciones para luces de color

Color discrimination	Colors recommended
Easiest	Red and green lights are easiest to recognize by color normal individuals.
Easiest	The best set of three colors is red, green, and white
Easier	White light is the next easiest to recognize.
Difficult	Yellow (or orange) is the last recognized.
More difficult	Blue and green lights are very difficult to differentiate far away (e.g., more than 10 feet away).
Most difficult	Yellow, white, and orange lights are the most difficult to differentiate far away (e.g., more than 10 feet away).

Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

²³ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 6.2.2.7.3, pag 52

Tabla 6. Diez opciones de color con menos de 2% de errores de identificación

Color description	Wavelength (nanometers)	RGB Values		
		R	G	B
Red	642	255	12	0
Burnt Orange	610	255	137	0
Orange	596	255	192	0
Yellow	582	255	247	0
Yellow-Green	556	168	255	0
Green	515	18	255	0
Light Green	504	0	255	76
Cyan	494	0	255	204
Pale Blue	476	0	184	255
Medium Blue	430	28	0	255

Fuente: Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

2.1.3.1.6 Interfaces de usuario-Software/consideraciones especiales:

Una cantidad cada vez mayor de dispositivos médicos incorporan algún tipo de interfaz de software de usuario, medio a través del cual las personas y los ordenadores interactúan. Esta tendencia está impulsada en parte por las ventajas de costo de los sistemas de control basados en microprocesadores, en comparación con sistemas electromecánicos y a la demanda de dispositivos más inteligentes y con más funciones. Como resultado los usuarios ahora operan menús directamente sobre la pantalla en vez de pulsar un interruptor mecánico, tirar de una palanca o girar un mando.

La Interfaz digital de un dispositivo medico puede ser pequeña y simple (la pantalla de un termómetro digital), o puede ser grande y complicada (varias pantallas y controles asociados a una imagen de resonancia magnética). En cualquier caso, las interfaces digitales de usuario de todo tipo de productos sanitarios deben facilitar las tareas del usuario, evitar el error de uso, y satisfacer las necesidades de los usuarios²⁴.

- **Tamaño de pantalla:** Muchos productos han de ser compactos para trabajar bien en su entorno de uso previsto. Las unidades de cuidados intensivos, quirófanos y ambulancias, por ejemplo, están congestionadas con equipos y a su vez limitados en términos de espacio. Los dispositivos médicos también pueden ser utilizados en espacios reducidos en un hogar, por ejemplo en cuartos de baño con espacio limitado. Por lo tanto, pantallas pequeñas son comunes, no porque una grande no sea preferible para la visualización por parte del usuario sino que una pantalla grande no está dentro de las limitaciones físicas del ambiente y no cumple con los objetivos de dispositivos portátiles²⁵.

²⁴, AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.3, pag 321

²⁵ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.3, pag 321

- **Compatibilidad:** Es la creación de productos en términos compatibles de estilo y apariencia (look and feel). También refiere a los productos que parecen similares en su etiquetado, menús, uso de ventanas y en si todas las características usables²⁶.

- **Información legible**

- **Prioridad de información:** Los médicos bajo intensa presión de tiempo deben realizar tareas de forma rápida y realizar varias tareas al mismo tiempo (es decir, multi-tarea). Los usuarios pueden tener solo unos segundos para obtener información de un dispositivo antes de pasar a otra tarea (por ejemplo identificar el origen de una situación de alarma, determinar la forma en la presión arterial que ha cambiado en los últimos 5 minutos o inspeccionar un electrocardiograma con arritmias de forma de onda). Por lo tanto, es importante para los dispositivos médicos comunicar información crítica, rápida, precisa y fiable. Una forma de hacerlo es limitando la cantidad de información que se presenta en pantalla en un instante determinado. Por ejemplo la frecuencia cardiaca del paciente puede ser la pieza más dominante de la información que aparece en un monitor portátil, comparada con los demás valores y graficas de onda menos dominantes. De esta manera la frecuencia cardiaca llama la atención a simple vista, reduciendo la posibilidad de que el usuario mal interprete el mensaje²⁷.

²⁶, ²⁷ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.3.3, 21.3.4, pag 52

2.1.3.1.7 Estructura de interfaz de usuario²⁸:

- **Profundidad de menú:** Las personas prefieren menús cortos de preferiblemente dos niveles; en sí no más de tres niveles de profundidad para llegar al contenido²⁹.

- **Amplitud de menú:** La gente prefiere los sistemas de menú que no tienen un número abrumador de opciones. Un dispositivo medico con demasiadas opciones podría intimidar a los nuevos usuarios haciéndoles que sea más difícil formar un modelo preciso mental de cómo funciona el dispositivo. Reconociendo que las preferencias del usuario y los requisitos del dispositivo varían ampliamente, el número óptimo de opciones parece caer en la amplia gama de tres a doce opciones, aunque de cinco hasta nueve es típico³⁰.

- **Estructuras lineales, ramificadas y de red:**

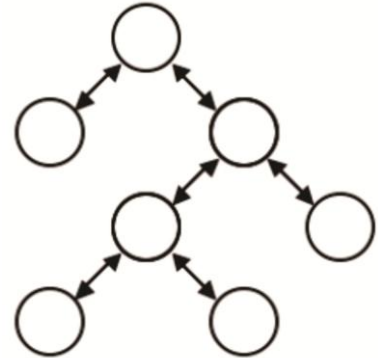
Una estructura lineal de interfaz de usuario presenta las pantallas en un orden predeterminado obligando a los usuarios a ver información y realizar tareas en un orden fijo, siendo posible ir hacia atrás y repetir un paso. Esta estructura tiende a evitar que se salten pasos de procedimiento o que se pierda la jerarquía de los procesos. Es muy adecuado para aplicaciones utilizadas con poca o ninguna formación ya



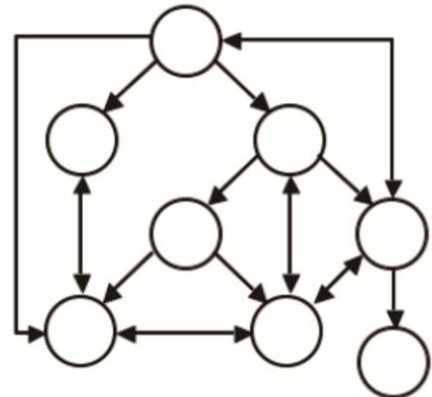
²⁸, ²⁹, ³⁰, AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.4.3, pag 323

que lleva a los usuarios a través de tareas, reduciendo así la demanda de los usuarios a elegir su propio enfoque de tareas³¹.

Una estructura ramificada de interfaz de usuario presenta múltiples opciones para los usuarios, permitiéndoles centrarse en el contenido de pantalla y en tareas particulares. Libera al usuario de tener que ver todo el contenido independientemente de su relevancia. Por esta razón, una estructura ramificada, como los que se encuentran en muchos monitores fisiológicos, deben considerarse para aplicaciones en las que el usuario necesita acceder rápidamente a la información pertinente y al control³².



Estructuras de red tipo web permiten a los usuarios seguir caminos alternativos para acceder a los contenidos y opciones de interés. En lugar de iniciar una tarea comenzando en la parte superior de la interfaz, un usuario puede seleccionar las opciones que se presentan en una pantalla de menor nivel. Esta estructura se utiliza por expertos que son capaces de realizar múltiples tareas al mismo tiempo y lo más rápido posible (sistemas de información de gestión)³³.



³², ³³ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.4.3, pag 324

2.1.3.1.8 Convenciones de color:

La siguiente tabla presenta algunos de los usos americanos convencionales para la codificación de la información médica³⁴.

Tabla 7. Códigos de color para aplicaciones médicas en US

Color	Meaning
White	Conventional practice: Primary information on a black background
Red	Alarm condition: High priority (medical and nonmedical) Hazard: Danger (an associated hazard will be deadly or will cause property damage) Conventional practice: Arterial (oxygenated) blood pressure Conventional practice: OFF, power OFF Conventional practice: Stop, emergency stop Conventional practice: Fault condition Conventional practice: Energy being delivered (e.g., laser firing) Conventional practice: Stay clear Association: Warm, hot
Orange (amber)	Alarm condition: Medium priority (nonmedical) Hazard: Warning (an associated hazard could be deadly or injurious or cause property damage)
Yellow	Alarm condition: Low priority (nonmedical) Alarm condition: Medium or low priority (medical) Hazards: Caution (an associated hazard could be injurious or cause property damage) Gas: Air Conventional practice: Slow Conventional practice: Pulmonary artery blood pressure Association: Warm, sunny
Green	Conventional practice: ON, power ON Conventional practice: Go or continue Conventional practice: All OK (normal) Conventional practice: Ready (available for use) Conventional practice: Could be coded to other physiological variables Gas: Oxygen Association: Good Association: Environmentally friendly

Color	Meaning
Blue	Conventional practice: Secondary information on a white background Association: Frozen, cold Conventional practice: Deoxygenated lungs or blood Conventional practice: Central venous (deoxygenated) blood pressure Gas: Nitrous oxide
Cyan	Alarm condition: Low priority (medical)
Gray	Conventional practice: Unavailable or nonapplicable option or information Gas: Carbon dioxide
Brown	Gas: Helium
Black	Conventional practice: Primary information on a white background Gas: Nitrogen

Fuente : AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

³⁴ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.4.9.3, pag 331

2.1.3.1.9 Visualización de forma de onda:

Las siguientes directrices de diseño se refieren al diseño de dispositivos con visualización de onda, como la presión arterial. Estos trazados son comúnmente utilizados entre los dispositivos médicos para monitorear a los pacientes enfermos³⁵.

- **Convenciones de color de onda:** Las ondas deben ser de un color que se adapte a las convenciones internacionales. Por ejemplo una onda de presión arterial suele ser de color rojo para poder asociarlo con el color de la sangre bien oxigenada.
- **Ciclos de Onda:** Un display debe mostrar el número suficiente de ciclos para que los usuarios puedan interpretar efectivamente la información. Por ejemplo los cardiólogos y anestesiólogos quieren ver por lo menos 3 o 4 curvas completas de ECG al tiempo para obtener la suficiente información sobre la frecuencia y el ritmo.
- **Detener el movimiento:** Debe tener la capacidad de detener en un instante determinado el movimiento para un posterior análisis por parte del usuario.
- **Grosor de forma de onda:** Debe ser lo suficientemente delgada para permitir la visualización de detalles pero apenas para que se vea bien en pantalla. Se debe definir por medio de pruebas de usuario.
- **Color de fondo:** Los médicos prefieren las ondas de color blanco o colores claros dibujados sobre un fondo negro.

³⁵ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 21.4.10.3, pag 333

2.1.3.1.10 Human Factors Designs Procesos for Medical Divices (AAMI): El comité de desarrollos para factores humanos es una norma orientada a los procesos que puedan proporcionar al fabricante un enfoque estructurado para el diseño de interfaces. Además, el documento ayuda a interpretar y responder con eficacia las normas nacionales e internacionales relacionadas con el diseño de estas. En el documento se describen procesos y técnicas de diseño que pueden ser aplicados al diseño de otros aspectos de uso.

La motivación principal del comité para escribir esta norma orientada al proceso, es poder ayudar a los fabricantes a incrementar los estándares nacionales e internacionales en el campo de la medicina y en las regulaciones gubernamentales basadas en ISO 9001, pertinentes al diseño de interfaz para dispositivos médicos³⁶.

El objetivo principal de este programa es adaptar los dispositivos médicos, los cuales deberían ser más efectivos, seguros y fáciles de usar. Técnicas bien establecidas durante muchos años sobre análisis, diseño, y evaluación han tenido aplicaciones en diversas áreas como la militar, aviación, y sistemas de energía nuclear.

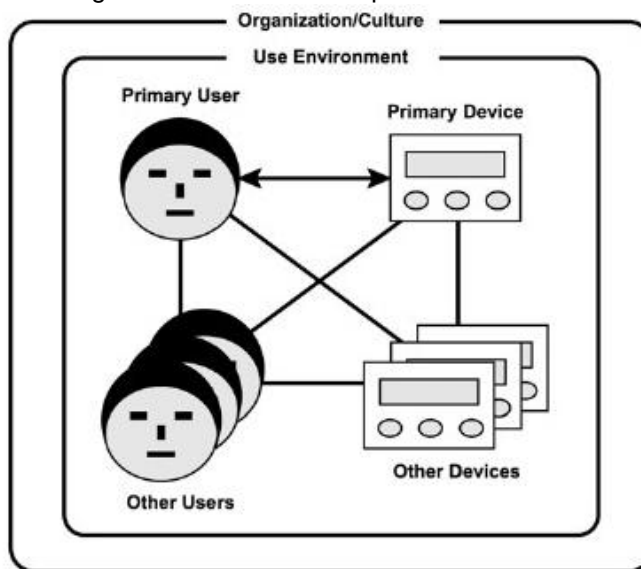
El compendio para este trabajo de grado comprende los capítulos 6 y 7 de la norma AAMI con título Human Factors Designs Process for Medical Devices así:

2.1.3.1.11 Proceso HFE: Un enfoque sistemático: HFE reconoce que cada uno de los dispositivos médicos como una parte de un gran sistema complejo. Por lo menos se incluyen el ambiente físico donde es usado, los usuarios del dispositivo, el paciente y otros dispositivos³⁷.

³⁶ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Introduction, pag 9

³⁷ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6, pag 22

Figura 16. Sistema de dispositivos médicos



Fuente: Human Factor Designs Process for Medical Devices

- **Participación del usuario:** La participación del usuario debe ser parte de un proceso iterativo que comienza en la fase inicial de diseño y progresa a través del ciclo del mismo. Teniendo en cuenta la entrada del usuario al inicio del proceso se pueden evitar costosos errores de diseño. La participación de los usuarios debe incluir tanto a los usuarios finales y técnicos de mantenimiento, así como pacientes y familias de los pacientes. Los datos subjetivos de los usuarios deben incluir sus ideas sobre las características y apariencia, así como información sobre cómo el dispositivo podría ser más seguro, más útil y más eficaz. Los datos objetivos son generalmente superiores a las opiniones anecdóticas, ya que ayudan a las pruebas de seguimiento, garantizando la mejora del diseño. Ejemplos de objetivos son: (es decir, medibles) problemas en el rendimiento, los problemas identificados por el personal de servicio, de campo o de los clientes, los casos notificados de error, y los resultados de las pruebas de rendimiento del usuario³⁸.
 - Muestreo de usuarios
 - Estudio de protocolos

³⁸ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.1, pag 24

- **Criterios de diseño y requisitos de desarrollo:** El análisis del usuario, la observación y la investigación pueden identificar las necesidades de este. Una evaluación precisa de las necesidades no es esencial para los criterios de éxito y del buen desarrollo del diseño en un comienzo, pero en última instancia si influye en el éxito comercial. El establecimiento de requisitos de diseño de interfaz de usuario ayudan a consideraciones HFE en pro de la igualdad de consideraciones de ingeniería. Por otra parte, ayudan a centrar el proceso de diseño ayudando en las decisiones comerciales que involucran otras disciplinas y establecen criterios para la aceptación del diseño. En un principio, los requisitos de diseño pueden ser en forma de declaraciones de visión amplia y general, pero a medida que avanza el diseño, los requisitos deben ser más detallados y específicos.

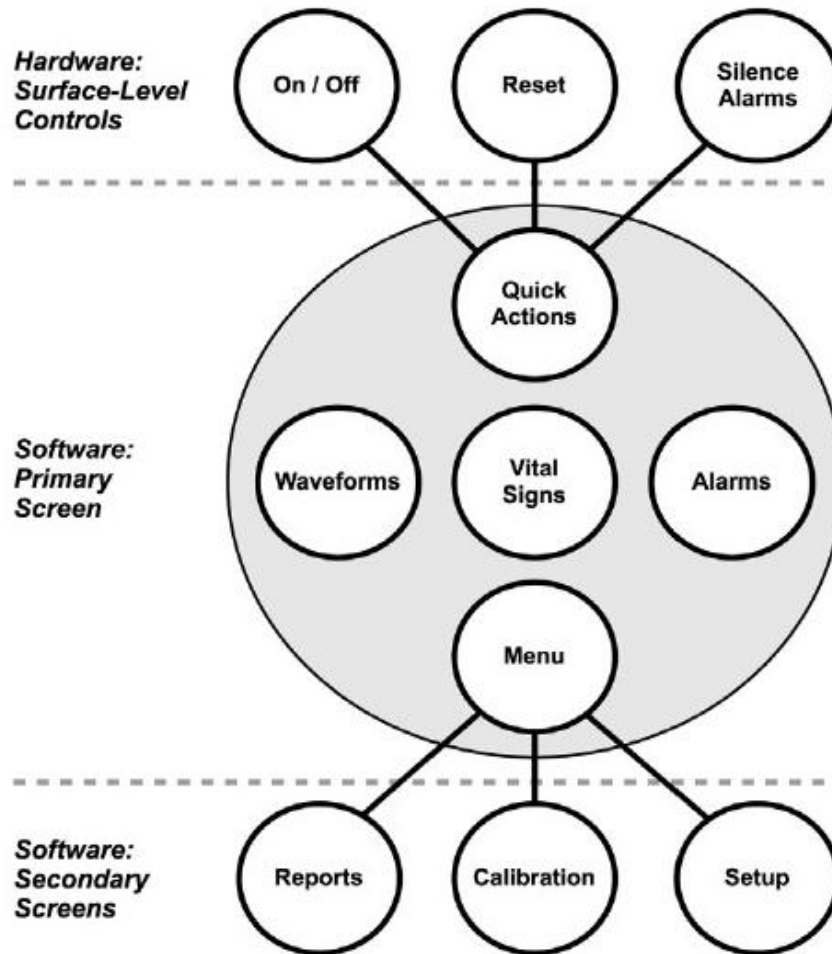
El refinamiento iterativo de los requisitos de diseño permite la evolución del mismo. Algunos se expresan como objetivos de la usabilidad del sistema, como la facilidad de uso y facilidad de aprendizaje, mientras que otros abordan los componentes de diseño más detalladamente, como brillo de la pantalla, la portabilidad, o la durabilidad³⁹.

2.1.3.1.12 Diseño del dispositivo: Un equipo de diseño eficaz debe estar comprometido por los menos en los siguientes aspectos:

- Consideración de varias alternativas de diseño.
- Desarrollo de modelos conceptuales e interacciones simples: Estos modelos proporcionan a los diseñadores un punto de referencia conceptual que en última instancia ayuda a la complejidad límite de diseño (por ejemplo, la Figura 24 muestra cómo la interfaz de un dispositivo de usuario puede ser modelado en el nivel más alto en cinco elementos básicos: tres funciones principales, un sistema de menús, y un conjunto de acciones rápidas).

³⁹ AAMI, Human Factor Design Process for Medical Devices, Section 6.2, pag 24.

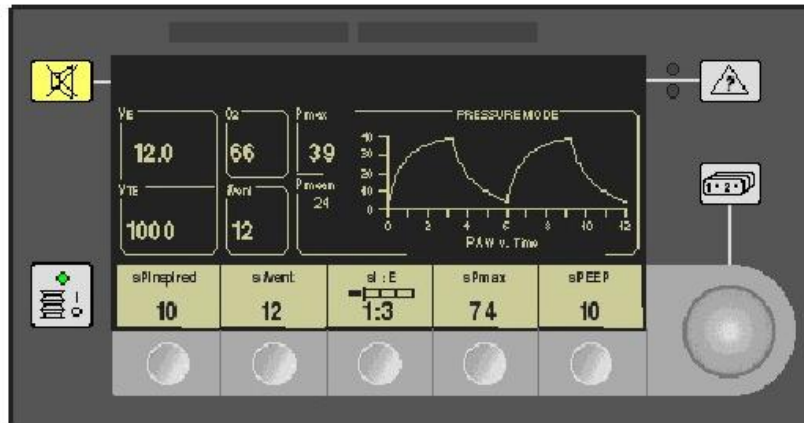
Figura 17. Diagrama de modelo conceptual de un monitor fisiológico



Fuente: Human Factor Designs Process for Medical Devices

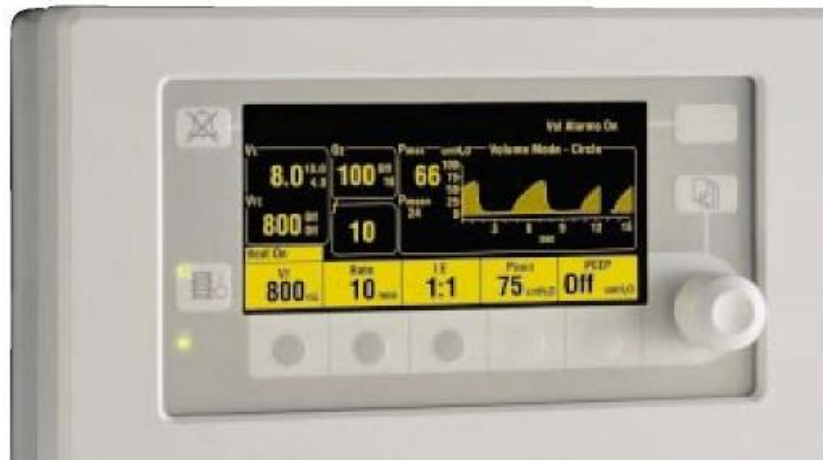
- Aplicación prospectiva de prácticas de diseño: Es mucho más fácil, práctico y económico la prevención de errores que la corrección de errores.
- Factores de frecuencia, criticidad y urgencia. Análisis de uso real del producto.
- Cumplimiento de los requisitos de diseño establecidos para evitar comprometer la calidad de la interfaz de usuario en pro de los objetivos de la ingeniería.
- La construcción de modelos de interfaz de usuario, como prototipos en los cuales se hagan pruebas reales de usabilidad con usuarios finales.

Figura 18. Simulación de interfaz por computador



Fuente: Human Factor Designs Process for Medical Devices

Figura 19. Imagen de producto comercial



Fuente: Human Factor Designs Process for Medical Devices

- Utilizar test iterativos de selección para escoger la mejor alternativa y evolucionarla.
- Participación de los usuarios finales en todo el proceso de diseño.

2.1.3.1.13 Especificaciones de diseño:

Especificaciones de hardware para interfaz de usuario: Las especificaciones de hardware deben contener las siguientes características⁴⁰:

- Un *panel de control esquemático* donde se muestre la apariencia y disposición de dispositivos y controles. Agrupación funcional, la protección contra accionamiento accidental de controles, y la visualización en ángulo.
- Un *diagrama de análisis antropométrico* (un análisis gráfico de la relación física entre el dispositivo y los individuos de distinto tamaño), que establece la idoneidad física del diseño para la población de usuarios previstos.
- Una descripción de la interacción del usuario con los indicadores y controles (por ejemplo, cómo se controlara y como se mostrara el sistema debido a las acciones que el usuario genera).

Especificaciones de software para interfaz de usuario: Especificaciones para el diseño de una interfaz de usuario de software puede incluir lo siguiente⁴¹:

- Todos los diseños de pantalla y ventana, incluyendo las fuentes de etiquetado, uso del color y gráficos;
- El aspecto y el comportamiento de todos los controles en pantalla;
- Todo el flujo de diálogo, incluyendo eventos y acústica;
- Todos los reportes de diseño (hard-copy)
- Una descripción de la interacción del usuario con los indicadores y controles (por ejemplo, cómo se controlara y como se mostrara el sistema debido a las acciones que el usuario genera).

⁴⁰ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.4.1, pag 29.

⁴¹ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.4.2, pag 29.

2.1.3.1.14 Evaluación de diseño: Los productos de cada actividad de diseño se evaluarán en todo el ciclo de desarrollo. Estas actividades son iterativas y acumulativas, y deben aplicarse a todos los tipos de interfaces (por ejemplo, software, hardware, documentación) para todo tipo de usuarios (por ejemplo, los usuarios finales, personal de mantenimiento, instaladores). El resultado será un modelo de trabajo que estará sometido a pruebas de validación final.

La diferencia entre la verificación y validación es que la verificación garantiza que el diseño cumple los requisitos de diseño, mientras que la validación asegura que el modelo para producción final aborda las necesidades de los usuarios previstos⁴².

- **Verificación de diseño:** Entre los mecanismos que se pueden manejar para la verificación se pueden incluir dibujos, descripciones de tareas, maquetas y representaciones dinámicas de equipo y algunas herramientas como storyboard, y análisis heurístico, y en general cualquier prueba de usabilidad. La identificación de los posibles errores o fallos del dispositivo deben preverse para posteriormente hacer un buen análisis de riesgos⁴³.

- **Validación de diseño:** La evaluación de las unidades de producción deben utilizar los métodos para asegurar que el dispositivo cumpla con las necesidades de los usuarios y el uso previsto (es decir, la validación del diseño). Las pruebas pueden ser realizadas en condiciones reales o simuladas. Los datos resultantes (por ejemplo, el tiempo de trabajo, los errores, los cuellos de botella observados) deben referirse directamente a un servicio seguro y eficiente. Normalmente, el dispositivo se evalúa antes de su uso real en los pacientes, aunque los datos adicionales pueden ser recogidos durante los ensayos clínicos. Más tarde, las

⁴² AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.5, pag 30.

⁴³ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.5.1, pag 30.

pruebas de campo con los dispositivos comercializados pueden proporcionar información útil acerca de las fortalezas y debilidades del diseño⁴⁴.

2.1.3.2 Factores Técnicos:

2.1.3.2.1 Requerimientos de marca: Además de las regulaciones federales aplicables al etiquetado de todos los dispositivos médicos, los requisitos de la presente sección se aplicarán a todos los dispositivos dentro del ámbito de aplicación de esta norma⁴⁵.

- *Identificación y características del producto:*
 - a. Nombre de fabricante y dirección
 - b. Catálogo, estilo y modelo
 - c. Numero de serial
 - d. Requerimientos de potencia
 - e. Oferta nominal
 - f. Tipo de batería

- *Controles:* Todos los controles, interruptores y conectores deben estar clara y concisamente etiquetados para identificar su función.

- *Seguridad eléctrica:* El monitor debe tener marcas que advierten al personal de mantenimiento de los peligros potenciales de choque por el contacto accidental con las partes. Otras marcas deben ser utilizadas para identificar los grados actuales que pueden sobrecargar los circuitos. Las marcas se dispondrán en lugares adecuados para el uso previsto donde sean claramente visibles.

⁴⁴ AAMI, Human Factor Designs Process for Medical Devices, Section 6.5.2, pag 31.

⁴⁵ AAMI, Cardiac Monitors, Heart Rate Meters and alarms, Section 4, pag 4

- *Electrodos con nomenclatura y colores*
- *Advertencias y precauciones:* El etiquetado debe incluir precauciones y advertencias para indicar cualquier daño que pudiese causar a los pacientes o a los operadores su exposición al monitor. Tal requisito de etiquetado, se limita a conocer las exposiciones nocivas. Las marcas de dispositivos y los manuales del usuario deben tener estas precauciones y advertencias claramente identificadas y fáciles de entender.
- *Manual Operativo:* Un manual que contenga las instrucciones adecuadas para la correcta instalación además del funcionamiento seguro y eficaz del dispositivo con sus respectivas recomendaciones de reparación.
- *Especificaciones de rendimiento*
 - *Manual de servicio:* Un manual que contenga las instrucciones para una atención adecuada, mantenimiento preventivo y las de reparación de conformidad con los requisitos del fabricante. Estas instrucciones incluyen elementos tales como esquemas de circuitos electrónicos, la lógica y / o diagramas de bloques, diagramas de cableado. Esta información deberá ser lo suficientemente completa para permitir que un técnico especializado pueda llevar a cabo la reparación del campo razonable, calibración o mantenimiento según lo especificado por el fabricante.

2.2 IDENTIFICACION DE NECESIDADES DEL USUARIO:

Etapa de una importancia altísima en el desarrollo del producto dentro del proceso de diseño. Con el estudio comercial y normativo anterior se generó un posible esquema o una problemática existente a una necesidad planteada; es así como se crea una primera escena de necesidades que se tendrán que corroborar en esta fase, para finalizar en los requerimientos finales del producto y poder comenzar la etapa creativa, objetiva y coherente.

Estudios de mercado: Información recabada de usuarios, clientes y distribuidores, sobre las cualidades esperadas del producto y sobre las no deseadas, (encuestas, entrevistas, sesiones de grupo).

Para la aplicación de la herramienta se tuvo en cuenta a los usuarios objetivo en temas especializados de enfermería y telemedicina, ambos definidos previamente por las necesidades planteadas dentro de la FCV en querer generar un dispositivo con estas características; a todos ellos se les presento un mismo diseño de herramienta en la cual tenían que responder por medio de una entrevista libre 4 preguntas, y donde el entrevistador a modo de charla informal, preguntaba además de experiencias y recomendaciones, comentarios en general que pudiesen traducirse en necesidades del producto.

2.2.1 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA: Indagación contextual para Monitor de Signos Vitales Home Care

2.2.1.1 Descripción: Esta indagación busca entender el contexto en el que un producto es utilizado (el trabajo que está siendo realizado) teniendo en cuenta al usuario y su entorno.

2.2.1.2 Objetivo General: Identificar el entorno, las características y patrones de conducta de los actores en un proceso de asistencia medica domiciliaria para definir objetivamente los requerimientos apropiados de un monitor de signos vitales home care.

2.2.1.3 Objetivos específicos:

- Identificar las patologías de los pacientes que pueden ser atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliaria.
- Identificar los patrones regulares de conducta de los pacientes cuando están siendo asistidos medicamente en su domicilio. (pediátricos, adultos y adultos mayores)
- Identificar los procedimientos médicos regulares de asistencia para el cuidado de pacientes en su domicilio.
- Identificar las características del servicio de telemedicina aplicados a un monitor de signos vitales home care.

2.2.1.4 Usuarios:

- **Primario:** Aquellos que interactúan directamente con el equipo. Pueden ser enfermeras, pacientes o terceros, que estén capacitados para el manejo del monitor de signos vitales home care.
- **Secundario:** Aquellos quienes interactúan indirectamente con el equipo. Son los pacientes y los asistentes de telemedicina.
- **Terciarios:** Aquellos que interactúan con el equipo fuera del contexto de uso. Personal de soporte técnico y producción.

2.2.1.5 Metodología:

Se realizara una investigación mediante una entrevista libre a dos grupos objetivo:

- A personal ejecutivo de servicio de telemedicina de la Fundación Cardiovascular, en las instalaciones del instituto del corazón de Floridablanca.
- A un grupo de enfermeras que tengan experiencia en atención y servicio de asistencia medica domiciliaria además de la manipulación con monitores de signos vitales en las instalaciones del instituto del corazón de Floridablanca.

Herramientas:

- Formato de apuntes
- Lapicero
- Cámara digital

2.2.1.6 Indagación contextual para Monitor de Signos Vitales Home Care

Responsable: _____

Lugar: _____

Fecha: _____

Muestra:

Nombre	Cargo	Área

Preguntas:

1. ¿Qué tipo de patologías presentan los pacientes que comúnmente pueden ser atendidos por un servicio de telemedicina/asistencia medica domiciliaria?
2. ¿Cuál es el comportamiento de los pacientes cuando están siendo atendidos por un servicio de telemedicina/asistencia medica domiciliaria?
 - Pediátricos
 - Adultos
 - Adultos Mayores
3. ¿Qué tipo de procedimientos/servicios son regularmente aplicados a los pacientes que están siendo atendidos por un servicio de telemedicina/asistencia medica domiciliaria?
4. ¿Qué características cree Ud. debe tener el monitor de signos vitales home care ideal?

Apuntes:

--

Realizado por (entrevistador)

Revisado por (Jefe de D&D FCV)

2.2.2 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA: Las entrevistas fueron aplicadas a personal médico especializado de la FCV en el instituto del Corazón, en temas de enfermería, pediatría, telemedicina y asistencia domiciliaria los cuales brindaron información precisa que será resumida en seguida y de los cuales se desprenden una lista de requerimientos ya definitivos para el MSV HC.

Tabla 8. Personal para aplicación de herramienta en indagación

#	Sede	Área	Cargo	Nombre
1	IC	Enfermería	Jefe	Claudia Patiño
2	IC	Enfermería	Auxiliar	Danilo Puerta
3	IC	Enfermería	Auxiliar	Lorena Tavera
4	IC	Pediatría	Auxiliar	***
5	IC	Pediatría	Auxiliar	***
6	IC	Telemedicina	Jefe	Dr. Claudia Amaya

Fuente: Autor

Figura 20. Entrevistas Enfermería



Fuente: Autor

Figura 21. Entrevistas Auxiliares



Fuente: Autor

Figura 22. Entrevistas Telemedicina



Fuente: Autor

2.2.3 ANALISIS DE RESULTADOS:

2.2.3.1 Compilación de información: Al desarrollarse esta fase por medio de entrevistas, el registro que se tiene es netamente escrito; es decir los apuntes de comentarios que el diseñador considero relevantes para el análisis. A continuación se muestra un compilado o resumen de información para las 3 áreas que se trabajaron: Enfermería, telemedicina, y Auxiliares.

Tabla 9 . Jefe de Enfermería: Recomendaciones, sugerencias, ubicación del contexto

1. ¿Qué tipo de patologías presentan los pacientes que comúnmente pueden ser atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliaria?
Cualquier tipo de patología, entre ellas pacientes con fallas cardiacas y arteriales, Hipertensión, Diabetes, Cirugía cardiaca (las más comunes). Nunca ha visto ni trabajado con MSV HC.
2. ¿Cuál es el comportamiento de los pacientes cuando están siendo atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliaria?
Dependiendo del estado en que se encuentre, y de la edad que tenga el paciente. Cuando son niños es más complicado. El paciente puede o no estar siendo monitoreado continuamente.
3. ¿Qué tipo de procedimientos/servicios son regularmente aplicados a los pacientes que están siendo atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliario?
Cambiarlo de posición, ya sea a la silla de ruedas, baño o cama. Se le incorporan sondas, se alimenta, se bañan; pero también todo depende de la complicación del paciente.
4. ¿Qué características cree Ud. debe tener el monitor de signos vitales home care ideal?
Debe estar en un lugar seguro, debe permitir ubicarse en varios lados, y además de eso ser estable. Números grandes, fácil funcionamiento (exageradamente sencillo), Mas importante los números que las gráficas, historial de medidas, horarios de medicamentos, que el paciente pueda escribir, que los periféricos sean largos y no estorben, música para el paciente, que se pueda anular el sonido. Seguro, móvil y portátil.

Fuente: Autor

Tabla 10. Auxiliares: Contexto real, experiencias, recomendaciones.

<p>1. ¿Qué tipo de patologías presentan los pacientes que comúnmente pueden ser atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliaria?</p>
<p>Cardiacas, cuadriplejía, CA (cáncer), demencia, adultos mayores, IVU (infecciones de vía urinaria), Bronconeumonía, postoperatorio. En todo tipo de pacientes pero más en adultos. Utilizan comúnmente tensiómetro, fonendo, termómetro, y el reloj; para el pulso y respiración utilizan sus manos. Nunca han trabajado con MSV HC. Las tomas de parámetros se hacen constantemente (cada 2 horas maximo).</p>
<p>2. ¿Cuál es el comportamiento de los pacientes cuando están siendo atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliaria?</p>
<p>Existe una preferencia en atender adultos en vez de niños para todo el personal. Con los niños es difícil de trabajar. Tener cuidado de no lastimar al paciente. La movilidad es una variable difícil de manejar, por eso muchas veces se utiliza la inmovilización de miembros. Con los niños siempre están los padres presentes para cualquier actividad que se le quiera realizar.</p>
<p>3. ¿Qué tipo de procedimientos/servicios son regularmente aplicados a los pacientes que están siendo atendidos por un servicio de asistencia medica domiciliario?</p>
<p>Movilización en bloque, algunos necesitarán de monitoreo constante, terapias, sacarlos a caminar, y las necesidades básicas como bañarse, alimentarse e ir al baño. Cambiarle el pañal, quitar la ropa para lubricación de piel cada 2 horas.</p> <p>Un problema es cuando son amputados, ya que no tienen algún miembro para poder ubicarle los periféricos. Administración de medicamentos. Paseos</p>
<p>4. ¿Qué características cree Ud. debe tener el monitor de signos vitales home care ideal?</p>
<p>Muy fácil de usar, practico, ligero, pocos botones, portátil, que mida todos los signos vitales, que agilice el trabajo, notas de enfermería básicas, procedimientos ejecutables, reconocimiento del paciente, horas de medicamentos. Cuando suene la alarma que muestre recomendaciones básicas de primera acción. Que este cerca de él. Que se pueda movilizar a medida que el paciente lo haga, sin mucha complicación. Siglas más sencillas y universales para los códigos, Sugerencias de medicamentos no conocidos. Preferiblemente mejor un número que una gráfica.</p>

Fuente: Autor

Tabla 11. Telemedicina: Servicio, análisis de costo beneficio, competir con innovación

<p>1. ¿Qué tipo de patologías presentan los pacientes que comúnmente pueden ser atendidos por un servicio de telemedicina?</p>
<p>Pueden ser agudamente crónico o discapacitado pero no hablemos de una patología en sí. Hagamos un MSV que sirva para todo el mundo. Que lo utilice no solo el enfermo crónico sino gente que se preocupa por su salud, alguien de un gimnasio, en supermercados; todo con el fin de prestar el servicio no de telemedicina sino "teleasistencia". Comparémoslo con el monitor de los donado.</p>
<p>2. ¿Cuál es el comportamiento de los pacientes cuando están siendo atendidos por un servicio de telemedicina?</p>
<p>Lo importante no son los comportamientos sino en si la movilidad. Es la tendencia que existe. La población crítica es la que se mueve mucho, con eso incluimos todo. (la casa, la finca, el trabajo); para todos los ambientes</p>
<p>3. ¿Qué tipo de procedimientos/servicios son regularmente aplicados a los pacientes que están siendo atendidos por un servicio de telemedicina?</p>
<p>Es una interacción entre tecnología y medicina, entre las cuales existe una "nube" de información constante. Que tenemos nosotros acá para competir con los otros MSV, Que hay de diferente tanto en el servicio como en el producto?.</p>
<p>4. ¿Qué características cree Ud. debe tener el monitor de signos vitales home care ideal?</p>
<p>Debe ser muy fácil de usar, que me sirva para muchos ambientes (el que yo más habito), debe tener un buen servicio en todos los aspectos. Pequeño, portátil, confiable, que me transmita todo el tiempo que yo lo quiera utilizar, que recopile datos, Es generar nuevas expectativas de competencia en el mercado, crear la necesidad.</p>

Fuente: Autor

Las tres tablas anteriores son tres conceptos esenciales que se tienen que mezclar y que interpretar para saber así los verdaderos requerimientos medibles, que serán evaluados a futuro mediante las técnicas de usabilidad. Esta tarea es una acción de interpretación que consiste en saber distinguir y traducir lo que el usuario busca, lo que la empresa persigue y lo que el paciente necesita; elementos que no solo marcan el punto de partida para el diseño industrial, sino para todo el grupo interdisciplinar de la FCV Bioingeniería. De esta manera se marcan los lineamientos que obligaran a una consecución de resultados formales y técnicos pero sobre todo usables.

2.2.3.2 Traducción de necesidades: Requerimientos generales:

Tabla 12. Requerimientos generales

#	Necesidad usuario	Requerimiento	Parámetros
1	Debe servir para todo tipo de pacientes	Debe servir a pacientes con patologías comunes en asistencia domiciliaria	Debe servir primordialmente a pacientes con problemas cardiacos, arteriales, hipertensión, diabetes y postoperatorios
2	Es preferible atender niños	Un monitor para adultos y pediátricos	Para pacientes con edades entre 5 años y 70 años
3	A veces se monitorea y a veces no	Debe estar diseñado para monitorear continuamente	Batería recargable de mínimo de 2,5 horas de funcionamiento sin fuente AC
4	Cambiar al paciente de posición constantemente	Debe ser portátil y liviano	Portátil para llevarlo con el paciente al baño, a la sala y a la cama.
5	Seguro, móvil y portátil	Su forma no debe lastimar, debe tener advertencias y precauciones.	Debe mostrar advertencias y precauciones; portátil y debe contener las 3 tarjetas electrónicas de medición de parámetros así como la pantalla LCD
6	Debe ser monitoreado constantemente	Debe tener conexión a un centro de monitoreo por vía internet o 3G	Transmisión las 24 horas de parámetros a un centro de monitoreo
7	Ubicarse en varios lados	Debe ser autoportante	Reposar sobre superficies horizontales y mediante accesorios ubicarse en camas, ambulancias y sillas de ruedas
8	Historiales y calendarios	Debe tener plus para ayudas de enfermería y de fechas	Debe tener un calendario de medicamentos y advertencias de acciones rápidas ante situaciones críticas
9	Las tomas se hacen constantemente	Indicador de toma de datos	Se deben tomar las medidas cada 2 horas (alarmas de recordación)
10	Que no lastime al paciente	Forma y antropometría que no genere complicaciones incomodas a corto ni largo plazo	Percentiles 50 para agarres y ajustes
11	Números grandes mejor que graficas	Debe poder priorizar la visualización de números sobre la de graficas	Mostar números a un 1/6 de la tamaño de la pantalla. Aprox.
12	Que recopile datos	Debe tener análisis de tendencias de las últimas 24 horas como mínimo	Memoria SD de mínimo 2G

Fuente: Autor

2.2.4 DEFINICIÓN DEL CONTEXTO DE USO: DESCRIPCIÓN

El entorno, o ambiente en el cual se definirá el uso y aplicación del dispositivo estará enmarcada y resaltada por aspectos sociales que fueron planteados y analizados por todos los involucrados en el proceso; estos son la FCV bioingeniería, la FCV telemedicina y el estudiante practicante en cuestión. El trasfondo completo de todos los análisis es “el usuario”, de ahí que se haya dedicado una sección y un tiempo al estudio y conocimiento del mismo.

La atención domiciliaria para la Fundación forma parte importante de sus intereses, y el desarrollo de un equipo con estas características sería un avance importante en la consecución y esparcimiento de los mismos. Como punto de partida inicial para este proyecto se intenta recrear un contexto definiendo ambientes, usuarios y comportamientos en los cuales el paciente desde su hogar u oficina pueda ser monitoreado constantemente.

El MSV HC, será un dispositivo portátil manipulable mediante una interfaz gráfica que permita la fácil manipulación de no solo pacientes crónicos, sino de pacientes estables, pediátricos y personas interesadas en la medición de sus signos vitales. Como hemos dicho anteriormente la prevención y la posterior tendencia sumado a una transmisión continúa y chequeos médicos puede prevenir colapsos cardiacos inminentes que podrían ser atendidos rápida y eficazmente. No solo hospitales y domicilios estarían incluidos, (a pesar de que los pacientes estables y adultos mayores con problemas cardiacos son la población objetivo), sino gimnasios, farmacias, supermercados y en general toda locación donde se haga necesario el servicio. El dispositivo será manipulado por cualquier persona siempre y cuando se encuentre con capacidades psicomotoras normales, ya sea el mismo paciente, el enfermero o familiar encargado de su cuidado dentro del domicilio; de esta se propicia el control no solo interno y de interfaz (personalización, alarmas, tiempos, calendarios...) sino también su continuo transporte físico (alcoba-baño-sala).

2.2.4.1 Diseño de Dispositivos Médicos Móviles (AAMI)⁴⁶:

Es un dispositivo o pieza de algún equipo que es transportada por el personal médico o algún paciente, y que es usado en variedad de aplicaciones que incluyen pruebas diagnósticas, monitoreo, terapia, y cirugía. Un dispositivo de este tipo podría ser pequeño o de mano, podría tener un mango o incluso ruedas, tres de los casos más comúnmente utilizados. Los usuarios de dispositivos móviles esperan que estos sean fáciles de usar en una situación móvil, durables, precisos, seguros, y altamente fiables.

La norma provee en esta sección una guía de aplicación de principios para el diseño de dispositivos móviles enfocándose en aquellos que necesitan una alta claridad de displays, controles de fácil manipulación y precauciones claras. También incluye criterios mecánicos, eléctricos y de productos sanitarios, cuyo objetivo es mejorar el diseño proporcionando y la orientación sobre los requisitos de los factores humanos. Cuatro escenarios son considerados para dispositivos móviles:

- El dispositivo se utiliza mientras el paciente se mueve.*
- El dispositivo se utiliza en vehículos en movimiento tales como ambulancias.*
- El dispositivo se utiliza mientras el usuario lo lleva puesto consigo.
- El dispositivo es trasladado por el usuario, y solo es usado mientras el paciente esta estacionario.*

El contexto de uso citado a lo largo de esta tesis de grado se ha ido detallando cada vez más, y en este caso se consideran los aspectos que marcados con un (*) serían aquellos que se relacionan con el diseño final del producto.

⁴⁶ AAMI, Human Factors, section 24, page 417.

2.2.4.2 Consideraciones de usuario:

Los dispositivos médicos móviles incluyen:

- Personal médico (incluido personal de emergencia) y pacientes en movimiento.
- Médicos, enfermeras y paramédicos que operan el dispositivo.
- Pacientes que utilizan el dispositivo. (dispositivos de telemetría, implantes, uso doméstico...)
- Pacientes, personal auxiliar médico que mueve el dispositivo para que sea utilizado mientras esta estacionario.

2.2.4.3 El usuario en casa⁴⁷:

Para diseñar dispositivos médicos efectivamente se deben entender tanto al usuario como el entorno en cuestión. Dispositivos médicos caseros serán utilizados por una amplia gama de personas, pero es solo el usuario crítico el punto de quiebre para que el diseño tienda a ser útil a todos los demás; en este caso caracterizados por una mujer de 75 años que cuida a su esposo de 72 y quien:

- No ve ni oye muy bien debido a los cambios de audición y visión relacionados a la edad.
- No es muy fuerte debido a la disminución de la fuerza muscular relacionada a la edad.
- Tiene enfermedades o discapacidades , como la artritis o la diabetes (más del 50% de los adultos mayores tienen al menos una discapacidad que interfiere con la realización de actividades de la vida diaria [AVD]) (AARP y Administración sobre el Envejecimiento, 1999)

⁴⁷ AAMI, Human Factors, section 25.1.2, page 428.

- No tiene un nivel de educación más alto que la secundaria
- Tiene algunos problemas de memoria y necesita más tiempo para aprender tareas que alguien joven.
- Stress debido a condiciones sociales de la casa, de rutina, y acuerdos del diario vivir.

2.2.4.4 El ambiente casero⁴⁸:

En adición a las características de la población, los diseñadores deben considerar las implicaciones de los dispositivos de uso en el hogar. Los hogares difieren significativamente de los ambientes clínicos para los cuales la mayoría de los dispositivos han sido diseñados. Algunas de las diferencias generales a tener en cuenta son las siguientes:

- Los hogares tienen menos elementos eléctricos que los centros de salud, y estos aparatos no pueden ni deben cumplir con todos los códigos y requerimientos de construcción que se aplican ahí.
- El ambiente de luz puede ser más bajo que en las instituciones.
- El ambiente en el hogar es mucho más calmado, y sus ocupantes generan menos ruido.
- Las escaleras y alfombras pueden ser barreras a la portabilidad y a la manipulación del dispositivo.
- Los niños y mascotas pueden representar problemas de seguridad. El dispositivo debería tener protección adicional contra operación inadvertida.
- No sería fácil para los “cuidadores” recibir asistencia técnica de uso o de mantenimiento.

⁴⁸ AAMI, Human Factors, section 25.1.2, page 428.

2.2.5 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS: ESPECÍFICOS

Requerimientos: Son variables que deben cumplir una solución cuantitativa y cualitativa, siendo fijadas previamente por una decisión, por la naturaleza y por requisitos legales, o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema. Variables que limitan las alternativas del solucionador de productos. Observación: el termino requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, consideración variable.

2.2.5.1 De uso:

- Debe poder ser transportado fácilmente por el usuario.
- Los periféricos conectados al equipo no deben entorpecer la movilidad del paciente.
- Debe poder acomodarse sobre una superficie horizontal y ser fácilmente manipulable (portabilidad).
- Debe ser de transporte intrahospitalario y domiciliario.
- Interfaz gráfica interactiva fácil y sencilla de manipular.
- Interfaz de estructura ramificada y con no más de 3 niveles de profundidad y con amplitudes de menú de no más de 9.
- Interfaz en lenguaje español.
- Peso no mayor a 6 kg

2.2.5.2 De función:

- Debe tener sensores tipo: dedal para SPO2, sensor reusable de temperatura, brazalete reusable para medición de PNI y cable de paciente para ECG de al menos tres puntas.
- Debe tener una tarjeta de módulos OM (La encargada de medir los parámetros fisiológicos).
- Una tarjeta FPGA (procesador del monitor).

- Una tarjeta de periféricos (con puertos de toda clase).
- Debe funcionar con fuente AC y batería de litio o de lipo.
- Las características técnicas del equipo deben ser configuradas desde la fábrica y el usuario no debe poder modificarlas.
- Debe medir y desplegar ondas e información numérica para 5 parámetros fisiológicos. (ECG, PNI, SPO2, T°, FR)
- Debe permitir la conexión a una central de monitoreo por vía internet y/o 3G.
- Debe poseer una unidad de memoria.
- Debe mostrar al menos 3 curvas simultáneas.
- Tendencias gráficas y numéricas de 24 horas como mínimo para cualquier parámetro.
- Alarmas audibles y visibles, priorizadas en al menos tres niveles.
- Silenciador de alarmas.

2.2.5.3 Ergonómicos:

- Debe ser un monitor para pacientes Adultos y pediátricos.
- La forma del equipo debe permitir una fácil sujeción.
- Dimensiones basadas en medidas antropométricas dadas por la norma internacional AAMI.
- Debe mantenerse dentro de los estándares ISO13485 pertinentes al diseño de interfaz para dispositivos médicos.
- Debe tener como mínimo un sistema de 5 elementos básicos de interfaz: Formas de onda, signos vitales, alarmas, menús (reportes, calibración, setup) y acciones correctivas (on/off, reset, silenciado de alarmas).
- El tamaño de fuente para visualización debe estar de acuerdo a parámetros establecidos por AAMI según la distancia y ángulo de visión del usuario respecto a la pantalla.
- Protección contra accionamiento incidental (niños y mascotas).

- Debe disponer de alarmas y visualizaciones de advertencia cuando sucede alguna situación adversa.
- Priorización de visualización numérica sobre onda.
- Percentiles para agarres y ajustes definidos por la norma AAMI.
- Agrupación funcional de botones y controles.

2.2.5.4 De estructura:

- Debe incorporar la unidad de entrada y de salida en un único paquete.
- Debe contener una fuente de alimentación recargable (batería de 2,5 horas con indicador de bajo nivel en pantalla).
- Una pantalla LCD o plasma gaseosa policromática- touchscreen entre 5.8” y 15” para monitores de transporte y monitores avanzados respectivamente.
- Debe ser una estructura portable y autoportante.
- Debe ser de fácil limpieza.
- Fabricado en un material polimérico de alta densidad.
- Resistencia a golpes moderados, humedad e insectos.

2.2.5.5 Técnico-Productivos:

- Identificación y características del producto: Nombre del fabricante, catalogo, estilo, serial, tipo de batería, requerimientos de potencia.
- Estará fabricada por el método de inyección.
- El monitor debe tener marcas que advierten al personal de mantenimiento de los peligros potenciales.
- Etiquetado de controles.
- Debe contener un manual de servicio
- Especificaciones de rendimiento.
- De fácil mantenimiento.

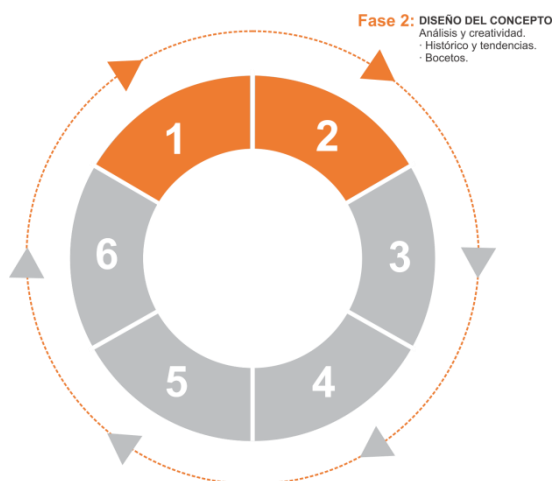
2.2.5.6 De mercado:

- Debe utilizarse primordialmente en pacientes con enfermedades cardiacas, respiratorias, en ancianos, diabetes, hipertensión y en estudios de sueño.
- Debe contener un manual de usuario.
- Debe estar pensado para la fácil aplicación en mercados extranjeros.
- Debe tener un manual de imagen.
- Debe contener una caja y un embalaje que integre el monitor más los periféricos.

2.2.5.7 Formal estéticos:

- Carcaza agradable y coherente a un ambiente médico.
- Forma y concepto basado en una tendencia futurista-minimalista.
- Panel de control esquemático donde se muestre la apariencia, disposición de dispositivos y controles.
- Electrodo y nomenclatura en colores.
- Debe ser fácil de limpiar.
- Debe poseer un estilo visual moderno que de sensación de estar bien construido y de ser seguro.
- Interfaz gráfica llamativa, clara, de alto contraste y de gran nitidez.
- Elementos visuales gráficos y de pantalla coherentes a la forma externa de la carcasa.
- Debe propiciar el uso de las convenciones del color para dispositivos médicos, cuando sea necesario.

3. FASE 2-DISEÑO DE CONCEPTO:



Partiendo de la información obtenida en la fase anterior, en esta fase se establece la “dirección del diseño”. Se generan diferentes conceptos del producto a partir de toda la información disponible y de la creatividad del equipo de diseño. Se generará una serie de alternativas para su posterior elección. La fase de diseño de concepto termina con la selección de la

propuesta más acorde a las limitaciones y objetivos marcados. Esta fase analítica y altamente creativa es muy importante y se debería emplear suficiente tiempo en ella⁴⁹.

Objetivo: Los objetivos de esta fase pretenden aportarnos la información útil para determinar el perfil del concepto de nuestro nuevo producto. Se desarrollará conjuntamente con el departamento o responsable de marketing, ingeniería y diseño.

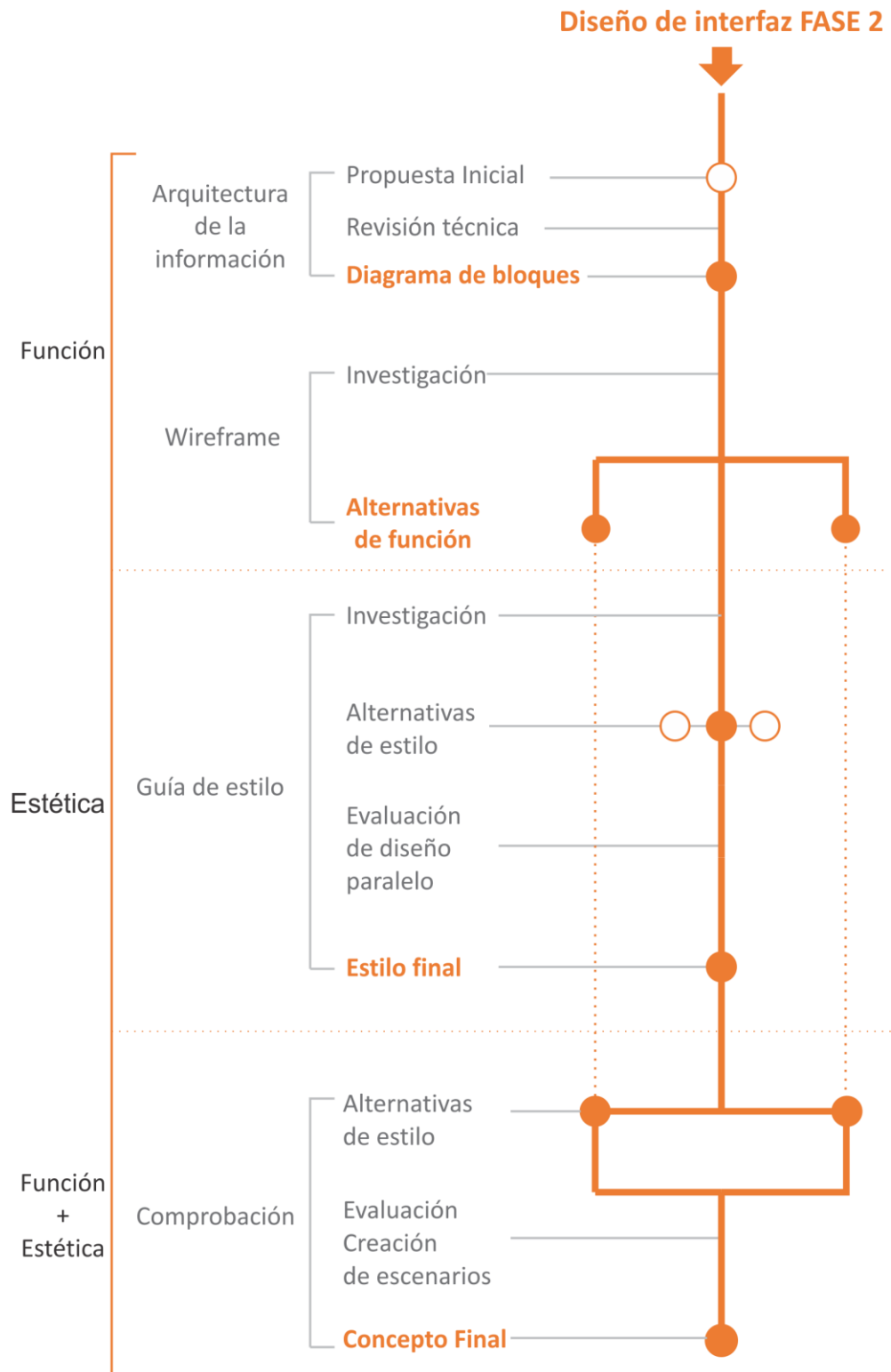
Actividades: Análisis del entorno propio del producto a diseñar. Análisis de la relación producto-usuario. Análisis de los aspectos utilitarios del producto. Análisis funcional. Análisis comercial. Estructura del mercado potencial.

Herramientas: Técnicas de creatividad. Técnicas de representación. Renderizado. Software de apoyo al diseño. Maquetas. Catálogo histórico/evolución de forma, uso mercado potencial. Distribución. Relación entorno-uso. Herramientas para la valoración de ideas de mejora.

Documento que obtenemos: Pliego de condiciones del concepto elegido.

⁴⁹ DISEÑO INDUSTRIAL GUÍA METODOLÓGICA PREDICA, Fundación PRODINTEC, Asturias-España.

Figura 23. Diseño de Interfaz



Fuente: Autor

3.1 DISEÑO DE INTERFAZ:

A diferencia de un producto que sólo tiene que comunicar, un producto interactivo tiene también que presentar operación y utilidad, es decir tiene que funcionar. Una interfaz tiene que proporcionar acceso a la información y la orientación clara que necesitan los usuarios.

3.1.1 ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN: Aquí es donde comienza cualquier proyecto interactivo. Es el proceso de clarificar sus objetivos comunicativos y organizar su contenido en un diseño que sirva a esos propósitos. Es vender, enseñar, contar una historia o, sencillamente, informar de la manera más eficaz posible. No existe una fórmula para diseñar productos interactivos. Pero no hay ningún producto interactivo que no se beneficie de unos objetivos claramente expresados, un público bien definido y un plan de diseño centrado.

Organizar información no significa solamente clasificar por categorías, sino jerarquizar los contenidos de acuerdo a los objetivos planteados. En el corazón de todo proyecto de diseño existen preguntas valiosísimas, por ejemplo: ¿Qué se quiere hacer con determinada información? ¿Cómo se deben adjudicar las prioridades? ¿Cuáles serán los temas que tengan más prioridad para el público? ¿Qué necesita saber el público sobre esta materia? ¿Cómo se convierte este contenido en interface? ¿Cómo se traduce lo que se ha aprendido del público en hechos sobre cómo utilizarán el producto? ¿Qué tipos de accesos y vínculos necesitarán los usuarios?

“La simplicidad constituye la esencia de una buena explicación” Hoy se conoce este principio como la Navaja de Ockham y tiene tanto sentido en el diseño del siglo XXI como lo tenía en la ciencia del XIV.

3.1.1.1 Diagrama de bloques: El diagrama de bloques es el resultado de un análisis de necesidades en el cual el diseñador planteó un esquema inicial, se evaluó y posteriormente se consultó con el equipo de ingenieros para mirar las probabilidades de desarrollo desde el punto de vista técnico (ingeniería electrónica).

Es un esbozo presentado como diagrama, con líneas que muestran las rutas de acceso entre sus partes. No existen reglas fijas sobre la apariencia de un diagrama, siempre que funcione como un mapa claro de su diseño de la información. El diagrama moldea, jerarquiza y estructura el contenido para que la gente pueda derivar una idea de cómo podría funcionar el producto real. Es la base para las decisiones sobre la estructura y la navegación, es una especificación clara y fácil de seguir de las categorías temáticas, los niveles y los vínculos del proyecto.

No importa lo sencillo del proyecto, siempre se necesita un diagrama de flujo, ya que este nos ayuda a visualizar⁵⁰:

El contenido: La organización y la estructura que se trazó para la información.

La utilización: Las categorías temáticas y las rutas de acceso que el público querrá encontrar.

La sencillez: La necesidad de mantener un diseño claro y enfocado para controlar el tiempo y el coste de producción.

3.1.1.1.1 Corrección inicial / Grupo diseño y desarrollo: Después de haber planteado una primera estructura, este se sometió a evaluación con el grupo de diseño y desarrollo (Bioingeniería), para poder así en mesa redonda solucionar problemas de la primera versión y dar avance a la etapa de bocetación y obtención de alternativas como tal.

⁵⁰WEB, http://www.emepe.net/descargas/metodologia_de_trabajo.pdf, marzo de 2011

Figura 24. Reunión Grupo Diseño y Desarrollo



Fuente: Autor

Dentro de las correcciones dadas surgieron las siguientes:

Tabla 13. Correcciones Primera Reunión D&D

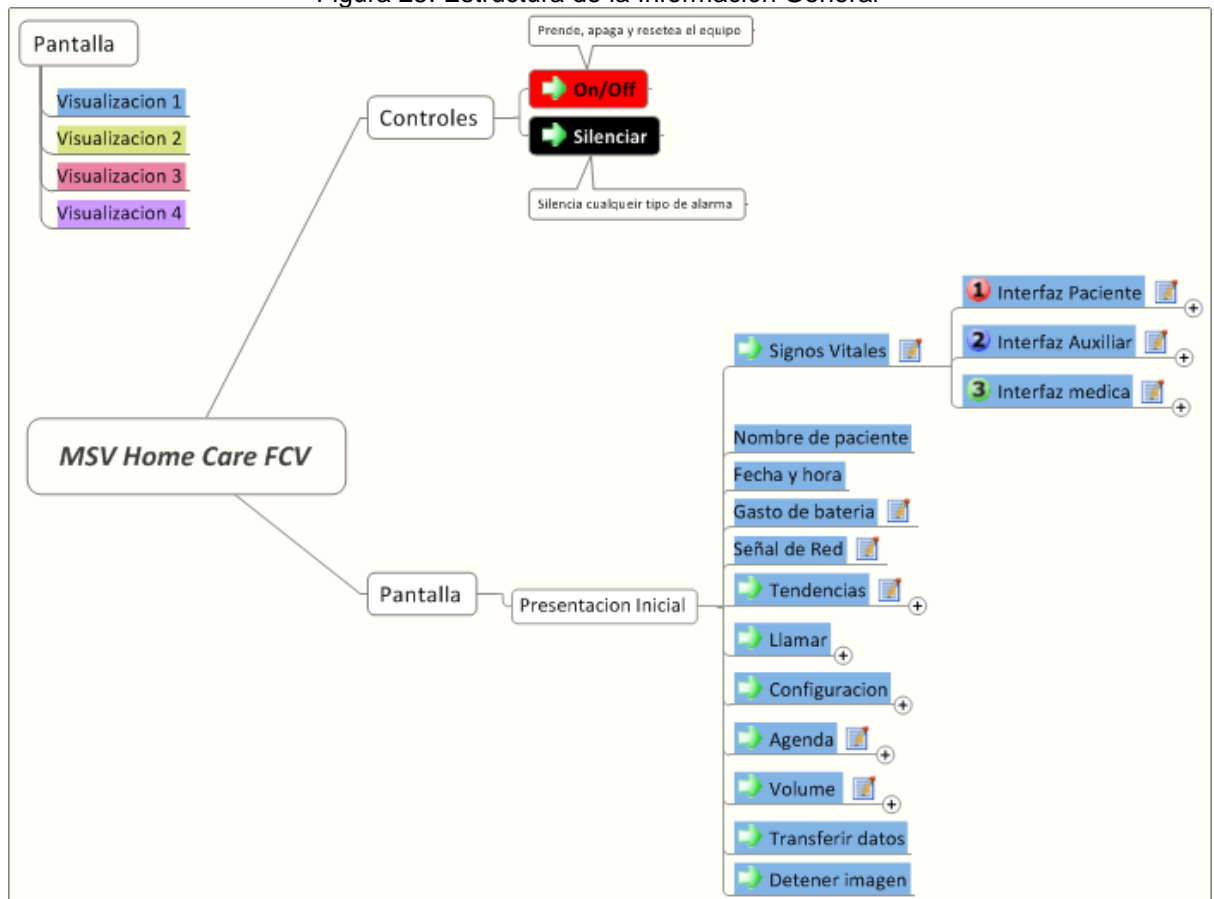
#	Observación	Argumento
1	Dentro de la gráfica de tendencias eliminar la opción de tablas. Es decir mostrar graficas de pantalla completa y quizás poder clicar y obtener diferentes datos.	La tabla no brinda ninguna importancia para el paciente, y es mucho menos explícita para el médico.
2	Cada vez que se encienda el monitor una pequeña presentación aparecerá con información de marca, modelo del monitor y datos específicos. No más de 10 s. Mientras carga el procesador	Es conveniente que mientras se ejecuta el procesador se muestre algo llamativo al producto y no una pantalla en negro.
3	Incluir logo-Símbolo de visualización de gasto de batería.	Es necesario que el usuario sepa cuándo debe cargar el monitor. (Alarma de 10% de carga)
4	Mostrar una señal que advierta si estoy conectado a la red o no.	Al pulsar el botón de conectarse, la señal en pantalla me debe parpadear para saber que estoy enviando datos a la red de monitoreo.
5	Añadir en pantalla un botón de CONEXIÓN A RED, o TRANSFERIR DATOS.	Para que la observación #4 pueda desarrollarse.
6	En configuración de tendencias mostrar un pantallazo de EVENTOS.	Además de tener las tendencias es necesario una gráfica que me muestre los picos altos o bajos más sobresalientes. Es decir grafica de valores para cuando el parámetro se sale de los límites establecidos.
7	Añadir un menú de FRECUENCIA de tendencias definido en 5 min, 10 min, 20 min y 1 hora.	Poder mirar máximo 24 horas de comportamiento de parámetros.

8	Incluir en el menú de configuración un ítem de SOPORTE TECNICO donde se modifique IP, Versión y Mantenimiento.	Tener una sección donde solo el personal de mantenimiento sea capaz de manipular al pedir una clave de acceso.
9	Añadir configuración de brillo y contraste.	Para que el usuario modifique la intensidad de la luz emitida por la pantalla del monitor.
10	Incluir un control de RESET general.	Para que el paciente en dado caso pueda dejar el monitor con configuraciones predeterminadas de fábrica. (alarmas en 3, borrar datos, parámetros adulto,..)
11	Incluir un control de CONGELADO de imagen.	Es ideal para que en determinado momento la enfermera o medico puedan echar un vistazo en detalle de la monitorización y en sí de la gráfica.

Fuente: Autor

3.1.1.1.2 Diagrama General:

Figura 25. Estructura de la Información General



Fuente: Autor

3.1.1.1.3.1 Interfaces de usuarios: Son los tipos de “escritorio” esenciales sobre los cuales se monitorizan los 5 parámetros ya definidos. Dentro de la estructura se plantean 3 tipos con el fin de hacer algo que se denomina “diseño para todos”, cuya meta es procurar satisfacer a todos los usuarios objetivo dentro de un proyecto. Para nuestro caso los hemos definido de mayor a menor frecuencia de uso así:

- **Interfaz Paciente o usuario (paciente o familiar):** Se monitorizaran 5 parámetros (ECG, SPO2, RESP, T° y PNI) visualizando números grandes y rangos. Es la interfaz más interactiva e ilustrada de todas.
- **Interfaz Auxiliar (enfermera):** Se monitorizaran 5 parámetros con números medianos y rangos, pero se le incluirán una gráfica de ECG, una de SPO2 y una de Respiración.
- **Interfaz Medica:** Se monitorizan 5 parámetros y se muestran graficas grandes (2 de ECG, una de RESP y una de SPO2) y números pequeños sobre un fondo negro; es decir, es la interfaz de usuario que más se rige a los parámetros específicos de la norma.

3.1.1.1.3.2 Información General: Es la información fija que se muestra como referenciación. Nombre, fecha, hora, gasto de batería y señal de red.

3.1.1.1.3.3 Tendencias: Es una gráfica de pantalla completa para cada uno de los parámetros los cuales se podrán modificar para frecuencias de 5 min, 10 min, 20 minutos y 1 hora, además tendrá una gráfica de eventos sobre la cual se mostraran los últimos 24 datos más irregulares.

3.1.1.1.3.4 Configuración: Son las opciones modificables de toda la interfaz.

- **Datos personales:** Teclado alfanumérico para definir nombre, edad, doctor, peso, genero, altura y RH.
- **Modificar:** Rangos de todos los parámetros y predeterminados.

- **Fecha y hora:** Teclados numéricos para día, mes, año, minutos y hora.
- **Soporte técnico:** Numero de IP, mantenimiento y versión
- **Imagen:** Menús que permiten ajustar el brillo y el contraste.
- **Reset:** Botón de reseteado general que modifica todo el sistema y lo programa con la configuración de fábrica.

3.1.1.1.3.5 Agenda: Nombre del evento, fecha, hora, repetición, duración, y recordatorio para visualizaciones diarias, semanales y mensuales.

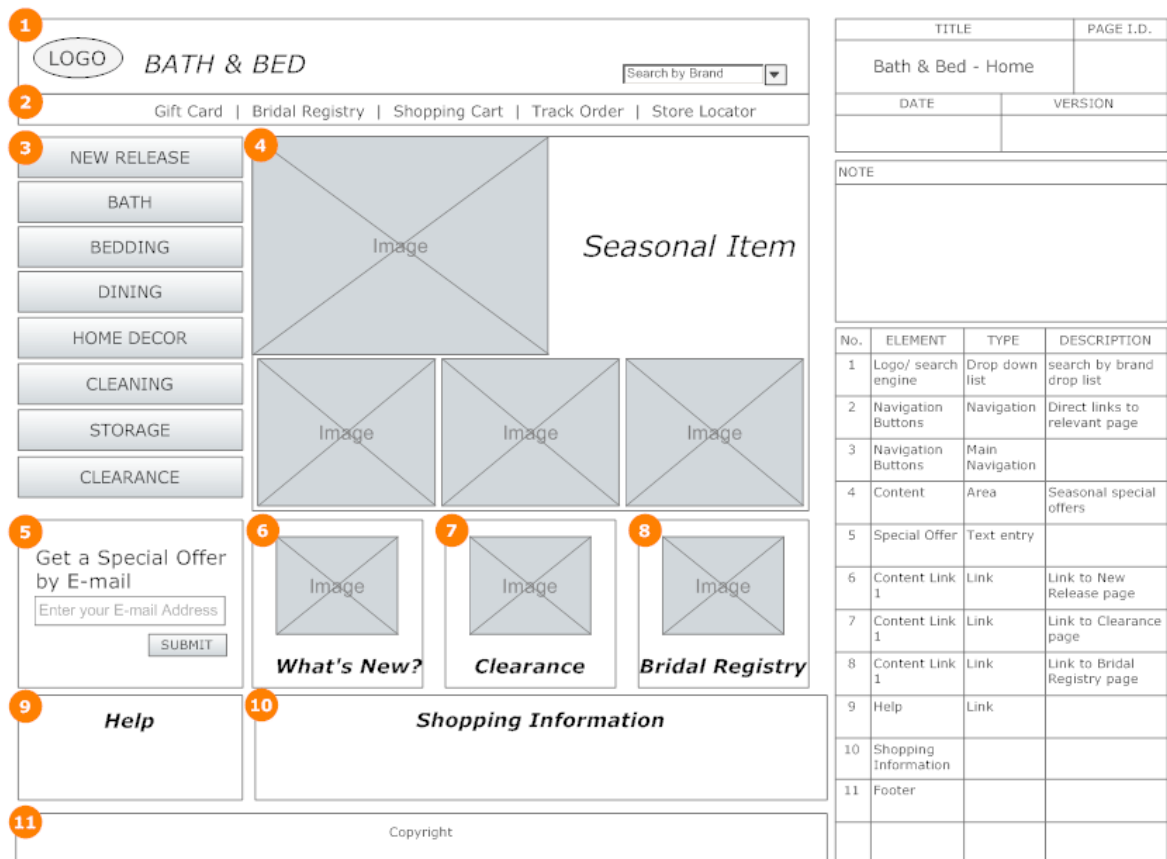
3.1.1.1.3.6 Volumen: Rango graduable de todas las alarmas donde el máximo y el mínimo estarán definidos por la norma. No existirá sonido cero.

3.1.1.1.3.7 Transferir datos: Es un botón que oprimo para enviar o no datos.

3.1.1.1.3.8 Congelar: Es un control para detener la imagen y poder visualizar en algún momento determinado la gráfica. Es muy útil para los médicos.

3.1.2 WIREFRAME: “Los “wireframes” son borradores de diseño de páginas web que establecen, con cierto grado de precisión, los elementos que incluirá dicha página, mostrando su ubicación y tamaño, aunque sin llegar a la etapa final de diseño que incluye colores, tipografía y logotipo. La palabra “wireframes” viene del mundo de la computación gráfica y se refiere a la forma de representar elementos en tres dimensiones sólo mostrando su estructura pero sin llegar a la capa que lo cubre, como una forma de ahorrar tiempo de proceso. Gracias a esa técnica era posible mirar figuras complejas sin esperar a que aparecieran completas con colores y texturas”⁵¹.

Figura 27. Wireframe



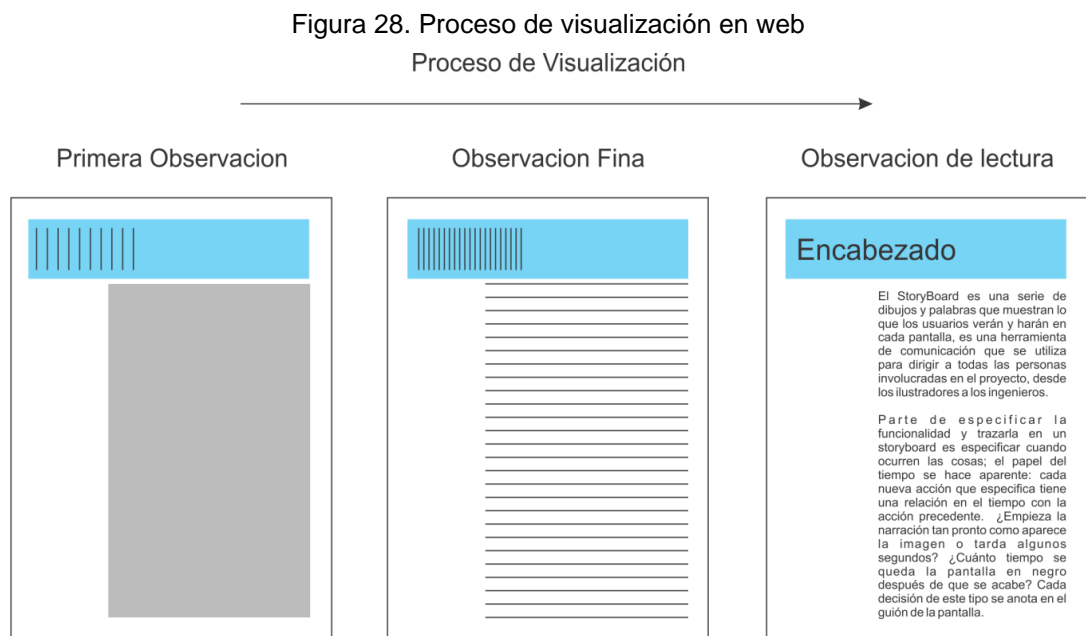
Fuente: <http://www.smartdraw.com/>

⁵¹ WEB, <http://usando.info/diccionario/w>, marzo de 2011

3.1.2.1 Jerarquía Visual: En la interfaz gráfica es necesario crear una jerarquía visual adecuada, con el objetivo principal de que los elementos más importantes de la misma se muestren debidamente acentuados.

Por medio de un adecuado diseño se puede establecer un camino visual que conduzca al usuario y que le vaya mostrando la información contenida en la composición de forma organizada, lógica y fiable, que dirija su percepción por la ruta más idónea.

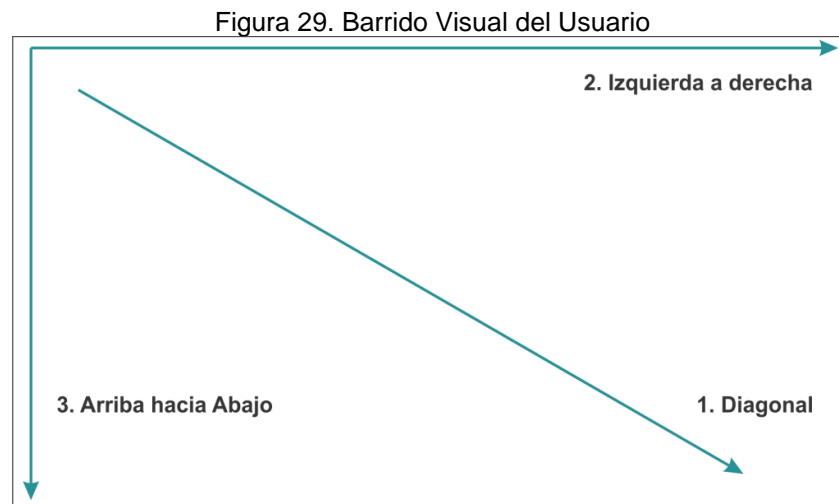
“El usuario contempla en primer lugar un conjunto completo de formas y colores, con los elementos situados en primer plano contrastando con el fondo de la composición. Solo tras esta primera observación global, y si su curiosidad ha sido despertada, el espectador comenzara a analizar las partes individuales del todo, comenzando con los elementos gráficos puros y continuando luego con los elementos textuales, más difíciles de interpretar, ya que hay que leerlos palabra a palabra”⁵².



Fuente: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1426.php>

⁵² WEB, <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1426.php>, marzo de 2011

También se debe tener en cuenta la forma como visualizamos las diferentes formas y colores de los objetos haciendo rápidamente un barrido visual en diagonal desde la esquina superior izquierda hasta la esquina inferior derecha; así mismo en los países occidentales leemos los documentos de izquierda a derecha y desde la parte superior a la inferior, centrando la mayor atención en la parte inferior izquierda del recuadro.



Fuente: Diseño e implementación del portal web de la FCV, Eugenio Sarmiento, Tesis de Grado

Teniendo en cuenta el barrido visual del usuario se puede organizar el contenido de una composición lógicamente, situando en ella los elementos más importantes en la zona superior izquierda de la misma, las siguientes en importancia en la parte superior y el lateral izquierdo, las siguientes en el cuerpo central y las menos relevantes en la parte inferior.⁵³

“La interfaz del sitio, cualquiera que sea el objetivo que persiga, debe dar cuenta de normas de carácter general, que se refieren a sus características como sistema de información y comunicación. Gracias al cumplimiento de éstas, el usuario logrará acceder a las informaciones que se le ofrecen y, además, podrá realizar las acciones que el organismo dueño del espacio digital le entrega a través de

⁵³ Diseño e Implementación del portal web de la FCV, Eugenio Sarmiento, Tesis de grado.

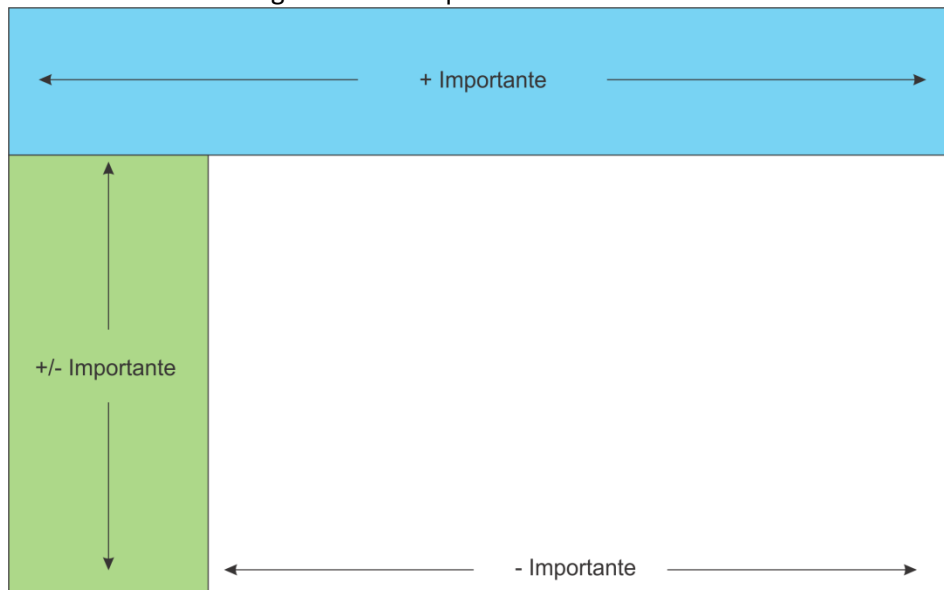
este sistema. Dichas características tienen que ver con los elementos de identificación, de navegación, de contenidos y de acción que el sitio web o interfaz debe contener”.⁵⁴

Figura 30. Lo más visto en las paginas Web



Fuente: <http://www.useit.com/>

Figura 31. Jerarquía Visual en software



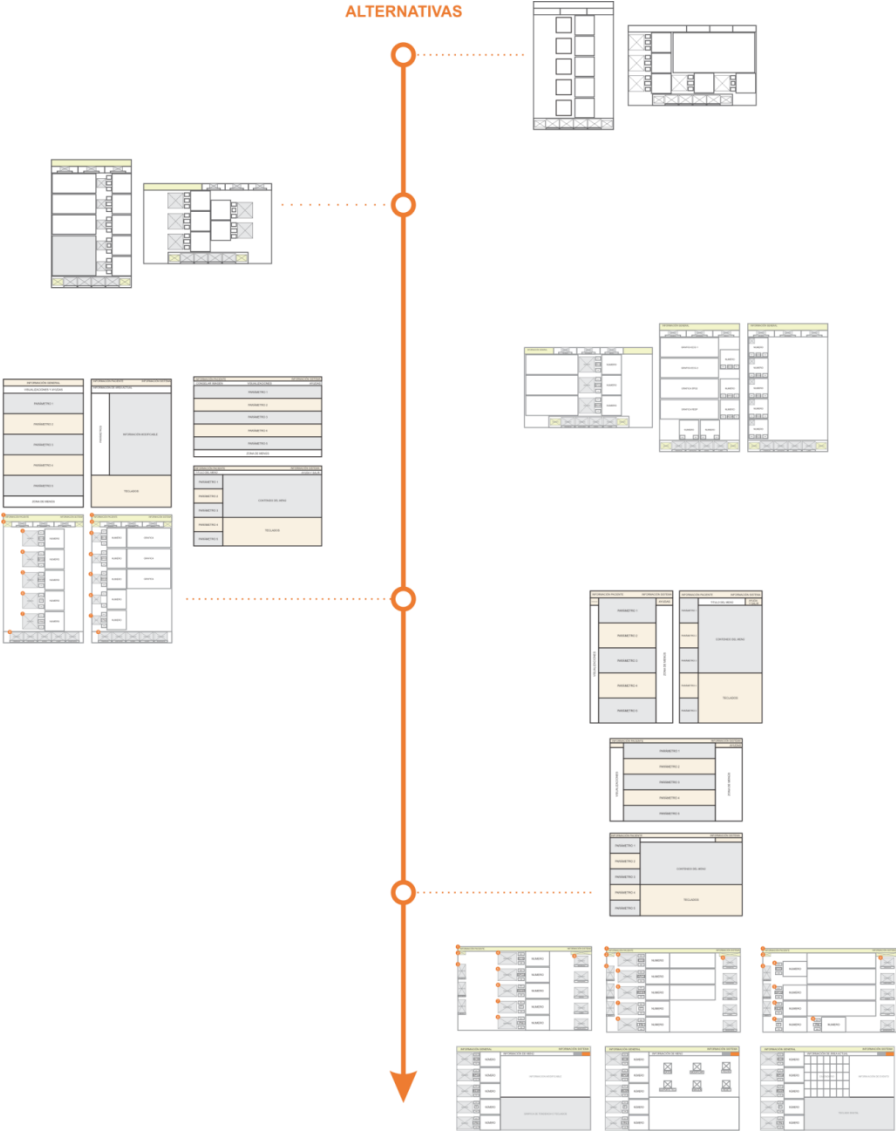
Fuente: Diseño e implementación del portal web de la FCV, Eugenio Sarmiento, Tesis de Grado

3.1.2.2 Alternativas: El surgimiento de alternativas y soluciones se hicieron basadas en todo el proceso investigativo previo, pues con estas bases se define

⁵⁴ Guia para el Desarrollo de Sitios Web del Gobierno de Chile, <http://www.guiaweb.gob.cl/>, marzo de 2011.

paramétricamente características de interfaz que cumplan con el diseño internacional para dispositivos médicos. Sumado a eso y dando características de jerarquía visual se ha propuesto una estructura base para la configuración de la interfaz gráfica del monitor.

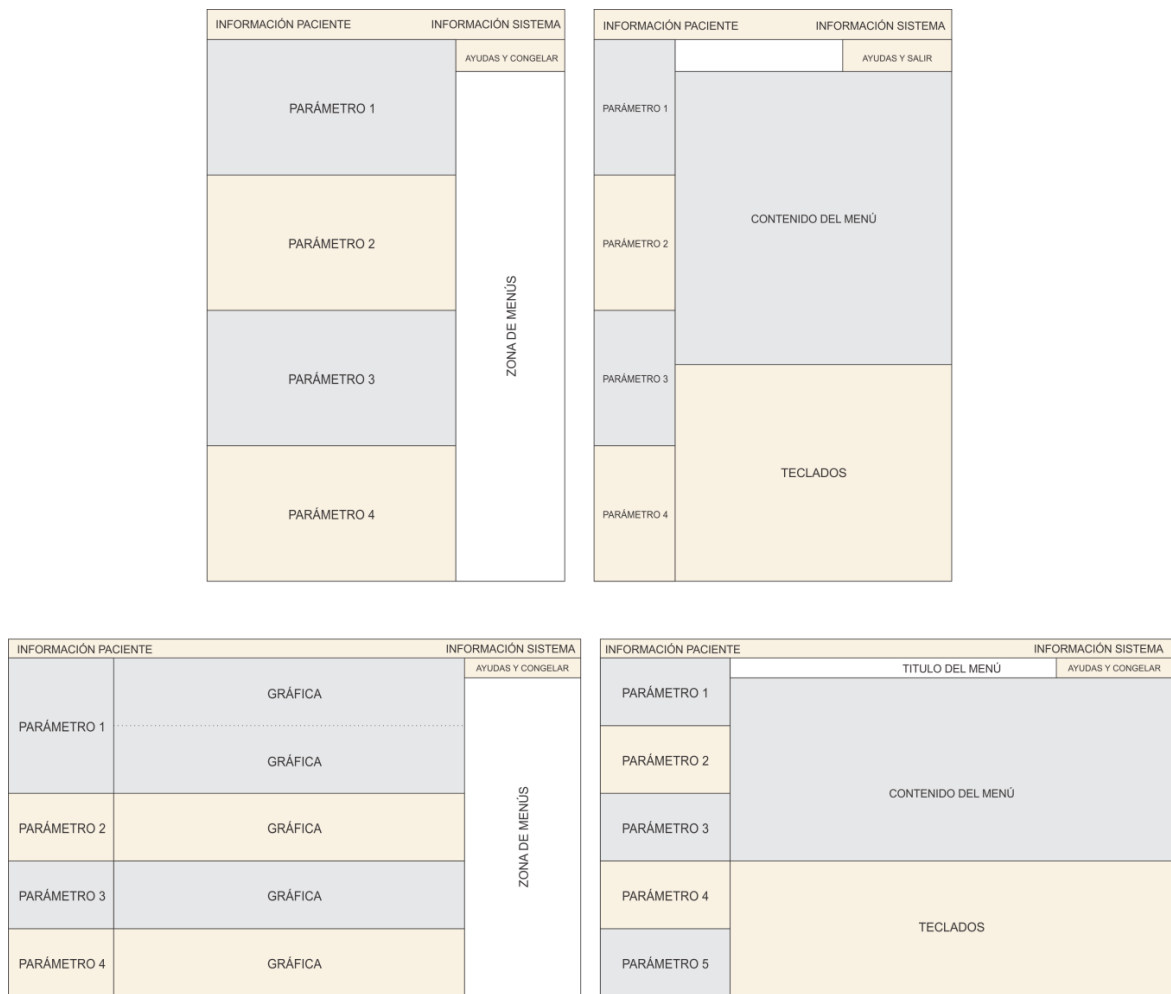
Figura 32. Bocetación de alternativas



3.1.2.2.1 Wireframe básica: Las siguientes estructuras son la base final de la cual dependerá la disposición de cualquier objeto que se desee agregar sobre la pantalla del monitor. Está dividida en áreas según su función buscando una linealidad de uso, jerarquía de información, y la eliminación de la obstrucción de información mientras se manipula.

Son dos tipos de configuraciones (horizontal y vertical) y en sí dos tipos de visualizaciones; una para cada tipo de usuario.

Figura 33. Wireframe Básica

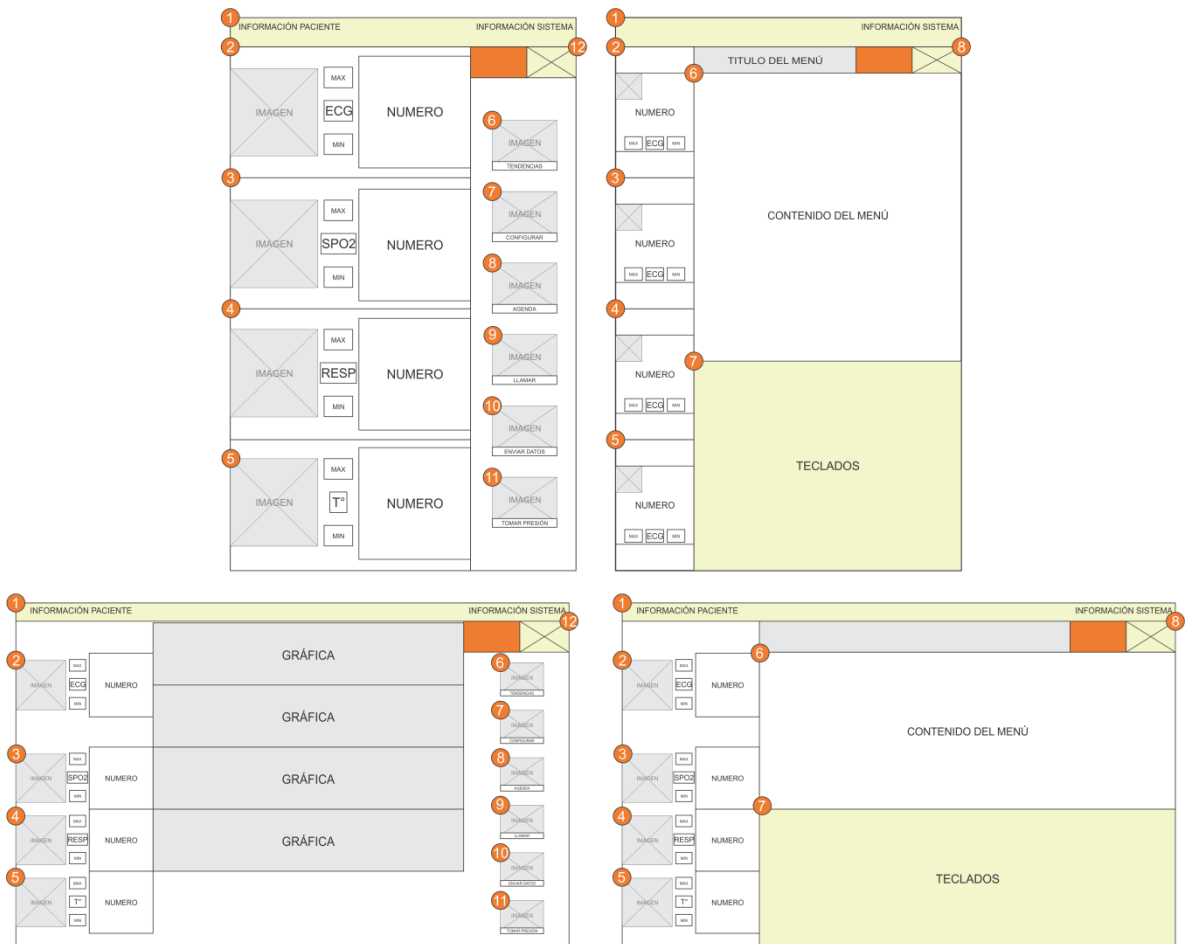


Fuente: Autor

En esta etapa mediante diferentes consultas e iteraciones se definieron no tres visualizaciones independientes accionadas todas desde un menú específico, sino dos complementarias que sirvan para cualquier tipo de usuario y que se accionen al girar la pantalla; esto con el fin de minimizar un menú y sintetizar las tareas, dándonos no solo espacio para aumentar la visualización en pantalla de los objetos sino también disminuir la cantidad de iconos que el usuario tiende a memorizar para su fácil recordación.

3.1.2.2 Wireframe específica: Esta retícula es un acercamiento basado en la estructura inicial que intenta delimitar y ubicar los objetos necesarios para la utilización de la interfaz, los cuales deben poder retroalimentar la información suficiente, para el entendimiento de los parámetros fisiológicos medidos y sus correspondientes menús.

Figura 34. Wireframe Especifica

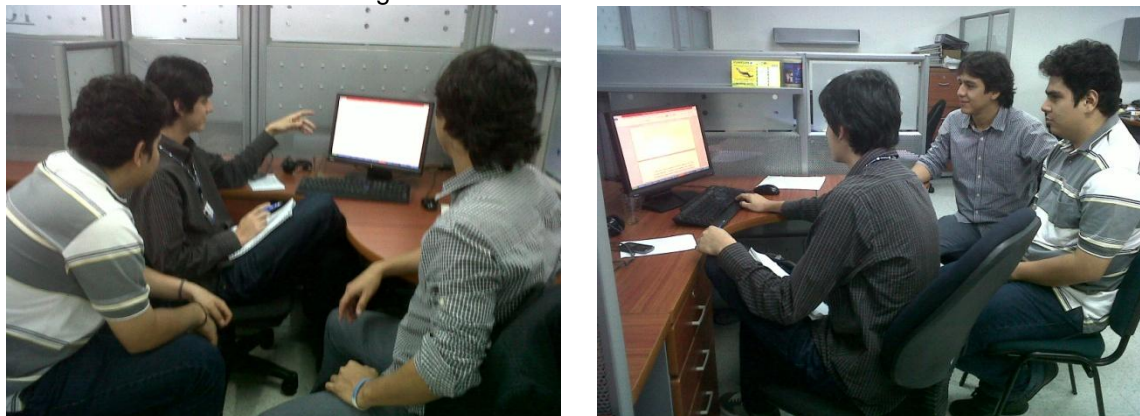


Fuente: Autor

A medida que el proceso va avanzando la iteración es repetitiva, y por lo menos solo para desarrollar la estructura fueron necesarias varias sesiones de socialización con el grupo de diseño y desarrollo que terminaron en correcciones. Se generaron 5 versiones de estructuras similares antes de lograr la anteriormente

mostrada. En esta surgieron cambios importantes que afectaron hasta ahora lo planteado y serán citados a continuación:

Figura 35. Reunión Interna de diseño



Fuente: Autor

Tabla 14. Correcciones de Diseño

#	Corrección	Mejora
1	Se eliminó una de las 3 interfaces ya que se consideró que la interfaz auxiliar no tendría nada que brindar y sí sería un gasto de memoria y procesador.	Se dejaron 2 interfaces, una vertical y otra horizontal las cuales se accionarán intercaladamente al girar la posición de la pantalla. Cada una de ellas será independiente y tendrá sus beneficios.
2	Los nombres de las interfaces ya no tendrán un usuario específico, sino solo vertical y horizontal.	Las dos visualizaciones se complementarán y servirán para cualquier tipo de usuario.
3	Se eliminó de la visualización de parámetros constante la Presión No Invasiva, debido a su ocasional utilización.	Al utilizarse parcial u ocasionalmente estaríamos desperdiciando un espacio importante. Al retirar este y ubicarlo en la barra de menús garantizamos mejor distribución de los elementos y un aumento en el tamaño de las gráficas y los números.
4	Agregar un comando de salir en cada uno de los menús internos (tendencias, llamar, configuración...).	Ubicarlos siempre en el mismo lugar. Simplifica el uso y evita que el usuario pierda la vista demorando la acción e identificándolo en un menú diferente cada vez.
5	Se definió de forma indispensable un botón de ayudas en cada uno de los pantallazos en los cuales el usuario activara una especie de tutorial.	Cada tutorial será una forma interactiva de cómo utilizar específicamente el monitor. A medida que se interactúa, el paciente va modificando sus datos y rangos para al final ver en pantalla sus parámetros en tiempo real.

Fuente: Autor

3.1.3 GUÍAS DE ESTILO: Es un documento que recoge normativas y patrones básicos relacionados con el "aspecto" de un interfaz para su aplicación en el desarrollo de nuevas "pantallas" dentro de un entorno concreto.

Conceptualmente, la interfaz de usuario descansa en 3 puntos:

- **Significado (qué):** Es la base de la interfaz. Recoge el contenido o información de la pantalla. Textos, campos de formularios, botones, menús, etc.
- **Comportamiento:** Trata el funcionamiento del interfaz. Cómo se comporta cuando un usuario envía un formulario (validaciones), hace clic en un enlace, se desplaza, etc.
- **Aspecto:** Apariencia final de un sistema: colores, tipografía, disposición de los elementos en pantalla (layout).

Las Guías de Estilo, generalmente se centran en el "Aspecto". Puntos como diseño y maquetación (colores, tipografías y píxeles), y apenas incluye criterios o casuística para aplicar en el proceso de diseño de interfaz ("Significado").

A menudo se confunde el término "guía de estilo" con una "guía de usabilidad" y un cambio de diseño lleva a definirse como "una nueva usabilidad". Hay personas que identifican "aspecto" y "usabilidad". Esto lleva a que dos aplicaciones puedan ser radicalmente opuestas en usabilidad cumpliendo ambas las pautas de una guía de estilo.

Poniendo por ejemplo un coche: Desde una perspectiva de "significado" un coche se adapta a un uso por sus características (carretera, familiar, pequeño, todoterreno, descapotable) y no por su color (aspecto)⁵⁵.

⁵⁵ WEB, http://www.webtaller.com/maletin/articulos/guias_estilo.php, Marzo de 2011 (página completa)

Identificar usabilidad y diseño equivale a decir:

-“Quiero un carro rojo”

-“Para que lo quieres? Carretera, montaña, niños...?”

-“Que más da?, que sea rojo.

Para que una Guía de Estilo pueda convertirse en un manual de usabilidad debería tocar puntos relacionados con "significado" ofreciendo criterios para, dentro de un estilo definido, seleccionar las características que se adapten al destino final de una aplicación (objetivos+usuarios+contexto)

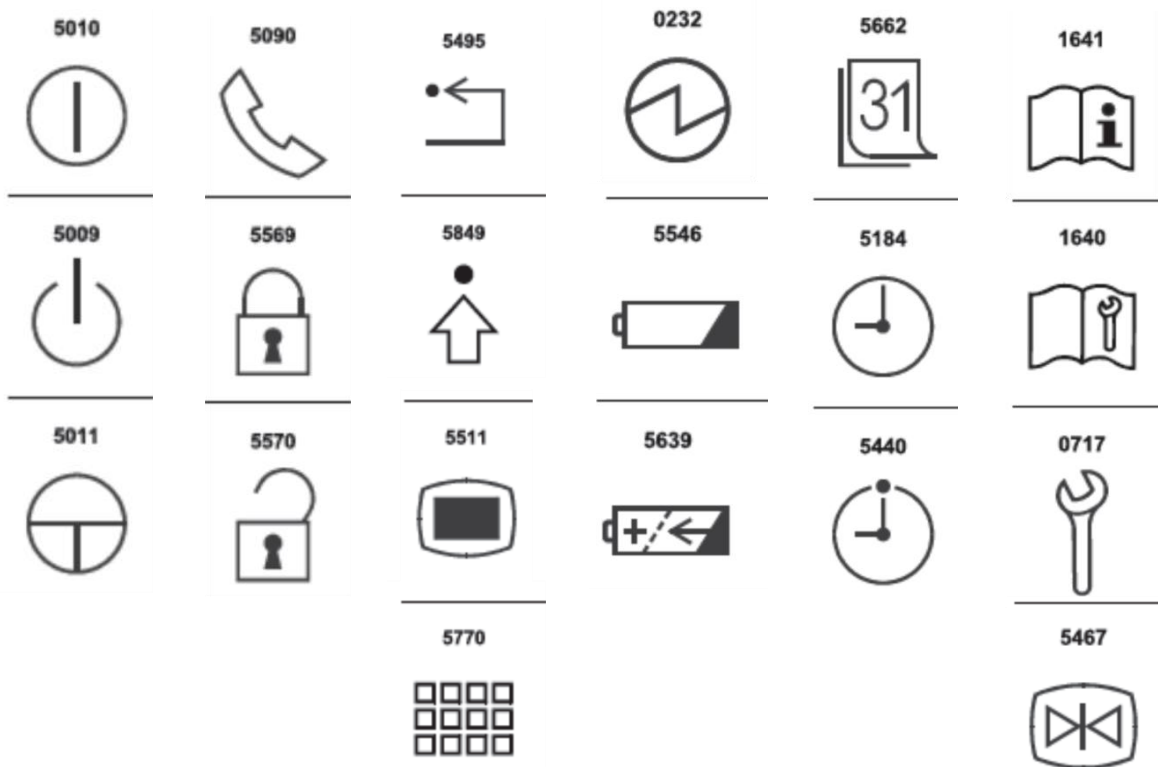
Una Guía de Estilo debería abordar la perspectiva del "significado" de la interfaz.

- **Usable:** invitar al uso. Debe integrarse de forma cómoda en el proceso de trabajo de un desarrollador dándole respuestas a situaciones propias dentro de la construcción de la interfaz de una aplicación.
- **Visual:** Huir del texto. Por experiencia, una Guía de Estilo no se usa, y esta probabilidad se reduce drásticamente cuando se basa en texto lo que lleva a una desactualización y abandono.
- **Educativa:** Rica en ejemplos aplicables y razonados que permitan desarrollar criterios mínimos de usabilidad y estética al personal técnico.
- **Actualizada:** Debe contener ejemplos útiles, actuales y materiales para su aplicación directa disponibles a través de repositorios⁵⁶.

⁵⁶ WEB, http://www.webtaller.com/maletin/articulos/guias_estilo.php, Marzo de 2011 (página completa)

3.1.3.1 Símbolos gráficos para prácticas de equipos médicos: Esta sección proporciona una recopilación de información técnica para una fácil identificación de símbolos gráficos (gráficos, títulos y descripción), y señales de seguridad para equipos eléctricos médicos basados en la norma ANSI/AAMI/IEC TIR60878/2003. Muchos de los símbolos de esta información técnica han sido utilizados en equipos por muchos años y serán familiares a expertos en el campo en cuestión, pero cuando el entendimiento no es el adecuado por la gran cantidad de simbología se tiene que someter al usuario a un entrenamiento de reconocimiento y validar el resultado⁵⁷.

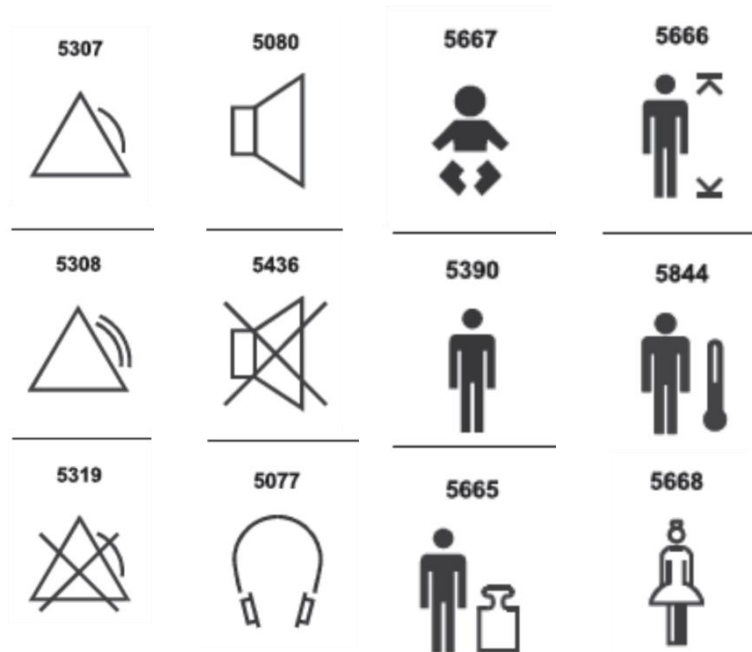
Figura 36. Símbolos gráficos para equipos médicos 1



Fuente: Graphical Symbols for Electrical Equipment in Medical Practice

⁵⁷ AAMI, Graphical Symbols for Electrical Equipment in Medical Practice, Sección: Introduction

Figura 37. Símbolos Gráficos para Equipos Médicos 2



Fuente: Graphical Symbols for Electrical Equipment in Medical Practice

- **Controles:**

5010. on/off: Para indicar conexión o no a la red, por lo menos para el uso en interruptores, y todos aquellos donde la seguridad está involucrada. Cada posición “ON”, “OFF” es una posición estable.

5009. Stand-by: Para identificar la posición del interruptor por medio del cual se cambia cierta actividad del equipo para dejarlo en condición de stand-by.

5011. on/off: Para indicar conexión o no a la red, por lo menos para el uso en interruptores, y todos aquellos donde la seguridad está involucrada. La posición de OFF es estable pero, ON solo se ejecuta mientras el botón están presionado.

5090. Teléfono/adaptador de teléfono

5569. Bloqueo: Para identificar en un control que una función está bloqueada o para mostrar el estado de bloqueo.

5570. Desbloqueo: Para identificar que una función está bloqueada o para mostrar el estado de desbloqueo.

5495. Regresar a un estado inicial

5849. Setup: Identifica el control que permite el acceso a la configuración básica de un producto o programa.

5511. Menú

5770. Teclado alfanumérico

- **Eléctricos:**

0232. Energía eléctrica: Significa alguna fuente de energía eléctrica, que esté conectado a un equipo que la genere o la necesite.

5546. Verificar batería

5639. Batería recargable: Determina los equipos que se utilizaran únicamente con baterías recargables, pilas o baterías.

- **Varios:**

5662. Fecha: Indica los controles con los cuales se modifican o se referencian las fechas.

5184. Reloj, temporizador o switch.

5440. Tiempo programable.

1641. Instrucciones de operación: Para consultar instrucciones de uso.

1640. Manual: Consultar instrucciones de mantenimiento.

0717. Mantenimiento

5467. Imagen congelada: Es el control que detiene la imagen para una observación más detallada.

- **Alarmas y audio:**

5307. Alarma general

5308. Alarma urgente

5319. Inhibir alarma

5080. Altavoz

5436. Silenciado

5077. Audífonos

- **Paciente:**

5667. Bebe

5390. Paciente

5665. Peso del cuerpo

5666. Estatura

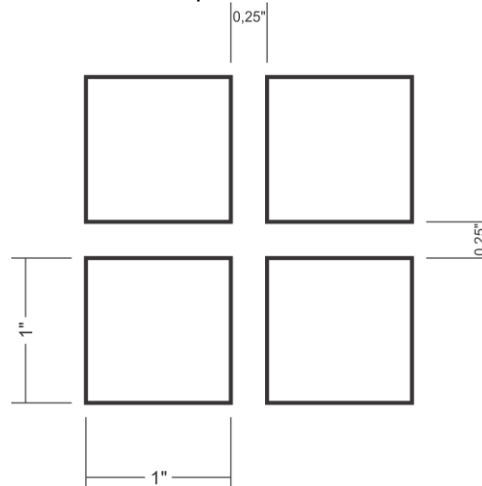
5844. Temperatura del cuerpo

5668. Enfermera

3.1.3.2 Touchscreens: AAMI

- **Tamaño y configuración:** El tamaño del botón y las separaciones de botones en una pantalla es similar a las establecidas en los controles en los cuales es necesario utilizar los dedos para seleccionar los objetos. El alto y el ancho de los objetos de pantalla debe ser de al menos 13 mm (0,5 pulgadas). El espacio en las zonas adyacentes debe tener al menos 6 mm (0,25 pulgadas). En general cualquier área destinada para la aplicación de botones en pantalla debe tener un espaciado de centros ideal no menos de 20 mm (0,8 pulgadas), y por supuesto debe estar evaluada desde la importancia y criticidad de la tarea⁵⁸.

Figura 38. Dimensiones ideales para áreas de activación en touchscreens



Fuente: AAMI, Human Factors

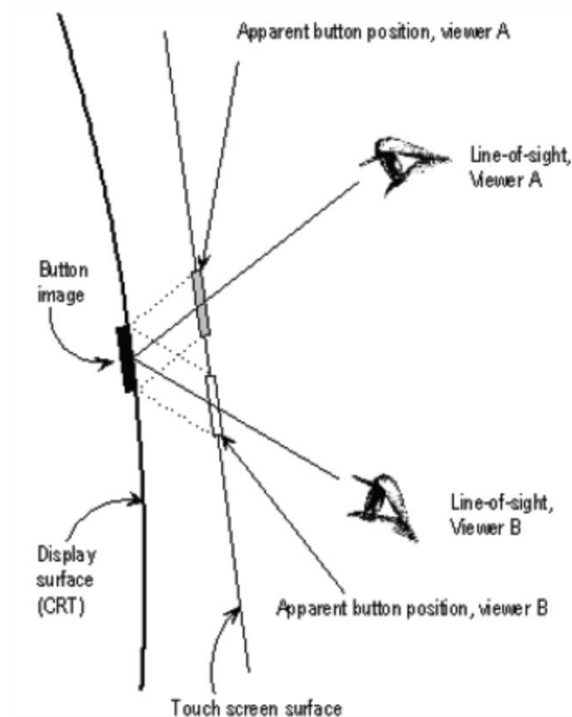
- **Shapes:** Formas cóncavas y convexas deben usarse para identificar el estado del botón⁵⁹.

⁵⁸, ⁵⁹ AAMI, Human Factors, section 18.3.2.2.2, pagina 275.

- **Etiquetado:** La colocación de las etiquetas y el nombre de los botones deben estar dentro de la zona palpable de este ya que así se mejora la usabilidad y los usuarios se sienten atraídos a tocarlos. Comúnmente las etiquetas que se encuentran próximos a zonas tangibles causan confusión y frustración, lo que conlleva a cometer errores⁶⁰.
- **Paralelismo:** Un problema común en las pantallas táctiles es el paralelismo, el cual es el culpable del desajuste entre la posición percibida de un objeto en una pantalla y la posición de la superficie de contacto del objeto. Es importante tener en cuenta el montaje en relación al ángulo de visión del usuario para poder reducir al máximo esa distancia entre la superficie táctil y la superficie de la pantalla. Cuando el paralelismo es inevitable la distancia entre objetos tiene que ser considerada al máximo⁶¹.

⁶⁰, ⁶¹ AAMI, Human Factors, section 18.3.2.2.2, pagina 275.

Figura 39. Error de paralelismo en dos posiciones diferentes



Fuente: AAMI, Human Factors

- **Activación:** Los botones de activación “up-triggers” son preferiblemente utilizados en comparación que los “down-triggers”. “Up-triggers” son aquellos en los cuales se hace presión sobre un botón en relieve pero la acción no se ejecuta hasta que el usuario no retire el dedo⁶².
- **Feedback:** Las pantallas táctiles en general deberían indicar mediante retroalimentaciones auditivas selecciones importantes. Estas retroalimentaciones son útiles para los usuarios con problemas visuales y para aquellos propensos a distraerse, pero se debe tener en cuenta la posibilidad de silenciar estas informaciones auditivas⁶³.

⁶², ⁶³ AAMI, Human Factors, section 18.3.2.2.3, pagina 277.

3.1.3.3 Estilo formal: Las características, elementos y en sí toda la formalidad que definen a una corriente estética y en sí a cada producto bien diseñado, hacen parte importante no solo del agrado visual sino también de su funcionalidad. La buena interacción entre el usuario y el producto, sea tangible o intangible (por medio de un elemento físico, de una información visual o auditiva), dependen tanto de su estilo para una correcta interpretación como de una excelente manipulación. Es por eso que para el diseño de la interfaz gráfica como de la carcasa del monitor se hace necesario tener en cuenta los requerimientos finales del usuario con los cuales se pueda establecer un estilo que lo ayude a definir tanto funcional como estéticamente.

Un ambiente médico y tecnológico como en el que se va a desarrollar este proyecto tiende a manejar características formales muy parecidas además de paletas de color sencillas y sobrias entre los productos desarrollados internacionalmente, esto es debido al entorno en el cual se manejan (hombres y mujeres vestidos con batas y atuendos completamente blancos, lugares con un silencio y una frescura inigualable, y una limpieza absoluta). Estas características me definen un esquema formal hacia lo que tiende el mercado actual.

Buscar formas lisas, ligeramente redondeadas, que sean mínimamente agresivas y sin elementos distractores hacen de un producto algo “transparente” y sincero frente al usuario, permitiendo entregar de la forma más sencilla y rápida el mensaje esperado. Logotipos, símbolos, y formas físicas tendrán que conservar características como estas. Además de esto, requerimientos de diseño como la fácil limpieza, la fácil comprensión de su interfaz, el contraste alto e interpretación básica de los símbolos con respecto del fondo, el rompimiento del arquetipo, la generación de una simplicidad al extremo hacen del producto altamente usable y entendible; formas básicas, colores claros contrastando con colores muy oscuros sumado a transparencias permiten al elemento caracterizarse entre dos corrientes muy fuertes explicadas a continuación.

3.1.3.3.1 Futurismo: Es un movimiento artístico creado en Italia en el primer decenio del siglo XX, naciendo como corriente artística y literaria que proclamaba un cambio total a la forma de ver la poesía, la arquitectura y por supuesto el diseño actual.

Figura 40. Conceptos Futuristas



Fuente: <http://www.doncb.com/2009/07/diseo-futurista-de-celular-por-el-diseador-ilshat-garipov/>

Hoy en día el diseño futurista se entiende o va muy relacionado con la superación del mismo diseño; es crear formas y detalles nuevos ajenos a lo que ha existido hasta el momento, romper con el pasadismo proponiendo estética y función. Es por eso que actualmente diseños de concepto se plasman en vitrinas, revistas y locaciones de diseño del mundo no como un elogio al gran diseño sino al reto que plantea para futuras generaciones; es un diseño que exige a la tecnología y al ambiente.

Figura 41. Blue bee phone y Digital Modus



Fuente: <http://www.concept-phones.com>, <http://www.digitalmodus.com>

Características:

- Exaltación de la originalidad.
- Estructuras del movimiento: tiempo, velocidad, energía, fuerza, etc.
- Contenido relacionado con el mundo moderno, las ciudades y los automóviles, su bullicio y dinamismo. Así como máquinas, deportes, guerra, etc.
- Utilización de formas y colores para generar ritmos.
- Colores resplandecientes
- Transparencias

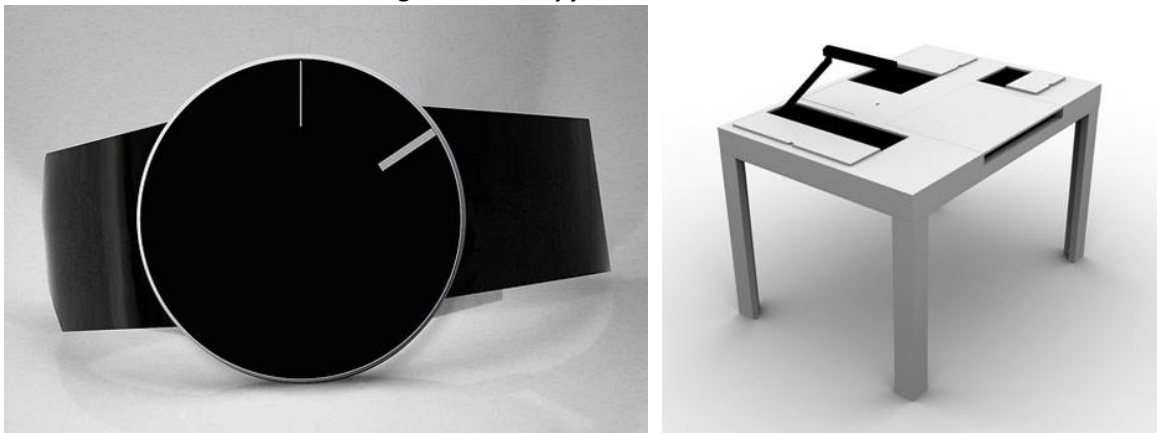
3.1.3.3.2 Minimalismo: Tiene sus inicios y orígenes en la Europa bajo las manos del arquitecto alemán Ludwing Lies Van Der Rohe y con la premisa de “menos es más”

Utilizar colores puros, asignarle importancia al todo sobre las partes, utilizar formas simples y geométricas realizadas con precisión mecánica, trabajar con

materiales industriales de la manera más neutral posible y diseñar sobre superficies inmaculadas definen este estilo en una palabra, “limpieza”⁶⁴.

El minimalismo le da gran importancia al espacio y a los materiales ecológicos centrandose su atención en las formas puras y simples. Otro de los aspectos que definen esta corriente es su tendencia a la monocromía absoluta en los suelos, techos y paredes haciendo que al final sean los accesorios los que le dan un toque de color al espacio. En un planteamiento minimalista destaca el color blanco y todas los matices que nos da su espectro. No hay que olvidar que el blanco tiene una amplia gama de subtonos⁶⁵.

Figura 42. Reloj y mesa minimalistas



Fuente: <http://tec.nologia.com/2008/10/02/reloj-minimalista-2-2/>

⁶⁴ WEB, http://artenihilista.blogspot.com/2010/01/arquitectura-minimalista_2521.html, Marzo de 2011

⁶⁵ WEB, <http://www.terra.com/casa/articulo/html/cas123.htm>, Marzo de 2011

Figura 43. Imac Apple



Fuente: <http://www.muycomputer.com/>

El término minimalista, en su ámbito más general, se refiere a cualquier cosa que haya sido reducida a lo esencial, despojada de elementos sobrantes. Es una traducción transliteral del inglés *minimalist*, que significa *minimalista*, o sea, que utiliza lo mínimo (*minimal* en inglés)⁶⁶.

Características:

- Abstracción.
- Economía de lenguaje y medios.
- Producción y estandarización industrial.
- Uso literal de los materiales.
- Austeridad con ausencia de ornamentos.
- Purismo estructural y funcional.
- Orden.

⁶⁶ WEB, <http://es.wikipedia.org/wiki/Minimalismo>, Marzo de 2011

- Geometría elemental rectilínea.
- Precisión en los acabados.
- Reducción y síntesis.
- Sencillez.
- Concentración.
- Protagonismo de las fachadas.
- Desmaterialización.

3.1.3.4 Diseño de la interacción: La interacción de un producto informático significa que el usuario, no el diseñador, controla la secuencia, velocidad y, lo más importante lo que mirar y lo que ignorar. Este es el punto de partida del diseño de la interacción: decidir exactamente dónde y cuándo darle control al usuario. La base de todo diseño de la interacción es comprender lo que el usuario quiere hacer en un momento dado.

En el proceso del diseño de la interacción se tiene que convertir el diagrama de flujo (que sólo muestra el contenido y la estructura) en un guión (que muestre las rutas y controles también), es decir transformar la información en una experiencia. Cuanto más control interactivo le proporcione a sus usuarios, más complejo será desarrollar el producto.

3.1.3.4.1 Orientación: Para proporcionarle orientación al usuario en un producto de información, las primeras pantallas deben indicarle lo que va a hacer, ver o experimentar. Lo que se necesita es un equilibrio de imágenes y palabras que proporcione suficiente guía como para ser útil sin necesidad de una cantidad excesiva de detalles. Los usuarios de productos informáticos quieren saber exactamente lo que hay en el producto y dónde encontrarlo.

3.1.3.4.1.1 Mapas de imágenes y metáforas: El primer lugar para orientar a los usuarios es la pantalla principal de navegación y su propósito es establecer el espacio conceptual por el que navegarán los usuarios. Cuando ese espacio está compuesto por imágenes que llevan a diferentes partes del contenido se le llama mapa de imágenes.

Un mapa de imágenes tiene dos propósitos: Las imágenes representan el contenido y también conducen a él. Para el diseñador la preocupación no deberá ser la creación de imágenes, sino definir los conceptos que introducirán a los usuarios al contenido.

La metáfora es un tipo especial de mapa de imágenes que ubica las imágenes en un contexto significativo, convirtiendo la información en un objeto, un lugar o un aparato que la gente ya utiliza fuera del entorno informático.

Las metáforas funcionales representan un nivel de interacción que se encuentra más a menudo en aplicaciones de software y multimedia de alta calidad, que en simples productos informativos. Aunque las metáforas de navegación funcionan bien en casi todos los productos.

3.1.3.4.2 Navegación: En muchos productos interactivos, la forma primaria de interacción del usuario es navegar por el contenido. Como consecuencia, la mayor parte del diseño de la interacción es en realidad diseño de la navegación: crear interfaces que le ayuden al usuario a comprender a dónde va, a dónde puede ir y cómo llegar a ese lugar.

Un diagrama de flujo de la información define la estructura de un producto, el siguiente paso es diseñar las rutas de acceso entre los temas y los controles con los que interaccionan los usuarios.

3.1.3.4.3 Utilización: Diseñar la utilización no es un paso del proceso de diseño de la interfaz; no es algo que haga una vez y en lo que no tenga que volver a pensar. Es parte constante del proceso de diseño.

Una interfase es intuitiva sólo si se comporta de la manera que la gente espera, y sólo puede hacerlo si el diseñador pudo anticipar las presunciones que se tendrían sobre el comportamiento del producto.

Los usuarios esperan que un Clic en el ratón les lleve a algún lugar o les muestre algo; querrán que los iconos que hayan visto en otros lugares hagan lo mismo que hacían en todos esos lugares. Esto no quiere decir que la interacción tenga que resultar familiar. Pero recuerde “el sentido común”, la claridad y simplicidad para dar el mensaje, evite la dualidad.

Un buen producto interactivo no le dificulta la navegación al usuario. No utiliza esquemas y símbolos de guía elaborados, ni intenta auto explicarse o dirigir las actividades del usuario, a menos de que este lo desee. Minimice los esfuerzos de su público.

Proporcione información clara de las respuestas del ordenador para no confundir al usuario, por ejemplo: un sonido de clic en respuesta a los clics del ratón, cambiando de color de inmediato, subrayar los elementos que han sido seleccionados o cosas así.

Haga obvios los elementos sobre los que puede hacer clic y sobre los que no. Los objetos que parezcan botones deberían funcionar como botones.

Los usuarios esperan encontrar atajos para saltarse cosas que ya han visto e ir directamente donde creen que está la acción. También esperan dejar de inmediato las cosas que no les interesan, haga que todos los medios (videos,

películas, sonidos, animaciones) se puedan interrumpir, facilite la salida del producto.

Los usuarios esperan que el producto les permita hacer lo que quieran, sin penalizaciones. No cree condiciones en las que el usuario debe hacer lo correcto para poder continuar.

3.1.3.4.4 Funcionalidad: El diseño de la funcionalidad significa especificar detalladamente lo que ha sido vago hasta este momento. También significa ver los detalles y el conjunto al mismo tiempo, mirar de cerca los controles individuales con los que interaccionan los usuarios y también el panorama de cómo funcionan todos los controles del producto en conjunto para finalmente probar diferentes respuestas hasta encontrar las que funcionen mejor en el guión.

Definir los controles interactivos no sólo lo que pasa en cada pantalla individual, sino el cómo: cómo llegan los usuarios a ese punto, cómo salen y todas las acciones que puedan hacer entre llegada y salida. La funcionalidad general del producto debería ser desarrollada como un sistema de partes bien integradas.

Resolver los problemas de organización, tratar las principales inconsistencias inherentes al contenido. La consistencia en todas las formas de comportamiento de un producto hacen que la experiencia de utilizarlo sea más intuitiva y permite que los usuarios tengan que aprender el menor número posible de comportamientos nuevos.

Cada decisión individual que entra en la definición de los controles con los que interaccionan los usuarios es parte del diseño de la funcionalidad.

3.1.3.5 Alternativas de estilo: Dentro del grupo multidisciplinar de la Fundación Cardiovascular liderados desde el aspecto funcional de producto por los diseñadores presentes en el proceso, se definieron ciertos parámetros y requisitos de una metodología auxiliar con el fin de mejorar el desarrollo creativo del futuro monitor. Es por esto que como se muestra inicialmente en el diagrama de resumen de la etapa se especifica paso a paso cada parte; entre ellas como antes de poder empezar a generar una guía de estilo completa con la cual el MSV será implementado, es necesario considerar 3 propuestas que se acomodaran a requisitos propios de wireframe, de tendencia, así como a la usabilidad y los requerimientos de usuario.

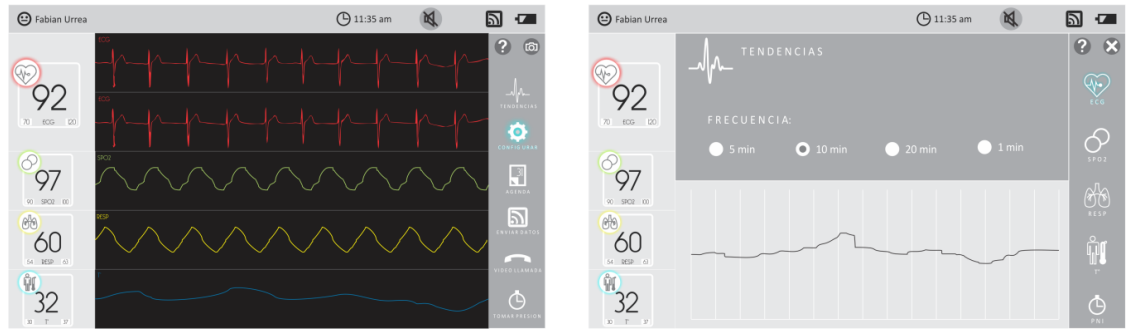
3.1.3.5.1 Estilo 1:

Figura 44. Propuesta 1 Interfaz Vertical



Fuente: Autor

Figura 45. Propuesta 1 Interfaz Horizontal



Fuente: Autor

3.1.3.5.2 Estilo 2:

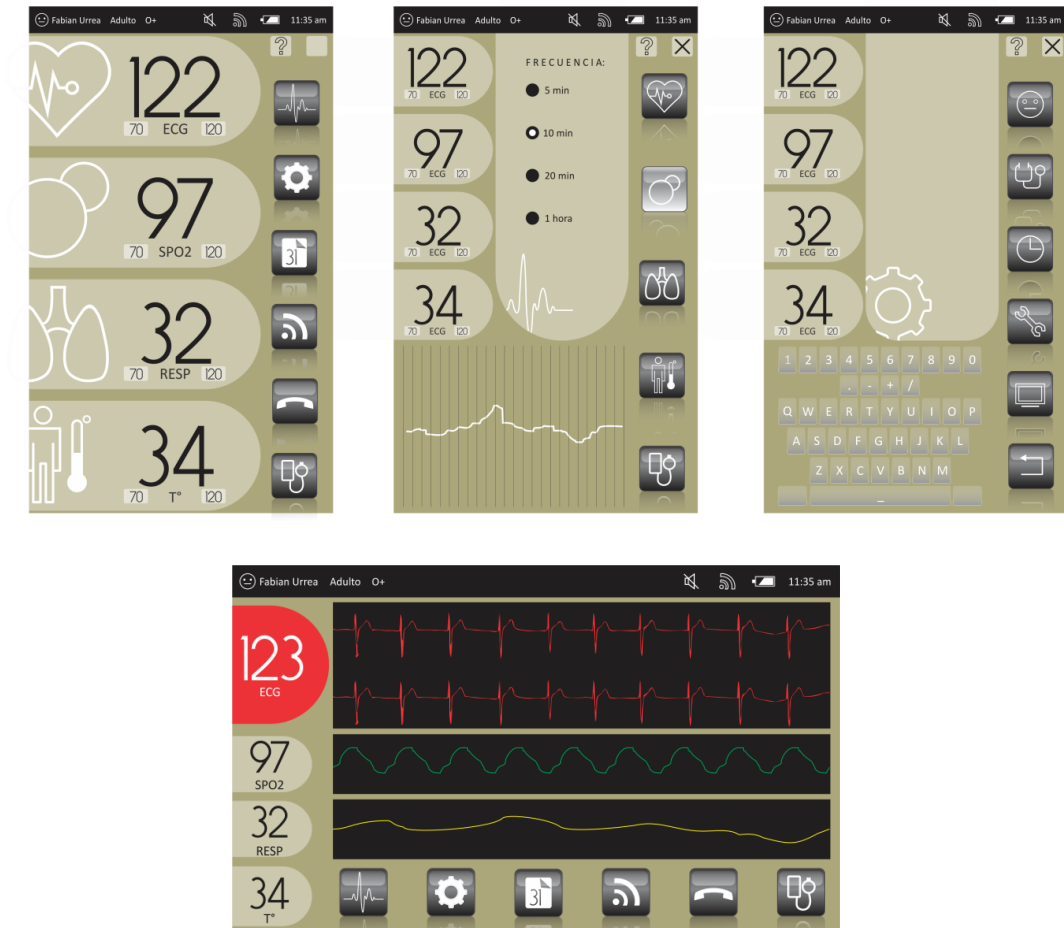
Figura 46. Propuesta 2 Interfaz



Fuente: Autor

3.1.3.5.3 Estilo 3:

Figura 47. Propuesta 3 Interfaz



Fuente: Autor

Al haber definido la estructura previa para poder empezar a generar los estilos gráficos de cada una de las propuestas, el equipo de diseño garantizaba que las tres anteriores mantuvieran el mismo formato y por decirlo de alguna manera la misma secuencia de uso; de esta forma a un nivel bajo de diseño (diseñador senior y diseñador junior), se definió por gusto propio el estilo final con el cual el monitor será evaluado, primeramente por el equipo completo de diseñadores expertos de la FCV repartidos en distintas áreas, seguido por usuarios reales y personal auxiliar como médicos y enfermeras. El estilo 2 fue elegido como concepto a someterse a validaciones y verificaciones de usuario.

3.1.3.6 Método de diseño paralelo: El diseño paralelo se incluye en las técnicas de selección y priorización. Su objetivo es seleccionar las alternativas de diseño más viables y atractivas al equipo de diseño, teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios.

La base de su desarrollo parte de la idea del trabajo coordinado de expertos en el desarrollo de productos. El objetivo que persigue es desarrollar y evaluar diversas ideas antes de escoger una única aproximación, constituyendo un primer prototipo.

3.1.3.6.1 Reunión de expertos:

3.1.3.6.1.1 Descripción: Reunión de expertos los cuales interactúan, evalúan y sugieren características de mejoramiento estético y funcional de la interfaz del MSV home care.

3.1.3.6.1.2 Objetivo general: Fortalecer mediante cuestionamientos y sugerencias de personas hábiles en la disciplina del diseño industrial y el diseño de software, las características de usabilidad que presenta el producto.

3.1.3.6.1.3 Objetivos específicos:

- Mediante una pequeña y previa interacción al conocimiento del proyecto por parte de los diseñadores reunidos, hacer una evaluación intuitiva de la interfaz gráfica.
- Exponer generalmente los objetivos y características del proyecto al grupo de diseñadores con el fin de introducirlos en el contexto.
- Mediante un checklist y basados en los requerimientos previamente definidos evaluar la propuesta gráfica.
- Recibir, cuestionar y analizar características de uso y de estilo por parte de todo el grupo presente.

3.1.3.6.1.4 Usuarios:

Todo el personal relacionado con el diseño dentro de la Fundación Cardiovascular de Colombia pertenecientes a áreas específicas como la de Bioingeniería, Comunicaciones y Soft.

3.1.3.6.1.5 Metodología:

Se reunirán 6 personas expertas en el área del diseño y que actualmente son participantes y trabajadores dentro del Centro Tecnológico y Empresarial de la FCV. La reunión se llevara a cabo en una sala de juntas en la cual se manejara el siguiente material:

- Impresión grafica de pantallazos
- Lapiceros
- Computador portátil
- Pantalla
- Checklist
- Cámara digital

3.1.3.6.2 Diseño de la herramienta: Ejercicio de evaluación intuitiva

IMAGEN 1-DISEÑO PARALELO

1. Divida la interfaz en áreas o regiones como usted considere necesario encerrando cada una de ellas dentro de un cuadrado.
2. Clasifique cada zona anterior según su importancia con un número en su interior, donde 1 es el más importante.
3. Identifique que elementos son botones y enciérrelos en un círculo.
4. Identifique que elementos son editables y enciérrelos en una nube.

Figura 48. Imagen Inicial Diseño Paralelo



Fuente: Autor
137

3.1.3.6.3 Checklist-Expertos:

Teniendo en cuenta las imágenes anteriormente observadas, la introducción y la socialización por parte de los desarrolladores del sistema de interfaz por favor coloque una X en frente de cada requerimiento según su criterio.

Tabla 15. Checklist, Diseño paralelo

#	Requerimiento	SI	No
1	La interfaz es de estructura ramificada		
2	La interfaz no contiene más de 3 niveles de profundidad		
3	Los menús no contienen más 9 ítems		
4	La interfaz esta en lenguaje español		
5	La interfaz muestra al menos 3 curvas simultáneas de parámetros		
6	La interfaz contiene alarmas visibles		
7	La interfaz tiene una distancia entre botones adecuada		
8	La interfaz muestra curvas de parámetros fisiológicos		
9	La interfaz muestra parámetros numéricos de signos vitales		
10	En la interfaz se identifica claramente un menú		
11	El menú muestra tendencias		
12	El menú muestra una opción de configuraciones		
13	El menú muestra opciones de soporte técnico		
14	El tamaño de la fuente en general es legible a la distancia a la que usted acostumbra a leer		
15	La información numérica de los parámetros se destaca más que la información de las curvas		
16	Existe una agrupación Funcional de botones y controles		
17	Son adecuadas las dimensiones de la pantalla para su visualización e interacción.		
18	El estilo grafico de la interfaz es futurista y minimalista.		
19	El estilo visual da la sensación de estar bien construido y de ser seguro.		
20	La Interfaz gráfica es llamativa		
21	La información mostrada es clara		
22	La información es de alto contraste y de gran nitidez		

Fuente: Autor

3.1.3.6.4 Aplicación de la herramienta:

La reunión de expertos se llevó cabo dentro de la institución y con la presencia de 6 expertos más, por fuera de los desarrolladores del sistema.

Figura 49. Registro de asistencia, reunión de diseño paralelo

Organización	Título	Proceso
Fundación Cardiovascular de Colombia	REGISTRO DE ASISTENCIA	GESTIÓN DE TALENTO HUMANO
Unidad Empresarial: Área		Código
Dirección de Desarrollo Organizacional	Desarrollo de Personal	Version
		R-0TH-2028 3

DPTO. O: _____
 SERVICIO: BIOINGENIERIA
 FECHA: 3/05/2011
 TEMA TRATADO: EVALUACION DE DISEÑO PARALELO
 ESTABA PROGRAMADO: SI: X NO: _____ DURACIÓN: 1 HORA _____
 FACILITADOR O EXPOSITOR: FABIAN URREA

#	Nombre del Trabajador	Cargo	Firma
1	Diego Amaya	DISEÑADOR INDUSTRIAL	DA
2	Eugenio Sarmiento C	DISEÑADOR INDUSTRIAL	ES
3	Laura Duarte	DISEÑADORA GRAFICA	LD
4	Leonardo Sánchez Angón	DISEÑADOR INDUSTRIAL	LS
5	Liddy Hernández Estupíen	DISEÑADORA INDUSTRIAL	LH
6	Vladimir Salamanca A.	Arq. de Software	VS
7	Miguel/Rojas Martínez	DISEÑADOR INDUSTRIAL	MR
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

CONCLUSIONES:

OBSERVACIONES:

Aprobado por: Coordinadora de Desarrollo de Personal Fecha aprobación: 09/02/07 Copia Controlada Hoja 1/2

Fuente: Autor

Tabla 16. Grupo de Diseño Paralelo FCV

#	Nombre	Cargo	Área
1	Diego Amaya	Diseñador Industrial	Bioingeniería
2	Eugenio Sarmiento	Diseñador Industrial	Comunicaciones
3	Laura Duarte	Diseñadora grafica	Comunicaciones
4	Leonardo Sánchez	Diseñador Industrial	Software
5	Liddy Hernández	Diseñadora Industrial	Software
6	Vladimir Salamanca	Arq. De software	Software
7	Miguel Rojas	Diseñador Industrial	Bioingeniería
8	Fabián Urrea	Diseñador Industrial	Bioingeniería

Fuente: Autor

Figura 50. Evaluación Intuitiva, diseño paralelo



Fuente: Autor

Figura 51. Socialización, diseño paralelo



Fuente: Autor

3.1.3.6.5 Análisis de resultados:

Durante la reunión de expertos, se desarrollaron las tareas tal cual como se habían programado haciendo caso al cumplimiento y protocolo.

Al finalizar la sesión se hizo el respectivo análisis tanto de las checklist como de las evaluaciones intuitivas en donde encontramos una muy alta similitud en las respuestas y conclusiones. En las observaciones de prioridad y ubicación de botones, elementos editables y regiones específicas de menús, los diseñadores estuvieron en un rango entre el 75 y 80% de coincidencia con la intención inicial que se tenía de percepción de interfaz; es decir la lectura se hizo de una forma muy similar a la intención para la que fue diseñada. Esto es un valor agregado al buen trabajo y al desarrollo de los objetivos dentro del proyecto ya que ese 20 o 25% restante podría minimizarse con el periodo de aprendizaje (que debiera ser muy corto en este caso) que debe tener todo producto y sobre todo cualquier software.

Figura 52. Respuestas de usuario frente a la Evaluación Intuitiva



Fuente: Autor

Como respuesta al checklist las respuestas fueron unánimemente contestadas con **SI** en un **100%** validando en un primer acercamiento los requerimientos referentes a la interfaz.

Tabla 17. Sugerencias, Diseño paralelo

#	Sugerencia	Traducción
1	Intentar mejorar y definir el símbolo de “enviar datos” para que no se parezca al de RSS. Quizás solo cambiándolo de posición.	Reconsiderar y validar la comprensión del símbolo con los usuarios reales.
2	Dispositivos grandes y muy delgados se tienden a agarran con las dos manos. Son incómodos.	Evaluar las dimensiones y la forma de asir antes de fabricarlo. Agarres naturales.
3	La disposición y ubicación de los botones es perfecta.	Validarlo con usuarios reales
4	Siempre mantener los texto debajo de los botones (símbolo + texto)	Validarlo con usuarios reales
5	Redefinir los rangos visibles, ya que algunos diseñadores los tomaron como botones.	Trabajo gráfico y visual de percepción para los rangos.
6	Hacer una diferenciación de color o de forma sin perder la esencia, entre menús y submenús.	Trabajo gráfico y visual de percepción para los submenús.
7	Reemplazar el símbolo de la cámara por unas barras de pause.	Reemplazar el símbolo de la cámara por unas barras de pause.
8	Mantener siempre la misma ubicación para los botones de salir, ayuda, y congelar imagen.	Al girar la pantalla reducir proporcionalmente los tamaños para que no se sobrepongan los objetos. Lo que único que se adiciona son las gráficas.
9	Usar teclados emergentes	Aprovechar toda la pantalla y únicamente utilizar teclados emergentes cuando oprima algo editable.
10	Considerar el contraste entre los botones y el degrade del fondo.	Validar con usuarios las características de cada botón a medida que el color del fondo hace la transición por el degrade.
11	Ligar de alguna forma cada información media con la información derecha de pantalla.	Mediante un “/” en el título de sección identificar en específica estoy me encuentro. (tendencias/ECG)

Fuente: Autor

3.1.4 COMPROBACION:

El proceso de traducción de necesidades para la interfaz ha llegado hasta este punto donde se hace necesaria e indispensable la actuación del usuario. En una etapa inicial, el agente principal entró como encuestado en una prueba donde se pretendía conocer sus necesidades frente al producto y la generación de una nueva idea, apoyado por la norma y los intereses de la empresa; así se definieron los requerimientos generales del proyecto y se inició la parte creativa de concepto donde se supone deberían estar todos los elementos disponibles para lograr la satisfacción tanto funcional como estética de un producto.

En este momento después de estar generado el “concepto”, después de haber sido valorado y corregido en ciertas funciones específicas por expertos, solo el usuario real es quien puede validar y permitir su avance en el desarrollo del mismo. Siendo una parte tan importante, a continuación se documentan y detallan los procesos metodológicos que fueron utilizados para la evaluación y mejoramiento de la usabilidad.

3.1.4.1 Método de creación de escenarios:

3.1.4.1.1 Descripción: Encuentro entre usuario-diseñador en el cual se simula, se prioriza y se evalúa la calidad de la información determinada así como también se visualiza y se manipula (simulación).

3.1.4.1.2 Objetivo General: Evaluar la correcta traducción de requerimientos de navegación e información mediante la parte visual, formal, coherente y simbólica de la interfaz.

3.1.4.1.3 Objetivos específicos:

- Mediante una pequeña secuencia de imágenes y preguntas de indagación, hacer una evaluación intuitiva.

- Explicar mediante imágenes (storyboard) la configuración y funcionalidad básica del sistema así como la información contenida para el mismo (EI).
- Evaluar cuantitativamente valores de Intuitividad, estética y nitidez por medio de preguntas de un formato de calificación.
- Recibir, cuestionar y analizar características de uso y de estilo por parte del usuario, mediante preguntas abiertas.

3.1.4.1.4 Usuarios:

Todo el personal que tendrá un contacto directo con el producto; es decir los 3 tipos de usuarios definidos anteriormente: Primarios (paciente), Secundario (Auxiliar), Terciario (soporte técnico).

3.1.4.1.5 Metodología:









Se reunirán 5 personas auxiliares del instituto del corazón FCV, 3 personas del área de producción del CTE (centro tecnológico empresarial), y 3 personas comunes y corrientes que representaran a los pacientes, los cuales sumaran entre ellos un total de 11 encuestados. Se les indagara individualmente a cada uno de ellos en sesiones de 15 minutos aproximadamente.

Para el desarrollo de la prueba será necesario del siguiente material de trabajo:

- Story Board (digital)
- Estructura de la información impresa
- Formatos de preguntas impresos
- Cámara Digital
- Lapiceros
- Hoja de apuntes

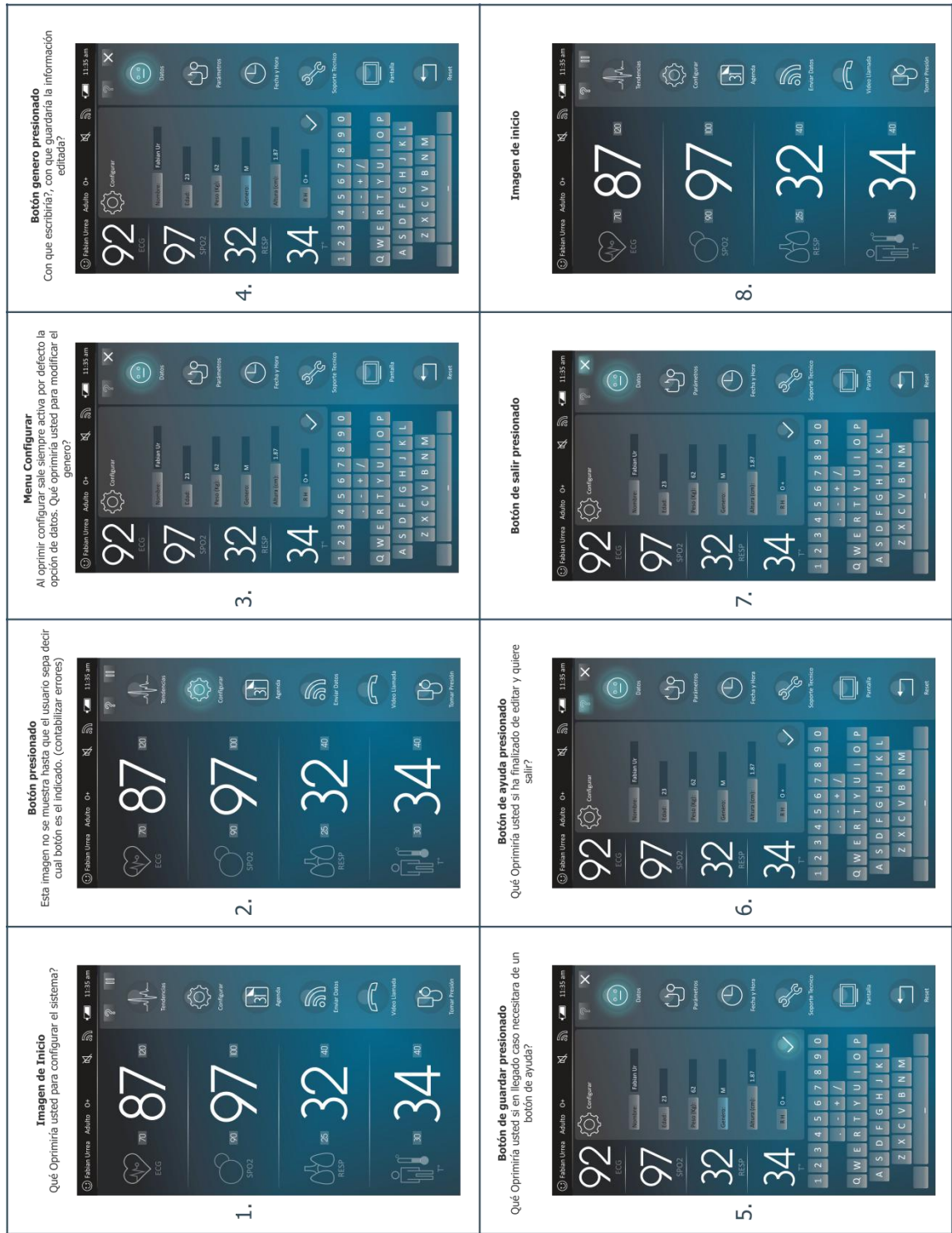
3.1.4.2 StoryBoard:

Figura 53. StoryBoard 1 para prueba de usuarios

<p>Imagen de Inicio Qué Oprimirá usted si quisiera una gráfica de resumen de los parámetros?</p>  <p>1.</p>	<p>Botón presionado Esta imagen no se muestra hasta que el usuario sepa decir cual botón es el indicado. (contabilizar errores)</p>  <p>2.</p>	<p>Menu Tendencias Al oprimir tendencias sale siempre activa por defecto la opción de ECG en 10 min. Qué oprimirá usted si quisiera ver graficas de otro parametro?</p>  <p>3.</p>	<p>Menu Tendencias-RESP Qué oprimirá usted para cambiar el rango de la grafica?</p>  <p>4.</p>
<p>Identificar Botón de ayuda Qué Oprimirá usted si necesitara ayuda por parte del software?</p>  <p>5.</p>	<p>Botón de ayuda presionado Qué Oprimirá usted si ha finalizado su observación y quiere salir?</p>  <p>6.</p>	<p>Botón de salir presionado</p>  <p>7.</p>	<p>Imagen de inicio</p>  <p>8.</p>

Fuente: Autor

Figura 54. StoryBoard 2 para prueba de usuarios



Fuente: Autor

3.1.4.3 Diseño de herramienta: Formato de preguntas

Dos formatos sencillos de preguntas se han establecido, uno para cada uno de los storyboards anteriores, con el fin de que a medida que se vaya desarrollando la prueba y el diseñador vaya mostrando paso por paso la secuencia lógica de imágenes pueda ir registrando el número de errores que el usuario comete. La poca repetición de intentos para acceder a lo que se le pide refleja el buen diseño de interfaz en una primera instancia, y por el contrario mientras más intentos haga el usuario sin tener una correcta respuesta repercutirá en serios cambios de uso al concepto.

Tabla 18. Preguntas Storyboard 1

N°	Preguntas-Story Board 1	N° intentos		
		1	2	3
1	¿Qué oprimiría ud si quisiera ingresar fechas especiales, citas y recordatorios?			
2	¿Qué oprimiría ud si quisiera ver graficas?			
3	¿Qué oprimiría ud si quisiera ver graficas de otro parámetro?			
4	¿Qué oprimiría ud para cambiar el rango de la gráfica?			
5	¿Qué oprimiría ud si necesitara ayuda por parte del software?			
6	¿Qué oprimiría ud si ha finalizado su observación y quiere salir?			

Fuente: Autor

Tabla 19. Preguntas Storyboard

N°	Pregunta-StoryBoard 2	N° Intentos		
		1	2	3
1	¿Qué oprimiría ud para editar los parámetros generales del sistema?			
2	¿Qué oprimiría ud para modificar la información?			
3	¿Con que escribiría y con qué guardaría la información modificada?			
4	¿Qué oprimiría ud si necesitara ayuda por parte del software?			
5	¿Qué oprimiría ud si ha termino de editar y quiere salir?			

Fuente:Autor

3.1.4.3.1 Formato de ayuda: Preguntas abiertas

Una vez finalizada la prueba de evaluación mediante la cual, además de introducir al usuario en un posible funcionamiento de la interfaz también se le evaluara su respectiva intuitividad y se procederá a indagar de una manera abierta y a forma de entrevista cada una de las siguientes preguntas. El formato cumple la función de ayudar al diseñador guiándolo dentro de un tipo de entrevista, haciéndolo enfatizar en las variables específicas propias del diseño de concepto, las cuales han sido traducidas a un lenguaje común para el entrevistado.

Tabla 20. Formato de preguntas abiertas basado en variables específicas

Nombre de variable	Definición ¿qué significa?	Elemento a calificar	Pregunta al usuario (si/no)+por qué?	Observaciones
Intuitividad	Facultad de comprender las cosas instantáneamente	Icono ECG	Reconoció fácilmente el significado del icono ECG?	
		Icono SPO2	Reconoció fácilmente el significado del icono SPO2?	
		Icono RESP	Reconoció fácilmente el significado del icono RESP?	
		Icono T°	Reconoció fácilmente el significado del icono T°?	
		Menú	Reconoció fácilmente cual era el menú? Lo puede indicar?	
		Información General	Reconoció fácilmente cual era la barra de información? Lo puede indicar?	
		Indicador de parámetros	Reconoció fácilmente cual era el área de indicador de parámetros? La puede indicar?	
Legibilidad	Que se puede leer	Letras	Puede leer las letras más pequeñas sin esfuerzo?	
Estética	Armonía y apariencia agradable a la vista, que tiene alguien o algo desde el punto de vista de la belleza.	Interfaz en general	Le parece que el estilo usado es apropiado y agradable a la vista para un dispositivo medico de esta era?	

Fuente: Autor

3.1.4.4 Aplicación de la herramienta:

Figura 55. Creación de escenarios, Telemedicina



Fuente: Autor

Figura 56. Creación de escenarios, Auxiliares



Fuente: Autor
 Tabla 21. Muestra, Creación de escenarios

#	Nombre	Cargo	Área
1	Patricia Santacruz	Auxiliar de enfermería	Pediatría
2	Claudia Jaimes	Auxiliar de enfermería	Hospitalización 10 piso
3	Laura Martínez	Auxiliar de enfermería	Neonatología
4	Andrea Leal	Auxiliar de enfermería	Hospitalización 8 Piso
5	Sandra Guevara	Auxiliar de enfermería	Hospitalización 8 Piso
6	Miguel Jurado	Jefe de Producción	Bioingeniería
7	Miguel Ruiz	Tecnólogo Producción	Bioingeniería
8	Javier Rubiano	Tecnólogo Producción	Bioingeniería
9	Lina Duque	Usuario	***
10	Wilmer Niño	Usuario	***
11	Ferley Sierra	Usuario	***

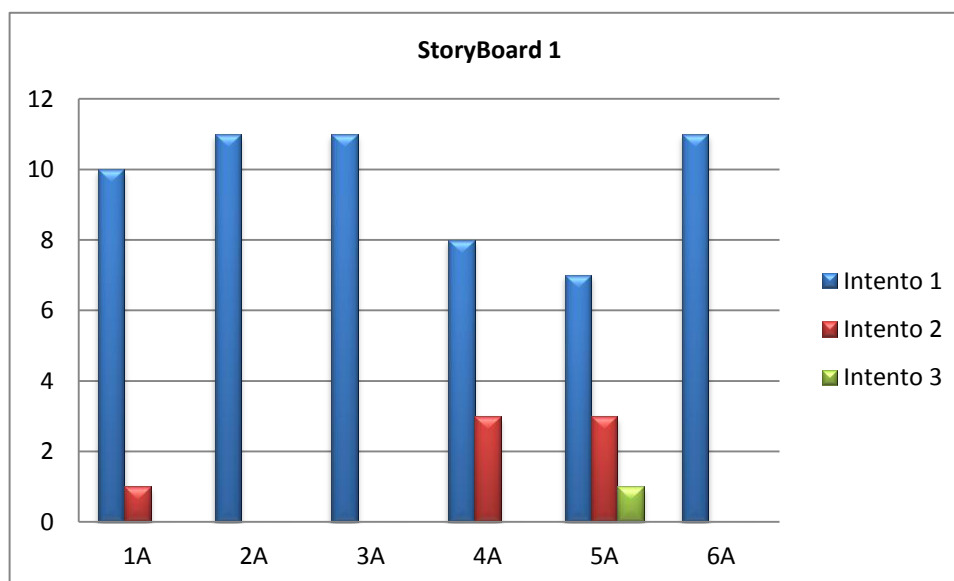
Fuente: Autor

3.1.4.5 Análisis y tabulación de resultados:

A diferencia de la comprobación de diseño paralelo empleada anteriormente, esta prueba de concepto y evaluación intuitiva pretende tener prioridad sobre los conceptos y opiniones de los directos implicados en el uso del producto (enfermeras, pacientes, personal producción). Lo que se hizo con los diseñadores fue validar una serie de requerimientos y funciones básicas de usabilidad planteadas, que debieran estar implícitas en el desarrollo del MSV HC para el correcto funcionamiento y la posterior satisfacción del usuario, con el fin de que el mismo creador o diseñador de la interfaz no pudiese ser juez y parte en el proceso.

A continuación se muestran las tabulaciones de la prueba intuitiva, y el resumen de los cambios a efectuar. Cada uno de los requerimientos presentados dentro de la tabla de cambios se someterán a una evaluación a nivel de diseño donde el criterio de uso y experiencia del personal deberá poder restringir entre lo que se puede aplicar y lo que no.

Figura 57. Resultados Evaluación Intuitiva, StoryBoard 1

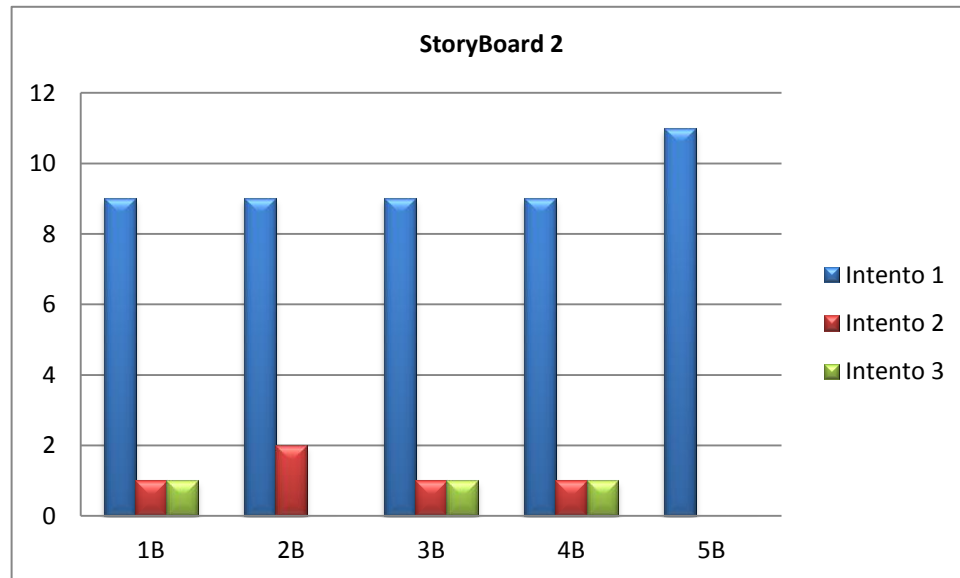


Fuente: Autor

La grafica muestra una tendencia amplia hacia una buena intuitividad a pesar de ser un desarrollo de concepto. Solo hubo dos características relevantes dentro del primer registro intuitivo que genero el diseñador, y fueron:

- Tres personas mal interpretaron la pregunta en la cual se les especificaba modificar el rango de la gráfica, debido a que al área media (área de editable de 2do pantallazo) no parecía que pudiese ser táctil como lo demás.
- Cuatro personas confundieron el botón de ayuda del software manifestando la poca visibilidad de este. Algunos dijeron que debería estar más visible por color, por tamaño, o incluso por una etiqueta. Un aspecto a resaltar es que a pesar de que 7 personas en el primer intento supieron cual botón oprimir, la totalidad de ellos se demoró bastante en reconocerlo o incluso dudaba en hacerlo.

Figura 58. Resultados Evaluación Intuitiva, StoryBoard 2



Fuente: Autor

En la segunda evaluación intuitiva se dieron resultados similares y era de esperarse ya que el usuario tuvo un periodo corto de enseñanza y explicación de cómo se manipularía la interfaz a futuro. Lo que realmente importa en esta fase no es cuantificar en términos de porcentajes los resultados debido a que las muestras son demasiado pequeñas para ser consideradas, sino hay que resaltar la indagación que se hizo con cada uno de ellos basándose en las preguntas. A continuación se muestran unas sugerencias relevantes para el rediseño del sistema:

- Es de vital importancia hacer que la parte editable de los submenús quede claramente definida, muchos de ellos se tardaron mucho tiempo en saber que aquella parte era donde debían oprimir para modificar los datos personales. Algunos recomendaron al igual que los diseñadores, ligar de alguna forma el menú con el submenú, es decir: **“Tendencias/ECG”**.

- Para validar la información (botón de OK) de cada submenú “configurar” los 11 entrevistados dudaron en donde oprimir. Recomendaron dejarlo más visible o de otro color (quizás verde como aparecen comúnmente).
- Todo el personal auxiliar de enfermería considero necesario que los rangos aparezcan en todas las visualizaciones y no solo en la inicial como actualmente se muestran.
- Redefinir la percepción formal y grafica de los rangos en primera pantalla, porque tanto los diseñadores como los usuarios al finalizar las evaluaciones manifestaron que eran elementos editables. Si se dejan tal cual están, **deben** ser botones (así los interpretaron) pero si cambia su formalidad, disposición y características es posible que puedan mostrarse como dos números de información no táctiles.

Tabla 22. Resumen y resultados de la prueba de Creación de Escenarios

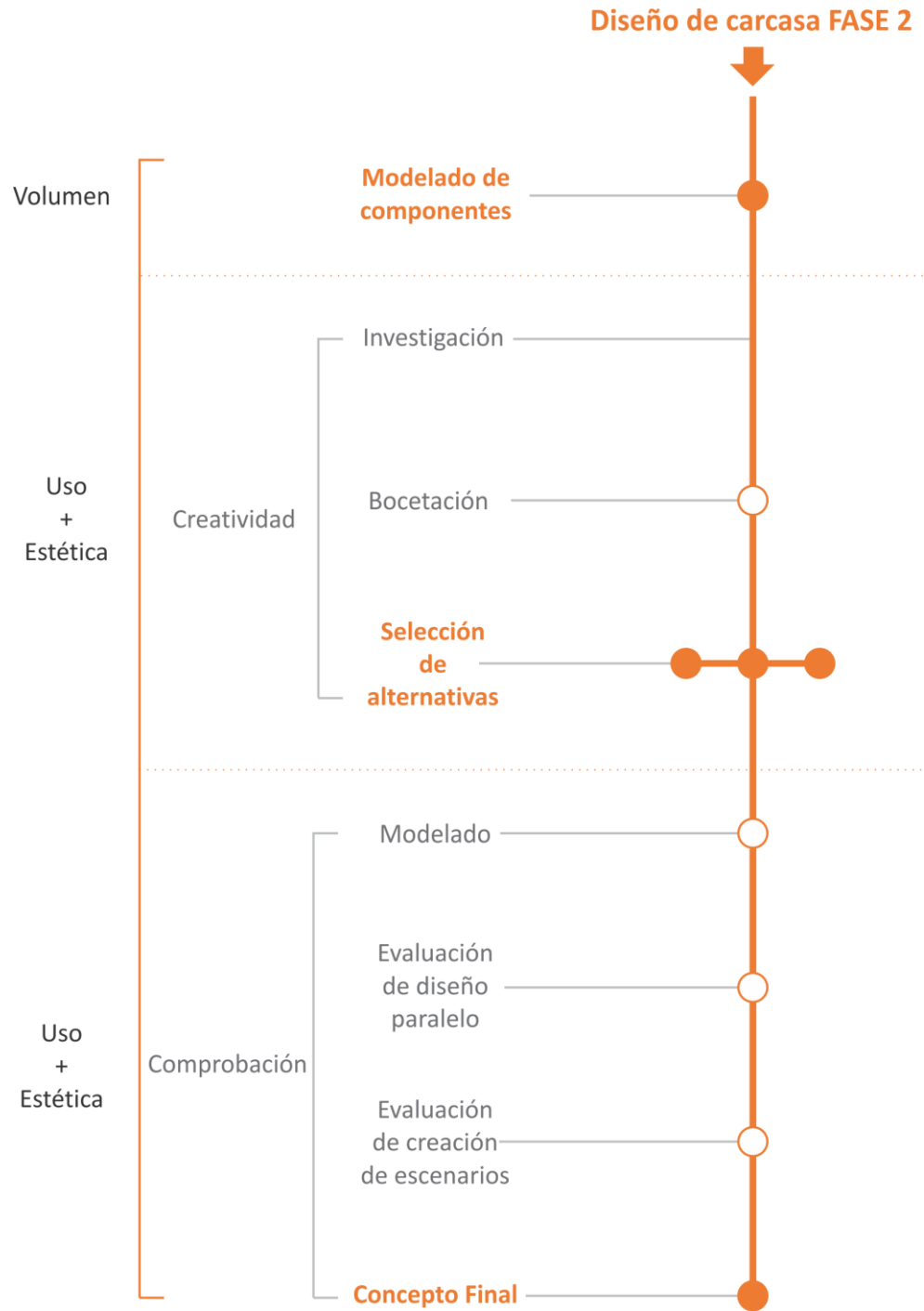
N°	Variable	Observaciones	Traducción
1	Intuitividad	Los iconos de ECG, RESP, y T° se relacionan fácilmente con la información mostrada.	Los iconos que representan ECG, RESP y T° han sido aprobados por cada uno de los entrevistados dentro del personal auxiliar y técnico.
2		Hacer un icono para SPO2 es complicado. Debe siempre llevar su nombre y etiqueta para poder diferenciarlo.	Hacer una futura evaluación de reconocimiento y reconsideración del icono para el SPO2.
3		Es preferible dejar los 5 parámetros visibles siempre.	Para el personal auxiliar quienes toman en intervalos regulares la presión de pacientes, es importante ver el último dato registrado así no lo estén tomando en tiempo real.
4		Se reconocieron muy fácilmente dos áreas. La de menú y la de indicador de parámetros.	***
5		El área de información (la barra horizontal superior) no fue identificada con facilidad.	Al indagar al usuario este identificaba las 3 áreas fácilmente, pero cuando se le preguntaba que señalara el área de información, algunos de ellos señalaban el botón de “ayuda”. Posible error de redacción en la pregunta mas no un problema en el sistema.
6		El icono de volumen del sistema se confundió con “inhibición de alarma”.	Reconsiderar la aplicación del icono y mirar los otros recomendados por la norma como la “campana” o el “triángulo”.

7		Los iconos en la Interfaz horizontal deben permanecer en el mismo lugar.	Es de obligación que los elementos estén en los mismos lugares de las diferentes interfaces.
8	Legibilidad	Todos manifestaron que si se pueden agrandar las letras mucho mejor. La aceptación fue regular.	Mirar la tabla AAMI recomendada y aumentar a un tamaño de visualización mejor para visualizar.
9		Los números de indicadores de parámetros tienen un tamaño suficiente para leerlos desde lejos. A los 11 encuestados les parecieron perfectos.	***
10	Estética	Contemplar la posibilidad de poder cambiar de colores al escritorio.	Manejar transparencias en todo el escritorio que faciliten el simple cambio de tonalidades de fondo sin afectar el diseño estético ya planteado.
11		Mejorar algunos iconos específicos: "datos", "enviar datos", "tomar presión".	Rediseñar lo iconos y someterlas a un lenguaje común más apropiado.
12		Los 11 entrevistados manifestaron una posición de agrado y de satisfacción.	La propuesta grafica fue encontrada muy innovadora, sencilla e intuitiva.

Fuente: Autor

3.2 DISEÑO DE CARCASA:

Figura 59. Diseño de Carcasa



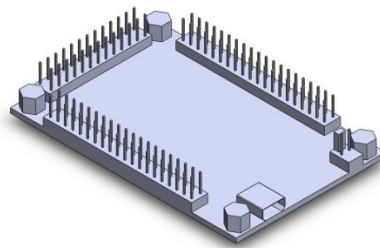
Fuente: Autor

3.2.1 MODELADO DE COMPONENTES:

Las siguientes imágenes representan el modelado de cada uno de los componentes que conformaran el MSV. Fueron modeladas mediante el software CAD solidworks en proporciones y medidas reales, esto con el fin de posteriormente conjugar el volumen real con las propuestas de concepto y obtener soluciones funcionales útiles.

3.2.1.1 Tarjeta de desarrollo DEO-NANO:

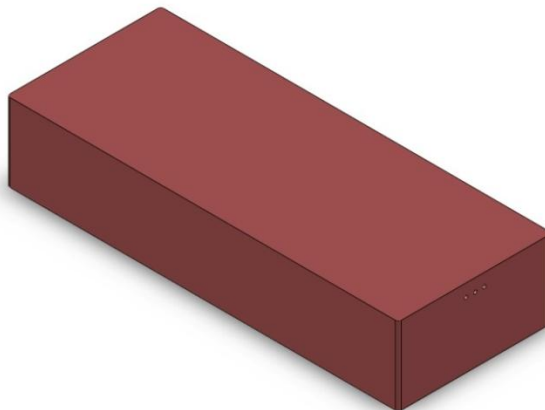
Figura 60. Tarjeta de Desarrollo DEO-NANO



Fuente: Autor

3.2.1.2 Lithium Polymer Battery Pack:

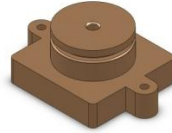
Figura 61. Lithium Polymer Battery Pack



Fuente: Autor

3.2.1.3 Cámara Integrada:

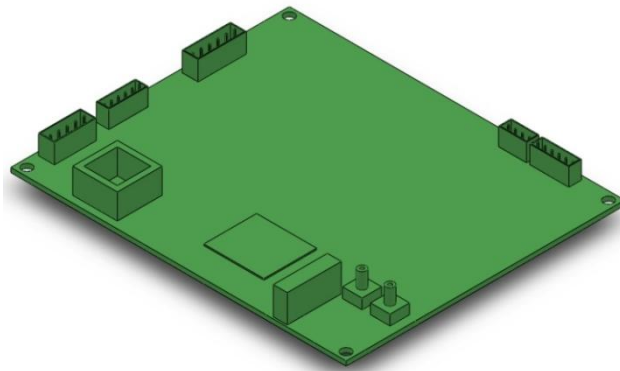
Figura 62. Cámara Integrada



Fuente: Autor

3.2.1.4 Tarjeta Goldwei Multipárametro:

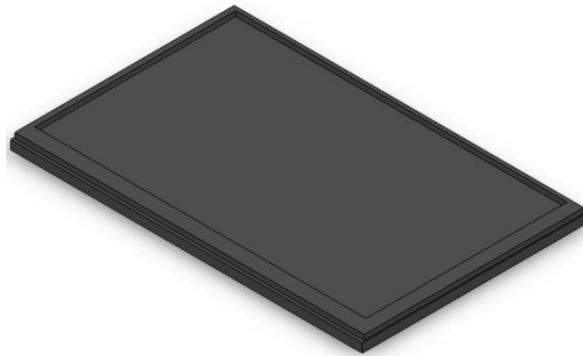
Figura 63. Tarjeta Goldwei Multipárametro



Fuente: Autor

3.2.1.5 Pantalla LCD:

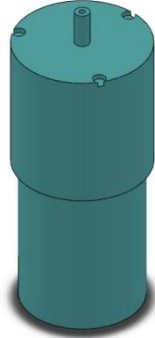
Figura 64. Pantalla



Fuente: Autor

3.2.1.6 Motor:

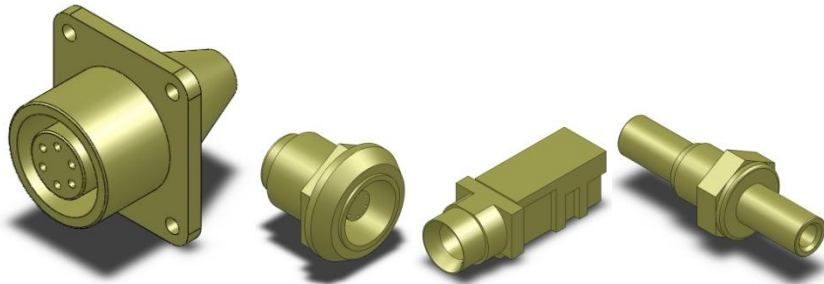
Figura 65. Motor para PNI



Fuente: Autor

3.2.1.7 Conectores:

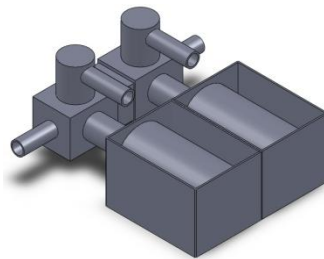
Figura 66. Conectores ECG, SPO2, T°, PNI



Fuente: Autor

3.2.1.8 Tubería para PNI:

Figura 67. Electroválvula y tubería PNI



Fuente: Autor

3.2.2 CREATIVIDAD Y ALTERNATIVAS:

3.2.2.1 Investigación:

3.2.2.1.1 Carcasa: En general se denomina carcasa a un conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte (internas) o protegen (externas) a otras partes de un equipo, construcción o ser vivo⁶⁷.

3.2.2.1.2 Portátil: Movable o fácil de transportar⁶⁸.

3.2.2.1.3 Tipos de carcasas: Un monitor de signos vitales como el que se visualiza está definido por ciertos requerimientos básicos que lo convierten en un sistema “independiente” como un pc, una consola de videojuegos; es decir que solo necesitan de una fuente para su funcionamiento y no de otros dispositivos para complementarse. Si lo consideramos así, podemos conceptualizar algunas características de las carcasas para pc's que pueden ayudar de alguna forma a definir o bautizar el tipo de carcasa para el MSV HC.

La caja es un elemento que va a servir de soporte y contenedor al resto de nuestro monitor, por lo que hay que buscar una que sea lo suficientemente resistente. No se trata de que los elementos que montemos en ella sean de esa rigidez, sino que sea la misma caja la que absorba las vibraciones y torsiones que pueden darse y proporcionar la rigidez necesaria⁶⁹.

- **Caja mini:** Por lo general tienen espacio o bien completamente montadas o al menos con la fuente de alimentación y la placa base.

⁶⁷ WEB, <http://www.rae.es/rae.html>, Mayo de 2011

⁶⁸ WEB, <http://www.rae.es/rae.html>, Mayo de 2011

⁶⁹ WEB, <http://www.slideshare.net/CANDIDOALBERTO/1-carcasas-tipos>, Mayo de 2011

Figura 68. Caja mini



Fuente: www.donvendo.com

- **Caja Slim:** Caja de bajo perfil que suele ubicarse en formato horizontal, vertical o ambos y destaca porque tiene una altura muy baja.

Figura 69. Caja Aopen



Fuente: www.Solostocks.com

- **Caja sobre mesa:** Caja de formato horizontal que resulta cómoda para ubicar el monitor encima. Tiene todos los componentes necesarios y no suele ser portátil. Su tamaño es mucho mayor que la mini y la Slim (no estaría cercana al desarrollo que se quiere lograr).

3.2.2.1.4 Soluciones existentes: A modo muy general y con el fin de echar un vistazo rápido a características de forma y función de elementos portátiles, en esta sección altamente visual se registran algunos elementos comerciales portátiles

que hoy en día satisfacen los requerimientos propios de la carcasa definidos con anterioridad.

3.2.2.1.4.1 Articuladas:

- **¿Para qué?:** Para permitir el cambio en la posición. En este caso según requerimientos para poder tener visualización estable de pantalla en vertical y horizontal.

Figura 70. Mimo mini USB monitor, soporte articulado graduable



Fuente: www.tec.nologia.com

Figura 71. Samsung spf 83, Brazo articulado con articulación esférica



Fuente: <http://www.domoking.com>

3.2.2.1.4.2 Fijas:

- **¿Para qué?:** Para la ubicación estable sobre una superficie horizontal.

Figura 72. Carepal Monitor



Figura 73. RTX Telehealth Monitor



Fuente: [http:// httpwww.projectevita.com](http://httpwww.projectevita.com)

Figura 74. Kodak Easyshare p750, Ala fija para doble posición



Fuente: <http://www.dphotojournal.com>

Figura 75. Monitor Tempus IC, patas traseras retractiles

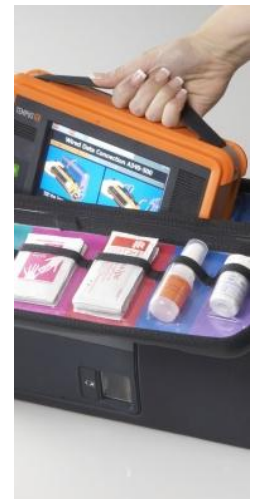


<httpwww.yachtlifeline.com>

3.2.2.1.4.3 De transporte:

- **¿Para qué?:** Para que el usuario secundario (familiar o auxiliar) o el paciente pueda transportarlo cuando esté haciendo tomas continuas de parámetro sin interrumpir. En este caso cuando el paciente va al baño, sale a dar un paseo o simplemente cambia de locación. Serian distancias cortas de periodos cortos.

Figura 76. Adult Laptop, Figura 77 Tempus IC



Fuente: <httpwww.yankodesign.com>, <http://www.rdtltd.com>

3.2.2.1.4.4 De Soporte (elemento extra):

- **¿Para qué?:** Para minimizar piezas al monitor simplificándolo y conservando un elemento extra que me garantice la posición de visualización cuando tenga la necesidad de no sostenerlo.

Figura 78. Soportes para Tablet PC



Fuente: <http://www.ebay.com> , <http://www.shopmania.com.mx>

Figura 79. Soporte Universal FlipBlade



Fuente: <http://www.ebooksytablets.com>

3.2.2.2 Consideraciones Generales: “Home Health Care”⁷⁰

3.2.2.2.1 Ajustabilidad: Los dispositivos médicos deben ser altamente ajustables especialmente en factores de personalización como brillo y colores de pantalla, volumen y señales de alarma.

3.2.2.2.2 Durabilidad: Es difícil predecir los esfuerzos físicos que debiera resistir un dispositivo medico en un ambiente casero tan variable. Sin embargo se deben reconocer que aquellos dispositivos deben estar diseñados para resistir golpes físicos moderados, derrames de comida y bebidas, humedad e insectos a lo largo de su vida útil. Deben ser duraderos para el periodo para el cual fue diseñado.

3.2.2.2.3 Aprendizaje e intuitividad: La experiencia ha demostrado que las personas tienen un límite de paciencia y no están dispuestos a invertir cantidades significativas de tiempo para aprender a utilizar un dispositivo. Deberían ser fácilmente asimilables para los “cuidadores” y los pacientes. Esta consideración es realmente importante ya que los proveedores de salud tienen un tiempo muy limitado para dedicar a los pacientes y auxiliares en como manipular correctamente el dispositivo.

3.2.2.2.4 Protección contra mal uso: Bloqueos a niños y mascotas además de conectores únicos para cada función diferente.

3.2.2.2.5 Portabilidad: Los dispositivos de atención domiciliaria se utilizan en muchos lugares, además de la casa, así como en varias ubicaciones dentro de ella. La portabilidad de estos de un lugar a otro está determinada por los intereses y requerimientos de diseño a la vez que deben estar implícitos en las necesidades de seguridad. Los usuarios esperarían ansiosos esta característica, además de la capacidad de maniobrarlos.

⁷⁰ AAMI, Human Factors, section 25, page 428.

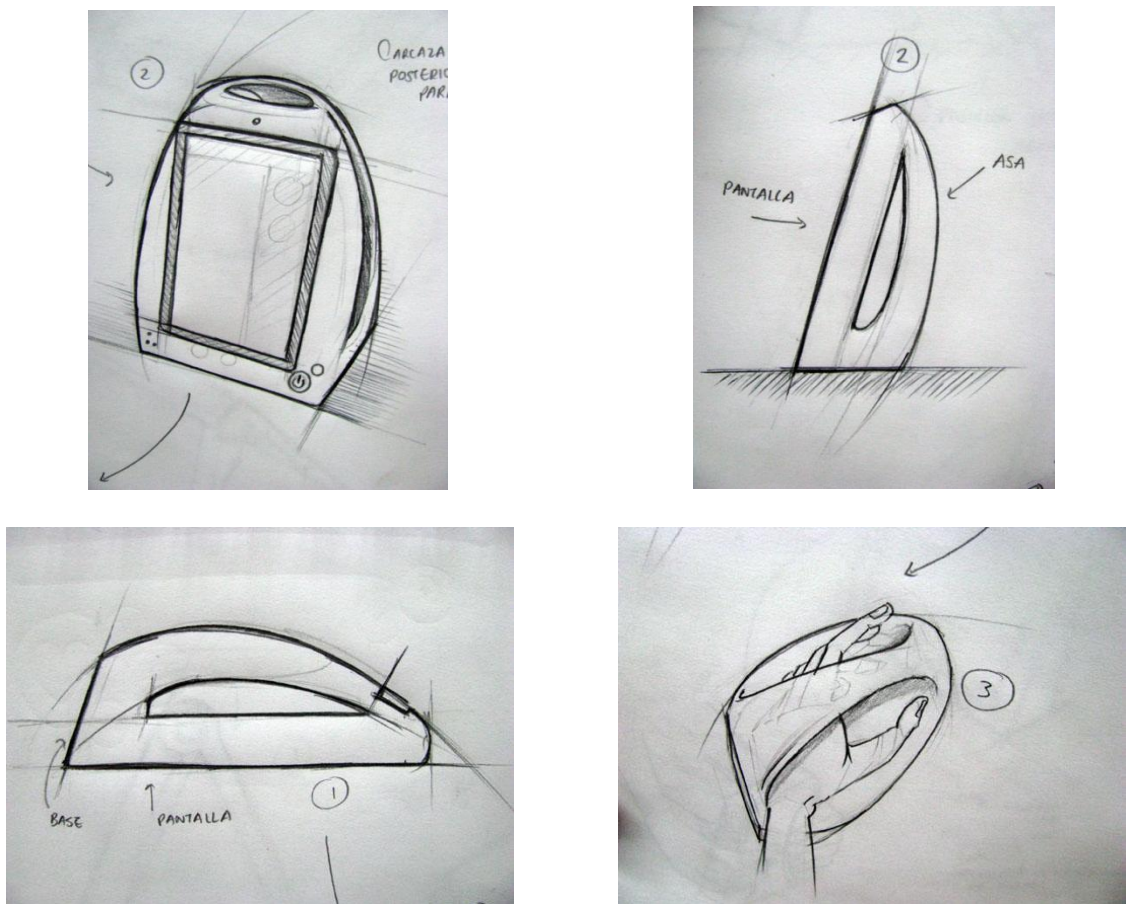
3.2.2.2.6 Estética y discreción: Las consideraciones estéticas son especialmente importantes tanto para los dispositivos en público como para los que se utilizan durante mucho tiempo en el hogar. Cualquier dispositivo médico que un paciente utiliza durante un periodo prolongado (por ejemplo un silla de ruedas) se convierte en una extensión del paciente que afectan como se ve esa persona. Los dispositivos médicos complejos pueden resultar intimidantes, es por eso que estos deben ser los más discretos y atractivos posibles.

3.2.2.2.7 Guía de usuario y aprendizaje: Es más aceptado por los usuarios que los dispositivos tengan ayudas de aprendizaje y material multimedia de forma lineal para aprender a utilizar el sistema, ya que reemplaza los manuales y cartillas escritas que nadie acostumbra leer.

3.2.2.3 Bocetación: Etapa de diseño creativa basado unica y especificamente en aspectos funcionales sin entrar tanto en el aspecto formal y estetico del producto. En este seccion de esta tesis de grado se muestran las ideas de conceptos generadas en secuencia durante el proceso iterativo ejecutado, los cuales posteriormente se presentaran en esquemas graficos basicos que pueden servir para un mayor acercamiento, una mejor evaluacion y ademas una mayor consideracion por parte de los diseñadores involucrados a la hora de escoger la que sera implementada en fisico para su validacion con los usuarios.

3.2.2.3.1 Idea 1:

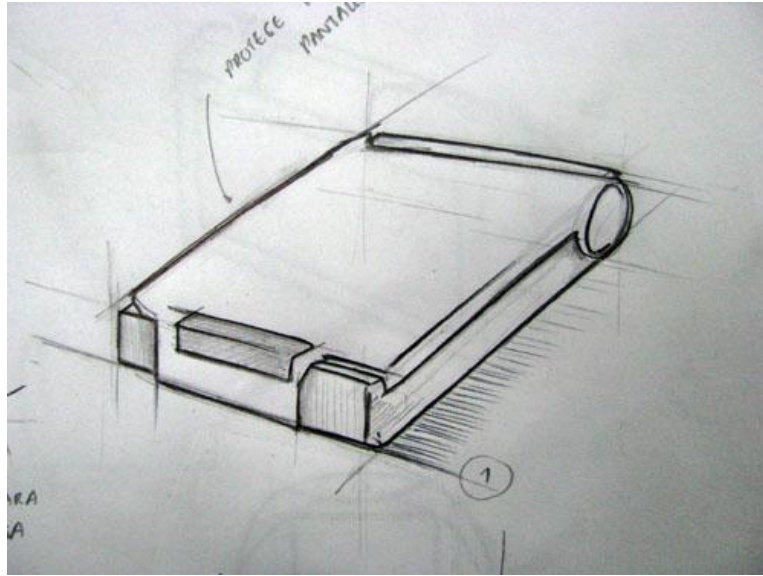
Figura 80. Estructura autoportante rigida con asa posterior



Fuente: Autor

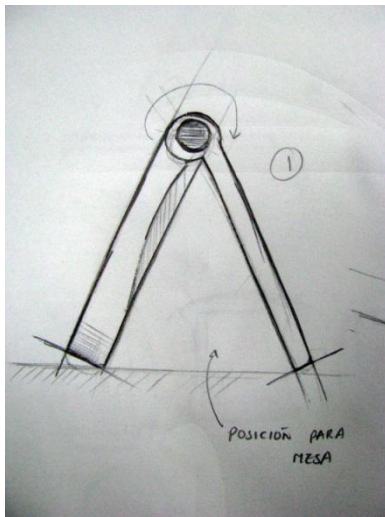
3.2.2.3.2 Idea 2:

Figura 81. Carcasa de dos piezas con tapa móvil

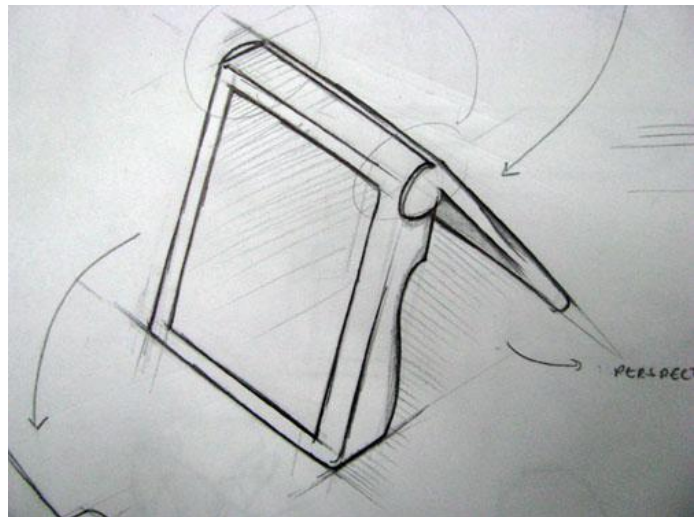


Elemento cerrado sin uso

Perfil



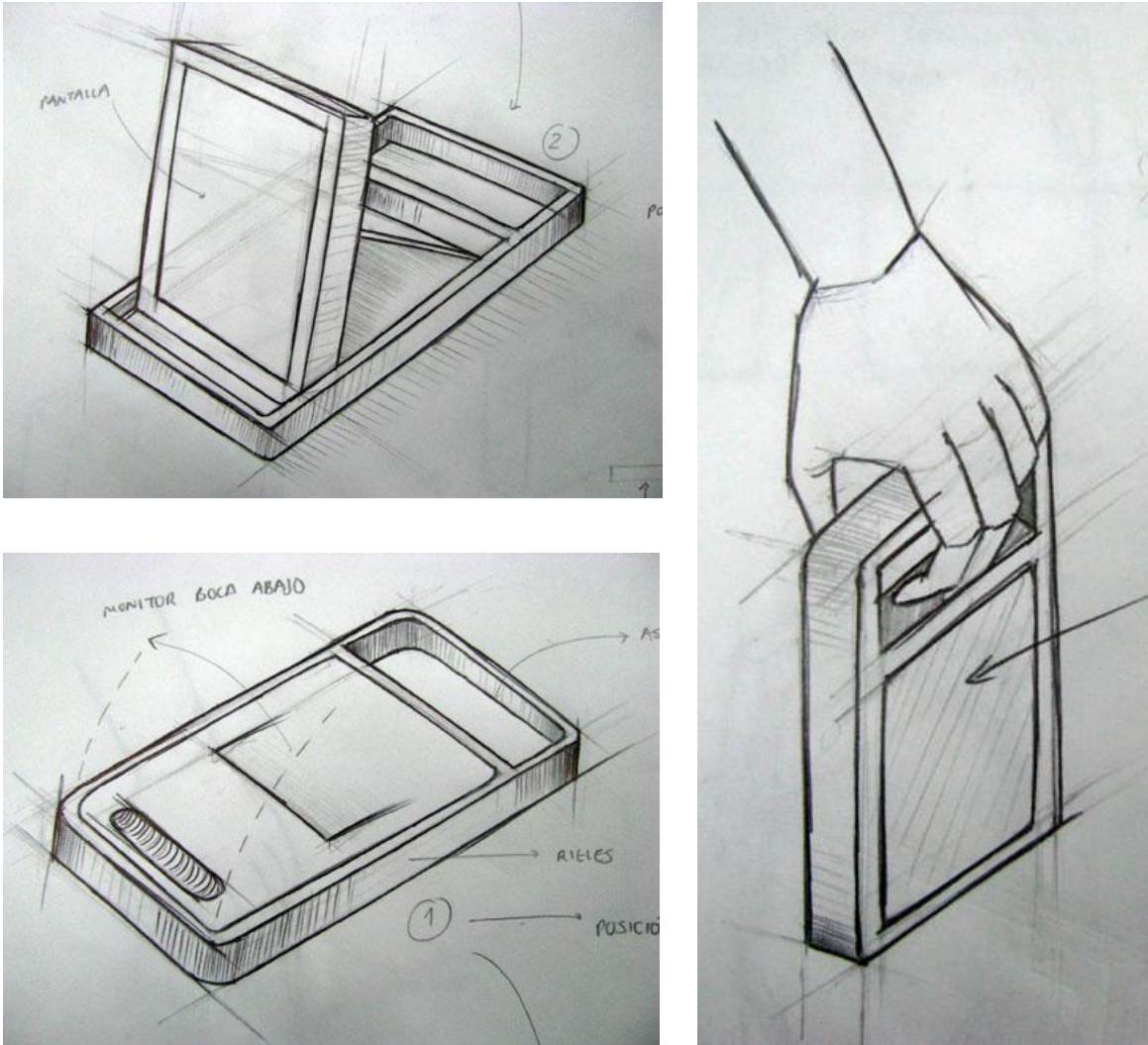
Elemento para visualización de parametros



Fuente: Autor

3.2.2.3.3 Idea 3:

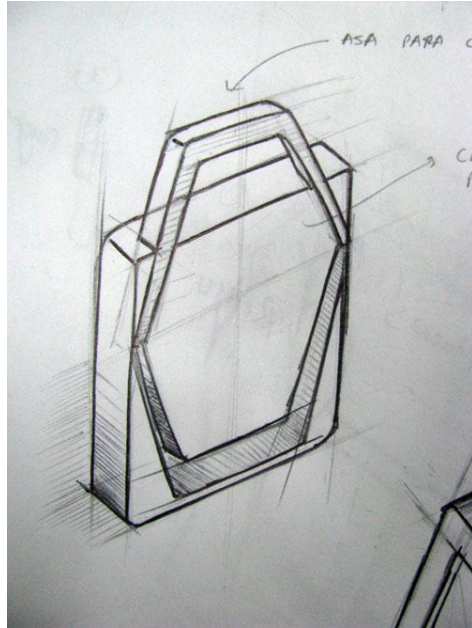
Figura 82. Carcaza plegable con soporte externo y asa



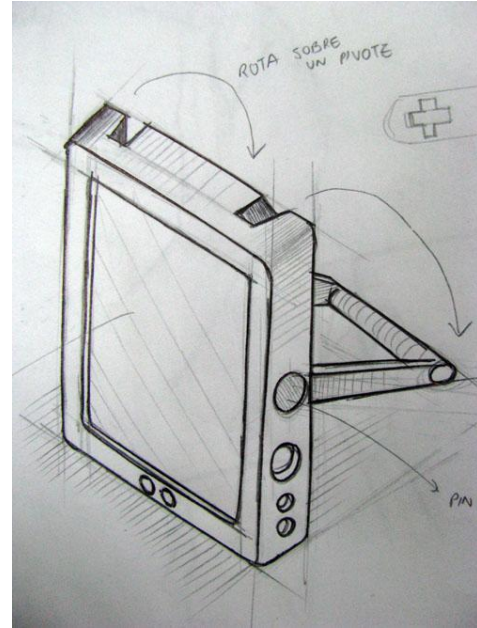
Fuente: Autor

3.2.2.3.4 Idea 4:

Figura 83. Carcasa con asa móvil descentrado de tres posiciones

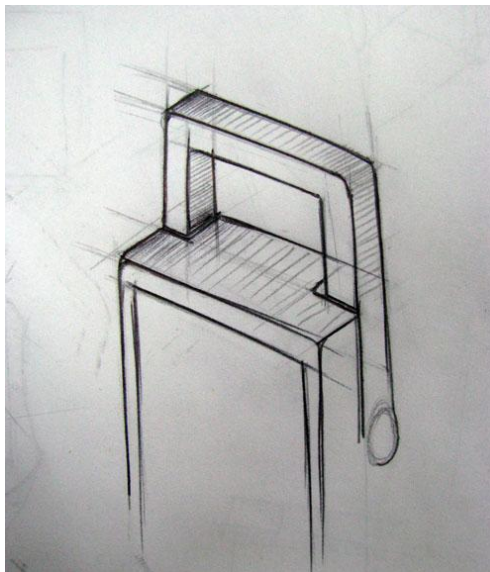


Elevación máxima del asa



Elevación media del asa

Asa vista desde el frente

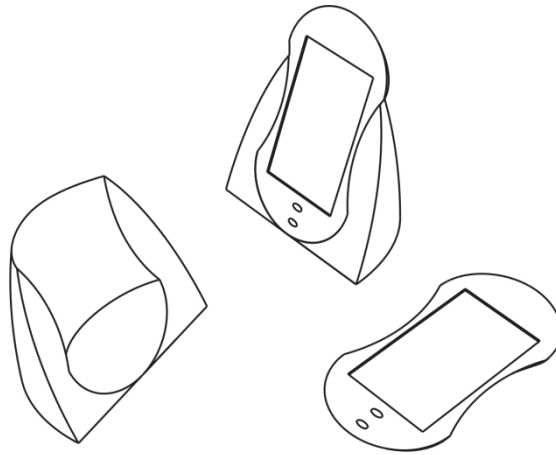


Fuente: Autor

Un proceso básico de Bocetación fue realizado sin detallar mucho; el paso siguiente es crear modelados rápidos y sencillos de alternativas que puedan combinar tanto soluciones a las necesidades del cliente, como al seguimiento de la norma y a las tendencias propias de vanguardia. A continuación mostraremos ideas más avanzadas de cómo sería un monitor de signos vitales de atención domiciliario.

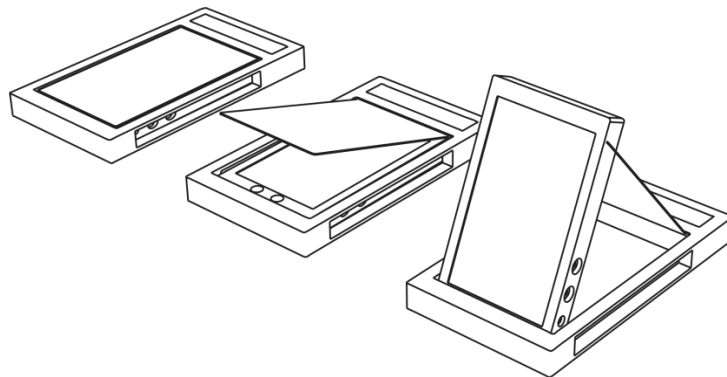
3.2.2.4 Evolución Primaria:

Figura 84. Evolución primaria idea 1



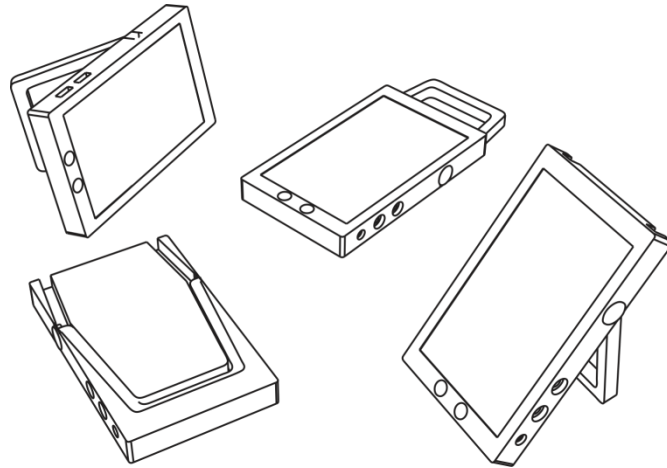
Fuente: Autor

Figura 85. Evolución primaria idea 3



Fuente: Autor

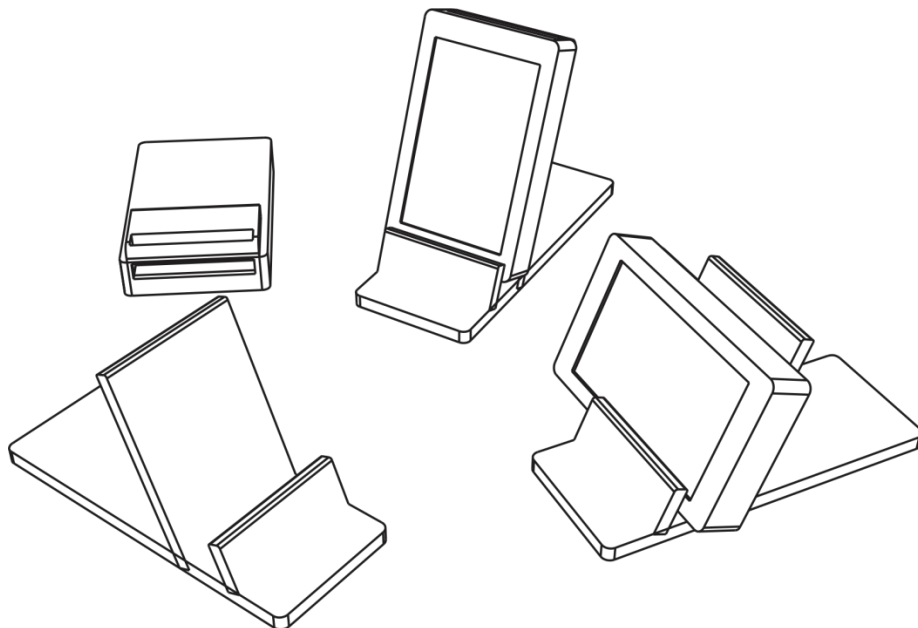
Figura 86. Evolución primaria idea 4



Fuente: Autor

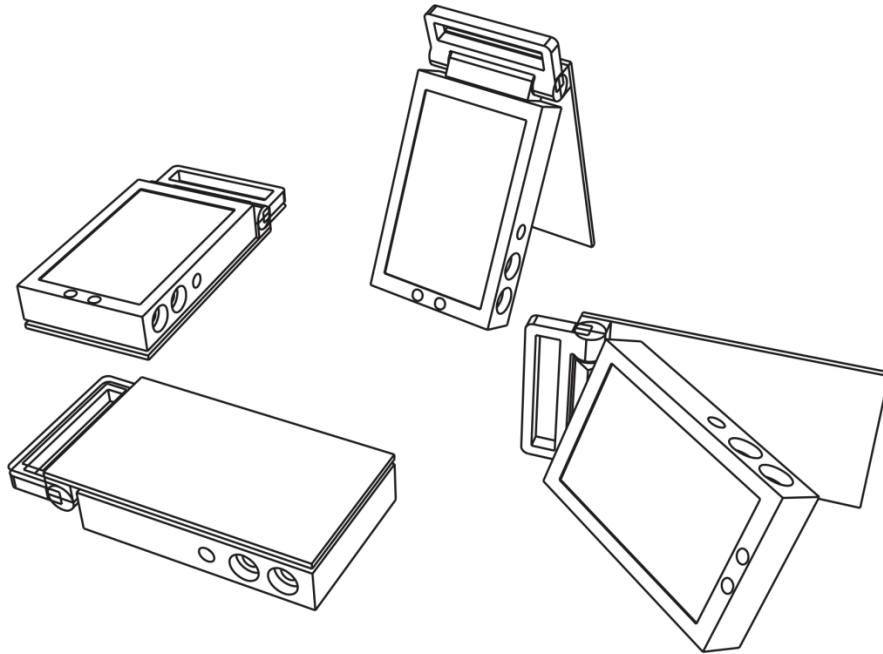
3.2.2.5 Evolucion Secundaria:

Figura 87. Evolución secundaria para idea 1



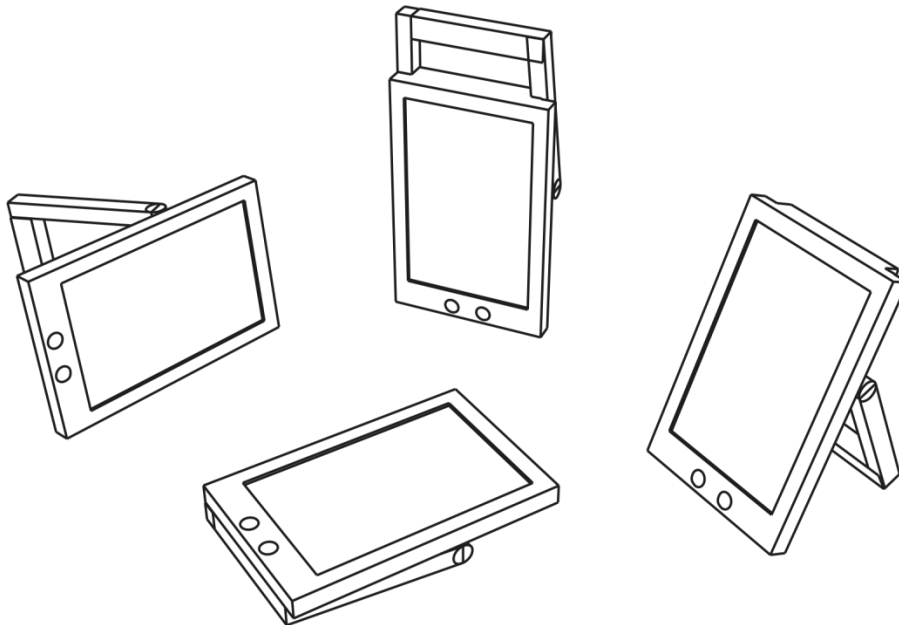
Fuente: Autor

Figura 88. Evolución secundaria para idea 3



Fuente: Autor

Figura 89. Evolución secundaria para idea 4



Fuente: Autor

3.2.3 CONFIGURACION MODULAR:

La modularidad es la capacidad que tiene un sistema de ser estudiado, visto o entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí y que trabajan para alcanzar un objetivo común, realizando cada una de ellas una tarea necesaria para la consecución de dicho objetivo. Cada una de esas partes en que se encuentre dividido el sistema recibe el nombre de módulo. Idealmente un módulo debe poder cumplir las condiciones de caja negra, es decir, ser independiente del resto de los módulos y comunicarse con ellos (con todos o sólo con una parte) a través de unas entradas y salidas bien definidas⁷¹.

En esta sección de este desarrollo, se quiere entender el producto como un objeto conformado de pequeños subsistemas que lo definan desde todos los aspectos: portátil, liviano, medico, minimalista, usable, etc. Es por eso que se considera la etapa más interdisciplinar dentro del desarrollo, ya que diseñadores, ingenieros y personal auxiliar trabajaron juntos para definir las partes que conformarían al sistema, considerando aspectos ergonómicos, funcionales y de mercado. De esta manera se generó una lista de componentes esenciales y finales del producto que posteriormente fueron dispuestos de la mejor manera posible en una configuración modular; además fueron modelados, aceptados y propuestos por ser los más óptimos en temas referentes a su espesor (agarre).

Nota: El único elemento del cual se suponen las dimensiones es la Tarjeta Madre la cual será fabricada dependiendo de los beneficios funcionales de diseño electrónico (lo que debe tener para funcionar) y de los beneficios de volumen y ubicación (en donde conviene ubicarlos) de diseño industrial. Con esta premisa se definió entonces un tamaño máximo idéntico al de la tarjeta multiparámetros.

⁷¹ WEB, <http://es.wikipedia.org/wiki/Modularidad>, Junio de 2011.

3.2.3.1 Tabla de Componentes:

Tabla 23. Componentes del Sistema

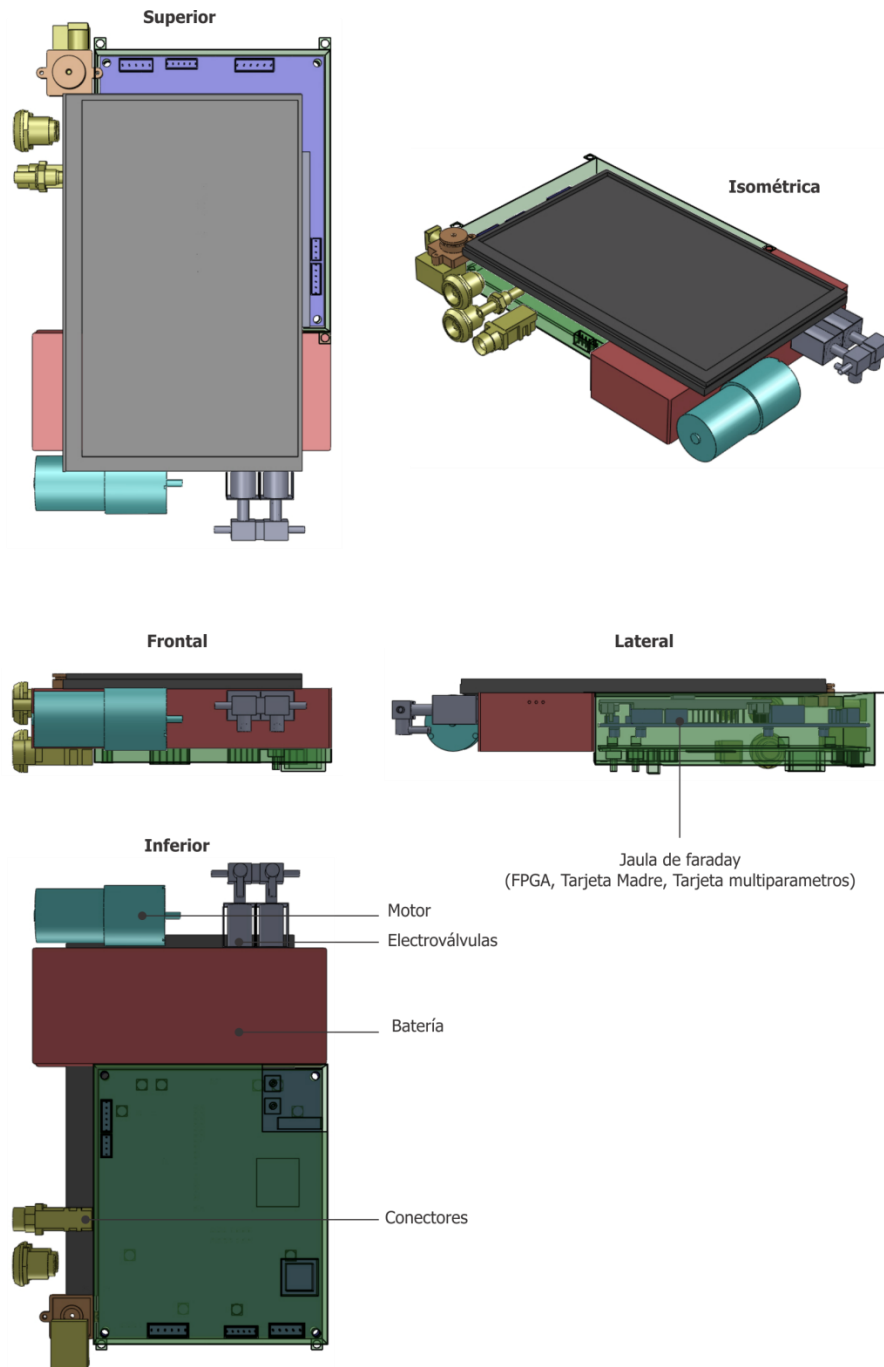
SISTEMA		
#	SUBSISTEMA	COMPONENTES
1	Pantalla	***
2	Batería	Pack
		Fuel Gauge
3	Cámara Integrada	***
4	Tarjeta Goldwei Multiparámetros	Caja Faraday
5	Tarjeta Madre	
6	Tarjeta DEO-NANO	
7	Conectores	ECG
		SPO2
		T°
		PNI
		Energía
		Datos
8	Sistema PNI	Motor
		Mangueras
		Electroválvulas
		Ramificador
9	Buzzer	***
10	Cables	ECG
		SPO2
		T°
		PNI
		Energía
		Datos

Fuente: Autor

En esta etapa son considerados los componentes que hasta el momento han sido necesarios para poder cumplir el objetivo del producto a cabalidad. Es seguro que de tener que añadir algún otro elementos serán PCB's pequeñas, chips, o botones que no representaran un aumento considerable en las dimensiones del monitor.

3.2.3.2 Propuesta Modular A:

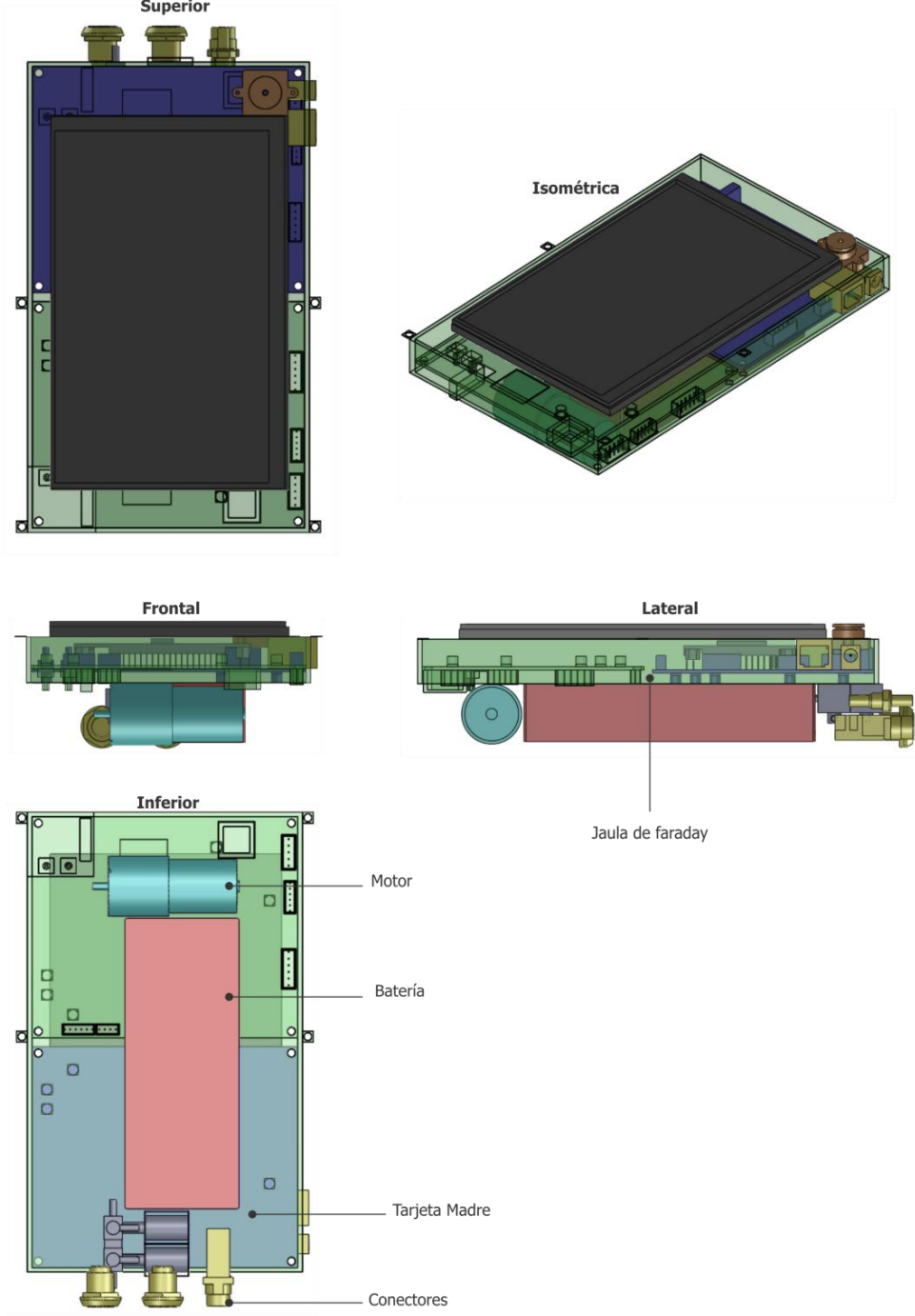
Figura 90. Propuesta Modular A



Fuente: Autor

3.2.3.3 Propuesta Modular B:

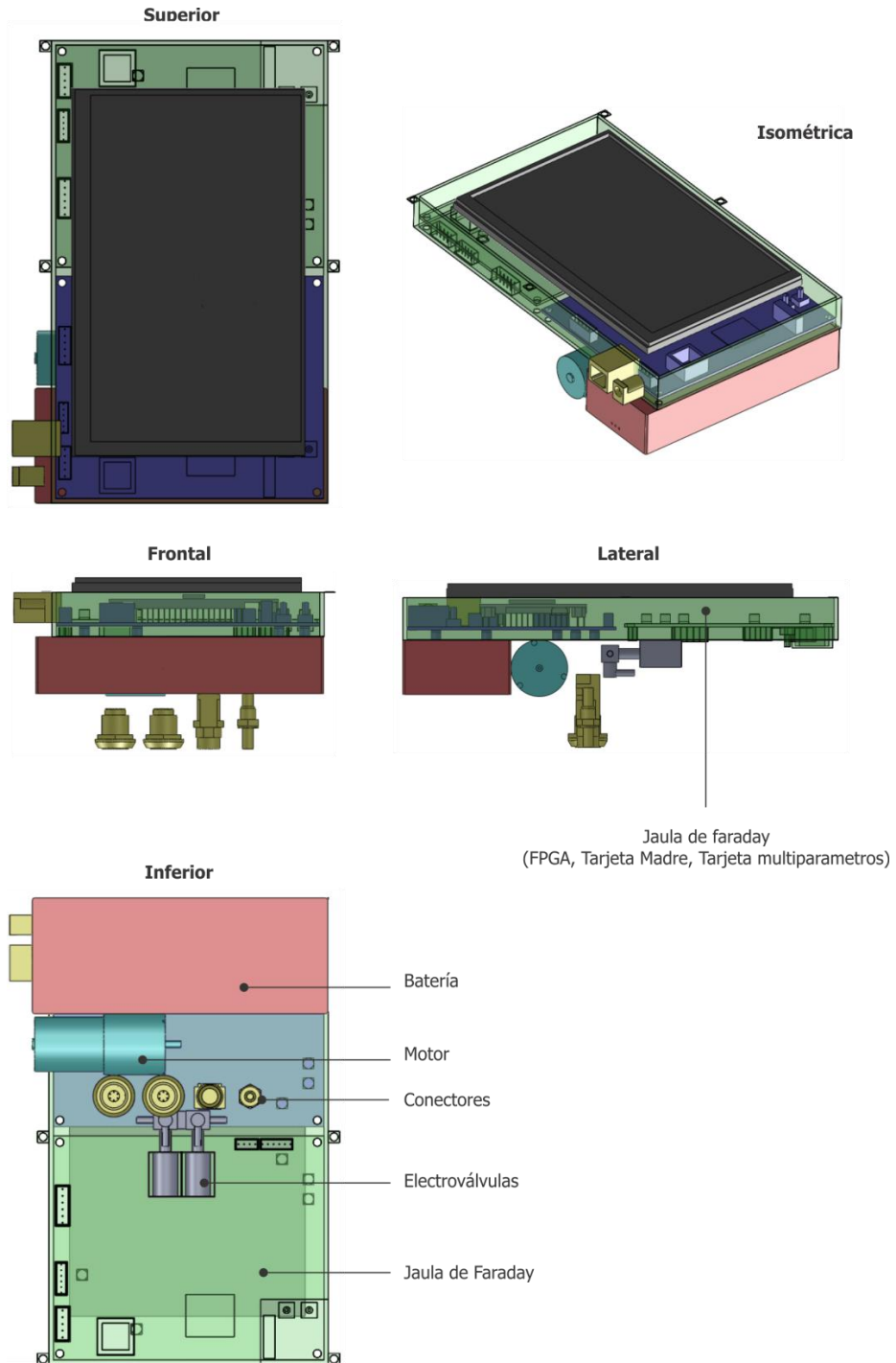
Figura 91. Propuesta Modular B



Fuente: Autor

3.2.3.3 Propuesta Modular C:

Figura 92. Propuesta Modular C



Fuente: Autor

3.2.3.4 QFD:

Buscando tener varias opciones con las cuales el grupo de diseño y desarrollo en una futura reunión pueda valorar y calificar la que presente una mayor funcionalidad, se han de proponer entonces 3 soluciones al sistema portable que se persigue. Antes de eso el diseñador tiene que ser capaz de poder dar las características que necesita el objeto, las cuales no son más que una interpretación de etapas previas de indagación en el contexto e interpretación de la norma; es así como para poder definir cuál de todos los requerimientos planteados inicialmente son los que se pueden aplicar en esta instancia, nos apegaremos a una herramienta de matriz QFD que permita dar prioridades entre lo que el cliente necesita con lo que la empresa es capaz de producir.

“El QFD es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

El QFD permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor”⁷².

3.2.3.4.1 Matriz de la Calidad:

Es el elemento primordial de la metodología QFD. Es un mapa conceptual que como fue mencionado anteriormente, relaciona los requerimientos y necesidades que demanda el cliente, con las características técnicas que la empresa debe tomar en cuenta para satisfacerlos. Es importante remarcar que antes de realizar la matriz de calidad, la empresa debe tener bien definido el objetivo general que perseguirá ya que si no está claro la empresa deberá regresar a corregirlo y comenzar de nuevo.

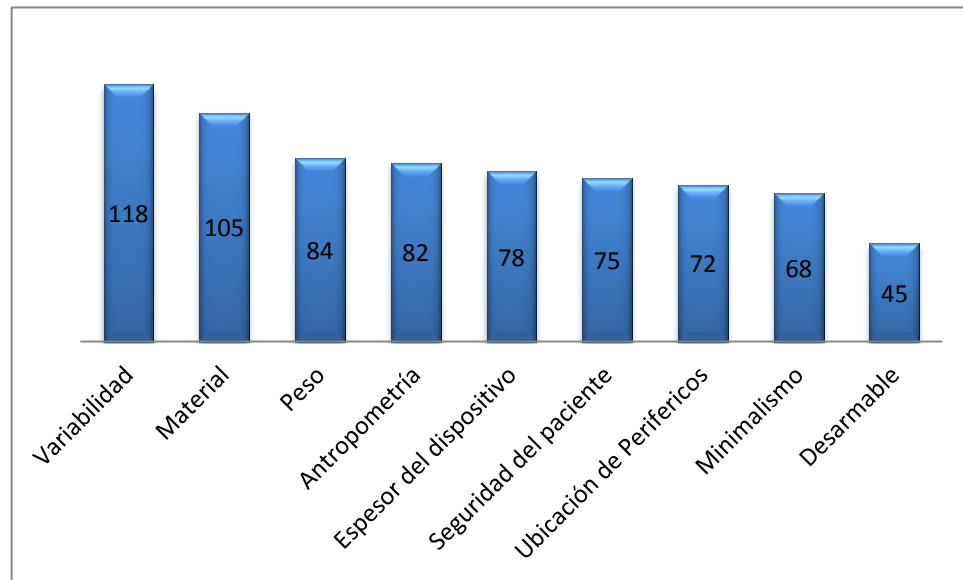
⁷² WEB, <http://www.qfdlat.com>, Asociación Latinoamericana de QFD, 28 de junio de 2011.

Tabla 24. Importancia de requerimientos para carcasa según matriz de calidad QFD

Necesidad Superior	N° Necesidad del cliente	Prioridad	Requerimientos del Fabricante									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Portátil	1 Liviano	4	Peso	Material	Espesor del dispositivo	Minimalismo	Seguridad del paciente	Variabilidad de posición	Ubicación Periféricos	Antropometría	Desarmable	
	2 Pequeño	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	3 Agarre cómodo	3	0	5	5	3	3	3	3	5	5	0
	4 Fácil de manipular	4	5	1	0	3	3	3	5	3	5	0
Comodidad	5 Acoplable sobre una superficie horizontal	5	3	0	1	0	0	0	5	3	0	0
	6 Transporte domiciliario	5	3	0	3	0	3	3	3	3	0	0
Movilidad	7 Transporte Intrahospitalario	3	3	0	3	0	0	3	3	3	0	0
	8 Diseño innovador	5	0	5	3	5	5	0	5	0	1	3
Estética	9 Superficies lisas y continuas	1	0	5	0	5	5	5	0	0	0	0
	10 Tendencia médica	2	0	3	0	1	1	5	0	3	0	3
	11 Fácil Limpieza	3	0	5	0	5	0	0	0	0	1	5
Material	12 Resistente a los golpes	3	0	5	0	0	0	5	5	0	0	3
		84	105	78	68	75	118	72	82	45		

Fuente: Autor

Figura 93. Importancia de requerimientos del fabricante relacionados a los requerimientos del usuario



Fuente: Autor

La matriz QFD y sus respectivos resultados fueron tenidos en cuenta antes de los conceptos de carcasa para que cada una de las propuestas presentadas por el diseñador conjugara con los requerimientos específicos del usuario, y con las posibilidades reales de producción por parte del fabricante. Un resultado se dio y características de variabilidad, antropometría, espesor del dispositivo y ubicación de periféricos nombrados en su orden de importancia son características esenciales para la etapa de bocetación, y un posterior argumento de evaluación entre propuestas.

3.2.3.5 Renders:

Sin dejar de ser conceptos pero con un carácter de volumen real, las 3 propuestas modulares fueron sometidas, cada una de ellas a una propuesta funcional de portabilidad que fuera capaz de satisfacer los requerimientos de uso iniciales. Es así como se generan 3 imágenes sencillas renderizadas.

Figura 94. Concepto A



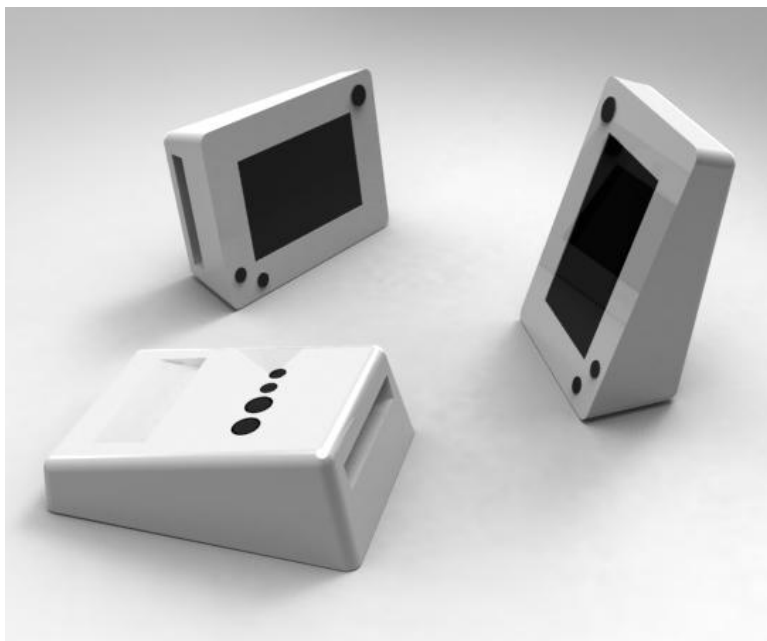
Fuente: Autor

Figura 95. Concepto Carcasa B



Fuente: Autor

Figura 96. Concepto Carcasa C



Fuente: Autor

3.2.3 COMPROBACION:

3.2.3.1 Reunión de Diseño Paralelo:

3.2.3.1.1 Descripción: Aplicar la evaluación de diseño paralelo con el personal relacionado en el desarrollo del dispositivo (MSV HC).

3.2.3.1.2 Objetivo General: Seleccionar y discutir las alternativas de diseño más viables y atractivas al grupo de diseño teniendo en cuenta los requisitos del usuario.

3.2.3.1.3 Objetivos Específicos:

- Exponer generalmente el proceso de desarrollo conceptual y modular de la carcasa al personal presente.
- Exponer y aclarar los requerimientos que fueron evaluados mediante una matriz QFD y tenidos en cuenta en primera instancia para la bocetación.
- Mediante una matriz QFD* evaluar las 3 propuestas teniendo en cuenta los requerimientos del usuario.
- Recibir, cuestionar y analizar características de uso y de estilo por parte del grupo presente.

3.2.3.1.4 Usuarios: Todo el grupo de diseño y desarrollo de la UEN (Unidad estratégica de Negocio) Bioingeniería de la FCV.

3.2.3.1.5 Metodología: Reunir al grupo relacionado en el desarrollo del dispositivo (6 personas) en una corta reunión donde se puedan seleccionar y priorizar las propuestas de carcasa; para esto se utilizara el siguiente material:

- Propuestas Impresas tamaño carta (3).
- Impresión de resultado de matriz QFD en hoja tamaño carta.
- 5 Impresiones de matriz QFD* para selección.

- Cámara Fotográfica.
- Formato de apuntes.

3.2.3.2 Diseño de la Herramienta: Matriz de evaluación QFD/ Monitor de Signos Vitales Home Care/Propuestas

Responsable: Fabián Urrea

Cargo: Diseñador Industrial

Lugar: CTE-FCV

Fecha: 1 de julio de 2011

Califique las propuestas A, B y C con valores de 1,3 y 5, donde 1=Relación mínima, 3=Relación Media y 5=Relación Alta de acuerdo a cada una de las necesidades del cliente. **Las tres propuestas pueden tener un mismo valor.*

Tabla 25. Matriz QFD para evaluación de alternativas

N°	Necesidad del cliente	Prioridad	Propuestas		
			A (dos piezas)	B (con asa)	C (triangular)
1	Liviano*				
2	Pequeño				
3	Agarre cómodo				
4	Fácil de manipular				
5	Acoplable sobre una superficie horizontal				
6	Transporte domiciliario				
7	Transporte Interhospitalario				
8	Diseño innovador				
9	Superficies lisas y continuas				
10	Tendencia medica				
11	Fácil Limpieza				
12	Resistente a los golpes*				

Fuente: Autor

3.2.3.3 Aplicación de la herramienta:

Figura 97. Exposición general proceso creativo



Fuente: Autor

Figura 98. Evaluación QFD por parte del equipo de diseño



Fuente: Autor

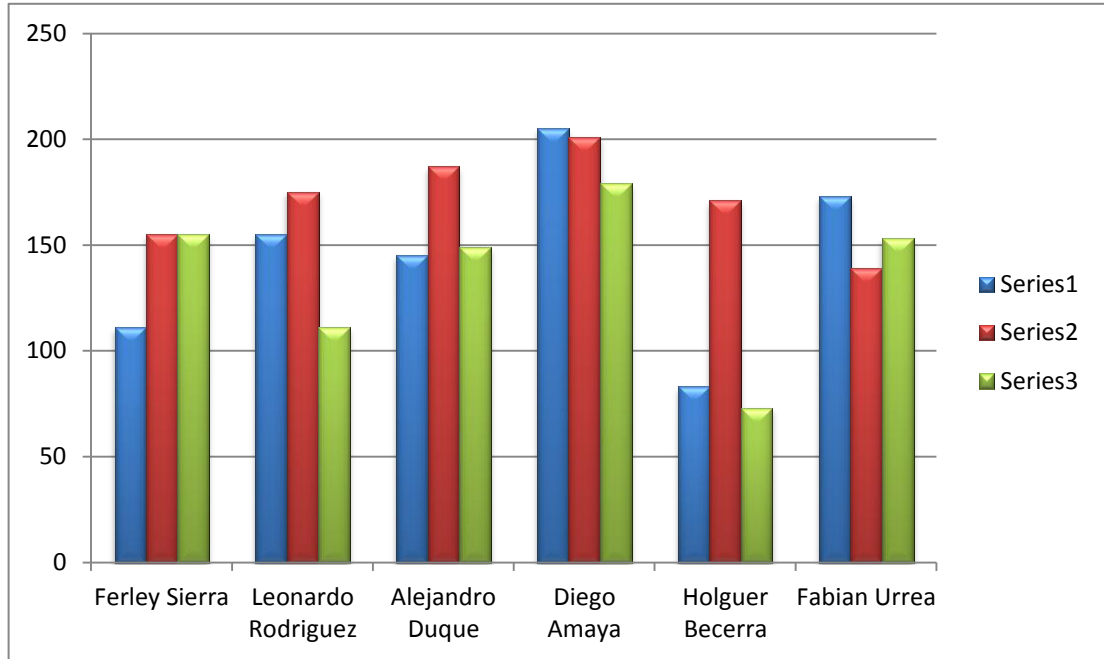
3.2.3.4 Tabulación y análisis de resultados:

La reunión de diseño paralelo se desarrolló de acuerdo al protocolo planteado y según la metodología a seguir desde un principio, DATUS. La diferencia entre esta segunda reunión de evaluación de concepto y la que refería a la interfaz cambio un poco desde el punto de vista a quien fue dirigido; en primera instancia se hizo con expertos en usabilidad y en maximización de la función así como en lo concerniente al lenguaje y a la estética, a estas alturas del partido no se podía reunir de nuevo al grupo completo de diseñadores de la FCV ya que ellos no tienen una trazabilidad y análisis contextual del proyecto como se ha llevado y cómo ha evolucionado dentro de D&D. Es decir, ellos podrían entender el contexto estético-funcional-domestico, pero el concepto estético-funcional-domestico-interhospitalario-intrahospitalario sería un poco más complejo de entender dando así espacio para reducir las ambiciones de mercado que el mismo patrocinador, en este caso la Fundación Cardiovascular quiere satisfacer.

La definición contextual es precisa, concreta y detallada pero como decía anteriormente el mismo patrocinador es quien decide la ampliación o reducción de esta, ya que es el quien sabe según su experiencia la demanda del mercado en dispositivos médicos portátiles hoy en día.

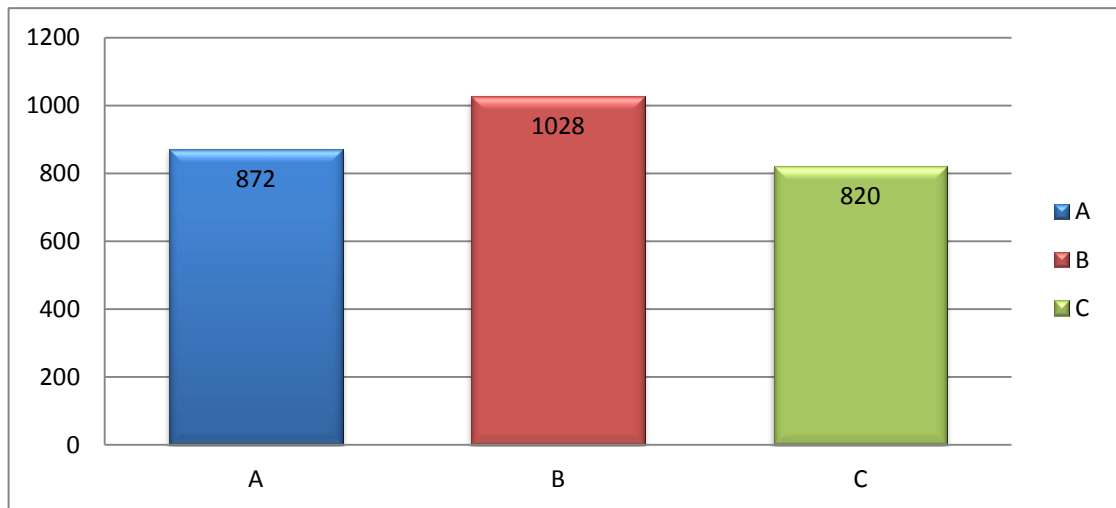
Los resultados de las respectivas evaluaciones y perspectivas por parte del grupo de diseño y desarrollo están resumidos en dos tablas y a continuación:

Figura 99. Resultados individuales por persona para evaluación de alternativas



Fuente: Autor

Figura 100. Resultados totales para evaluación de alternativas



Fuente: Autor

Dentro de la misma reunión se trataron temas concernientes de función y forma, lo que conlleva a ampliar el contexto de uso del dispositivo de la siguiente manera:

Además de ser un elemento de uso doméstico, diseñado para poder reposar sobre una superficie horizontal, de fácil intercambio de posición de visualización (horizontal y vertical) el producto también debe poder tener características de portabilidad tanto interhospitalarias como Intrahospitalarias sin dejar de ser así un elemento de fácil lenguaje de uso, comprensión y utilización. Un escenario donde se pudiesen conjugar los tres estados de uso podría ser el siguiente y fue citado por el jefe de diseño y desarrollo Leonardo Rodríguez para validación y aceptación de todo el grupo D&D:

Un paciente con características estables y en etapa de postoperatorio pudiese estar en su domicilio bajo el cuidado casero de algún familiar, de una enfermera o pediatra siendo al tiempo monitoreado a distancia por el sistema de envío de datos satelital (1er estado del contexto de uso, el doméstico). En un momento determinado, y es el objeto de poder brindar un servicio de Telemedicina asistida sobre el paciente teniendo como intermediario al monitor, el paciente entra en estado de crisis y para obtener una respuesta rápida la ambulancia ya está en camino; al momento de llegar el monitor nunca ha dejado de enviar datos hacia la “nube” y cuando llegan los paramédicos no hay tiempo de desconectar al paciente para conectar otro dispositivo de iguales características dentro de la ambulancia, esto quiere decir que el personal médico asistencial sube al paciente dentro de la ambulancia y está confiado que ese monitor a pesar de ser de uso doméstico es capaz de satisfacer la situación de emergencia, dándonos una retroalimentación más técnica en su configuración de interfaz horizontal. (2do estado del contexto de uso, interhospitalario). Después de la atención médica especializada el hospital sabiendo que el paciente está pagando un servicio asistido tiene derecho a estar con el monitor y por eso no se esfuerza en conseguir un dispositivo para asignárselo y puede seguir transmitiendo datos remotamente; de esta manera

puede que después de la crisis no haya pasado nada grave pero el médico decidió que el paciente estuviese unos días bajo observación cercana, entonces es necesario que este dentro de la misma institución teniendo la posibilidad de salir a caminar, cambiar de cuartos e ir al baño (3er estado del contexto de uso, el intrahospitalario).

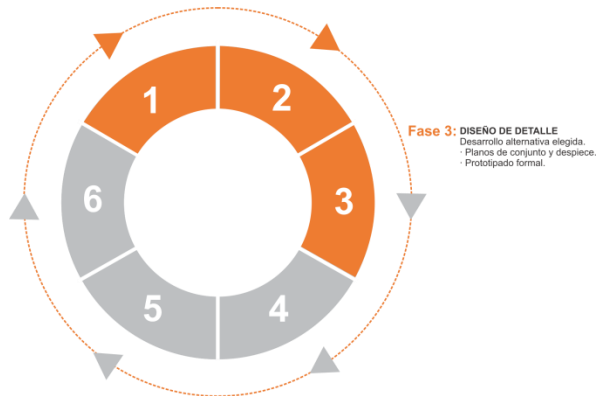
Por todas estas conclusiones se hacen necesarias las siguientes inclusiones que van a ir a la propuesta final y harán parte de los requerimientos de uso de la carcasa.

Tabla 26. Comentarios y sugerencias aplicables a la alternativa seleccionada

#	Argumento	Posible Solución
1	La propuesta elegida de mayor funcionalidad que es aplicable a los contextos de uso definidos es la B. Elegida por matriz QFD.	Fue de aceptación funcional y de agrado para el grupo de diseño, queda pendiente para una observación por parte de Telemedicina.
2	El dispositivo maneja un ambiente doméstico como concepto primordial.	Ya se dio haciéndolo medianamente transportable, y estable a las dos posiciones.
3	Un segundo y tercer contexto de uso contemplables son el intrahospitalario y el interhospitalario.	Debe poseer un asa, agujero, empuñadura o soporte de donde sea fácil transportarlo en contextos ambulancia-hogar o habitación-habitación en casos de hospitalización. Podría tener un dispositivo fijo para cabeceros de camas, sillas de ruedas y tubo de camillas y soportes de atril. No es requisito que vaya fijo al mismo monitor.
4	Hacer más atractivo el producto.	Diseñar el asa; si se sabe que es un requerimiento entonces manejarla con mucha más discreción.
5	Darle estabilidad al dispositivo	Si se sabe que necesariamente será un dispositivo móvil intrahospitalario entonces hacerlo mucho más estable, más fijo y de materiales antideslizantes. Adherirle gomas, o polímetros en las bases y agarres.

Fuente: Autor

4. FASE 3-DISEÑO DE DETALLE:



Comienza el desarrollo de la alternativa elegida. Momento en el que se determinan las especificaciones técnicas sobre las que se construirá el producto, incluyendo planos, especificación de materiales.

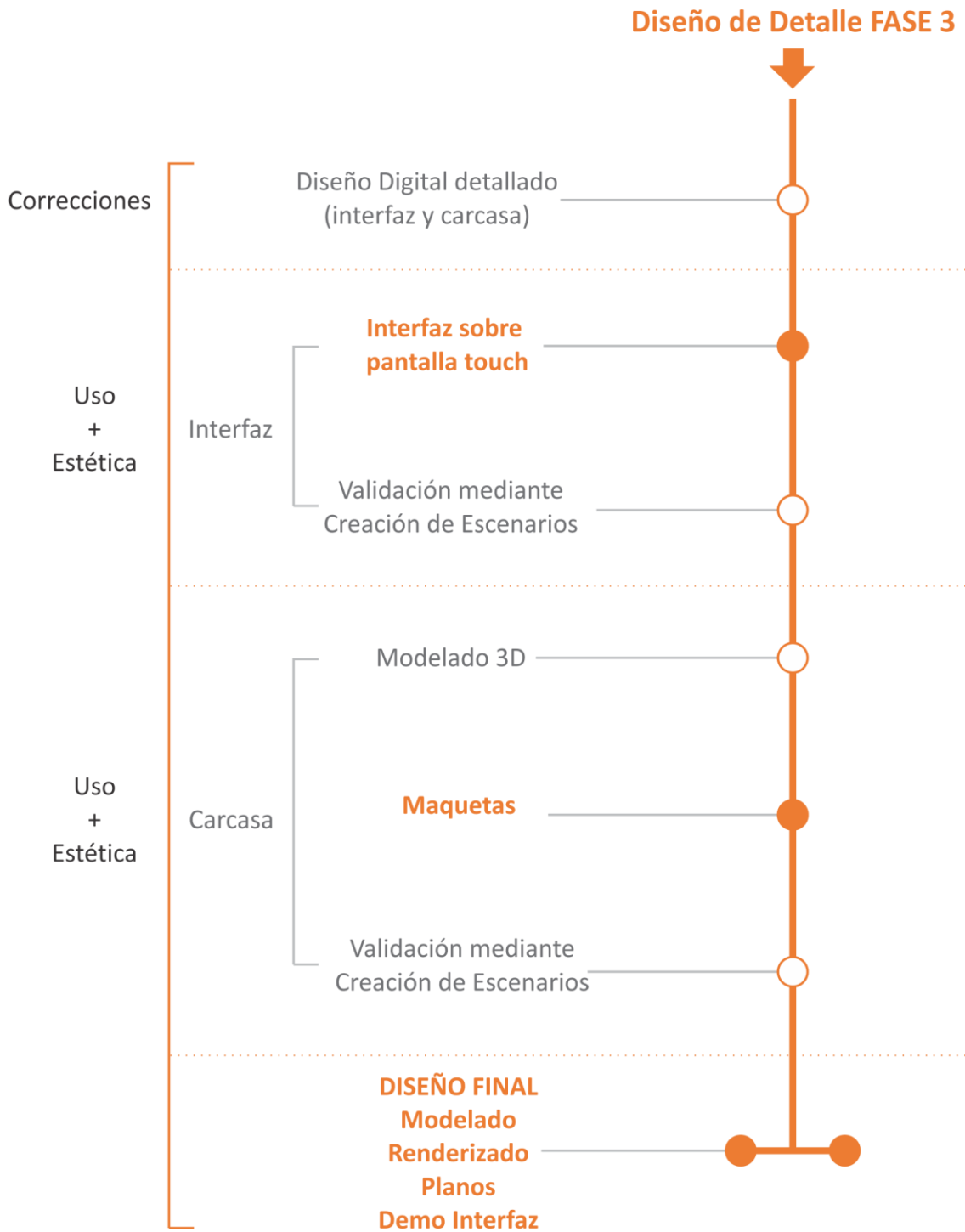
Objetivos: Determinar el perfil formal del producto o sistema. Abordar la acción de diseño en esta fase es redactar el Proyecto, sobre el que se irán efectuando las modificaciones de los aspectos que entran en relación con el usuario: aspectos perceptivos (contacto visual, distinción o identificación, e imagen); grado de aceptación y compatibilidad con las tendencias; satisfacción (expectativas formuladas); aspectos utilitarios o de servicio (rendimiento funcional, durabilidad). Con esta información podremos recopilar la documentación para iniciar la fabricación.

Actividades: Redacción del proyecto. Elaboración del documento de especificaciones técnicas del producto. Análisis del proyecto. Propuesta de modificaciones.

Herramientas: Renderizado, fotomontaje, prototipos/ maquetas. 3D paramétricas, Dibujo Técnico.

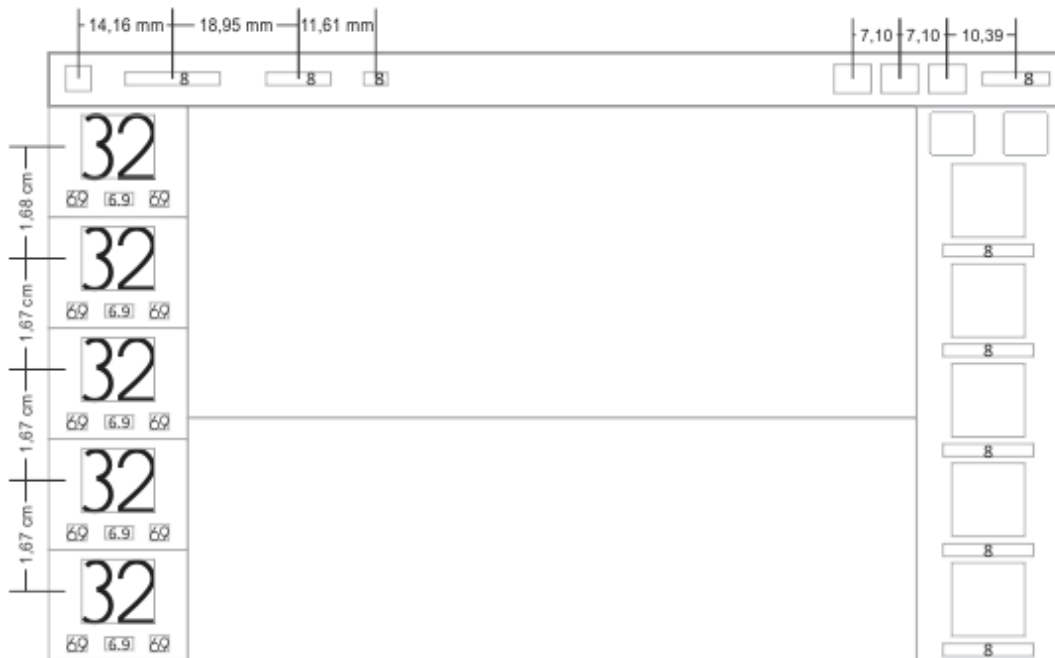
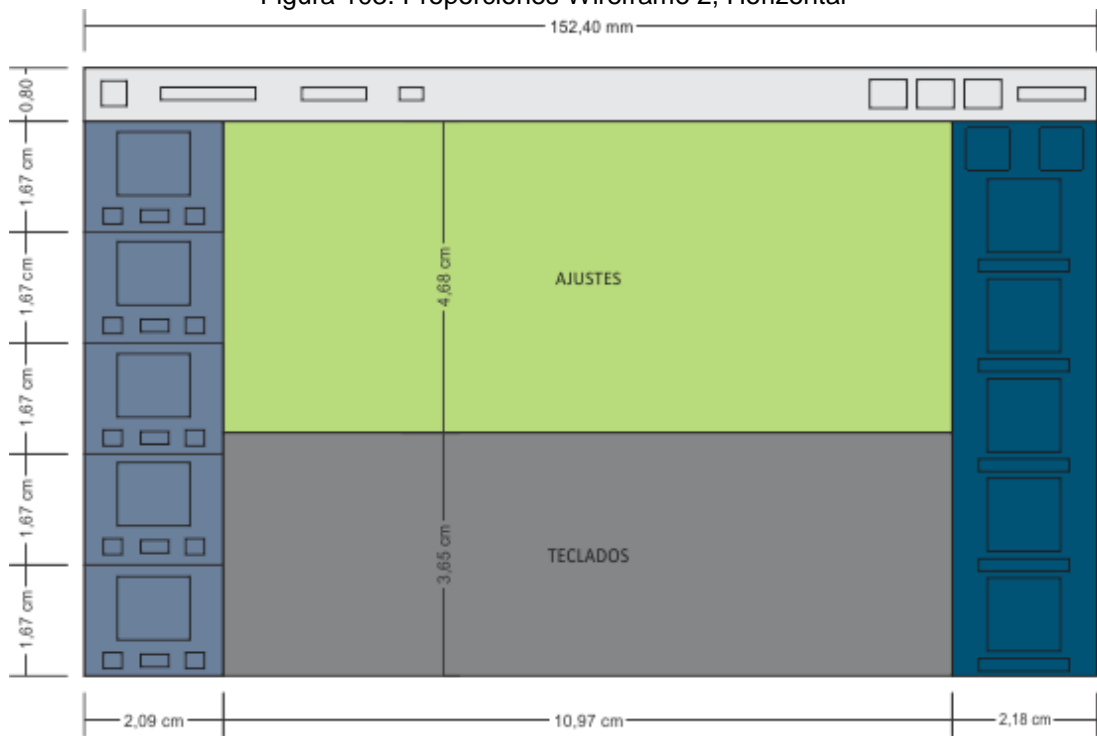
Documento que obtenemos: Demo final de la interfaz montada sobre pantalla touch de pc comercial y modelo o maqueta tridimensional modelada con planos finales de construcción.

Figura 101. Diseño de Detalle



Fuente: Autor

Figura 103. Proporciones Wireframe 2, Horizontal



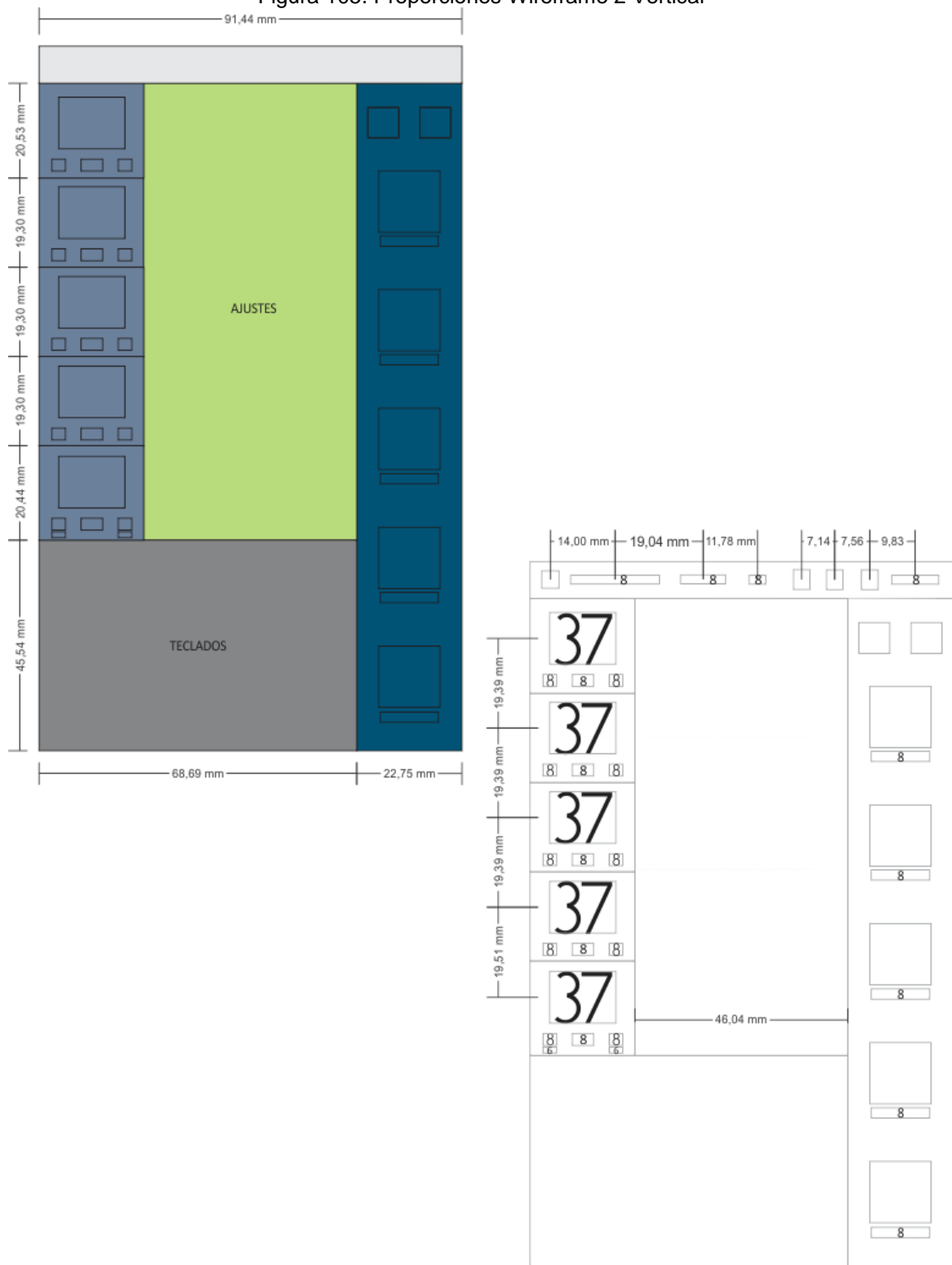
Fuente: Autor

Figura 104. Proporciones Wireframe 1 Vertical



Fuente: Autor

Figura 105. Proporciones Wireframe 2 Vertical



Fuente: Autor

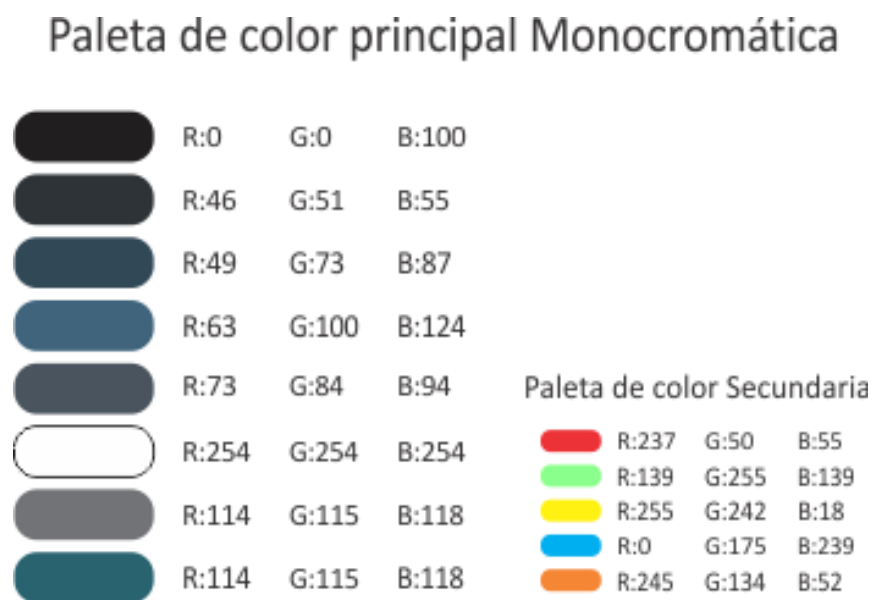
Las anteriores imágenes nos muestran cómo se deberán manejar cada una de las dos interfaces propuestas. A pesar de que cada una posee los mismos elementos (excepto por las gráficas), cada una brinda características de uso que se pueden conjugar para la excelente manipulación del equipo.

Para la lectura coherente y agradable es indispensable que de ahora en adelante para este o para un nuevo equipo que requiera el mismo software (si se piensa en nuevas modificaciones y arreglos) se deban tener en cuenta las proporciones, tamaños de letra y espacios manejados en las wireframe; cada una de ella ha tenido una aceptación validada a través del desarrollo del proyecto.

4.1.2 Paleta de color:

La configuración de color se destaca mayoritariamente por el color azul en varias tonalidades, formando así una paleta de color monocromática con ligeros visos de color destellante como lo son el rojo, el verde, amarillo, cyan y naranja. Colores que nunca pueden faltar para dar fortalecimiento al diseño siempre son el negro, el blanco y el gris; también todos presentes en el diseño de interfaz.

Figura 106. Paleta de color



Fuente: Autor

4.1.3 Tipografía y Tamaños: EL tipo de letra escogido varia de configuración de pantalla vertical a pantalla horizontal por obvias razones; la proporción de estas se mantiene constante al modificar el tipo de visualización y áreas como la de parámetros, los menús y el teclado se achican o agrandan variando en dos posiciones como ya se ha dicho.

A continuación se muestran los tipos de letra y los tamaños utilizados para el desarrollo de la interfaz:

- **Calibri:** En tamaños de 10, 8, 7 y 6 puntos para las dos interfaces.

Calibri Calibri Calibri Calibri

- **Y2KNeophyte:** En tamaños de 48, 30,10, 8, 7 y 6 puntos para las dos interfaces.

48 37 10 8 7 6

4.1.4 Diseño Final: A continuación se muestran una imagen que representa el diseño final que ha de llevar cualquier pantallazo visto sobre la pantalla del MSV HC. Cada interfaz posee un número cercano a 30 pantallazos o vistas diferentes; para efectos de esta tesis, evidenciar el proceso y permitir ver la estética del producto terminado me limito a mostrar solo 9 (ver Anexo F) por cada tipo de configuración dando ciertas explicaciones de uso y de interacción.

Figura 107. Pantalla inicial con medición de parámetros normales



Fuente: Autor

La activación y visualización de parámetros se hace en el momento inmediato cuando el paciente conecta los periféricos a su cuerpo; estamos hablando de electrodos, brazalete de presión y dedal de oximetría. Para modificar las características de una gráfica se oprime sobre esta misma para habilitar una serie de pestañas como las que se observan en la figura 107.

La interacción y la retroalimentación visual que recibirá el usuario al oprimir cualquier tipo de menú o submenú (los ubicados en la parte derecha de la pantalla) será mediante un aro de luz, el cual solo será visible para un botón al tiempo. Por su parte la alarma visual crítica y moderada estarán definidas por color rojo y color amarillo respectivamente, también dependiente de la cantidad de palpitations por segundo; es decir una alarma critica parpadea con más rapidez que una moderada. (ver anexos)

La visualización de “guardar y validar acciones” aparece en pantalla solo dos veces, cuando se quieren ingresar los datos de un nuevo paciente y cuando se le quieren asignar a este algún tipo de parámetros específicos; la visualización será

diferente ya que la parte posterior se mostrara con un desenfoque alto destacando la información y la ventana emergente actual.

Por otra parte en tenemos el submenú referente a las citas médicas las cuales podrán modificarse e incluirse en cualquier día de la semana, con recordatorios y alarmas específicas; los días marcados con asterisco rojo son los días que tienen un evento por cumplir.

La videollamada es otro tipo de submenú, pero aún así conserva la misma estructura o wireframe con la que se ha trabajado desde un comienzo. Tenemos dos visualizaciones de imagen (locutor y receptor), un cuadro de dialogo de uso moderado y el teclado general para cualquier tipo de configuración horizontal. La llamada se ejecutara por medio de dos botones situados directamente debajo de la imagen del receptor, uno rojo y uno verde con forma de teléfono.

A continuación se muestran las mismas nuevas imágenes en su estructura vertical o en visualización de paciente, donde los números y letras son más grandes, las gráficas pasan a un segundo plano y los iconos ayudan a la interpretación y comprensión de la lectura de los parámetros.

Figura 108 . Pantalla inicial sin medición de parámetros Vertical



Fuente: Autor

Cada una de las posiciones ya establecidas que se visualizaran sobre la pantalla para que el usuario pueda interactuar tiene sus beneficios propios dependiendo del tipo de usuario, no importa si lo hace con más o menos frecuencia. La visualización de graficas se hizo única y sencillamente por la razón que en dado caso algún personal médico especializado pudiese necesitarla. En cuanto al tamaño de los botones ambas visualizaciones tienen ventajas únicas que conjugadas a la rotación de la pantalla (90°) brindan una innovación y un carácter llamativo al producto; es decir si yo como usuario tengo el diámetro de los dedos por encima de un percentil 75, fácilmente puedo girar la pantalla y ejecutar la misma acción en la posición horizontal donde los botones de teclado son más grandes y están definidos en el límite de la norma. Por el lado contrario si quiero tener una visualización y una lectura a distancia ubicare mi monitor en posición vertical escondiendo las gráficas y monitoreando los valores críticos e importantes de cada parámetro; número que a su vez tiene un tipo y tamaño de tipografía definido por la norma para la lectura a 3 metros, y una inclinación específica

4.2 COMPROBACION:

La forma de evaluación y validación del diseño de interfaz se basa en aspectos funcionales de la misma; previamente se hizo una prueba de estas características en una etapa donde se esperaba que los cambios fueran drásticos, pero no fue así, razón por la cual se dio mucha vía libre al diseño ya que se tenían como fundamentos las buenas practicas recomendadas para el diseño de interfaces según las normas AAMI que hasta ese entonces terminaron con un muy buen desarrollo de concepto. En ese entonces aspectos de estilo, menús, e iconografía fueron muy bien aceptados por los usuarios. En esta segunda evaluación teniendo un acercamiento y una interacción casi idéntica a la final lo que se desea es que el usuario pueda ejecutar tareas específicas que haría dentro de su entorno para que pueda calificarlas en un nivel de complejidad, y así mismo el diseñador pueda

contabilizar y cuantificar los errores; es decir se obtendrá un juicio cualitativo y personal del directo implicado en la manipulación del dispositivo y una tabulación que arrojará valores cuantitativos a los mismos; factores que se tendrán que interpretar más adelante para las correcciones funcionales y finales de la interfaz.

4.2.1 MÉTODO DE CREACIÓN DE ESCENARIOS:

4.2.1.1 Descripción: Los escenarios son caracterizaciones de usuarios y sus tareas en contextos o entornos específicos. Para este caso se ha tomado según la metodología DATUS (viabilidad alta) como método de inspección y validación; es por eso que en esta etapa de diseño de detalle se contempla como la mejor opción.

4.2.1.2 Objetivo General: Inspeccionar y validar el diseño de interfaz final mediante una interacción sobre la pantalla touch de un PC.

4.2.1.3 Objetivos específicos:

- Presentar un esbozo narrativo de la prueba a desarrollar al usuario (evitar condicionarlo).
- Mediante una hoja de seguimiento de tareas dar instrucciones rápidas y verbales de objetivos (funciones específicas) al usuario para que este intente realizarlas y por medio de esta contabilizar los errores de uso cometidos.
- Mediante una matriz de evaluación solicitar a cada uno de los usuarios la calificación de aspectos y variables importantes del diseño de la interfaz.
- Observación, análisis y tabulación de resultados.

4.2.1.4 Usuarios: Personal auxiliar médico del instituto de corazón (4 personas) y personal técnico productivo del CTE (4 personas); también se consideraran 4

personas comunes y corrientes que representaran a los pacientes para un total de 12 personas que puedan validar la interfaz.

4.2.1.5 Metodología: Visitar a cada uno de los usuarios en reuniones individuales de aproximadamente 20 minutos donde se les observara realizando la interacción; posteriormente cada uno de ellos evaluara tópicos críticos de uso definidos previamente por el diseñador industrial.

La actividad se llevara con la ayuda del siguiente material de apoyo:

- Cámara Fotográfica.
- Computador Maple Touch
- 12 formatos de instrucciones y contabilización de errores
- 12 formatos de evaluación

4.2.1.6 Diseño de la herramienta:

Tabla 27. Seguimiento de tareas y contabilización de errores, Creación de escenarios Interfaz

	Tarea	Subtareas	Intentos		
			1	2	3
A-Pa-Po	Seleccione un nuevo usuario	Click en la parte superior izq			
		Seleccionar Fabián Urrea			
A-Po	Modifique las condiciones de la grafica	Click sobre grafica			
		Click sobre Deriva			
		Click en III			
		Validar el cambio			
A-Pa-Po	Modificar el sonido del sistema	Click en Audio			
		Click para aumentar o disminuir			
		Validar el cambio			
		Salir			
A-Pa-Po	Ingrese un paciente nuevo	Click en configurar			
		Click en Nombre			
		Escribir Nombre con el teclado			
		Validar el cambio			
		Seleccionar Posición/Validar			
		Click en Parámetros			
		Click en tipo de Paciente			
		Click en Adolescente			
		Validar el cambio			
		Seleccionar Posición/Validar			
		Salir			
A-Pa	Ingresar una cita medica	Click en Agenda			
		Cambiar de Mes			
		Click en día 15			
		Click en Evento			
		Click en recordatorio de un día			
		Validar el cambio			
		Salir			
Po	Modificar la IP del sistema	Click en configurar			
		Click en soporte Técnico			
		Click en Clave			
		Escribir clave con el teclado			
		Validar el cambio			
		Click en conectividad			
		Click en IP			
		Validar el cambio			
		Salir 1			
		Salir 2			

Fuente: Autor

Tabla 28. Formato de evaluación, Creación de escenarios Interfaz

Variable		Pregunta	Calificación (1 a 5)
Compresión	Intuitividad	¿Qué tan fácil de entender le parece?	
	Iconografía	¿Qué tan fácil de entender le parece cada uno de los iconos (relacionados con su nombre)?	
Manipulación	Botones de Menú	¿Le parece adecuado el tamaño de los botones?	
	Botones de Teclado	¿Le parece adecuado el tamaño de los botones?	
	Otros	¿Le parece adecuado el tamaño de los botones?	
Estética	Estética	¿Qué tan estético y agradable le parece?	

Fuente: Autor

4.2.1.7 Aplicación de la Herramienta:

Figura 109. Evaluación Creación de Escenarios, Personal Producción



Fuente: Autor

Figura 110. Evaluación Creación de Escenarios, Usuarios



Fuente: Autor

4.2.1.8 Tabulación y análisis de resultados:

Casi finalizado por completo el desarrollo de interfaz de usuario para el Monitor Home Care, como lo recomienda la metodología y en el tiempo en el cual el diseñador la aplica, se obtienen resultados realmente satisfactorios y válidos para los ajustes finales antes de crear la primera versión funcional o demo. Se entrevistó un número de entre 10 y 15 personas, todas y cada una de ellas relacionadas con el uso del equipo en los diferentes escenarios; para ello se visitó la clínica del instituto del corazón, la bodega de producción de bioingeniería y se buscaron personas al azar.

A continuación se muestran cada una de las tablas y graficas de los datos obtenidos:

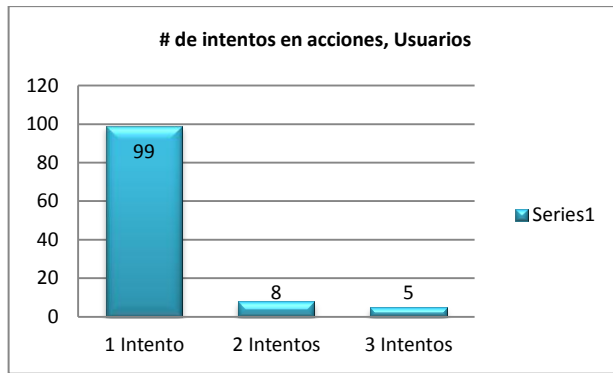
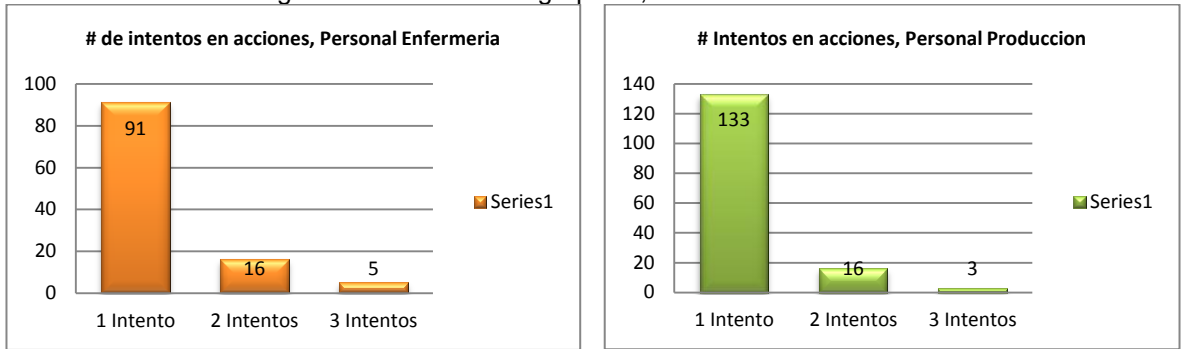
4.2.1.8.1 Tabulación de aciertos relacionados al número de intentos:

Tabla 29. Datos, Aciertos relacionados al número de intentos, Creación de Escenarios

Dependencia	Nombre	Cargo	Intentos		
			1	2	3
Personal Enfermería	Patricia Granados	Auxiliar Enfermería	20	6	2
	Mayra Sepúlveda	Auxiliar Enfermería	25	2	1
	Zuleima Olivella	Auxiliar Enfermería	23	4	1
	Elizabeth Ruiz	Coordinadora de Piso	23	4	1
Personal Producción	Javier Rubiano	Tecnólogo Bioingeniería	33	4	1
	Wilmer Niño	Tecnólogo Bioingeniería	31	6	1
	Miguel Ruiz	Tecnólogo Bioingeniería	35	2	1
	Miguel Jurado	Jefe Producción	34	4	0
Usuarios Generales	Lina Duque	Usuario	26	1	1
	Ferley Sierra	Usuario	26	1	1
	Claudia Castillo	Usuario	24	2	2
	Natalia Niño	Usuario	23	4	1

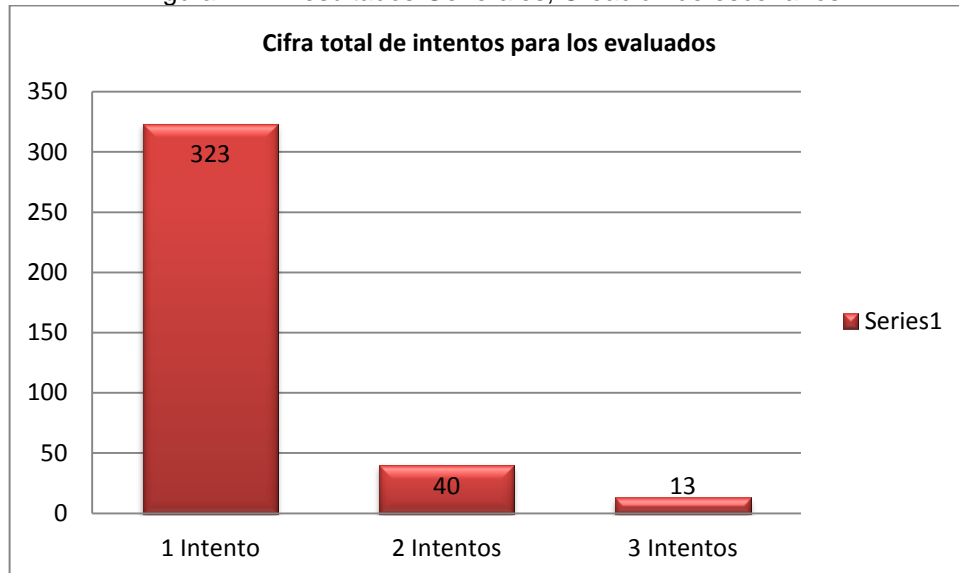
Fuente: Autor

Figura 111. Resultados grupales, Creación de escenarios



Fuente: Autor

Figura 112. Resultados Generales, Creación de escenarios



Fuente: Autor

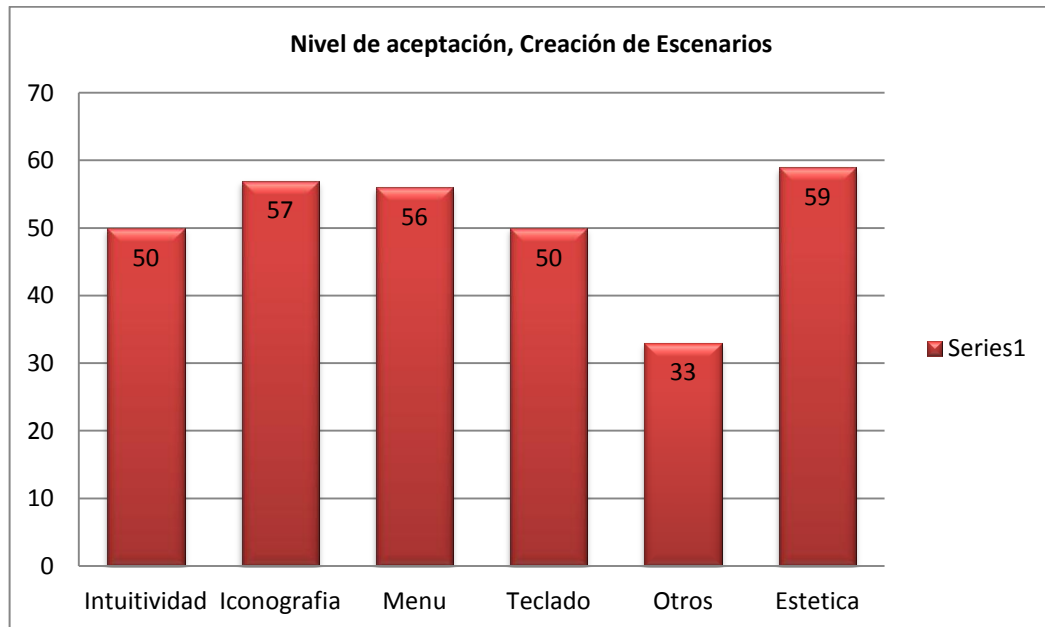
4.2.1.8.2 Nivel de satisfacción:

Tabla 30. Datos, Nivel de satisfacción de la interfaz, Creación de escenarios

Dependencia	Nombre	Cargo	Comprensión		Manipulación			Formalidad
			Intuitividad	Iconografía	Menú	Teclado	Otros	Estética
Personal Enfermería	Patricia Granados	Auxiliar Enfermería	4	5	5	5	3	4
	Mayra Sepúlveda	Auxiliar Enfermería	4	5	4	3	1	5
	Zuleima Olivella	Auxiliar Enfermería	3	5	5	5	3	5
	Elizabeth Ruiz	Coordinadora de Piso	4	4	5	5	2	5
Personal Producción	Javier Rubiano	Tecnólogo Bio	5	4	4	4	3	5
	Wilmer Niño	Tecnólogo Bio	4	5	5	5	5	5
	Miguel Ruiz	Tecnólogo Bio	5	5	5	5	3	5
	Miguel Jurado	Jefe Producción	4	5	5	4	2	5
Usuarios Generales	Lina Duque	Usuario	3	5	4	4	1	5
	Ferley Sierra	Usuario	4	4	5	2	5	5
	Claudia Castillo	Usuario	5	5	5	4	3	5
	Natalia Niño	Usuario	5	5	4	4	2	5

Fuente: Autor

Figura 113. Nivel de Satisfacción, Creación de escenarios



Fuente: Autor

4.2.1.8.3 Conclusiones: La prueba realizada ha entregado resultados realmente satisfactorias para el desarrollo del dispositivo ya que hasta este punto hemos sido capaces de crear una interfaz ideal, funcional y estética para el usuario. Las gráficas mostradas anteriormente representan enormemente la ventaja que posee el diseño, ya que minimiza la posibilidad de errores y maximiza la intuitividad, estos, elementos básicos e influyentes en la excelente manipulación de un equipo médico. Por otro lado la aceptación y agrado por parte de usuario hacia la interfaz, cuyas características representan variables básicas para el diseñador han sido igualmente validadas y establecidas.

Apartándonos un poco de lo bien diseñada y sin cegarnos ante la superioridad numérica ventajosa que nos han dado los resultados se citaran algunos puntos claves para corregir la nueva versión:

- Ninguno de los doce evaluados fue capaz de inferir en primera instancia como se modificaban los parámetros de la gráfica; pero solo uno de ellos sobrepaso los tres intentos.
- El tamaño del tercer tipo de botones definido como “otros” dentro de la prueba fue considerado unánimemente como pequeño; este valor se ve representado en los 33 puntos sobre 60 que debía obtener para ser perfecto.
- La estética y estilo de la interfaz tuvo una aceptación casi ideal obteniendo 59 sobre 60, sin embargo muchos de los evaluados manifestaron que sería bueno resaltar las etiquetas de los botones en los submenús (es decir, las etiquetas de los botones de tercer tipo).

- En las dos ventanas de validación, para datos y para parámetros sería recomendable resaltar un poco más los avisos y etiquetas ya que los usuarios siempre tendían a validar inmediatamente sin leer.
- El tamaño del teclado tiene una aceptación de 50 sobre 60, pero todos manifestaron que de ser posible serían mucho más funcionales si fueran más grandes y más separados. En esta conclusión se debe hacer una salvedad ya que la única forma de agrandar los botones del teclado sería haciendo más grande el tamaño de la pantalla. Se deja como opción ya que además de no ser una tarea crítica tampoco fue mal evaluada ni utilizada por el usuario en presencia del evaluador.
- El análisis fue hecho a los resultados generales por la misma razón que los errores cometidos fueron tan variables de persona a persona que no representaron ninguna conclusión válida diferente a las descritas anteriormente en este mismo apartado.

4.3 CONFIGURACIÓN MODULAR FINAL:

La previa selección de concepto delimitó el camino hacia una configuración única que no solo fuera capaz de satisfacer las necesidades de la carcasa y de los requerimientos electrónicos de posición, sino que también pudiese brindar una fácil reacomodación y variabilidad de componentes de ser necesario el mejoramiento del diseño en un futuro.

El modelamiento de los componentes fue refinado con el fin de poder generar un volumen casi idéntico (no más de 5mm de error) con el cual se pudiese empezar a diseñar y conformar a detalle la carcasa del equipo. El desarrollo fue ejecutado completamente bajo herramientas CAD de modelado 3D que pueden brindar tanto características físicas, tridimensionales, de desmolde y de resistencia, todos elementos básicos en el diseño de carcasas.

A continuación se exponen 3 vistas en las cuales se aprecia la disposición de los elementos internos del sistema:

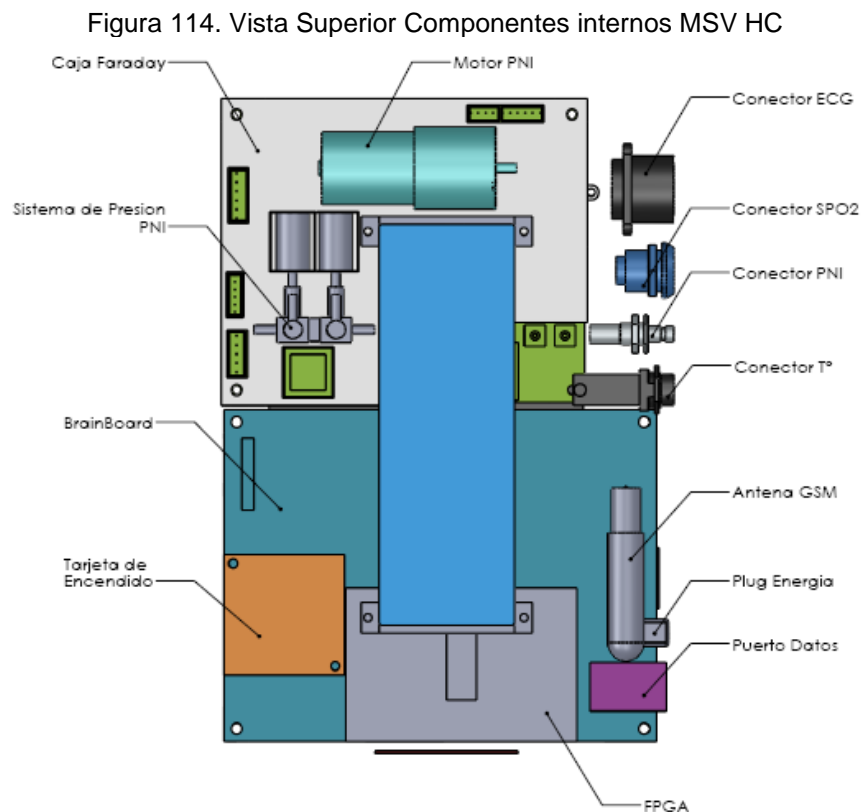
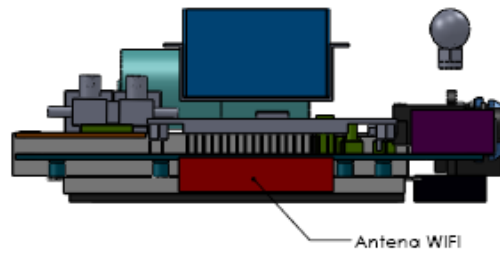
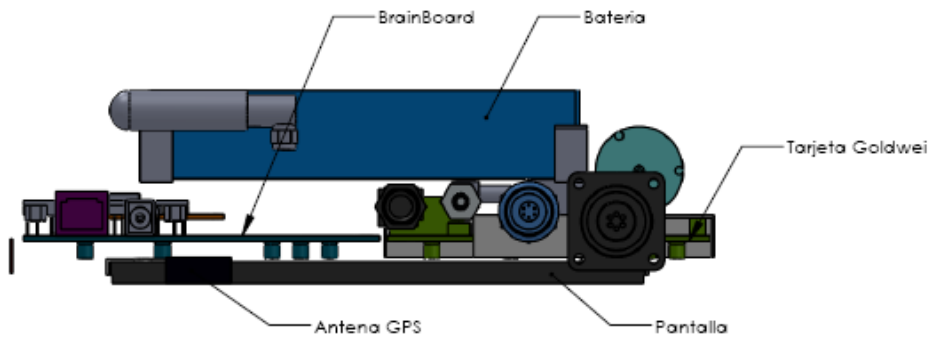


Figura 115. Vista Frontal Componentes Internos MSV HC



Fuente: Autor

Figura 116. Vista Lateral Componentes Internos MSV HC



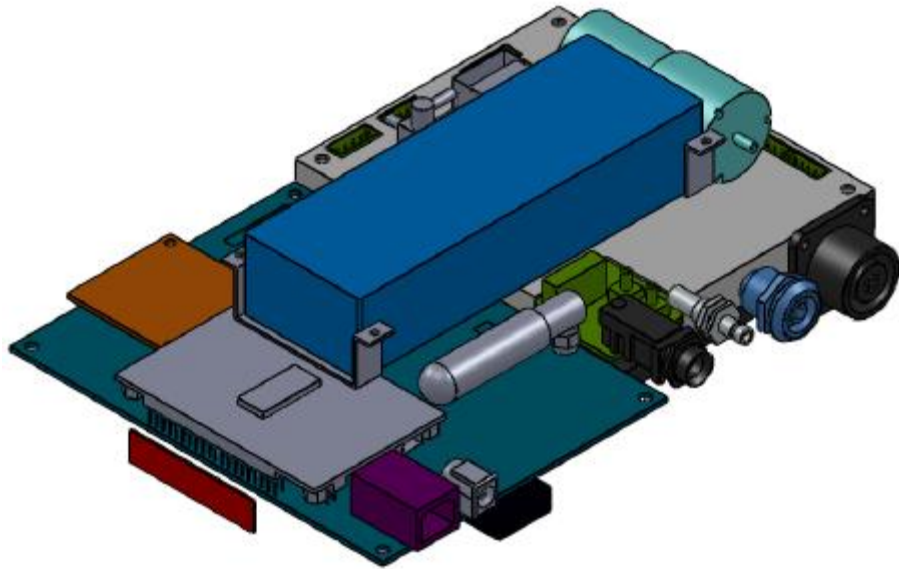
Fuente: Autor

Tabla 31. Lista de componentes representativos para diseño de carcasa

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Bateria	1
2	Jack de Alimentacion	1
3	PuertoDatos	1
4	DispositivoCanales	1
5	Electrovalvula	2
6	Tarjeta Integrada GOLDWEI2	1
7	Pantalla	1
8	Procesador Nano	1
9	Tarjeta Madre	1
10	Motor	1
11	ConectorSPO2	1
12	PlugSensor*	1
13	TomaAire	1
14	Conector ECG	1
15	CamaraIntegrada	1

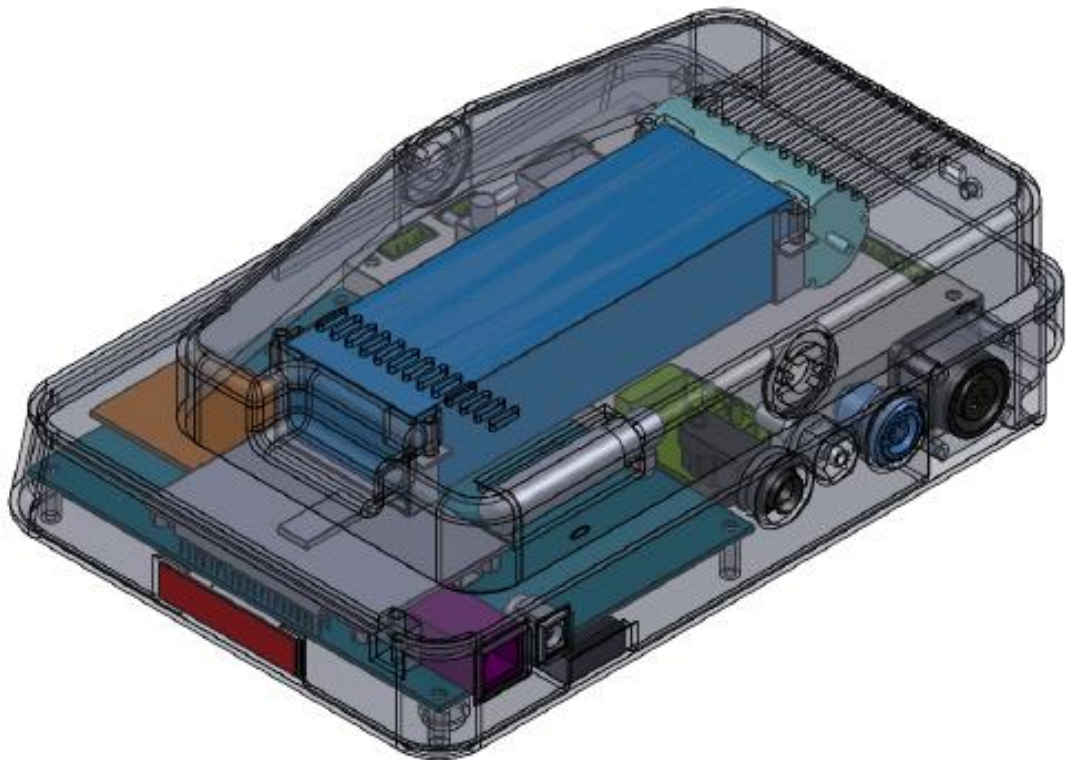
Fuente: Autor

Figura 117. Isométrica Componentes internos MSV HC



Fuente: Autor

Figura 118. Diseño de carcasa-Componentes Internos MSV HC



Fuente: Autor

4.4 MAQUETAS:

Hasta entonces el desarrollo y la consecución de los objetivos y metas de diseño para el monitor de signos vitales Home Care han sido trabajados, modelados y renderizados mediante herramientas CAD; si bien se utilizaron las medidas reales de las tarjetas, conectores, baterías y demás componentes antes nombrados, el usuario ni el grupo de diseño había podido interactuar con el volumen real del equipo. La metodología planteada y el criterio del diseñador se conjugan para así contemplar entonces dos maquetas y modelos necesarios para evaluar tanto visual como funcionalmente el diseño del dispositivo medico; de esta manera un modelo de apariencia y un modelo funcional de mecanismo fueron construidos cada uno con el fin de evaluar características que hacen del equipo un elemento usable.

4.4.1 MODELO DE APARIENCIA:

“No funcional, modelo físico del dispositivo que se ve y se siente real”⁷³.

El objetivo de la construcción de un prototipo de bajo costo, con materiales livianos y completamente diferentes, pero con acabados y apariencia similar, sirve para poder recrear la idea tangible del proyecto que se está trabajando grupalmente entre los participantes del centro interdisciplinar de D&D-Bioingeniería. A pesar de que el modelo brindaba la posibilidad de variar su posición manipulando el mecanismo, la estructura y propiedades del material (cartón paja) no permitían una resistencia duradera ni fiable a la fatiga para que permitiera una correcta verificación. Con este tipo de modelos se verifican aspectos muy puntuales como el espesor del dispositivo que influirá en el agarre, la secuencia de uso final al permitir al usuario de una manera limitada la simulación en todos sus estados (completamente plegado, plegado para visualización vertical, desplegado para transporte) y la estética del mismo.

⁷³ AAMI, Human Factors Design Process, section 6.3.2, pag 27.

Figura 119. Modelo de apariencia, Plegado



Fuente: Autor

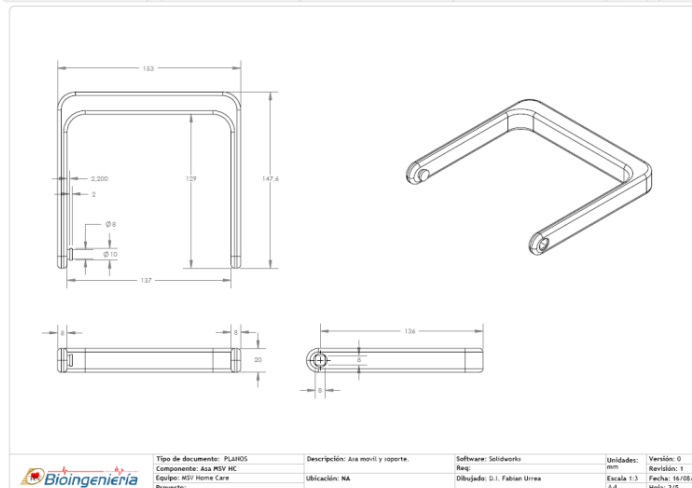
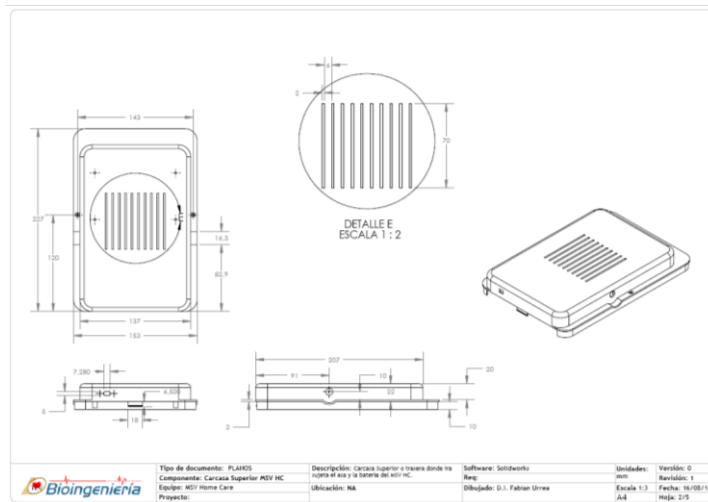
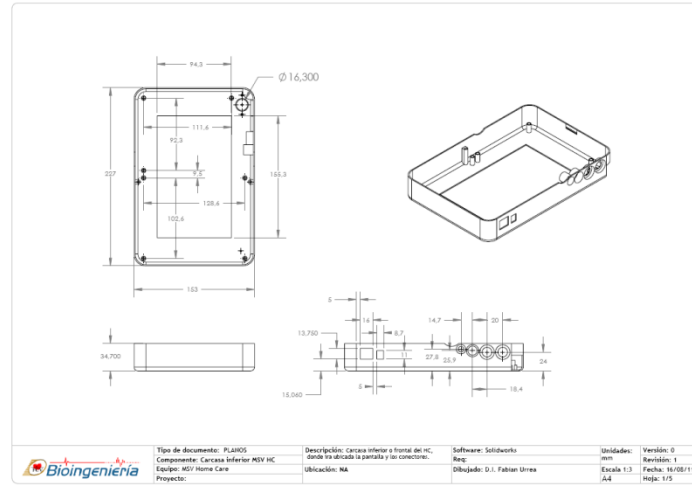
Figura 120. Modelo de apariencia plegado para visualización vertical y Figura 121 desplegado para transporte



Fuente: Autor

El modelo fue fabricado en una sola pieza (no desarmable) de cartón paja y con acabados básicos de vinilo y laca brillante. Sobre el fueron pegadas imágenes que representarían la ubicación de los diferentes conectores así como la pantalla y los botones frontales.

Figura 122. Planos para construcción de modelo de apariencia



Fuente: Autor

Figura 123. Manipulación y Agarre del modelo de apariencia



Fuente: Autor

Figura 124. Manipulación del modelo de apariencia para transporte

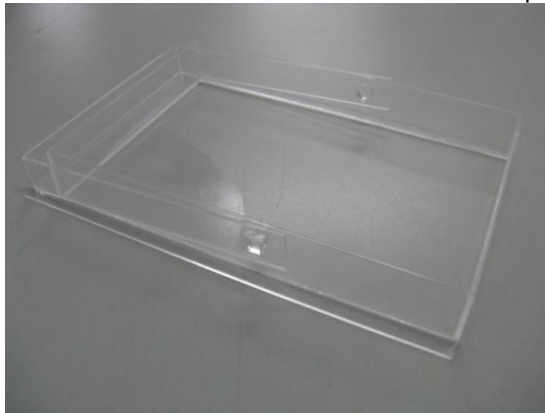


Fuente: Autor

4. 4. 2 MODELOS FUNCIONALES:

Son modelos estructurales rígidos que son capaces de simular la parte móvil más crítica en cuanto a uso y resistencia del dispositivo medico en cuestión. A pesar de no tener ninguna característica visual de lenguaje ni de estética, lo que permite este tipo de modelos es evaluar mediante la utilización de un material similar (en cuanto a rigidez) la viabilidad del mecanismo de pivote que sostendrá y le dará estabilidad al dispositivo en sus tres estados (plegado, plegado para visualización vertical y desplegado).

Figura 125. Modelo Funcional de Pivote/Posición plegado



Fuente: Autor

Figura 126. Modelo Funcional Pivote Figura 127 Plegado para visualización y desplegado



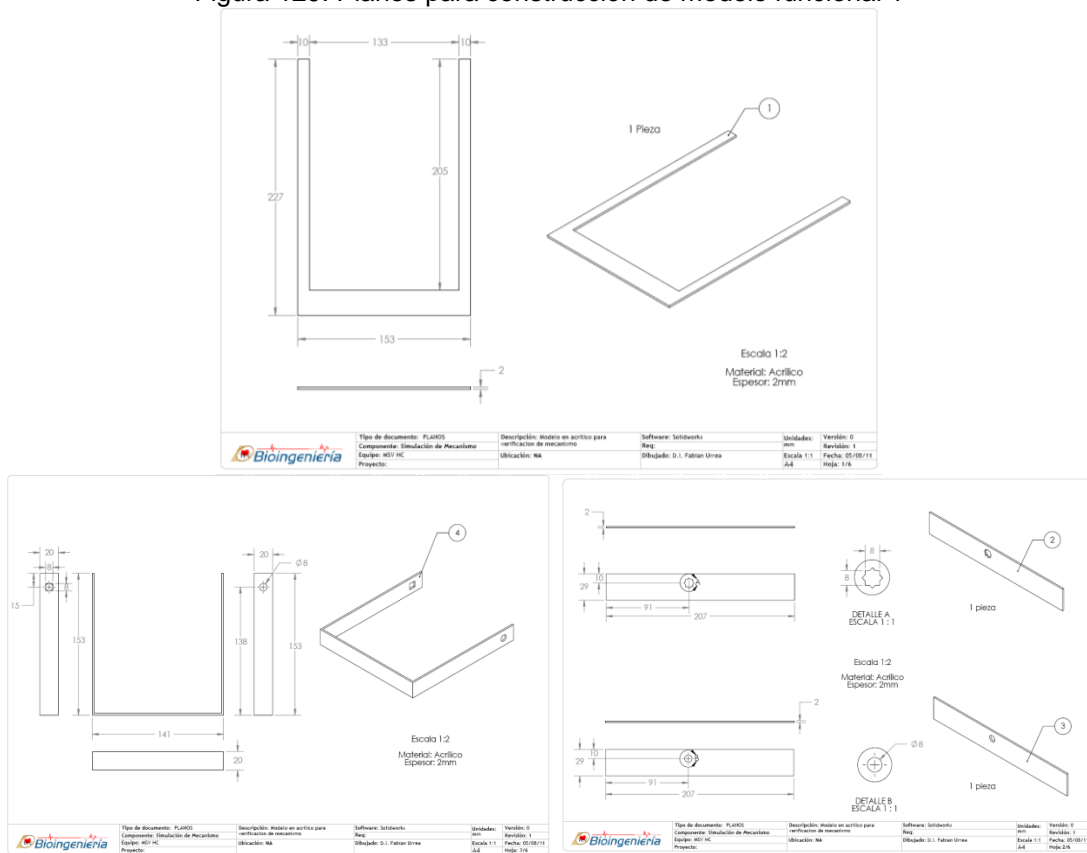
Fuente: Autor

Figura 128. Modelo Funcional Pivote/ Plegado en visualización horizontal



Fuente: Autor

Figura 129. Planos para construcción de modelo funcional 1



Fuente: Autor

4.5 COMPROBACION Y VERIFICACIÓN:

4.5.1 MÉTODO DE CREACIÓN DE ESCENARIOS (NIVEL DE SATISFACCIÓN):

Descripción: Crear un escenario de interacción con prototipos funcionales del dispositivo entre el usuario (paciente o enfermero) y el diseñador, en el cual se puedan aplicar metodologías que ayuden a verificar la satisfacción de requerimientos previos.

Objetivo General: Inspeccionar el diseño final de la carcasa teniendo en cuentas aspectos de manipulación mediante modelos funcionales y de apariencia.

Objetivos Específicos:

- Presentar al usuario una explicación breve de la prueba a desarrollar y las características a evaluar.
- Exponer el prototipo de apariencia y de manipulación para que el usuario lo contemple; que haga un reconocimiento visual de los elementos funcionales sin decirle nada (asa, pantalla, mecanismo...).
- Hacer preguntas puntuales sobre aspectos evaluables de agarre, visualización, mecanismo y estética.
- Mediante una matriz de satisfacción registrar el valor cuantitativo (1 a 5) que el usuario da a cada una de las premisas.
- Observación, tabulación y análisis de resultados.

Usuarios: 5 personas que hagan parte del departamento de auxiliares médicos del instituto de corazón, y 5 personas comunes y corrientes que representaran a los pacientes para un total de 10 personas que puedan verificar el diseño de carcasa.

Metodología: Visitar a cada uno de los usuarios en reuniones individuales de aproximadamente 10 minutos donde se les observara realizando la interacción;

posteriormente cada uno de ellos evaluara tópicos críticos de uso definidos previamente por el diseñador industrial.

La actividad se llevara con la ayuda del siguiente material de apoyo:

- Cámara Fotográfica.
- Prototipo de apariencia.
- Prototipo de mecanismo funcional.
- 10 formatos de instrucciones y contabilización de errores

4.5.1 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA:

Responsable: Fabián Urrea

Cargo: Diseñador Industrial

Lugar: IC-FCV

Fecha: 30 de agosto de 2011

Nombre	Cargo	Área
		Bioingeniería

Califique cada una de las propuestas características marcando una X en la casilla del valor que considere; donde 1=Completamente en desacuerdo, 2=Desacuerdo 3= Satisfacción aceptable, 4= Satisfecho, 5= Muy satisfecho

Tabla 32. Nivel de satisfacción

			Nivel de Satisfacción					
			Calificación					
	Aspecto a evaluar	Pregunta	1	2	3	4	5	Justificación
1	Agarre Plegado	¿Qué tan cómodo es?						
2	Visualización Vertical	¿Qué tan buena es el ángulo?						
3	Visualización Horizontal	¿Qué tan buena es el ángulo?						
4	Agarre para transporte	¿Qué tan cómodo es?						
5	Estética	¿Qué tan agradable le parece?						

Fuente: Autor

4.5.2 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA:

Figura 130. Método Creación de Escenarios/Carcasa 1



Fuente: Autor

Figura 131. Método Creación de Escenarios/Carcasa 2



Fuente: Autor

Tabla 33. Muestra Creación de Escenarios Carcasa

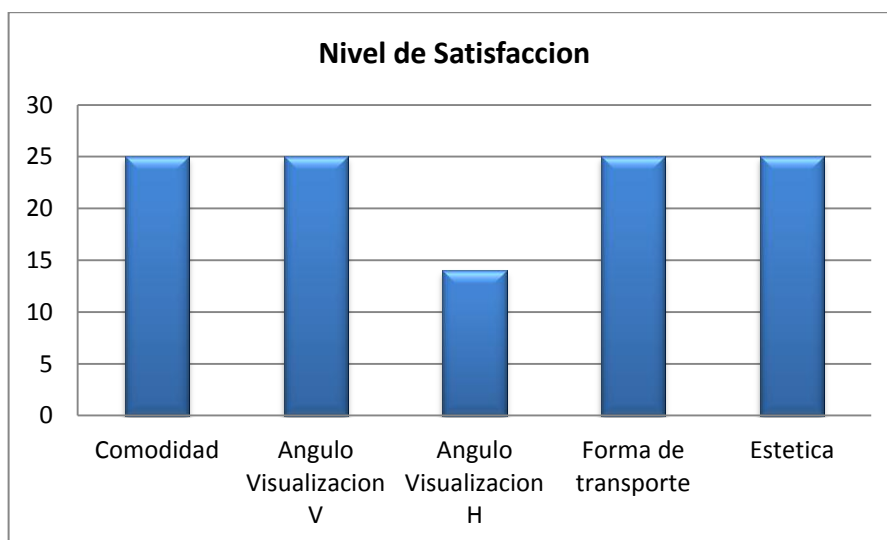
Muestra Creación de Escenarios Carcasa		
#	Nombre	Cargo
1	Hemelina Quintero	Enfermera
2	Rosmary Bermúdez	Enfermera
3	Luz Molina	Enfermera
4	María Sanabria	Enfermera
5	Elizabeth Ruiz	Coordinadora de piso

Fuente: Autor

4.5.3 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Este tipo de evaluación fue desarrollada con 5 personas del Instituto del corazón, y su objetivo fue crear un primer acercamiento físico entre el usuario y el producto; todo con el fin de poder darnos cuenta por medio de un modelo previo si los requerimientos interpretados por el diseñador, estaban siendo tenidos en cuenta para el configuración formal del producto. Los resultados a la prueba de nivel de satisfacción fueron los siguientes:

Figura 132. Nivel de Satisfacción Carcasa



Fuente: Autor

Con esta prueba no se quieren sacar premisas de diseño básicas aplicables a todo, y de ahí su limitado número de personas; el objetivo era poder encontrar dentro de un modelo de apariencia características básicas a mejorar para un dispositivo medico innovador. Si bien es un equipo pequeño, portátil y liviano, es imposible compararlo con elementos de entretención de última tecnología como tablets y ipads que no están destinados al cuidado de la salud humana ni tienen todos los requerimiento normativos a los que se refieren los dispositivos médicos; por esta razón es indispensable contar con la opinión de usuarios y calificación de estos a las características dadas por el diseñador, todo con el fin de estimular el desarrollo de un equipo único en el ámbito médico colombiano y mundial.

El resultado de la pequeña prueba revelo y confirmo las preocupaciones mostradas por el grupo de diseño; y era la indispensabilidad de visualización inclinada para las dos visualizaciones, característica que tendrá que ser implantada en el concepto actual del monitor. Es decir, si bien el puntaje máximo establecido fue de 25, para la visualización horizontal se obtuvo un valor medio de 14, valor que realmente no sería de alarmar pues se podría considerar como aceptable. La razón por la cual se decide a partir de este momento implementar su inclinación es por las discusiones dadas al respecto dentro del equipo de diseño y en las cuales se establecieron los consultorios médicos como un ambiente contextual importante para su aplicación, haciendo constante e indispensable la observación de graficas (las que se ven solo en la posición horizontal).

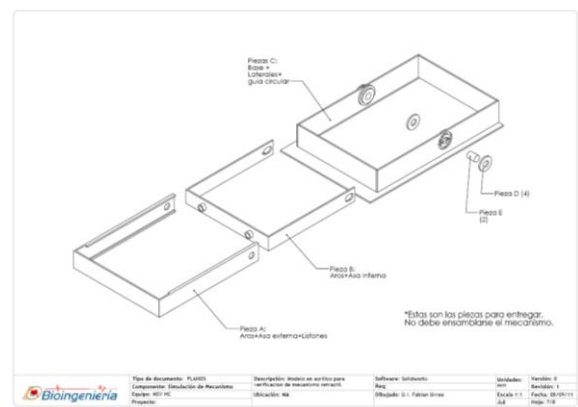
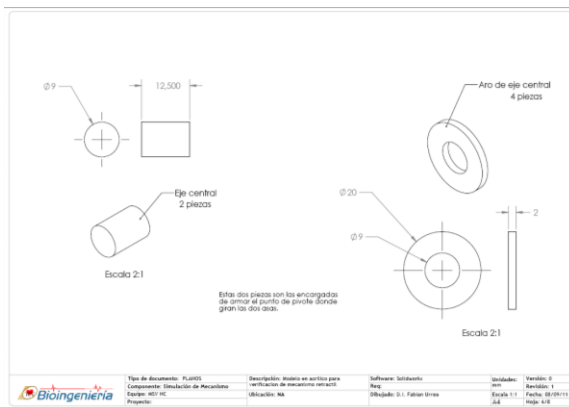
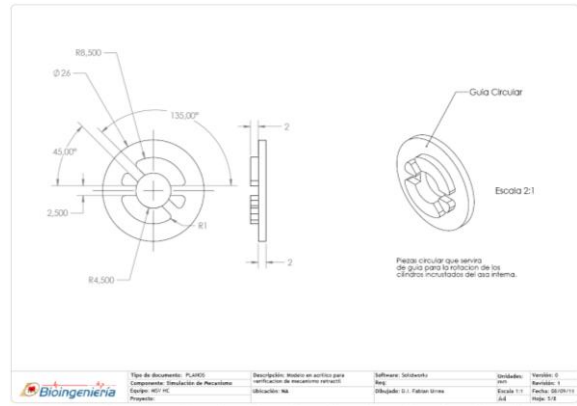
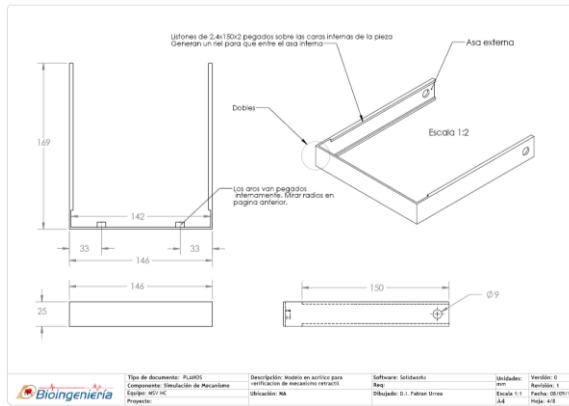
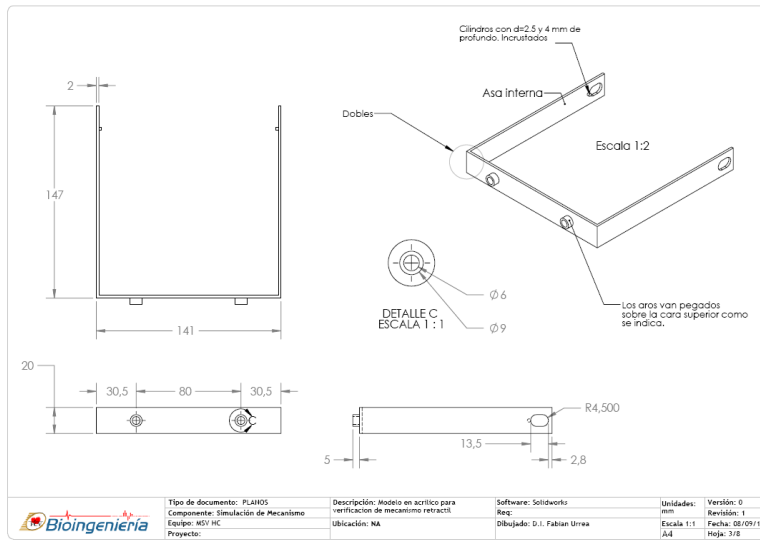
Un factor realmente alentador es que aspectos demasiado importantes (el espesor del equipo, la forma de transporte y la estética) para el usuario han sido satisfactoriamente evaluados en un modelo inicial dimensionado mediante una prueba cuantitativa, que a pesar de su pequeña muestra (5 personas) es perfecta para tomar decisiones antes de la creación de prototipos completamente funcionales.

4.5.4 MEJORAS MODELO FUNCIONAL:

Una vez terminado pero no validado el mecanismo funcional 1, el cual a pesar de cumplir con los requerimientos de estabilidad y función básica, no era capaz de satisfacerlos con el fin de hacer más sencilla la tarea. De esta manera se pretende entonces hacer más intuitiva la forma en que el usuario deberá manipular y accionar el asa para su rotación; en otros términos hacer más complejo el mecanismo pero hacer una tarea más sencilla para el usuario. Se generó entonces una propuesta retráctil que partió del mismo concepto 1 y en el cual se definió la acción “oprimir” como algo inherente y básico a las personas al momento de ejercer este tipo de tareas; estas premisas fueron observadas al ver que las veces que se intentó exponer el sistema a usuarios en general, ninguno entendía como se manipulaba, todos estaban en desacuerdo (no gustó), y además no brindaba una retroalimentación del “click” que se esperaba poder brindarle a la persona.

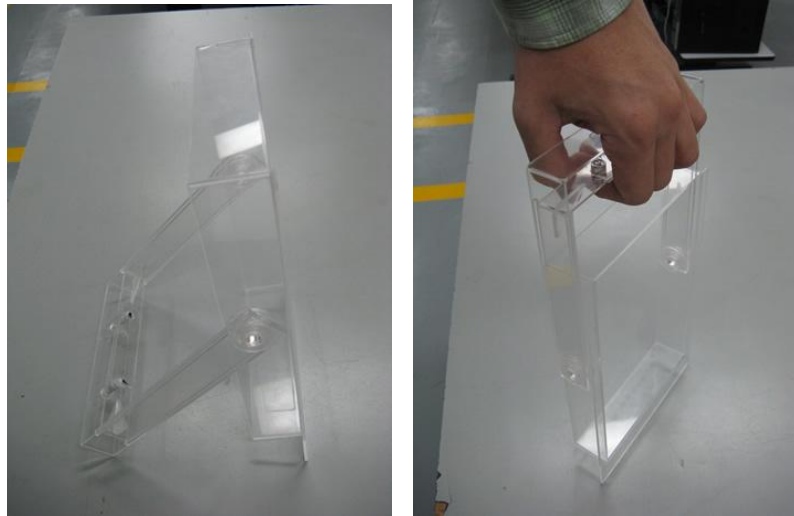
El siguiente mecanismo se caracteriza por tener dos tipos de asas, una interna y otra externa, las cuales están sujetas por un pasador fijo que se desliza sobre una guía circular diseñada especialmente para permitir las 3 posiciones predefinidas de uso; además de eso, dos resortes en la parte superior son los encargados de ejercer presión sobre el asa interna y el pivote central, para de esta manera imposibilitar la rotación. En teoría la actuación es muy complicada pero se simplifica mucho cuando se define en términos de uso: oprimir-rotar, oprimir-rotar, las veces que sea necesario (la fuerza para trabar el dispositivo es ejercida por los resortes).

Figura 133. Planos Modelo Funcional 2



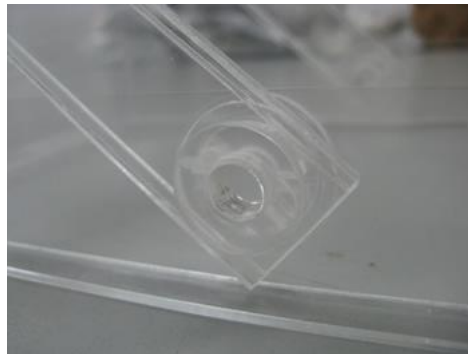
Fuente: Autor

Figura 134. Modelo Funcional 2



Fuente: Autor

Figura 135. Guía Circular y Pivote



Fuente: Autor

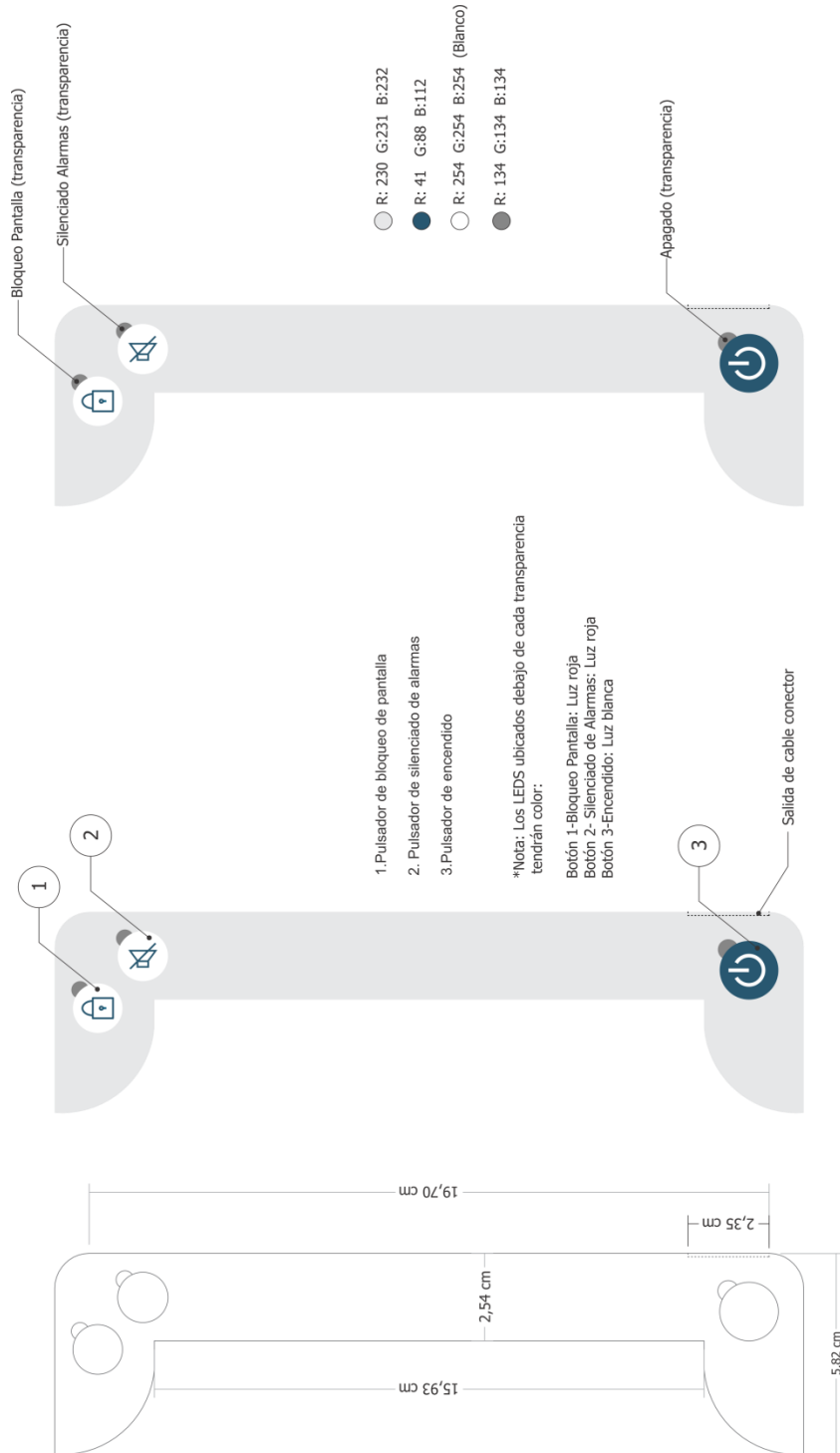
Figura 136. Resortes



Fuente: Autor

4.6 TECLADO DE MEMBRANA/PANEL FRONTAL MSV HC:

Figura 137. Teclado de Membrana MSV HC



Fuente: Autor
230

La obtención de un teclado externo como el que se ilustra anteriormente en la figura 137, fue no solo el resultado de planteamientos y análisis dentro del grupo de diseño sino también de la contemplación de pros y contras desde el punto de vista electrónico, de usabilidad, así como las recomendaciones normativas y por supuesto la validación por parte de usuario principal.

Tres funciones básicas fueron en un comienzo planteadas por el diseñador ya que era la persona encargada de maximizar la usabilidad del equipo referenciándose en la norma. Como se ha dicho anteriormente y se explicaran ahora, las razones por las cuales estas 3 funciones (*además de un slide) estuviesen por fuera de la pantalla o del software fueron las siguientes:

- On/Off: Es necesario un botón externo que además de prender y apagar me permita el resteo del equipo. Se definió así ya que se podían conjugar las 3 funciones manipulando electrónicamente los tiempos de presión sobre el pulsador. De no colocarse externamente en el equipo estaría limitado a “hibernar” siempre, características que electrónicamente hablando, serían minimizadas por las cualidades de potencia y de vida útil de la batería para sus 3 horas sin estar conectado.
- Silenciado de alarmas: La norma lo recomienda; si el sistema falla, al tener el botón externo podríamos silenciarlo sin tener inconvenientes de que al presionarlo la acción no sea ejecutada (lo que ocurre cuando esta sobre la pantalla de manera digital).
- Bloqueo de pantallas: Por sentido común, ya que si quisiéramos desbloquear la pantalla en determinado momento en una función táctil nunca podría ejercerla, sería irónico. La única opción sería con slide pero la pantalla actual no tendrá reconocimiento del desplazamiento de los dedos;

es una característica recomendada por la norma para evitar accidentes y accionamientos erróneos por parte de niños y mascotas.

- Wifi: Por la misma razón de operabilidad, ya que si llegase a ocurrir un error en el software que lo pudiese dejar bloqueado, el usuario podría desconectarlo y así no enviar datos erróneos a la central de monitoreo, también por seguridad debido a que electrónicamente hablando el sistema podría ser vulnerable a hackers, quienes podrían dejar el wifi siempre activo mientras realizan el daño o la extracción de la información.

Una pequeña prueba también fue ejecutada como se decía anteriormente con el fin de validar los iconos mediante la comprensión correcta por parte del usuario:

Este tipo de prueba quiere poder validar las recomendaciones dadas por la norma internacional AAMI, porque a pesar de ser una recopilación de buenas prácticas, nunca está de más poder validarla y crear bases para futuras aplicaciones parecidas dentro de las lecciones aprendidas en el desarrollo de dispositivos médicos. A continuación se muestran los significados de los 3 iconos según la norma extraídos de la versión “Graphical Symbols” del año 2003:

5569



5569. Bloqueo: Para identificar en un control que una función está bloqueada o para mostrar el estado de bloqueo.

5436



5436. Silenciado

5009



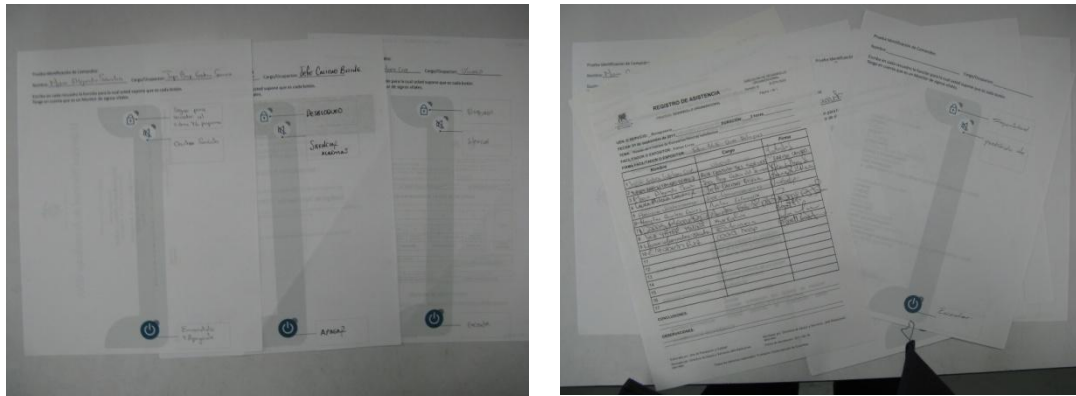
5009. Stand-by: Identificar la posición del interruptor por medio del cual se cambia cierta actividad del equipo para dejarlo en condición de stand-by. **A pesar de que su definición no es la más cercana a la acción prender u apagar, se optó por colocar este ya que es el icono universalmente utilizado en equipos electrónicos.*

Tabla 34. Tabla de resultados/Validación e interpretación teclado membrana

#	Nombre	Cargo	Interpretación		
			1	2	3
1	Jessica Supelano	Usuario	Bloquear	Silenciar	Encender
2	Yurley Castro	Usuario	Bloquear	Silenciar	Apagar
3	María A. Sánchez	Usuario	Seguro para acceder	Quitar Sonido	Encendido y Apagado
4	Patricia Valderrama	Usuario	Seguro	Sin sonido	Encender
5	Laura Laguado	Usuario	Desbloqueo	Silenciar Alarmas	Apagar
6	Hemelina Quinteto	Enfermera	Seguridad	Prohibido de	Encender
7	Rosmery Bermúdez	Enfermera	Brindar seguridad	No escuchar el pito	Prender y apagar
8	Luz Molina	Enfermera	Seguridad	x	Alarma
9	Hana Mercedes	Enfermera	Bloqueo	Amarla Off	Apagar
10	Elizabeth Ruiz	Coordinadora	Bloqueo	Apagar Alarma	Prender, Apagar

Fuente: Autor

Figura 138 . Registro de Datos y Apuntes/Validación teclado de membrana



Fuente: FCV Bioingeniería

El análisis de los datos y las respuestas obtenidas es muy fácil y sencillo. Solo se trataba de una validación de interpretación de iconos que aplicados a los botones del MSV HC pudiesen generar el mismo resultado para el cual fueron seleccionados.

Al mirar la tabla de resultados, nos podemos dar cuenta que de los 10 encuestados solo 1 persona (identificada con rojo en la tabla) no fue capaz de inferir absolutamente nada sobre la función del botón de silenciado, y dos personas (identificadas en azul) lo hicieron confusamente con el de bloqueo y silenciado. Esto nos dice que para 30 acciones ejercidas solo se identificaron 3 errores, el 10% del total de la prueba. Pero, no es un valor alarmante si se tiene en cuenta que el usuario nunca fue predispuesto ni incitado a contestar, y simplemente se le sugirió colocar el significado para cada uno de los botones según su perspectiva. Son errores leves cuya corrección se hace mucho más rápido mediante una etapa de capacitación corta; característica que cualquier tipo de dispositivo manipulable debe tener.

Además, las respuestas dadas por cada una de las personas tienen una gran tendencia a manejar los conceptos predefinidos por la norma. Es muy conveniente que se utilicen y modifiquen este tipo de iconos ya que no solo han sido recomendados, sino también mediante una pequeña prueba han sido validados, razón por la cual hace más certero, puntual y usable el desarrollo del monitor de signos vitales Home Care.

4.7 COMPROBACION / CAD / DISEÑO ASISTIDO:

Las herramientas de simulación asistida por computador brindan una ventaja enorme a la hora de diseñar piezas y productos móviles que están sometidos a cargas físicas, térmicas o incluso eléctricas. Para el desarrollo de una carcasa con las características del monitor HC; es muy probable que este se someta a caídas repentinas y fuerzas exageradas que pongan en peligro la integridad electrónica y el funcionamiento del mecanismo. Por estas razones antes de fabricar un primer prototipo y después de validar el mecanismo, una herramienta como SolidWorks brinda la posibilidad de tener en cuenta factores físicos para el rediseño de las partes críticas de sistema.

4.7.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

Un sistema se compone de partes que forman un todo y cada una de ellas esta interactuando física e individualmente, exigiendo al material para que se pueda cumplir una función. Si un eje se rompe, si una bisagra se gira, si un pasador disminuye su diámetro ante la fatiga, todas son consideraciones que el diseñador debe tener en cuenta para poder hacer el correcto análisis.

En nuestro caso hay una incertidumbre bastante grande ya que al depender el sistema de un pin y un riel especialmente diseñados (de dimensiones reducidas en comparación con la fuerza que generaría la palanca dada por la distancia del asa), sobre los cuales se generan los mayores esfuerzos, que a pesar de funcionar bien, no garantizan un factor de seguridad sobreestimado para casos particulares, lo que podría no solo generar un gran problema de estructura sino terminar con la funcionalidad del equipo por completo.

Dos elementos a evaluar se definen entonces como punto crítico del análisis: *El pin fijo que tiene el asa interna, y las ranuras que presenta la guía circular inscrita sobre la carcasa superior.*

4.7.2 ANÁLISIS CAD:

Definir una fuerza humana promedio es algo ambiguo y subjetivo que muchas veces pudiese engañar y no dar resultados confiables a los problemas planteados. Desde el mismo grupo de diseño y desarrollo de la FCV se planteó la pregunta a cuál debería ser la correcta carga (critica), que aplicada en un ángulo y posición específica pudiese exigir el material al máximo, sin salirse de los parámetros reales ni tampoco hacer un elemento indestructible a cargas sobredimensionadas.

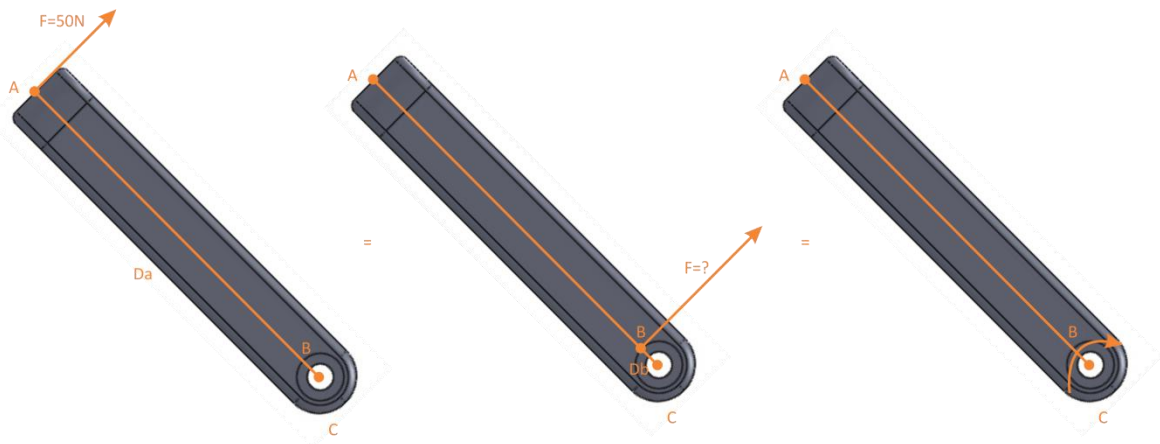
Una primera consideración fue la posición. El sistema acoplable o plegable que le permite al asa rotar sobre un eje y fijarse a una de las tres posiciones previamente definidas debiese tener una posición más vulnerable e incidir sobre el rompimiento de la pieza. Es así como el ángulo de 45 grados creado por la posición de visualización se define como de alto cuidado debido a que es la ubicación, primero más utilizada, y segundo más apropiada para un agarre de empuñadura completa, que permite al usuario no solo ejercer cómodamente una presión hombro-codo-muñeca sino también un apalancamiento que fija un extremo del equipo con la mano opuesta y que en el peor de los casos podría ser un caso extremo a una ruptura certera.

Considerando que el peso total del equipo estaría muy cercano a 1 kg, surge la necesidad de poder establecer la resistencia máxima del mismo. Básicamente el equipo tendría que auto sostenerse, es decir que tanto en posición de visualización como cuando el usuario lo llevase en forma de transporte, el pin y la guía circular debían resistir el peso equivalente a 1 kg que multiplicado por la gravedad me daría un valor aproximado de 9.81 N de presión. Lógicamente estaríamos dejando un rango bastante amplio de incertidumbre debido a que supondríamos que el usuario nunca se equivocaría y siempre halaría el asa sin oprimir el botón, y que además por algún motivo este tampoco soportaría cargas mayores a las mencionadas. Es así como un valor aproximado 49.05 N de fuerza (lo que equivale a levantar un objeto de 5kg cuatro veces mayor del que debiese

soportar) es considerado para aplicarlo sobre el asa a un ángulo de 45 grados, ejercida perpendicularmente sobre el asa externa. Es decir que el dispositivo medico debería en teoría soportar una fuerza constante igual o menor (aplicada sobre su punto crítico) a la que cualquier persona tiene que hacer con su brazo al levantar un objeto de aproximadamente 5 kg.

4.7.3 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE:

Figura 139. DCL Asa MSV HC



Autor: Fuente

Considerando que el mismo torque se debe generar en cualquier punto de la barra, calculamos el valor de la fuerza en el punto B, para poder encontrar la reacción ejercida sobre una cara de la guía circular en el momento más vulnerable a la ruptura. Esto se hace para poder analizar las piezas por separado y visualizar mejor los resultados.

$$Da = 136 \text{ mm}, \quad Db = 5.82 \text{ mm}, \quad Fa = 50N, \quad Fb = ?$$

$$\sum TAC = \sum TBC$$

$$FaDa = FbDc$$

$$50 \left(kg * \frac{m}{s^2} \right) * 0.136 m = Fb * 0.0058 m$$

$$\frac{50 \left(kg * \frac{m}{s^2} \right) * 0.136 m}{0.0058 m} = Fb$$

$$Fb = 1172 \text{ Newtons}$$

Esta fuerza final debemos dividirla en dos debido a que son dos apoyos los que soportan la reacción al ejercer una fuerza de 50 N al extremo del asa.

Entonces; ***Fb = 586 Newtons***

4.7.4 ABS:

La escogencia del material es una parte fundamental para el diseño de un dispositivo y más cuando se trata de equipos médicos electrónicos y su utilización en ambientes caseros. Sometimiento a golpes y maltratos, temperaturas, suciedad a causa de líquidos y comidas, durabilidad del acabado; todas son características a tener en cuenta en el diseño. Los polímeros y algunas películas metálicas son altamente utilizadas en estas aplicaciones. El ABS es un material esplendido para este tipo de utensilios ya que además de ser un plástico muy resistente al impacto brinda también resistencia a ataques químicos y una alta estabilidad a la temperatura, es demasiado utilizado en aparatos domésticos electrónicos. Al ser una mezcla de tres polímeros como su nombre lo indica (acrilonitrilo butadieno estireno), reúne características esenciales de cada uno, mejorando las propiedades que la suma de los tres le suministra, algo definido en química como sinergia.

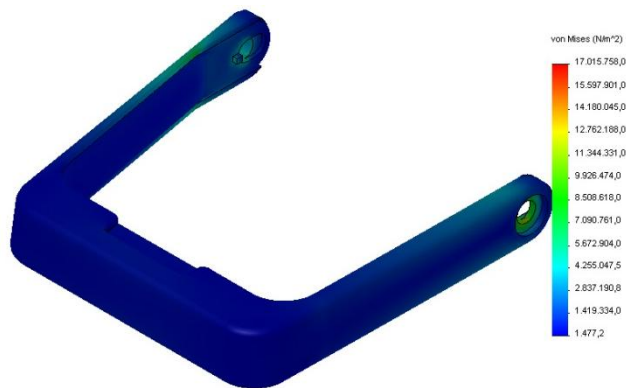
El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a -40 °C). Además es duro y rígido; resistencia química aceptable; baja absorción de agua, por lo tanto buena estabilidad dimensional; alta

resistencia a la abrasión; se recubre con una capa metálica con facilidad. Por estas y cada una de sus propiedades ha sido considerado el material perfecto para nuestra aplicación.

4.7.5 APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE ESFUERZOS:

4.7.5.1 Tensiones estáticas Asa:

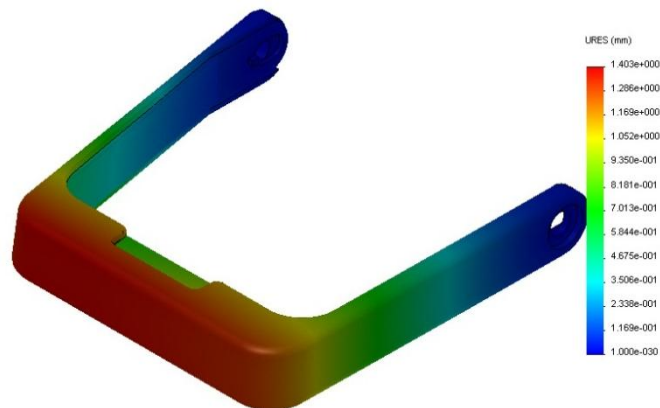
Figura 140. Tensiones Estáticas Asa



Fuente: Autor

4.7.5.2 Desplazamientos Asa:

Figura 141. Desplazamientos Asa



Fuente: Autor

El desplazamiento máximo es de 1.43 mm en el extremo (sección roja) más lejano al pin.

4.7.5.3 Deformaciones Unitarias Asa:

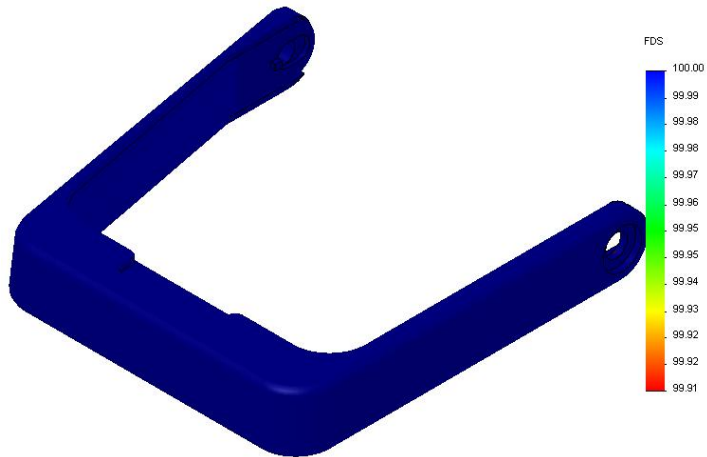
Figura 142. Deformaciones Unitarias Asa



Fuente: Autor

4.7.5.4 Factor de seguridad Asa:

Figura 143. Factor de Seguridad Asa



Fuente: Autor

Los resultados del análisis del primer elemento nos dan confianza muy por encima del factor de seguridad esperado. Estos resultados hay que compararlos ahora con las reacciones de la fuerza ejercidas sobre la guía circular (carcasa superior) debido a que a menor distancia la fuerza se intensifica siempre y cuando se mantenga el mismo torque.

4.7.5.5 Tensiones Carcasa Superior:

Figura 144. Tensiones Carcasa Superior



Fuente: Autor

4.7.5.6 Desplazamientos Carcasa Superior:

Figura 145 Desplazamientos Carcasa Superior



Fuente: Autor

El desplazamiento máximo cuando se ejerce una fuerza de 50 Newtons al asa, que a su vez ejerce una reacción sobre la guía circular de la carcasa superior es tan solo de 8.47×10^{-1} mm, un valor realmente despreciable.

4.7.5.7 Deformaciones Carcasa Superior:

Figura 146 Deformaciones Carcasa Superior



Figura: Autor

4.7.5.8 Factor de Seguridad:

Figura 147. Factor de Seguridad



Fuente: Autor

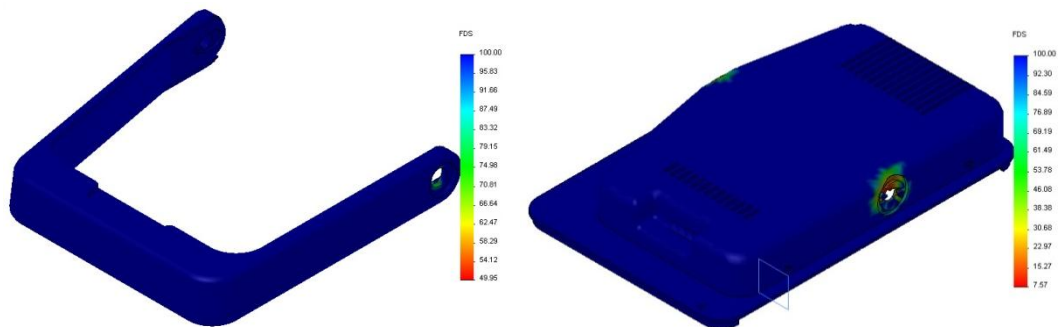
4.7.5.9 Conclusiones:

- Los diferentes espesores y longitudes de las piezas no podían antes de este análisis definir cuál de estas fallaría primero. Si consideráramos todo como un conjunto, la carcasa superior nos hubiese quedado como

elemento rígido y quizás nunca hubiésemos podido observar la reacción que se generaba sobre sus costados.

- Una fuerza de 50 N aplicada en el extremo superior del asa no sobrepasa los límites elásticos del material por lo que es muy probable que nunca alcance su punto de fragilidad (ni para el pin ni para la guía), esto basados en los resultados confiables del factor de seguridad para cada elemento.
- Es muy consecuente y oportuno decir que la rejilla de la carcasa superior se quiso ubicar en los lados porque previamente se dedujo que, si se disponían en la parte central muy posiblemente esta sección se convertiría en un foco de fallos por la concentración de esfuerzos y desplazamientos.
- Dentro del mismo análisis se consideró una fuerza extrema de 100 N para ver el comportamiento del material con los siguientes resultados para los factores de seguridad de cada uno.

Figura 148. Resistencia del para fuerza sobreestimada/Factor de Seguridad



Fuente: Autor

- Al duplicar la fuerza ejercida, los valores de tensiones, reacciones y desplazamientos se duplican casi en su totalidad y el factor de seguridad está en su límite; es decir que para poder deformar la pieza y llegar a su

comportamiento plástico es necesario ejercer una fuerza de 100N sobre su asa o lo que se traduce en 1172 N sobre su guía circular.

- El asa se convierte en un elemento muy resistente a la fuerza ejercida ya que a pesar de ser dos piezas, estas encajan perfectamente una dentro de la otra dándole resistencia y estabilidad a las secciones. El pivote se convierte en una parte altamente resistente porque su longitud es casi idéntica a la dimensión de su sección transversal (2 mm aproximadamente hacia cada lado), de ahí que ni ejerciéndole 100 N de presión al asa este se vea afectado notoriamente.
- La alta ductilidad que presenta el ABS y teniendo en cuenta los análisis, podemos asegurar que es muy posible que el material se deforme considerablemente antes de romperse.

4.7.6 ANALISIS DE IMPACTO:

Mediante los cálculos respectivos y apoyados en la simulación CAD se pueden someter a fuerzas críticas los elementos estructurales del equipo. En esta sección se hace un análisis cinético de la carcasa considerando su masa, altura desde la cual caería y la reacción ejercida contra el suelo en un instante y a una velocidad determinado.

$$h = 0,70 \text{ m} \quad V_o = 0 \quad m = 2\text{kg} \quad a = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Entonces; } X_f = X_o + 1/2at^2$$

$$0 = (0.7\text{m}) - \frac{1}{2} (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})t^2$$

$$t^2 = \sqrt{\frac{0.7m}{\frac{1}{2} (9.8 \frac{m}{s^2})}}$$

$$t = 0.38 \text{ segundos}$$

Ahora calculamos la velocidad final con la cual el dispositivo golpea el suelo (MUA):

$$Vf = Vi + at$$

$$Vf = 0 + \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (0.38s)$$

$$Vf = 3.7 \frac{m}{s}$$

Entonces, por el principio de impulso y cantidad de movimiento despejamos la fuerza, relacionando el tiempo y la velocidad final anteriormente calculados y definiendo un instante de tiempo de 1/5 de segundo como el instante en el cual se desarrolla el impacto entre el dispositivo y el suelo:

$$I = P$$

$$F * t = m * V$$

$$F = \frac{m * v}{t}$$

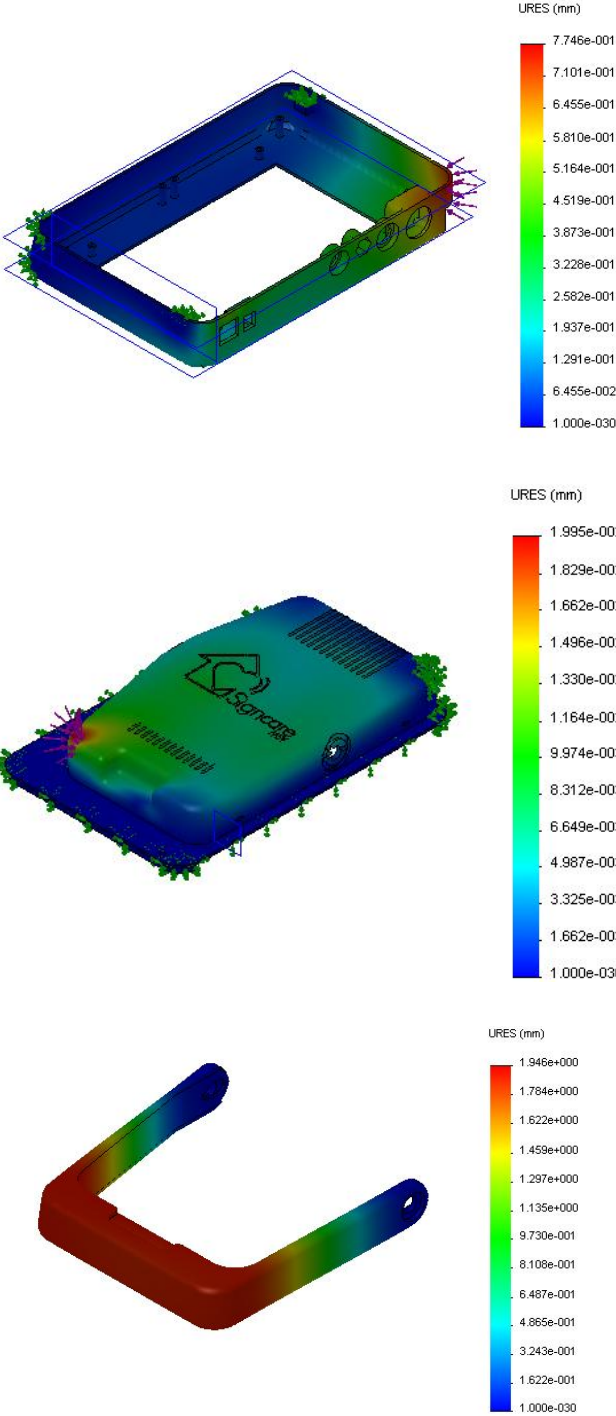
$$F = \frac{(2kg) * \left(3.7 \frac{m}{s}\right)}{0.125 s}$$

$$F = 59.6 \text{ Newtons}$$

Esta fuerza es la resultante que será aplicada a las simulaciones y con las cuales se obtendrán los resultados definitivos.

4.7.6.1 Deformaciones:

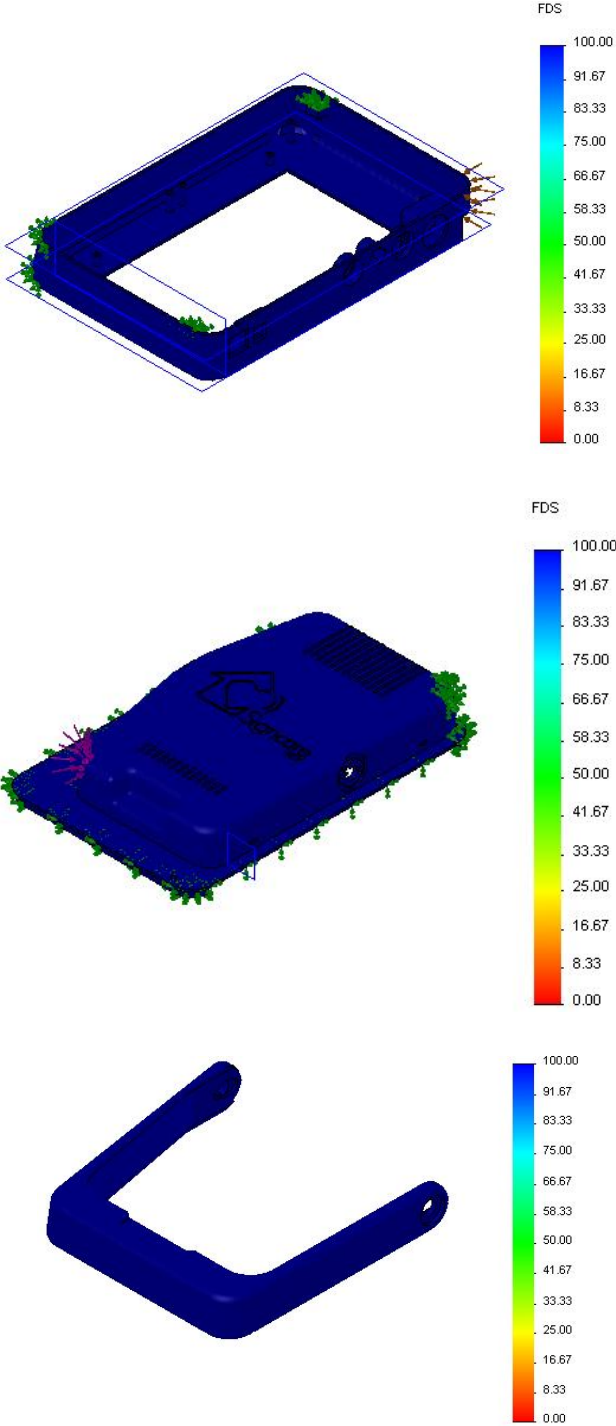
Figura 149-Deformaciones/Impacto



Fuente: Autor

4.7.6.2 Factor de seguridad:

Figura 150-Factor de seguridad/Impacto



El análisis fue desarrollado con los parámetros de fuerza, altura, velocidad, masa y tiempo anteriormente calculados. La fuerza resultante fue aplicada a los elementos independientemente, y en las regiones más críticas y con mayor probabilidad de ruptura; es decir, en las esquinas (ver imágenes de deformación).

El resultado general concluyo que los 3 elementos presentan una estructura capaz de soportar caídas desde 70 cm de altura con un factor de seguridad muy por encima del estimado (tener en cuenta que el peso del equipo se definió teniendo en cuenta los elementos electrónicos internos, es decir el peso total).

4.8 DISEÑO DE IDENTIDAD VISUAL MSV HC:

La utilización de una esquema, un nombre, unos colores y un eslogan hacen parte fundamental en el éxito de un producto en cuanto a las ventas y el reconocimiento, porque es mediante estos que el elemento hace contacto por primera vez con los ojos o los oídos del usuario revolviendo sus intereses, actitudes y preferencias; esto conlleva al interés y la recordación del mismo o en el peor de los casos al acto de omisión que hacemos ante ellos.

El nuevo monitor de signos vitales que la Fundación Cardiovascular propone ya tiene completamente definidos aspectos estéticos y funcionales tanto electrónicos como industriales, los que además de solucionar una necesidad planteada están caracterizando un producto, expresando su nombre, en múltiples formas, colores y sonidos. Un nombre agradable, llamativo, impactante y sencillo daría ese toque final de recordación implícito que se quiere suscitar o transmitir, porque lo que se quiere ofrecer es una permanencia no dada por una referencia (MSV HC V 0.1 BIO), ni por un patrocinador (FCV), sino por su nombre, que a su vez ayudado por su apellido (Bionik) pueda ser lo suficientemente resaltante en el mercado como algo innovador, confiable y duradero (ej: ipad de Apple, walkman de sonny).

4.8.1 TEST DE IDENTIDAD VISUAL:

**Esta encuesta es la base para el desarrollo de una nueva identidad visual para su empresa, por eso es imprescindible que se asuma con profundidad. Este documento puede convertirse - con su ayuda – en el escenario de un análisis sintético que comprende los conceptos esenciales para una propuesta gráfica.*

Todos los elementos que usted aporte – solicitados o no – resultaran de utilidad para alcanzar una solución. Si desconoce algún dato, por favor no improvise. Es preferible un espacio vacío a una respuesta falsa cuya apariencia mínima puede

provocar el deterioro a gran escala en los efectos futuros de su identidad corporativa ante el mercado.

Usted y el conocimiento cabal del problema, constituyen la parte más importante de este proceso que persigue la coherente articulación de un buen diseño con su estrategia de comunicaciones.

- 1- ¿Cuál es el nombre exacto y completo de la marca de los equipos?
- 2- ¿Cuánto tiempo lleva de fundada la organización?
- 3- Describa detalladamente los principales productos y servicios de Bioingeniería?
- 4- Escriba a su manera una breve la historia de la organización.
- 5- ¿Cree usted que debe haber algún parentesco entre la identidad visual del equipo y su marca establecida (bionik)?
Si___
No___
- 6- En caso afirmativo, ¿Por qué?
- 7- ¿Qué signos, colores, letras y/o palabras considera asociados a las palabras HOME CARE?
- 8- Considera usted que los colores actuales de la marca bionik son apropiados?
- 9- Describa a que sectores van dirigidos los productos y/o servicios que presta la empresa.
- 10-Anexe el nombre y la identidad gráfica (si las posee) de las organizaciones que constituyan la competencia del home care.
- 11-¿Cuáles son las ventajas y desventajas del equipo frente a su competencia?
- 12-Cuáles cree que serían las ventajas de una imagen, un nombre o identidad para el nuevo MSV HC?

13-Marque con una cruz el grado de asociación de la marca ante los siguientes conceptos:

blanco	0 0 0 0 0	negro
extravagante	0 0 0 0 0	habitual
moderno	0 0 0 0 0	tradicional
dinámico	0 0 0 0 0	estático
caliente	0 0 0 0 0	frio
alegre	0 0 0 0 0	serio
impactante	0 0 0 0 0	discreto
ligero	0 0 0 0 0	pesado
irritante	0 0 0 0 0	suave
personal	0 0 0 0 0	impersonal
joven	0 0 0 0 0	maduro
costoso	0 0 0 0 0	económico
complejo	0 0 0 0 0	simple
elegante	0 0 0 0 0	sencillo
autónomo	0 0 0 0 0	dependiente
agresivo	0 0 0 0 0	tranquilo
efímero	0 0 0 0 0	permanente
puntual	0 0 0 0 0	global
virtual	0 0 0 0 0	real
femenino	0 0 0 0 0	masculino
casual	0 0 0 0 0	formal
artificial	0 0 0 0 0	natural

14-Describa a bioingeniería en cinco palabras.

15-Enumere las principales aplicaciones o categorías de aplicaciones que debe contemplar el proyecto de identidad visual en cuestión.

4.8.2 EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL NOMBRE PARA IDENTIDAD VISUAL:

Al no poseerse un distintivo aparte del nombre con el cual se ha denominado al equipo durante todo el desarrollo, surge la necesidad de asignarle una caracterización individual que no sea el mero y típico servicio ya ofrecido (Home Care). De esta manera se generó un brainstormig virtual (google docs) entre los diseñadores involucrados (industriales y electrónicos) con el fin de poner a consideración cada una de las propuestas dadas.

Evaluación y calificación del nombre para la identidad visual del MSV HC

*Teniendo en cuenta las aplicaciones, la funcionalidad, las características formales y técnicas del nuevo monitor de signos vitales Home Care califique de 1 a 5 colocando una x en cada uno de los posibles nombres que podrían darse a este. * 1=Totalmente en desacuerdo, 2=Desacuerdo, 3= Aceptable, 4= Satisfecho, 5=Completamente Satisfecho.*

Tabla 35. Cuadro de evaluación y calificación para el nombre MSV HC

#	Propuesta	Calificación				
		1	2	3	4	5
1	Home Friend					
2	Bionik MSV 88					
3	MSV 88					
4	Vesta					
5	NurseBox					
6	Health Helper					
7	BioBox 88					
8	Bionik Box Home Care Edition					
9	PandaBox					
10	Bionik Monitor Home Care					
11	Tracking Health V 1.0					
12	Doctor Anywhere V 1.0					
13	Keep Tracking V 1.0					
14	Signos V 1.0					
15	Trazos Vitales					
16	Health Screen					
17	HomeDoc					
18	SignCare					

Fuente: Autor

4.8.3 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS:

De las dos intervenciones contextuales cortas pero sustancialmente hechas, se pudo generar un concepto amplio enmarcado que delimita y muy seguramente ayuda a que la generación y el diseño del mismo sea más eficiente comunicativamente hablando, que por simple capricho y gusto personal de cualquiera de los involucrados. Los resultados para cada una de las pruebas se muestran de manera específica en las tablas y graficas siguientes:

Tabla 36. Características formales y simbólicas identidad de marca

#	Características formales y simbólicas
1	Mas blanco que negro
2	Habitual
3	Moderno
4	Dinámico
5	Ni frio ni Caliente
6	Ni alegre ni serio
7	Impactante
8	Ligero
9	Suave
10	Personal
11	Joven
12	Ni económico ni costoso
13	Sencillo
14	Ni autónomo ni independiente
15	Tranquilo
16	No efímero
17	Global
18	Real
19	Asexual
20	Formal
21	Natural

Fuente: Autor

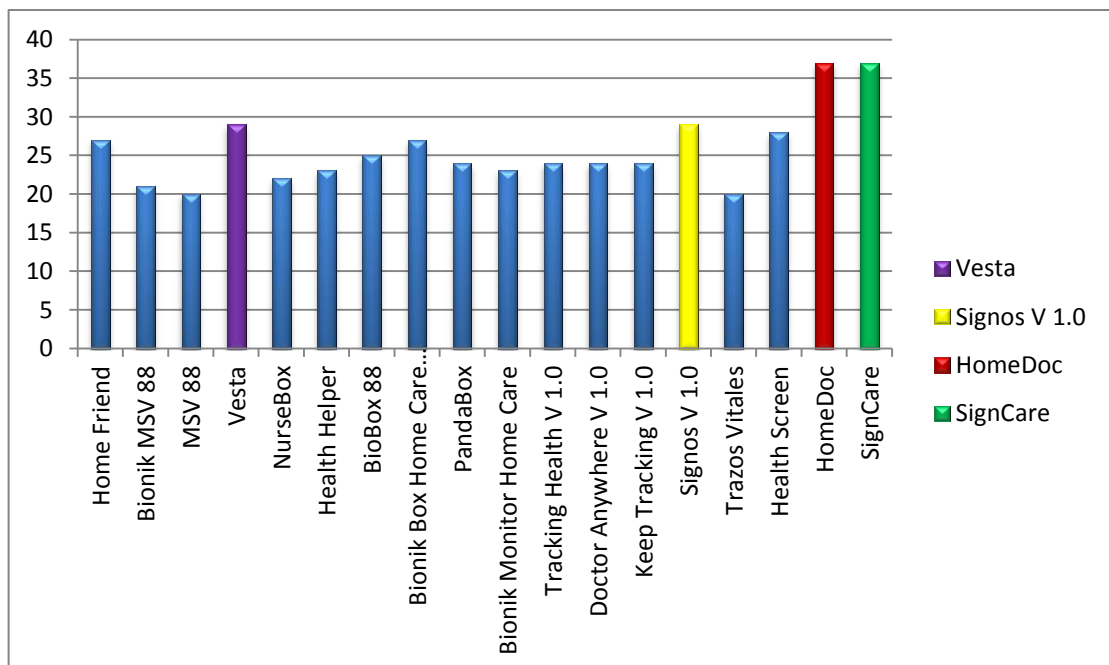
Tabla 37. Información relevante e importante para considerar/Identidad de marca

Nombre	Característica
Marca dependiente	Bionik
Tiempo de vigencia	7 años
Productos contemporáneos	UCI Manta

Parentesco con marca	No necesariamente
Colores	Planos, no agresivos, gamas de azules, gama de blancos.
Elementos claves	Casa, amigo, salud, health, hogar, nurse, medicina, comodidad, domestico, manos
Colores Bionik	Ok, podrían utilizarse
Sector	Salud, clínicas, hospitales, domestico, consultorios.
Ventajas	Portátil, transmisión de datos, tecnológico, sistema integrado
Debe transmitir	Fácil recordación, confianza, seguridad, herramienta indispensable.
Palabras claves empresa	Equipos médicos, salud, tecnología, diseño, desarrollo, innovación.
Puntos de aplicación	Carcasa, manuales, tarjetas electrónicas, páginas web, empaque.

Fuente: Autor

Figura 151. Resultados Nombre MSV HC



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta todas y cada una de las características que debe transmitir la identidad del monitor y observando el empate final que se presentó entre las dos propuestas preferidas, para poder discriminar y finalmente escoger alguno, lo que se hizo fue analizar cuál de los dos nombres podría dar puntual y claramente las características generales ya definidas. En este caso la decisión fue tomada simplemente por la razón a como sería pronunciado el término por los hispanoparlantes. Haciendo un sondeo rápido entre personas ajenas al desarrollo, el 100% de estas confundió su significado con algo relacionado a perro, es decir la palabra Doc=Dog es idéntica en pronunciación para alguien que no identifica una diferencia fonética.

4.8.4 ISOTIPO Y LOGOTIPO:

Figura 152. Logotipo MSV SignCare



Fuente: Autor

Figura 153. Isotipo MSV SignCare



Fuente: Autor

Figura 154. Proporciones Identidad de marca MSV SignCare



Fuente: Autor

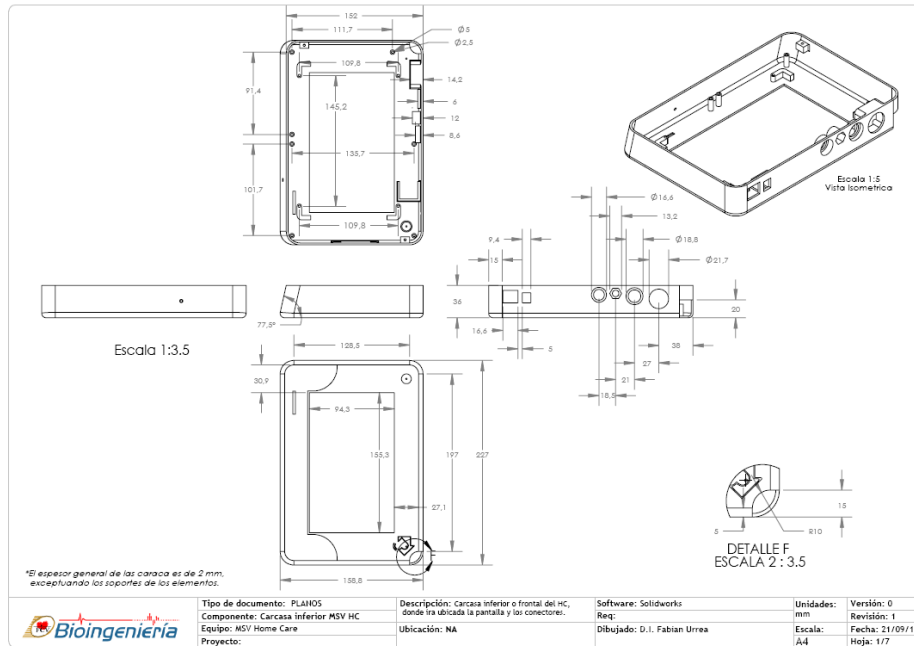
Figura 155. Color, escala de grises y negro/Identidad de marca MSV HC SignCare



Fuente: Autor

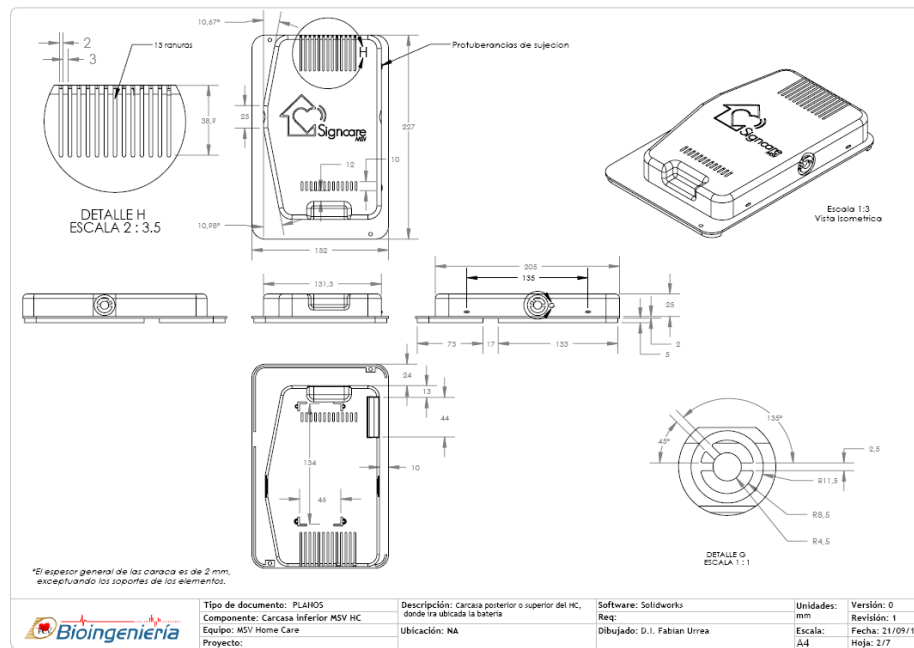
4.9 PLANOS FINALES:

Figura 156. Planos Finales Carcasa Frontal o Inferior



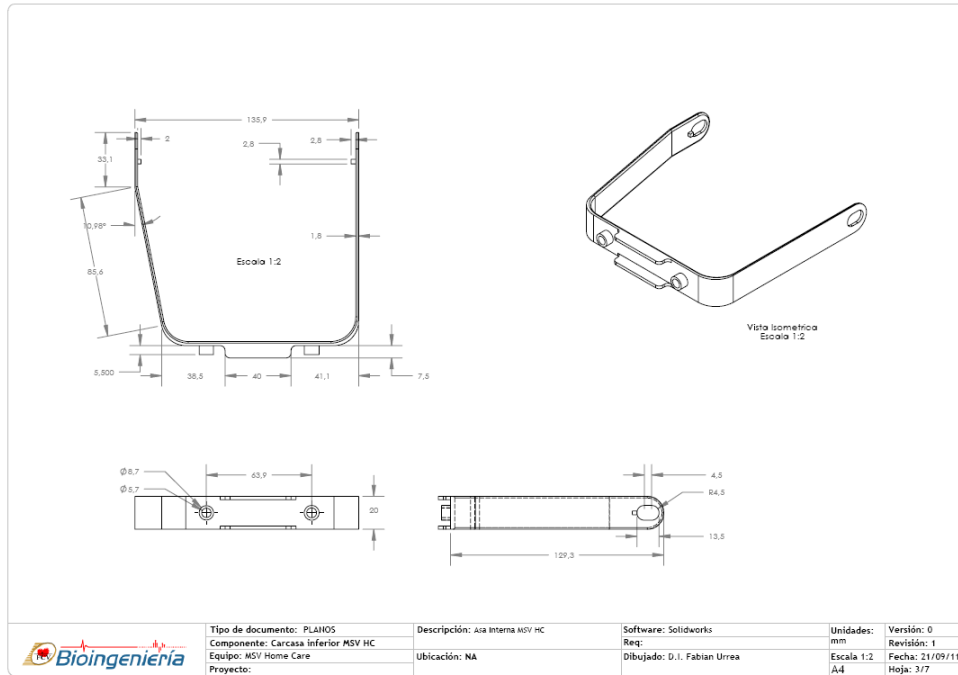
Fuente: Autor

Figura 157. Planos Finales Carcasa Superior o Posterior



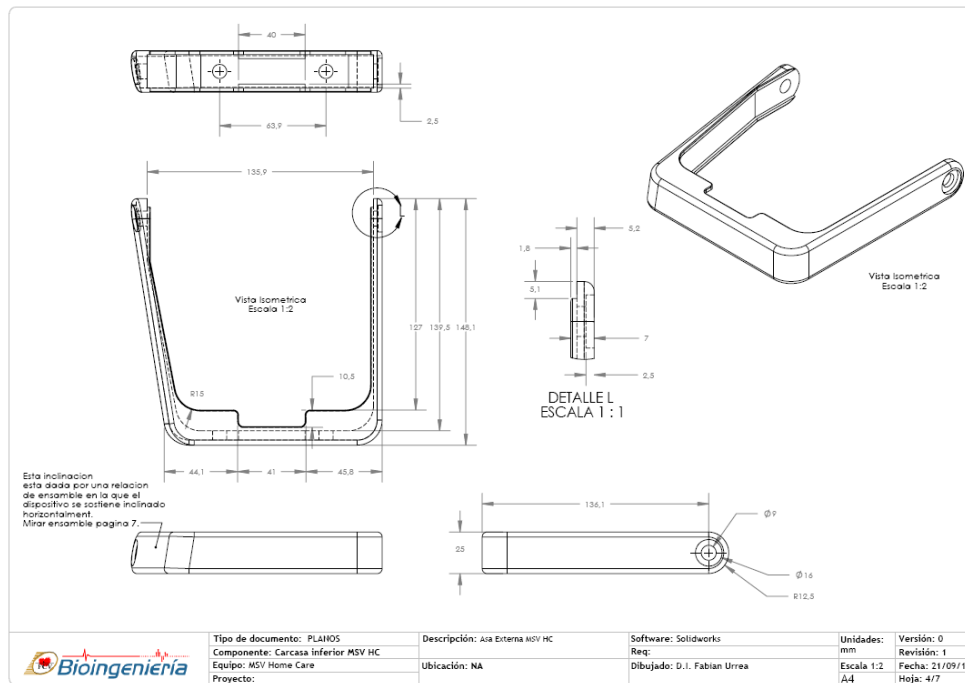
Fuente: Autor

Figura 158. Planos Finales Asa Interna



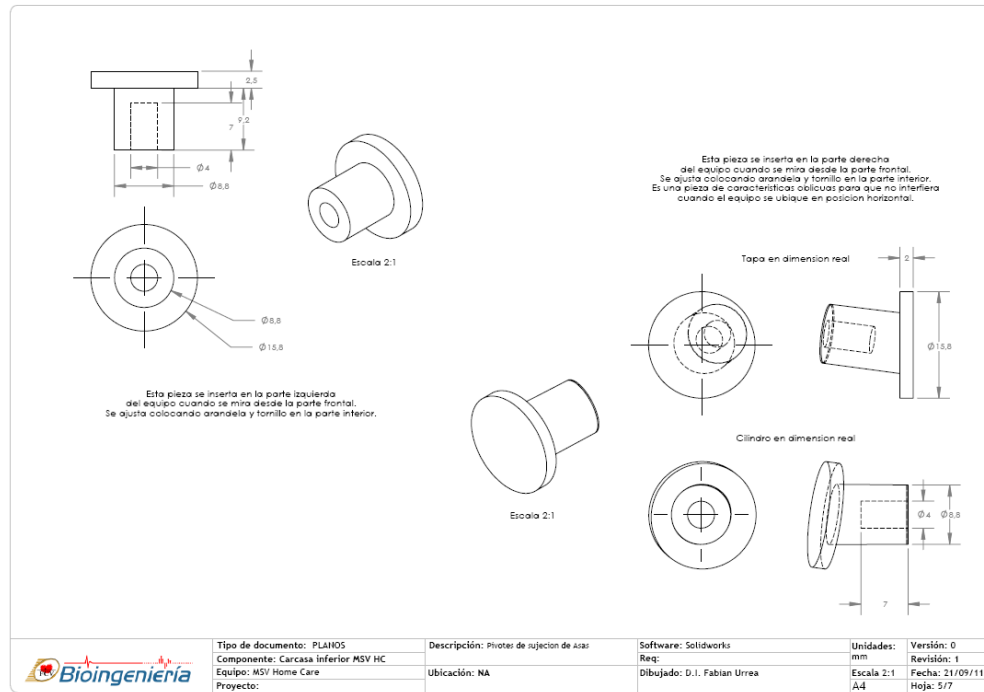
Fuente: Autor

Figura 159. Planos Finales Asa Externa



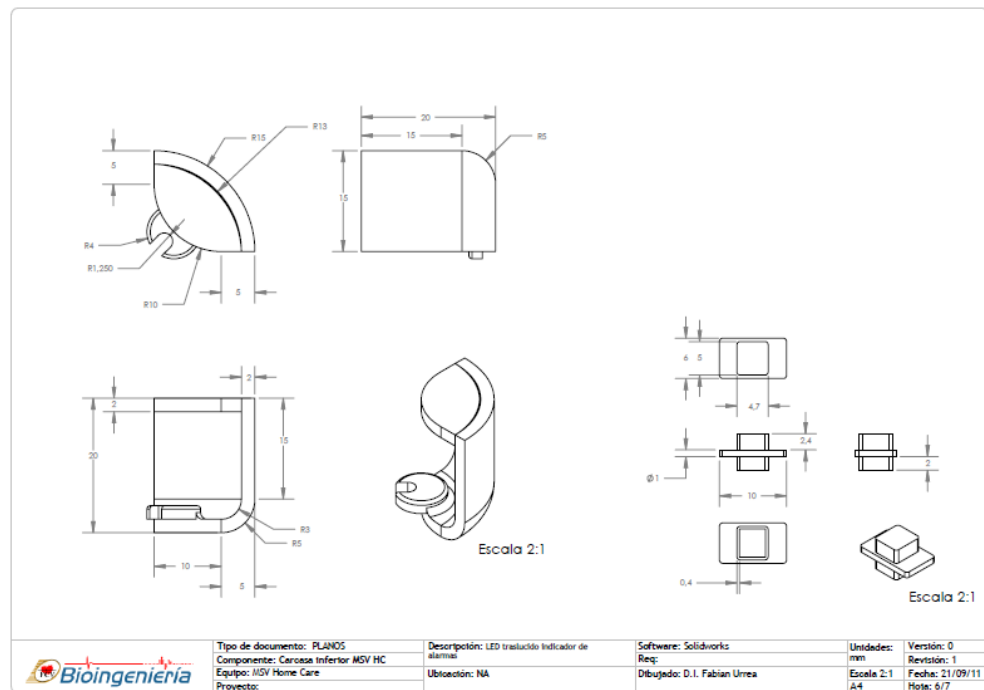
Fuente: Autor

Figura 160. Planos Finales Pivotes



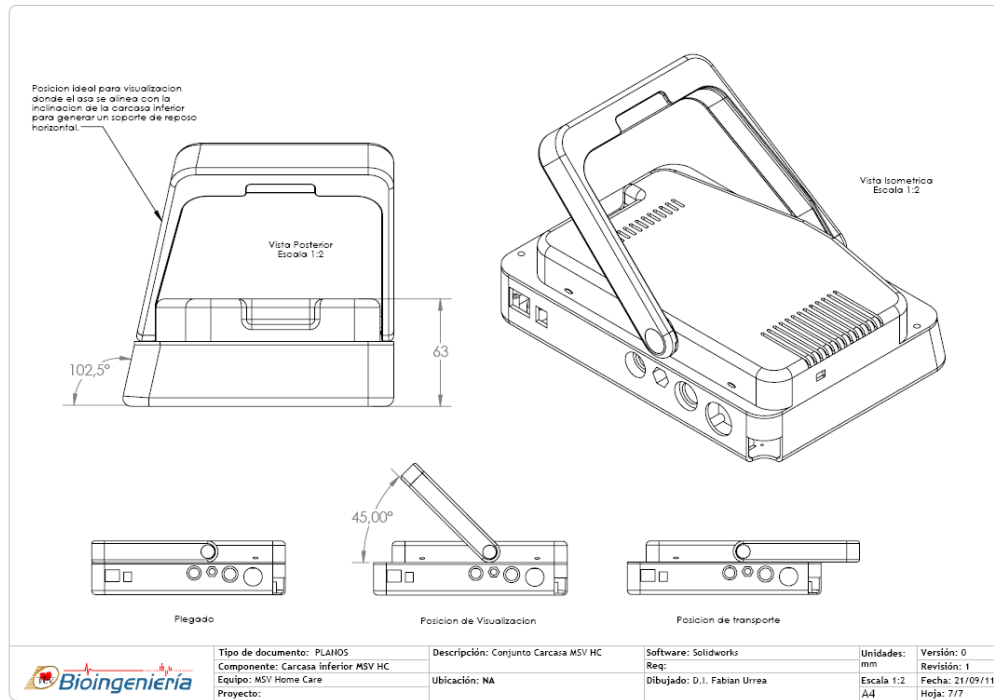
Fuente: Autor

Figura 161. Planos Carcasa Led y Carcasa Slide



Fuente: Autor

Figura 162. Vistas Finales de Conjunto



Fuente: Autor

4.10 PRESUPUESTO:

Tabla 38. Presupuesto para desarrollo del diseño

Requerimiento	Mano de obra	Informes, pruebas de verificación y documentación
Horas	800	64
Valor hora para la empresa(\$)	15.545	15.545
Subtotal total(\$)	12.436.000	994.880
Valor hora para el trabajador(\$)	8.927	8.927
Subtotal total (\$)	7.141.600	571.328

Fuente: Autor

Tabla 39. Presupuesto para la verificación del diseño

Requerimiento	Equipo de computo	Validación de metrología
Horas trabajadas	450	27
Valor de la hora(\$)	417	6.141
Subtotal(\$)	187.650	165.807

Fuente: Autor

Tabla 40. Presupuesto para la construcción de prototipos

Prototipos	Valor
Diseño inicial (cartón y papel)	100.000
Modelo rápido en acrílico	64.000
	104.000
Prototipado en yeso	730.000
Prototipado rápido en plástico	2.066.386
Subtotal	3.064.386

Fuente: Autor

***Valor Total para desarrollo del monitor: \$16.848.723**

Tabla 41. Costo de inversión para el molde de inyección

PARTE	INVERSIÓN(\$)
Carcasa Inferior	28.000.000
Carcasa superior	
Asa Interna	3.000.000
Asa Externa	3.500.000
Indicador de alarma	1.500.000

Fuente: Autor

**Molde con sistema de expulsión especial. Requiere que los dos: el sistema de llenado y el sistema de expulsión estén por la superficie interna de manera que no haya defectos visuales en la superficie exterior.*

4.11 EVALUACION FINAL:

4.11.1 EVALUACIÓN HEURÍSTICA:

4.11.1.1 Descripción: La evaluación heurística es una técnica de inspección de prototipos cuya finalidad es comprobar y evaluar si cada elemento del producto sigue los principios de usabilidad establecidos. La desarrollan un grupo de expertos que estudian los elementos del producto y evalúan cada uno de ellos ante una lista de heurísticas, principios globales a los que se refieren los defectos de usabilidad más comunes y que son generalmente aceptadas.

4.11.1.2 Objetivo general: Inspeccionar los diseños finales la carcasa y la interfaz mediante un prototipo físico y un demo o simulación grafica de interacción digital sobre una Tablet Samsung convencional.

4.11.1.3 Objetivos específicos:

- Reunir a 3 expertos en cuestiones de usabilidad y manejo de monitores de signos vitales en sesiones separadas.
- Exponer todas y cada una de las características funcionales físicas y de software para el prototipo.
- Evaluar mediante un checklist heurístico las 10 básicas de Nielsen, tanto para el diseño digital como físico. Esto lo hace cada experto.
- Generar un informe final en el cual se pueda concretar la efectividad, facilidad de uso y estética del dispositivo dentro de su entorno.

4.11.1.4 Usuarios: Escoger entre 3 y 5 personas expertas, que pueden ser personal médico especializado en manejo de monitores, profesores y personal experto en temas de usabilidad y personal médico experto en atención domiciliaria.

4.11.1.5 Metodología: Visitar a cada uno de los usuarios en reuniones individuales de aproximadamente 30 minutos donde se les observara realizando la

interacción; posteriormente cada uno de ellos evaluara tópicos críticos de uso definidos por las básicas heurísticas de Nielsen.

Dentro de la actividad se hará necesaria la utilización del siguiente material:

- Cámara fotográfica
- Tablet Samsung Galaxy.
- Prototipo Funcional de la Carcasa.
- Checklist impresos.

4.11.2 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS:

4.11.2.1 Tabla de Valoración de Heurísticas:

Tabla 42. Tabla de valoración de Heurísticas

		Valoración				
		1	2	3	4	5
1	Visibilidad del estado del sistema					
2	Semejanza del sistema al mundo real					
3	Control y libertad por parte del usuario					
4	Consistencia y estandarización					
5	Prevención de Errores					
6	Reconocimiento de acciones y opciones					
7	Flexibilidad y eficiencia en el uso					
8	Estética y diseño minimalista					
9	Reconocimiento de errores, diagnóstico y recuperación					
10	Ayuda y documentación					

Fuente: Autor

4.10.2.2 Resultados Finales y conclusiones:

Figura 163. Carcasa Funcional Final



Fuente: Autor

Figura 164. Aplicación prueba heurística



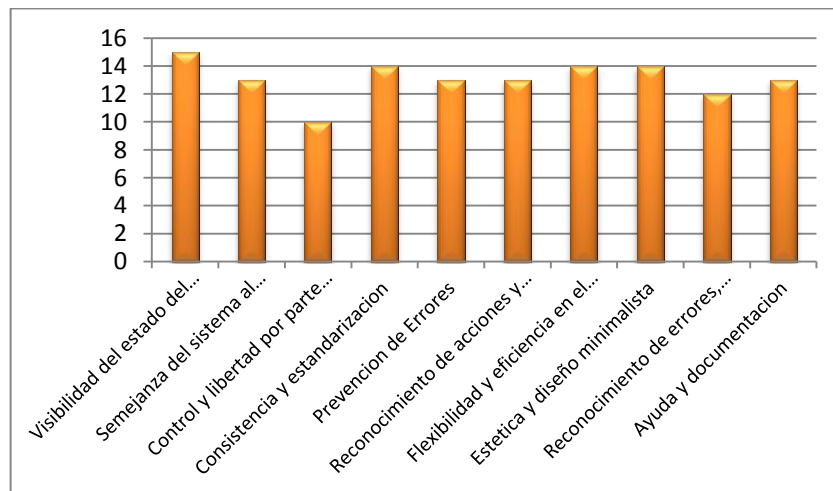
Fuente: Autor

Tabla 43. Muestra Prueba Heurística

		Experto en:	Dependencia
1	Miguel Jurado	Producción Monitores	Bioingeniería
2	Alejandro Duque	Ingeniería	Bioingeniería
3	Leonardo Sánchez	Diseño de Software	Soft-DTI

Fuente: Autor

Figura 165. Resultados Prueba Heurística



Fuente: Autor

Sugerencias:

- No hay encabezados en algunas opciones
- Hace falta un poco más de información, sobre “como” utilizar el monitor, especialmente a personas no expertas.
- Colocar nombres a los ejes en la graficas de tendencia, y números; definir mínimo y máximo en la configuración de parámetros
- Incluir el enter en el teclado de video llamada, poner clave para la modificación de parámetros, para que el usuario no tenga liberta absoluta sobre los parámetros.
- Algunos de ellos deben ser solo modificados por personal calificado, invertir los iconos de “Play” y “Pause”, revisar la semántica entre la palabra medicina y medicamentos para escoger la correcta
- Eliminar el icono de pause de la pantalla vertical.
- El objetivo del prototipo (mecanismo y adaptación de componentes) cumple su función, que de no estar apoyado en la simulación CAD no sería muy válido, pero, es completamente necesario la fabricación de un modelo en ABS (el polímero final) para que cuando estén los componentes y programación final del equipo, este se pueda someter a pruebas que realmente validen el producto (mínimo 30 personas) y valga la pena una inversión tan grande pensado en producción en masa.

4.12 RENDERS FINALES:

Figura 166. Render Plegado Posterior



Fuente: Autor

Figura 167. Render Plegado Frontal



Fuente: Autor

Figura 168. Render Posición de Transporte



Fuente: Autor

Figura 169. Render Posición Horizontal



Fuente: Autor

Figura 170. Render Posición Vertical



Fuente: Autor

Figura 171. Contexto de uso SignCare/Habitación



Fuente: Autor

Figura 172. Contexto de uso SignCare/Transporte



Fuente: Autor

5. CONCLUSIONES:

Todo el proyecto se contempló y se desarrolló coherentemente bajo aspectos metodológicos iniciales a excepción de sus tiempos, debido a retrasos de importaciones de componentes e integración de personal de ingeniería.

La forma más fácil de generar un interfaz se hace gracias a la comparación temprana de las estructuras de la información de algunos monitores existentes, que permitan mediante diagramas de bloques la simplificación generalizada y visualización de errores del sistema.

La importancia de generar una interfaz amigable, netamente gráfica y desinteresadamente técnica para el usuario dado todo el estudio contextual inicial contrastaba altamente con los objetivos empresariales ya que desde la misma gerencia equivocadamente y sin argumentos se quería generar un sistema de alta información técnica (términos, graficas, exceso de periféricos..) que simplemente funcionara en el hogar; fue así como entre diseñador-empresa se pudo conjugar un dispositivo altamente útil y competitivo para los dos estados, en los que se vieran representadas ambas características, el técnico (medico) y el amigable (persona doméstica o enfermera).

La tecnología local limitada y volúmenes de los desarrollos médicos mundiales actuales fueron un limitante bastante problemático en un comienzo para la estética y diseño del dispositivo ya que según la tendencia contemporánea todo tiene a manejar espesores realmente pequeños comparados con sus dimensiones de anchura y altura, característica que resultan preponderantemente atractivas a la mayoría de usuarios, sobre todo en dispositivos caseros y portátiles.

Los costos de fabricación y desarrollo fueron reducidos considerablemente mediante modelos básicos tanto funcionales como de apariencia, en acrílico y

cartón respectivamente, los cuales apoyados por software CAD permitieron una minimización del error al máximo después de generar los análisis de esfuerzos, deformaciones y factor seguridad para un material.

El diseño de software o simulación de interfaz fue altamente aceptado, tanto en estética como en función, presentado pocos cambios durante todo el desarrollo evaluativo, el cual incluyo a usuarios, pacientes, enfermeras y médicos durante todo el proceso.

Se generó un sistema portátil que es capaz de albergar todos y cada uno de los elementos funcionales y técnicos del equipo, el cual además de proteger de golpes, temperatura, y manipulaciones particulares de fuerza, es capaz de brindar 3 estados de configuración básicos y esenciales para todos y cada uno de los contextos de uso, (Plegado para reposo o manipulación, desplegado para visualización horizontal y vertical, desplegado para transporte intrahospitalario y domestico).

El estilo final físico y digital esta no solo regido al máximo por la norma técnica internacional para el diseño de dispositivos médicos (AAMI), sino también por aspectos formales minimalistas y futuristas que aplicados en un ambiente medico fueron capaces de generar un equipo altamente atractivo comparado con los existentes actualmente.

De manera coherente con los objetivos y alcances de esta tesis de grado y la participación conjunta en una práctica empresarial, se obtienen entonces; un modelo funcional cuya forma se ve y se siente real (polímero con adición de aglutinante especial), y cuya estructura es capaz de albergar los componentes internos específicos, pero que no puede brindar una resistencia a esfuerzos, torques e impactos como los simulados por el software para el ABS, material escogido para la aplicación final. (**prototipo de dispositivo: "acercamiento final,*

versión de trabajo del dispositivo que puede ser usado para un propósito específico” o “Modelo o versión preliminar de un desarrollo de producto para propósitos de pruebas y evaluaciones que es producido antes de que este pase a producción”). La presentación de un prototipo de interfaz, demo o simulación por medio del cual se puedan generar pruebas de usabilidad interactivas mediante un dispositivo electrónico de igual tamaño y características similares (Tablet Samsung) y que además se convierta en el punto de partida para la programación electrónica del mismo sobre el prototipo final, fue también obtenido con satisfacción bajo aplicaciones Adobe Flash.

6. BIBLIOGRAFÍA:

1. ANSI/AAMI EC13:2002/®2007. Cardiac monitors, Heart rate meters, and Alarms.
2. ANSI/AAMI HE74:2001/®2009. Human Factor Design Process.
3. ANSI/AAMI HE75:2009. Human factor engineering-Design of Medical Devices.
4. ANSI/AAMI/IEC TIR60878:2003. Graphical symbols for electrical equipment in medical practice.
5. ANSI/AAMI/IEC 62304:2006. Medical device software-Software life cycle processes.
6. ANSI/AAMI/ISO 15223-1:2007 and ANSI/AAMI/ISO 15223-1:2007/A1:2008. Medical Devices-Symbols to be used with medical devices labels, labeling, and information to be supplied-Part1:General requirements.
7. ANSI/AAMI/ISO 15223-2:2010. Medical Devices-Symbols to be used with medical devices labels, labeling, and information to be supplied-Part2: Symbol development, selection and validation.
8. CENETEC-SALUD, Subsecretaria de Innovación y Calidad. Guía tecnológica No 13: Monitor de Signos Vitales. México. 2005
9. DE TOLEDO HERAS, Paula. Propuesta de un modelo de sistema de telemedicina para la atención sanitaria domiciliaria, Tesis Doctoral, Madrid. 2003

10. DISEÑO INDUSTRIAL GUIA METODOLOGICA (online), Fundación Prodictec, Asturias-España, Fecha de consulta marzo de 2011. Disponible en internet <http://www.prodintec.com/esp/02/publicaciones.html>.
11. INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA, "DATUS"- Diseño de Ayudas Técnicas Bajo Criterios de Usabilidad, Valencia-España.
12. MARTINEZ ROJAS, Miguel Josue. AMAYA ROJAS, Diego Alfonso. Sistema de asistencia y monitoreo para pacientes en la unidad de cuidados intensivos FCV, diseño y construcción "Manta". 2010
13. QFD. Asociación Latinoamericana de QFD. Fecha de consulta junio de 2011. Disponible de internet <http://www.qfdlat.com/>.
14. RODRIGUEZ MGE, Gerardo. Manual de diseño industrial, Curso Básico, Ediciones G. Pili, S.A de C.V.
15. SARMIENTO CARABALO, Eugenio. Diseño e implementación del portal web de la fundación cardiovascular de Colombia. 2009

7. ANEXOS

ANEXO A:

PRÁCTICA EMPRESARIAL:

El proyecto se desarrolla en modalidad de práctica empresarial en Bioingeniería, una dependencia de la FCV.

LA EMPRESA: La FCV es una entidad privada sin ánimo de lucro, para su funcionamiento utiliza el dinero fruto de la prestación de servicios y de las donaciones recibidas de personas jurídicas y naturales, nacionales e internacionales. Así mismo, y como organización sin ánimo de lucro no obtiene utilidades sino excedentes que son reinvertidos en el desarrollo, crecimiento y mejoramiento de los productos y servicios, cumpliendo con el propósito de servir a la comunidad. La FCV a través de su instituto del corazón Floridablanca está catalogada como una de las cinco mejores IPS del país, en un nivel de excelencia, tras obtener la primera acreditación en salud de Colombia. Su experiencia a nivel administrativo y médico científico se comparte en otras ciudades como Santa Martha, Ibagué y Manizales, donde la FCV actúa como administradora delegada de importantes clínicas al tiempo que la población de otros 13 departamentos recibe atención en salud por telemedicina en especialidades como cardiología, neurología, radiología y cuidado intensivo, entre otras La FCV es una Institución que ha venido evolucionando de una forma rápida en el tiempo y hoy se consolida como una organización empresarial que cuenta con 12 Unidades Estratégicas de Negocio como son⁷⁴:

FCV Instituto del Corazón

FCV Productos Hospitalarios

⁷⁴ SISTEMA DE ASISTENCIA Y MONITOREO PARA PACIENTES EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS FCV, DISEÑO Y CONSTRUCCION "MANTA". página 35 Tesis de Grado UIS, Bucaramanga 2010.

FCV Instituto de Investigaciones

FCV Soft Software Factory

FCV Administración Hospitalaria

FCV Comercializadora

FCV Eventos y Mercadeo

FCV Bioingeniería

FCV Telemedicina

Instituto del Corazón de Ibagué

Instituto del Corazón Santa Marta

FCV bioingeniería: El grupo de Bioingeniería de la FCV fue creado en diciembre de 2003 con un equipo multidisciplinario orientado a la investigación, innovación y al desarrollo tecnológico de productos y procesos en el campo de la salud para dar solución a problemas propios apoyados en el talento y producción nacional. Bioingeniería FCV fabrica y comercializa equipos con fines médicos como el monitor de signos vitales 1200, el cual monitoriza los signos vitales básicos de pacientes en estado crítico, la unidad de cuidados intensivos neonatal la cual permite la atención a pacientes neonatos en estado crítico, la cámara de fototerapia 1100 permite el tratamiento de la Ictericia en pacientes neonatales y la

Telemóvil que es unidad de Diagnóstico para consultas especializadas a distancia⁷⁵.

ANEXO B:

Dispositivos Portátiles: Los dispositivos portátiles incorporan la unidad del sistema, la unidad de entrada y la unidad de salida en un único paquete liviano. Los dispositivos portátiles, a diferencia de las towers o de escritorio, pueden ser transportadas por el usuario. Estos dispositivos también se denominan computadoras notebook, computadora laptop, palmtop o asistente digital personal (PDA), dependiendo de su tamaño y función⁷⁶.

La producción de computadoras portátiles no ha carecido de problemas. Los primeros intentos de desarrollar una computadora portátil produjeron sistemas pesados con breves tiempos de operación entre recargas de batería. Los avances en la tecnología, particularmente en el área de los circuitos integrados (IC) y diseños de componentes periféricos, produjeron un portátil que compite con los sistemas de escritorio y towers, en velocidad, potencia y cantidad de funciones.

- **Hardware:**

Los dispositivos portátiles están contruidos con la intención de ser livianos y encajar en determinado factor de tamaño o forma. Esto ha conducido a consideraciones especiales al desarrollar los componentes de hardware que se utilizan. Esta sección explora algunos de estos componentes.

- **Fuentes de alimentación:**

Las computadoras de cualquier tipo, los procesadores portátiles así como los

⁷⁵ SISTEMA DE ASISTENCIA Y MONITOREO PARA PACIENTES EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS FCV, DISEÑO Y CONSTRUCCION "MANTA". página 36 Tesis de Grado UIS, Bucaramanga 2010.

⁷⁶ WEB, <http://www.etitudela.com/fpm/tice/downloads/200907componentesportatiles.pdf>, febrero de 2011

dispositivos independientes por lo general vienen equipadas con un adaptador de energía AC a DC. Además, están disponibles adaptadores para automóviles para que el uso y la recarga de sus baterías pueda hacerse en un auto. Otros dispositivos portátiles están contruidos para ser utilizados en cualquier parte, incluso donde no hay disponibles salidas de energía. Para resolver este problema, se han incorporado baterías como componente integrado de los sistemas portátiles.

Batería para dispositivos portátiles



Fuente: <http://www.etitudela.com/fpm/tice/downloads/200907componentesportatiles.pdf>

Más recientemente, se han utilizado las baterías de Hidruro Metálico de Niquel (NiMH) e Ion de Litio en los dispositivos portátiles; estas baterías están contruidas usualmente en un contenedor de plástico que puede insertarse fácilmente en el dispositivo portátil. Estas baterías duran usualmente un poco más de dos horas, dependiendo del tamaño y el consumo de energía del dispositivo. Además, sólo lleva de tres a cinco horas recargarlas.

Una desventaja de los sistemas portátiles es que actualmente no existen estándares industriales para las fuentes de alimentación. Por lo tanto, la batería de un sistema portátil puede no ser compatible con otro dispositivo portátil.

- **Unidades de memoria**
- **Dispositivos de almacenamiento removible**
- **Pantallas:**

A causa de la naturaleza compacta y de la energía limitada de los dispositivos portátiles, se utilizan pantallas de un tipo que no es el de tubo de rayos catódicos

(CRT). Dos ejemplos de tales pantallas son las Pantallas de Cristal Líquido (LCD) y los paneles de plasma gaseoso. Estos dos tipos de sistemas de pantalla son aptos para las necesidades de portabilidad de las computadoras portátiles por una cantidad de razones:

Pantallas LCD



Fuente: [www. Solostocks.com](http://www.Solostocks.com)

- Son mucho más livianas y más compactas que los monitores CRT.
 - Requieren mucho menos energía eléctrica para poder operar.
 - Pueden operarse desde baterías.
-
- **Dispositivos Infrarrojos o bluetooth**
 - **Acceso inalámbrico**

ANEXO C:

Especificaciones técnicas MSV avanzado

Cedula para MSV avanzado

<p>página</p>		<p>BRE</p>	
<p>GENERICOS:</p>		<p>MONITOR DE SIGNOS VITALES AVANZADO</p>	
<p>ESPECIALIDAD:</p>		<p>Médicas y Quirúrgicas.</p>	
<p>SERVICIO(S):</p>		<p>Unidad de Cuidados Intensivos. Urgencias. Hospitalización.</p>	
<p>DEFINICIÓN:</p>		<p>Equipo que despliega en pantalla: electrocardiograma, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva, presión invasiva, gasto cardiaco, capnografía, oximetría de pulso, monitoreo de segmento ST y otros parámetros de acuerdo a la especialidad.</p>	
<p>CERTIFICADOS:</p>		<p>ISO 9001 O ISO 13485</p>	
<p>I.- DESCRIPCIÓN:</p>	<p>1.- Monitor modular con pantalla de 15 pulgadas como mínimo.</p>		
	<p>2.- Con capacidad para conectarse a red de monitoreo.</p>		
	<p>3.- Salida analógica de ECG o Sincronía para desfibrilación</p>		
	<p>4.- Pantalla policromática (color) : tecnología LCD de matriz activa o TFT.</p>		
	<p>5.- Despliegue de curvas fisiológicas de al menos 8 curvas simultáneas.</p>		
	<p>6.- Monitoreo de los siguientes parámetros</p>		
	<p>7.- ECG</p>	<p>7.1.-Despliegue simultáneo de al menos 3 curvas, a elegir de 12 derivaciones.</p>	
		<p>7.2.-Función de despliegue simultáneo de 12 derivaciones.</p>	
		<p>7.3.-Monitoreo despliegue de segmento ST en al menos tres canales simultáneos</p>	
		<p>7.4.-Análisis de por lo menos 12 arritmias</p>	
		<p>7.5.-Despliegue numérico de frecuencia cardiaca</p>	
		<p>7.6.-Detección de marcapasos y protección para desfibrilador</p>	
	<p>8.- SpO2</p>	<p>8.1.-Curva de pletismografía</p>	
		<p>8.2.-Despliegue numérico de saturación de oxígeno</p>	
	<p>9.- Respiración</p>	<p>9.1 Curva de respiración</p>	
		<p>9.2.-Despliegue numérico de frecuencia respiratoria</p>	
	<p>10.- Temperatura</p>	<p>10.1.- Despliegue numérico de al menos dos temperaturas</p>	
		<p>11.1.-Despliegue numérico de presión no invasiva (sistólica, diastólica y media)</p>	
	<p>11.- Presión no invasiva</p>	<p>11.2.-Modos para la toma de presión: Manual y automática a diferentes intervalos de tiempo.</p>	
<p>11.3.-Función de STAT o punción venosa</p>			
<p>12.1.-En al menos dos canales</p>			
<p>12.- Presión invasiva</p>	<p>12.2.-Etiquetado de al menos las siguientes sitios de medición:</p>		<p>12.2.1.- Pulmonar</p>
			<p>12.2.2.- Intracraneana</p>
			<p>12.2.3.- Venosa central</p>
			<p>12.2.4.- Arterial</p>
			<p>12.2.5.- Ventricular o auricular.</p>
<p>13.- Capnografía</p>	<p>12.3.- Por medio de <i>mainstream</i> o <i>sidestream</i> o <i>microstream</i></p>		
	<p>12.4.- Que despliegue de curva y valores numéricos inspirado y espirado</p>		
<p>14.- Tendencias gráficas y numéricas de 24 horas como mínimo de todos los parámetros, seleccionables por el usuario.</p>			
<p>15.- Que cubra uso desde neonato hasta adulto</p>			
<p>16.-Alarmas audibles y visibles, priorizadas en al menos tres niveles con función que permita revisar y modificar los límites superior e inferior de los siguientes parámetros:</p>	<p>16.1. Saturación de oxígeno,</p>		
	<p>16.2 Frecuencia cardiaca,</p>		
	<p>16.3 Presión arterial no invasiva (sistólica, diastólica, media),</p>		
	<p>16.4 Temperatura,</p>		
	<p>16.5 Frecuencia respiratoria</p>		
	<p>16.7 CO2</p>		
	<p>16.8 Presión invasiva</p>		
	<p>17.- Alarma de apnea y alarma de arritmia</p>		
<p>18.- Con silenciador de alarmas.</p>			
<p>19.- Alarmas del sistema</p>			

	20.- Menús y mensajes en pantalla o software de operación deben de ser en español.	
	21.- Teclado o Interface deben ser en español	
	22.-Sistema para fijación de cada monitor: montaje de pared	
	23.-Función o perfil de cálculos hemodinámicos.	
	24.- Cálculo de fármacos	
II.- ACCESORIOS PARA ADULTO/ PEDIÁTRICO:	<p>1.-Dos sensores tipo dedal, reusable, para oximetría de pulso.</p> <p>2.-Un Sensor reusable de temperatura (de piel o superficie)</p> <p>3.-Brazaletes reusable para medición de la presión no invasiva, uno adulto y uno pediátrico, una manguera con conector para los brazaletes.</p> <p>4.-Un Cable de paciente para ECG de al menos cinco puntas.</p> <p>5. Incluir para mainstream: sensor reusable y cable, adaptador de vías aéreas reusable</p> <p>6. Incluir para sidestream: 20 trampas de agua, 100 líneas de muestra y 20 adaptadores endotraqueales.</p> <p>7. Incluir para microstream: 100 líneas de muestra y 20 adaptadores endotraqueales.</p> <p>8. Debe incluir al menos : 1 cable troncal para transductor y un transductor reusable con 20 domos desechables o 100 kits de transductor desechable</p>	
II.- ACCESORIOS PARA NEONATO:	<p>1.-Un Sensor multisitio reusable para oximetría de pulso.</p> <p>2.-Un Sensor reusable de temperatura (de piel o superficie)</p> <p>3.- 10 brazaletes desechables para medición de la presión no invasiva, neonatal, una manguera con conector para los brazaletes.</p> <p>4.- Un Cable de paciente para ECG de tres puntas.</p> <p>5.-Adaptador de vías aéreas neonatal reusable o 20 desechables</p>	
III.- CONSUMIBLES:	<p>1.- 300 electrodos para ECG.</p> <p>2.- 300 Electrodo para ECG neonatales.</p>	
IV.- INSTALACIÓN	1.- Dentro del rango 110 a 127/60 Hz.	
V.- MANTENIMIENTO	<p>1.- Preventivo por personal calificado.</p> <p>2.-Correctivo por personal calificado.</p>	
VII.- OPCIONALES GENÉRICAS (Las configuraciones, tipos y cantidades de opcionales deberán ser escogidas de acuerdo a las necesidades operativas de las unidades médicas.)	1.- EEG	<p>1.1.-De dos o más canales</p> <p>1.2.-Arreglo espectral comprimido o índice espectral</p> <p>1.3.- Despliegue de valor y curva</p> <p>1.4.- Cable de EEG</p> <p>1.5.- consumibles: 60 Electrodo desechables. (un juego por paciente)</p>
	2.- Índice Biespectral	<p>2.1.- Despliegue numérico del índice Biespectral, índice de calidad de la señal,</p> <p>2.2.- Despliegue de curva de EEG</p> <p>2.3.- Accesorios: cable</p> <p>2.4.- Consumibles: 50 Sensores desechables adulto y pediátrico</p>
	3.- Gasto cardiaco	<p>3.1.- Por termodilución</p> <p>3.2.- Función para medición y despliegue de enclavamiento o cuña</p> <p>3.3.- Despliegue de valores numéricos de índice cardiaco</p> <p>3.4.- Al menos cuatro curvas de promedio</p> <p>3.5 Accesorios: un cable troncal y sensor de temperatura</p>
	4.- Módulo registrador térmico	<p>4.1.- De al menos 2 canales</p> <p>4.2.- 5 rollos de papel</p>
		5.- Cálculos de ventilación o pulmonares y de oxigenación
		6.- Medición de la diferencia de temperatura
		7.- Etiquetado del sitio de medición de las temperaturas
	8.- Espirometría	<p>1.-Despliegue de lazos : presión/ volumen y flujo/volumen</p> <p>2.-Despliegue de valores numéricos: presiones, volúmenes, complianza y Resistencia</p> <p>3.- Consumibles : sensor de flujo desechable para adulto ,pediátrico y neonatal , líneas para espirometría</p>

Fuente: GUIA TECNOLÓGICA N° 13: Monitor de Signos Vitales

Especificaciones técnicas MSV de transporte:

Cedula para MSV transporte

NOMBRE GENERICO:		MONITOR DE SIGNOS VITALES DE TRANSPORTE	
ESPECIALIDAD(ES):		Médicas	
SERVICIO(S):		Ambulancia, transporte extrahospitalario, transporte intrahospitalario,	
DEFINICION:		Equipo que despliega en pantalla: electrocardiograma, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva y oximetría de pulso.	
CERTIFICADOS:		ISO 9001 O ISO 13485 FDA O CE O JIS	
I.- DESCRIPCION:	1.- Monitor configurado o modular con pantalla de 5.8 pulgadas como mínimo.		
	2.- Salida analógica de ECG o Sincronía para desfibrilación		
	3.- Pantalla policromática (color) : tecnología LCD de matriz activa o TFT.		
	4.- Protección contra descarga de desfibrilador		
	5.- Detección de marcapasos.		
	6.- Despliegue de curvas fisiológicas de:	6.1.- Al menos 3 curvas simultáneas	6.2.- ECG, que permita el despliegue de al menos 1 curva, a elegir de entre 3 derivaciones o más.
		6.3.- Pletismografía	6.4.- Respiración
	7.- Despliegue numérico de:	7.1.frecuencia cardiaca	7.2 frecuencia respiratoria
		7.3 saturación de oxígeno	7.4 presión no invasiva (sistólica, diastólica y media)
		7.5 Temperatura	
	8.- Modos para la toma de presión: Manual y automática a diferentes intervalos de tiempo.		
	9.- Tendencias gráficas y numéricas de 24 horas como mínimo de todos los parámetros, seleccionables por el usuario.		
	10.- Que cubra uso desde neonato hasta adulto		
	11.- Con batería interna recargable con duración de al menos 2.5 horas, con cargador interconstruido e indicador de bajo nivel en pantalla.		
	12.- Alarmas audibles y visibles, priorizadas en al menos tres niveles con función que permita revisar y modificar los límites superior e inferior de los siguientes parámetros:	12.1.Saturación de oxígeno,	12.2 Frecuencia cardiaca,
		12.3 Presión arterial no invasiva (sistólica, diastólica),	12.4 Temperatura,
		12.5 Frecuencia respiratoria	
	13.-Alarma de apnea		
	14.- Con silenciador de alarmas.		
	15.- Alarmas del sistema		
16.- Menús y mensajes en pantalla o software de operación deben de ser en español.			
17.- Teclado o Interface del usuario deben ser en español			
18.- Asa o soporte para camilla			
19.- Peso no mayor a 6 Kg incluyendo la batería .			
20.- Detección de arritmias básicas.			
II.- ACCESORIOS PARA ADULTO/PEDIÁTRICO:	1.- Dos sensores tipo dedal, reusable, para oximetría de pulso.		
	2.-Un sensor reusable de temperatura (de piel o superficie)		
	3.-Brazaletes reusable para medición de la presión no invasiva, uno adulto y uno pediátrico, una manguera con conector para los brazaletes.		
	4.-Un Cable de paciente para ECG de al menos tres puntas.		
III.-CONSUMIBLES PARA ADULTO:	1.-300 electrodos para ECG.		

II.- ACCESORIOS PARA NEONATO:	1.-Un sensor multisitio reusable para oximetría de pulso.	
	2.-Un sensor reusable de temperatura (de piel o superficie)	
	3.- Una manguera con conector para los brazaletes.	
	4.- Un cable de paciente para ECG de tres puntas.	
III.- CONSUMIBLES PARA NEONATO:	1.- 10 brazaletes desechables para medición de la presión no invasiva, neonatal,	
	2.- 300 electrodos para ECG neonatales.	
IV.- INSTALACION:	1.- Dentro del rango 110 a 127V/60 Hz.Con alimentación de 12 V o entrada para ambulancia.	
V.- MANTENIMIENTO:	1.- Preventivo por personal calificado.	
	2.-Correctivo por personal calificado.	
VII.-OPCIONALES : (Las configuraciones, tipos y cantidades de opcionales deberán ser escogidas de acuerdo a las necesidades operativas de las unidades médicas.)	1.- Registrador térmico o impresora térmica interconstruidos o módulo insertable	De al menos 2 canales 5 rollos de papel
	2.-Cable para alimentación en ambulancia.	

Fuente: GUIA TECNOLOGICA N° 13: Monitor de Signos Vitales

ANEXO D:

Antropometría: Mano

Muchos de los productos utilizados actualmente en la medicina están ligados a su manipulación y es por eso que percentiles y medidas de la mano son tan importantes como los del cuerpo en general. A continuación se muestra una tabla de medidas para todas las longitudes de la mano en percentiles para hombres y mujeres⁷⁷.

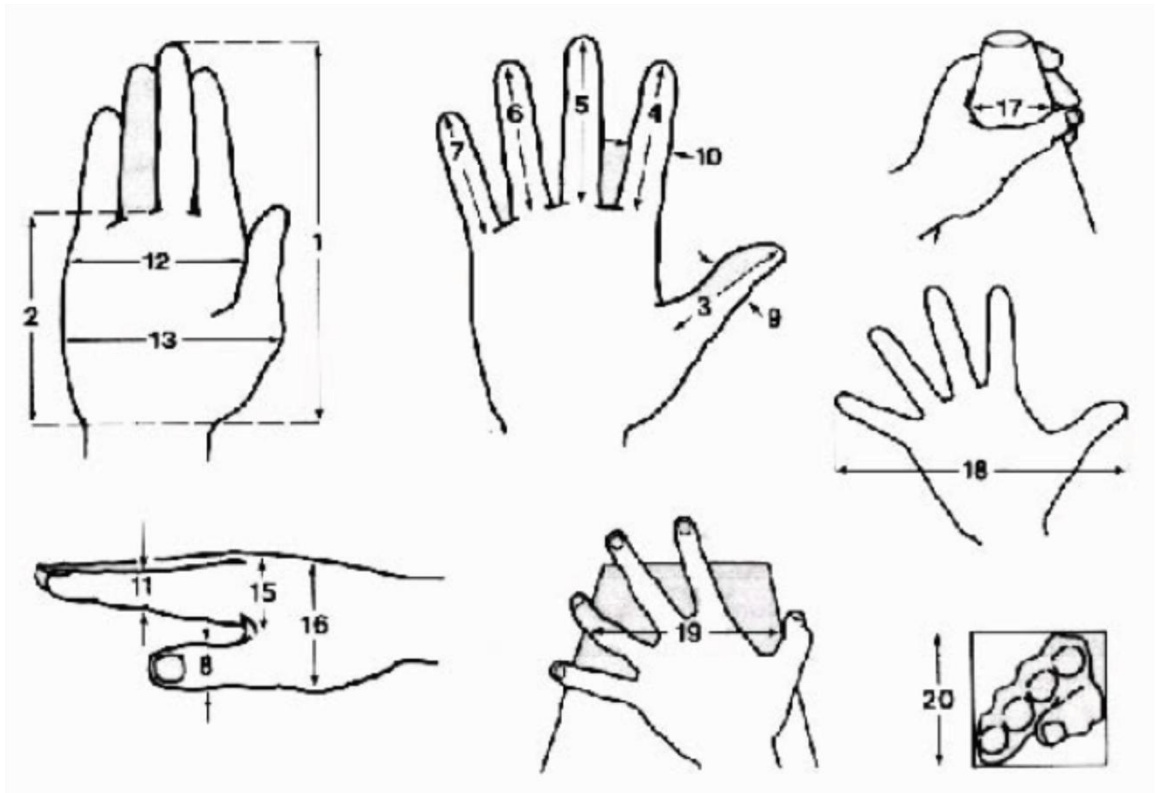
Información de antropometría de manos para hombres y mujeres

Ref. No.	Dimension	Male			Female		
		Percentile			Percentile		
		5th	50th	95th	5th	50th	95th
1	Hand length	17.30 (6.81)	18.90 (7.44)	20.50 (8.07)	15.90 (6.26)	17.40 (6.85)	18.90 (7.44)
2	Palm length	9.80 (3.86)	10.70 (4.21)	11.60 (4.57)	8.90 (3.50)	9.70 (3.82)	10.50 (4.13)
3	Thumb length	4.40 (1.73)	5.10 (2.01)	5.80 (2.28)	4.00 (1.57)	4.70 (1.85)	5.30 (2.09)
4	Index finger length	6.40 (2.52)	7.20 (2.83)	7.90 (3.11)	6.00 (2.36)	6.70 (2.64)	7.40 (2.91)
5	Middle finger length	7.60 (2.99)	8.30 (3.27)	9.00 (3.54)	6.90 (2.72)	7.70 (3.03)	8.40 (3.31)
6	Ring finger length	6.50 (2.56)	7.20 (2.83)	8.00 (3.15)	5.90 (2.32)	6.60 (2.60)	7.30 (2.87)
7	Little finger length	4.80 (1.89)	5.50 (2.17)	6.30 (2.48)	4.30 (1.69)	5.00 (1.97)	5.70 (2.24)
8	Thumb breadth (at interphalangeal joint)	2.00 (0.79)	2.30 (0.91)	2.60 (1.02)	1.70 (0.67)	1.90 (0.75)	2.10 (0.83)
9	Thumb thickness (at interphalangeal joint)	1.90 (0.75)	2.20 (0.87)	2.40 (0.94)	1.50 (0.59)	1.80 (0.71)	2.00 (0.79)
10	Index finger breadth (at proximal interphalangeal joint)	1.90 (0.75)	2.10 (0.83)	2.30 (0.91)	1.60 (0.63)	1.80 (0.71)	2.00 (0.79)
11	Index finger thickness (at proximal interphalangeal joint)	1.70 (0.67)	1.90 (0.75)	2.10 (0.83)	1.40 (0.55)	1.60 (0.63)	1.80 (0.71)
12	Hand breadth (metacarpal)	7.80 (3.07)	8.70 (3.43)	9.50 (3.74)	6.90 (2.72)	7.60 (2.99)	8.30 (3.27)
13	Hand breadth (across thumb)	9.70 (3.82)	10.50 (4.13)	11.40 (4.49)	8.40 (3.31)	9.20 (3.62)	9.90 (3.90)
15	Hand thickness (metacarpal)	2.70 (1.06)	3.30 (1.30)	3.80 (1.50)	2.40 (0.94)	2.80 (1.10)	3.30 (1.30)
16	Hand thickness (including thumb)	4.40 (1.73)	5.10 (2.01)	5.80 (2.28)	4.00 (1.57)	4.50 (1.77)	5.00 (1.97)
17	Maximum grip diameter (thumb and middle fingers just touching)	4.50 (1.77)	5.20 (2.05)	5.90 (2.32)	4.30 (1.69)	4.80 (1.89)	5.30 (2.09)
18	Maximum spread	17.80 (7.01)	20.60 (8.11)	23.40 (9.21)	16.50 (6.50)	19.00 (7.48)	21.50 (8.46)
19	Maximum functional spread (tip end segments of the thumb and ring fingers)	12.20 (4.80)	14.20 (5.59)	16.20 (6.38)	10.90 (4.29)	12.70 (5.00)	14.50 (5.71)
20	Minimum square access	5.60 (2.20)	6.60 (2.60)	7.60 (2.99)	5.00 (1.97)	5.80 (2.28)	6.70 (2.64)

Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

⁷⁷ AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices, section 7.3.3.3.2, pag 77

Ilustración gráfica de la tabla para antropometría de manos



Fuente: AAMI, Human Factor Engineering-Design of Medical Devices

ANEXO E:

Monitor de Signos Vitales HC GUOTENG: La aplicación de la herramienta en el IC permitió no solo definir requerimientos de uso sino de servicio. Fue así como la doctora Claudia Amaya jefe del centro de telemedicina de la FCV, nos recomendó tener un punto de comparación bastante aproximado a lo que se quiere diseñar para poder competir comercialmente. El siguiente monitor es un dispositivo de fabricación china y de aquí en adelante será el punto de comparación en factores de innovación, de servicio y de uso. A grandes rasgos el monitor cumple con las características telemédicas de transmisión de datos a un centro de acopio, midiendo los 5 parámetros necesarios.

Monitor Guoteng



Fuente: <http://www.guoteng.gd.cn/>

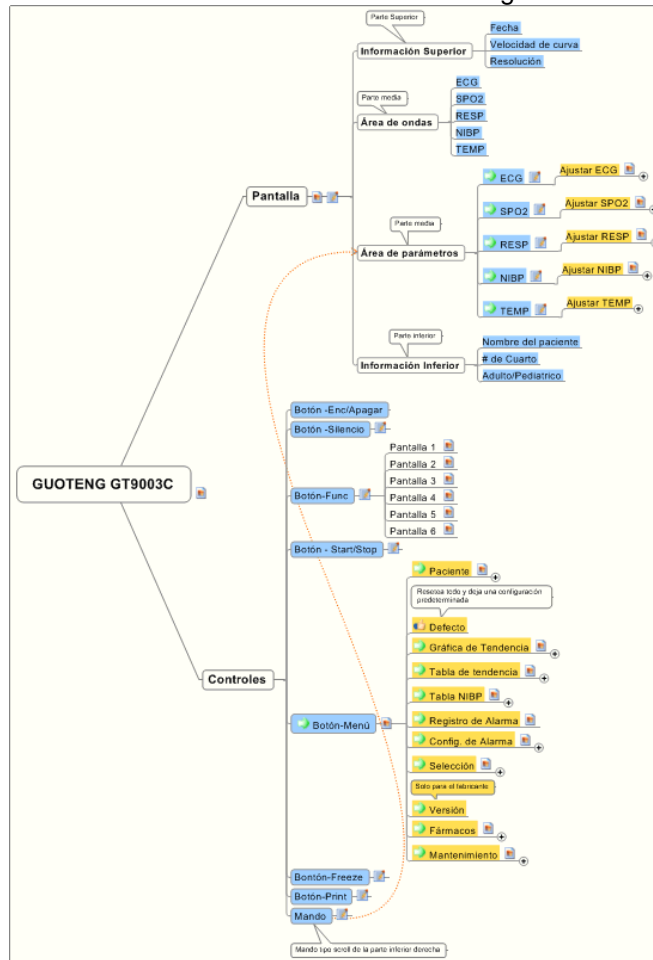
1. Parámetros medidos: ECG, respiración, SPO2, PNI, Temperatura.
2. Diseño compacto y ligero.
3. Pantalla TFT y leds de 3,5.
4. 5 interfaces de usuario, máximo 7 formas de onda
5. Batería de Litio
6. Con batería llena, 8 horas de funcionamiento continuo
7. Revisión de tendencia de 72 horas

- 8. Detección de marcapasos
- 9. Wireless. Monitoreo a central de acopio

- **Estructura de la información: Monitor GUOTENG**

La siguiente imagen es un diagrama en el cual se analiza e identifica la estructura de la información del monitor de signos vitales relacionando los dos elementos importantes de dispositivos, el hardware y el software. Es un esquema que muestra el nivel de profundidad y el despliegue de menús de la interfaz y sus respectivos desgloses de aplicación. Debido a la gran cantidad de ramificaciones que tiene el monitor solo se incluye para este ejemplo hasta donde es posible la lectura y comprensión del mismo (nivel de segunda pantalla).

Estructura de información: Guoteng MSV



Fuente: Autor

ANEXO F:

Diseño de la herramienta: Ejercicio de evaluación intuitiva

IMAGEN 1-DISEÑO PARALELO

1. Divida la interfaz en áreas o regiones como usted considere necesario encerrando cada una de ellas dentro de un cuadrado.
2. Clasifique cada zona anterior según su importancia con un número en su interior, donde 1 es el más importante.
3. Identifique que elementos son botones y enciérrelos en un círculo.
4. Identifique que elementos son editables y enciérrelos en una nube.

Imagen Inicial Diseño Paralelo



Fuente: Autor

ANEXO G:

Pantalla inicial sin medición de parámetros



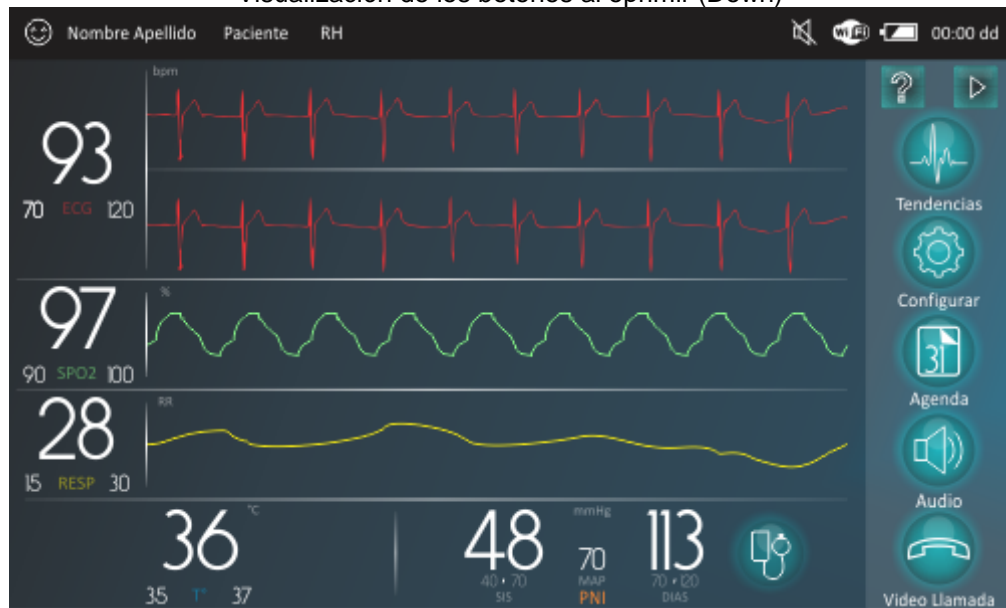
Fuente: Autor

Pantalla inicial con medición de parámetros normales



Fuente: Autor

Visualización de los botones al oprimir (Down)



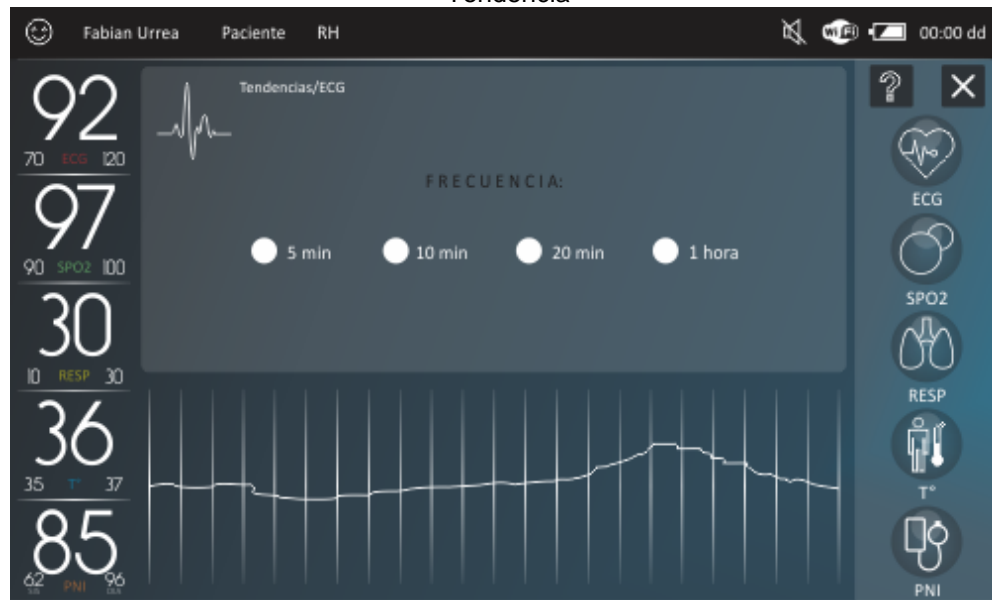
Fuente: Autor

Visualización de alarmas



Fuente: Autor

Tendencia



Fuente: Autor

Configurar

Fabian Urrea Paciente RH

92
70 ECG 120

97
90 SPO2 100

30
10 RESP 30

36
35 T° 37

85
62 PNI 96

Configurar/Datos

Nombre: Nombre Apellido Edad: 00 Peso: 000 kg

Genero: M Altura: 000 cm RH: 00

Datos
Parametros
Fecha y Hora
Soporte Técnico
Pantalla

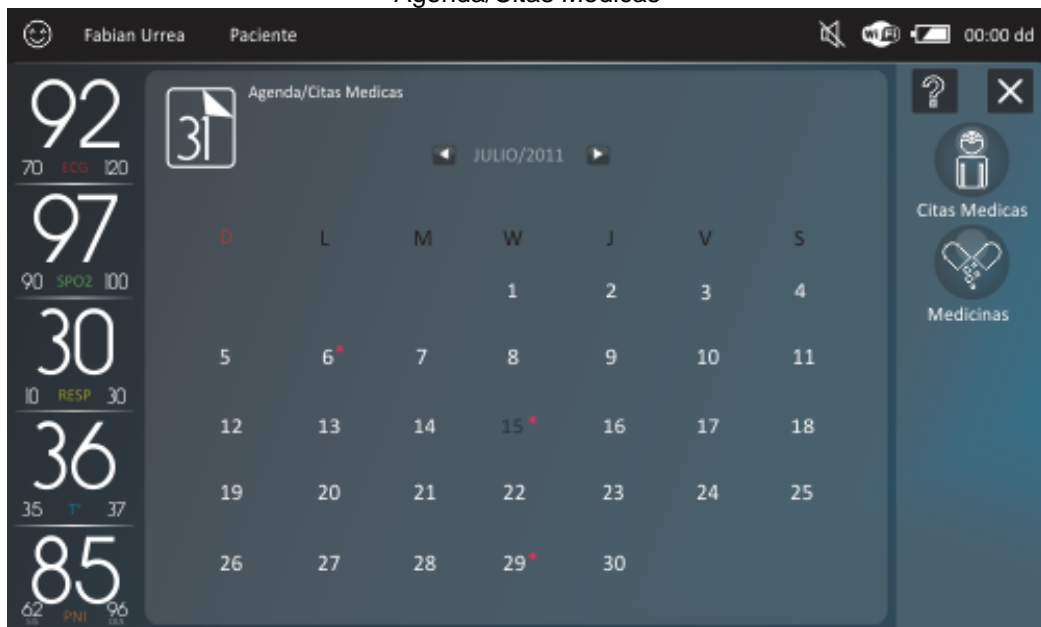
Fuente: Autor

Guardar y Validar acciones



Fuente: Autor

Agenda/Citas Medicas



Fuente: Autor

Videollamada



Fuente. Autor

Pantalla inicial sin medición de parámetros Vertical



Fuente: Autor

Selección de Usuario



Fuente: Autor

Visualización de Parámetros normales



Fuente: Autor

Visualización de alarmas críticas



Fuente: Autor

Configuración Datos Vertical



Fuente: Autor

Guardar y Validar acciones Vertical



Fuente: Autor

Agenda/Citas Médicas



Fuente: Autor

Videollamada Vertical



Fuente: Autor