



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“JUAN MISAE SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMATICA Y SISTEMAS
CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PRODUCTOS HORTÍCOLAS EN LA AGRICULTURA
VERTICAL, A TRAVÉS DE SENSORES Y ACTUADORES
PARA MEJORAR Y MAXIMIZAR LA PRODUCCIÓN**

Elaborado por:

LUIS ALBERTO CRUZ CERRUTO

Proyecto de grado presentado a consideración de la “**Universidad Autónoma Juan Misael Saracho**”, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Informática.

Diciembre de 2019

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA:

A mis padres, hermanos, familia, amigos por brindarme su apoyo y comprensión incondicional, puesto que a cada uno de ellos debo y agradezco cada uno de mis logros.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por darme la oportunidad de cumplir uno de los sueños más anhelados por mis padres, hermanos y mi persona.

A mis docentes Por brindarme sus sabias enseñanzas y transmitirme sus conocimiento.

A mi familia por enseñarme a creer que los sueños se hacen realidad.

PENSAMIENTO:

“La confianza en sí mismo es el primer secreto del éxito”

Ralph Waldo Emerson

CONTENIDO

1	EL PROYECTO	1
1.1	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1.1	TÍTULO DEL PROYECTO	1
1.1.2	CARRERA.....	1
1.1.3	FACULTAD	1
1.1.4	DURACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1.5	INSTITUCIÓN/CENTRO COOPERANTE.....	1
1.1.6	ÁREA / LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2	PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO.....	1
1.2.1	DIRECTOR DEL PROYECTO.....	1
1.2.2	PARTICIPANTES DEL EQUIPO DE TRABAJO	2
1.2.3	EQUIPO DE TRABAJO (Empresas / Instituciones / Organizaciones Participantes / Cooperantes)	2
1.2.4	ACTIVIDADES PREVISTAS PARA LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN	3
1.3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.3.1	RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	4
1.3.2	DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO	6
1.3.2.1	ANÁLISIS DE CAUSA DE PROBLEMAS	7
1.3.2.2	ANÁLISIS DE CAUSA DE PROBLEMAS Y OBJETIVOS	8
1.3.2.3	Análisis de objetivos.....	9
1.3.2.4	SITUACIÓN PLANTEADA CON Y SIN PROYECTO	10
1.3.3	OBJETIVOS	11
1.3.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	11
1.3.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3.4	MARCO LÓGICO DEL PROYECTO	12
1.3.5	METODOLOGÍA DE TRABAJO	20
1.3.5.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	21
1.3.6	RESULTADOS ESPERADOS	23
1.3.7	TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.....	23
1.3.7.1	GRUPO DE BENEFICIARIOS DE LOS RESULTADOS.....	23

1.3.8	Presupuesto/Justificación	23
2	COMPONENTES	24
2.1	COMPONENTE I	24
2.1.1	DESARROLLO DEL SISTEMA	24
2.1.2	PLAN DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	24
2.1.2.1	Introducción	24
2.1.2.1.1	Propósito.....	24
2.1.2.1.2	Alcance	25
2.1.2.1.3	Resumen	25
2.1.2.2	Vista general del proyecto	25
2.1.2.2.1	Propósito, alcance y objetivos	25
2.1.2.2.1.1	Propósito.....	25
2.1.2.2.1.2	Alcance	25
2.1.2.2.1.3	Objetivos.....	27
2.1.2.2.2	Suposiciones y restricciones.....	28
2.1.2.2.2.1	Suposiciones	28
2.1.2.2.2.2	Restricciones.....	28
2.1.2.2.3	Entregables del proyecto	28
2.1.2.2.3.1	Plan de Desarrollo del Software	28
2.1.2.2.3.2	Modelo de casos de uso del negocio	29
2.1.2.2.3.3	Modelo de objetos del negocio.....	30
2.1.2.2.3.4	Glosario	31
2.1.2.2.3.5	Modelo de casos de uso.....	32
2.1.2.2.3.6	Modelado de diagrama de actividades	221
2.1.2.2.3.7	Modelo de diagrama de iteración	314
2.1.2.2.3.8	Modelo de diagrama de clases.....	428
2.1.2.2.3.9	Prototipo de interfaces de usuario	430
2.1.2.2.3.10	Modelo de datos	483
2.1.2.2.3.11	Diagrama de componentes	496
2.1.2.2.3.12	Modelo de despliegue.....	501
2.1.2.2.3.13	Casos de prueba.....	502

2.1.2.3	Organización del proyecto	502
2.1.2.3.1	Participantes en el proyecto.....	502
2.1.2.3.2	Interfaces externas	502
2.1.2.3.3	Roles y responsabilidades.....	503
2.1.2.4	Gestión de procesos	504
2.1.2.4.1	Estimaciones del proyecto.....	504
2.1.2.4.2	Plan del proyecto	504
2.1.2.4.2.1	Plan de las fases.....	504
2.1.2.4.2.2	Calendario del proyecto.....	506
2.1.2.5	Herramientas utilizadas.....	507
2.1.2.5.1	Eclipse IDE 2019-06	507
2.1.2.5.2	Enterprise Architect v14.....	508
2.1.2.5.3	Apache Tomcat v9.....	509
2.1.2.5.4	Jquery	509
2.1.2.5.5	Java.....	510
2.1.2.6	PostgreSQL.....	510
2.1.2.7	Bootstrap.....	511
2.1.2.8	HTML5	511
2.1.2.9	CSS3	512
2.2	COMPONENTE II.....	513
2.2.1	CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO	513
2.2.1.1	Introducción.....	513
2.2.1.2	Marco Metodológico.....	514
2.2.1.2.1	Objetivos.....	514
2.2.1.2.1.1	Objetivo General	514
2.2.1.2.1.2	Objetivos Específicos	514
2.2.1.3	Alcance	514
2.2.1.4	Marco Teórico.....	514
2.2.1.5	Conceptos introductorios.....	514
2.2.1.5.1	La maqueta	514
2.2.1.5.1.1	La maqueta usada en la ciencia	515

2.2.1.5.2	Escala.....	515
2.2.1.5.2.1	Representación	515
2.2.1.5.2.2	Tipos de escalas:.....	515
2.2.1.5.3	Diseño industrial.....	516
2.2.1.5.4	Materiales y Herramientas.....	517
2.2.1.5.5	Componentes eléctricos y electrónicos	519
2.2.1.5.5.1	Arduino.....	519
2.2.1.5.5.2	Relé.....	523
2.2.1.5.5.3	Sensores.....	525
2.2.1.5.5.4	Actuadores.....	532
2.2.1.6	Diseño y construcción del prototipo	538
2.2.1.6.1	Diseño de la placa de control del sistema SICAV (Sistema de Información y Control de la Agricultura Vertical)	538
2.2.1.6.2	Diseño del circuito la placa de control con los componentes..	539
2.2.1.6.3	Diseño de los circuitos de los componentes (sensores y actuadores)	540
2.2.1.6.3.1	Circuito del sensor de humedad y temperatura DH11	540
2.2.1.6.3.2	Circuito del sensor de dióxido de carbono MG811	540
2.2.1.6.3.3	Circuito del sensor de PH.....	541
2.2.1.6.3.4	Circuito del sensor de distancia ultrasónico HC-SR04	541
2.2.1.6.3.5	Circuitos para los actuadores.....	542
2.2.1.6.4	Diagramas de estados de los componentes.....	542
2.2.1.6.4.1	Diagrama de estado del aire acondicionado	542
2.2.1.6.4.2	Diagrama de estado de la electrobomba.....	543
2.2.1.6.4.3	Diagrama de estado de la electroválvula	543
2.2.1.6.4.4	Diagrama de estado del humidificador.....	544
2.2.1.6.4.5	Diagrama de estado del circuito de luz.....	544
2.2.1.6.4.6	Diagrama de estado del ventilador	545
2.2.1.6.4.7	Diagrama de estado del sensor de temperatura	545
2.2.1.6.4.8	Diagrama de estado del sensor de humedad.....	546
2.2.1.6.4.9	Diagrama de estado del sensor de dióxido de carbono.....	546
2.2.1.6.4.10	Diagrama de estado del sensor PH.....	547

2.2.1.6.4.11	Diagrama de estado del sensor de distancia ultrasónico	547
2.2.1.6.5	Planos y diseños	548
2.2.1.6.5.1	Plano general	548
2.2.1.6.5.2	Circuito de componentes en el plano	549
2.2.1.6.5.3	Modelado del diseño del prototipo	550
2.2.1.6.6	Construcción de prototipo	552
2.2.1.7	Medios de verificación	554
2.2.1.8	Conclusiones	554
2.2.1.9	Recomendaciones	554
2.3	COMPONENTE III	555
2.3.1	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	555
2.3.1.1	Introducción	555
2.3.1.2	Información general	555
2.3.1.3	Planteamiento del problema	555
2.3.1.4	Objetivos	555
2.3.1.4.1	Objetivo General	555
2.3.1.4.2	Objetivos Específicos	556
2.3.1.5	Alcance y limitaciones	556
2.3.1.5.1	Alcance	556
2.3.1.5.2	Limitaciones	556
2.3.1.6	Justificación	556
2.3.1.7	Estrategia de formación	556
2.3.1.8	Definición del público	556
2.3.1.9	Ambiente	556
2.3.1.10	Material de la capacitación	556
2.3.1.11	Contenido de la capacitación	557
2.3.1.12	Desarrollo de la capacitación	557
2.3.1.12.1	Entrega del material de apoyo para el uso del sistema informático	557
2.3.1.12.2	Exposición	557
2.3.1.12.3	Plan de la capacitación	558

2.3.1.13	Medios de verificación.....	560
2.3.1.14	Conclusiones.....	562
3	CONCLUSIONES.....	563
4	RECOMENDACIONES.....	564
5	BIBLIOGRAFÍA.....	565

Índice de figuras

Figura 1: Árbol de problemas	7
Figura 2: Árbol de problemas y objetivos.....	8
Figura 3: Árbol de objetivos	9
Figura 4: Diagrama de caso de uso del negocio.....	30
Figura 5: Caso de uso general	34
Figura 6: D.C.U.E. Registrar administrador del sistema.....	41
Figura 7: D.C.U.E. Ingresar al sistema	41
Figura 8: D.C.U.E. Administrar usuarios.....	42
Figura 9: D.C.U.E. Administrar roles	43
Figura 10: D.C.U.E. Administrar menús.....	44
Figura 11: D.C.U.E. Administrar puertos de comunicación	45
Figura 12: D.C.U.E. Administrar backups	45
Figura 13: D.C.U.E. Monitorizar ambientes	46
Figura 14: D.C.U.E. Administrar sensores	46
Figura 15: D.C.U.E. Administrar actuadores	47
Figura 16: D.C.U.E. Administrar marcas.....	47
Figura 17: D.C.U.E. Administrar modelos	48
Figura 18: D.C.U.E. Administrar variedades	48
Figura 19: D.C.U.E. Administrar ambientes.....	49
Figura 20: D.C.U.E. Administrar productos	50
Figura 21: D.C.U.E. Administrar producción	51
Figura 22: D.C.U.E. Administrar fases	52
Figura 23: D.C.U.E. Gestionar reportes.....	52
Figura 24: D.A. Ingresar al sistema	221
Figura 25: D.A. Registrar administrador del sistema.....	222
Figura 26: D.A. Administrar usuarios.....	222
Figura 27: D.A. Adicionar usuario.....	223
Figura 28: D.A. Modificar datos de usuario	224
Figura 29: D.A. Dar de baja usuario	225

Figura 30: D.A. Habilitar usuario	226
Figura 31: D.A. Ver datos de usuario	227
Figura 32: D.A. Asignar rol a usuario.....	228
Figura 33: D.A. Modificar contraseña de rol de usuario.....	229
Figura 34: D.A. Eliminar rol de usuario	230
Figura 35: D.A. Administrar roles	231
Figura 36: D.A. Adicionar rol.....	231
Figura 37: D.A. Modificar datos de rol.....	232
Figura 38: D.A. Dar de baja rol.....	233
Figura 39: D.A. Habilitar rol.....	234
Figura 40: D.A. Ver datos de rol.....	235
Figura 41: D.A. Gestionar asignación de menús a rol	236
Figura 42: D.A. Asignar menú a rol.....	237
Figura 43: D.A. Quitar menú asignado	238
Figura 44: D.A. Administrar menús.....	238
Figura 45: D.A. Adicionar menú.....	239
Figura 46: D.A. Modificar datos de menú	240
Figura 47: D.A. Dar de baja menú	241
Figura 48: D.A. Habilitar menú	242
Figura 49: D.A. Ver datos de menú	243
Figura 50: D.A. Gestionar asignación de procesos a menú	244
Figura 51: D.A. Asignar proceso a menú.....	245
Figura 52: D.A. Quitar proceso asignado.....	246
Figura 53: D.A. Monitorizar ambientes	247
Figura 54: D.A. Monitorizar sensores y actuadores del ambiente	247
Figura 55: D.A. Encender actuador.....	248
Figura 56: D.A. Apagar actuador	249
Figura 57: D.A. Administrar sensores.....	250
Figura 58: D.A. Adicionar sensor	250
Figura 59: D.A. Modificar datos de sensor.....	251

Figura 60: D.A. Dar de baja sensor	252
Figura 61: D.A. Habilitar sensor	253
Figura 62: D.A. Ver datos de sensor	254
Figura 63: D.A. Administrar actuadores	254
Figura 64: D.A. Adicionar actuador.....	255
Figura 65: D.A. Modificar datos de actuador	256
Figura 66: D.A. Dar de baja actuador	257
Figura 67: D.A. Habilitar actuador	258
Figura 68: D.A. Ver datos de actuador	259
Figura 69: D.A. Administrar marcas.....	259
Figura 70: D.A. Adicionar marca.....	260
Figura 71: D.A. Modificar datos de marca	261
Figura 72: D.A. Dar de baja marca	262
Figura 73: D.A. Habilitar marca	263
Figura 74: D.A. Ver datos de marca	264
Figura 75: D.A. Administrar modelos.....	264
Figura 76: D.A. Adicionar modelo	265
Figura 77: D.A. Modificar datos de modelo	266
Figura 78: D.A. Dar de baja modelo	267
Figura 79: D.A. Habilitar modelo	268
Figura 80: D.A. Ver datos de modelo	269
Figura 81: D.A. Administrar producción	269
Figura 82: D.A. Iniciar producción	270
Figura 83: D.A. Finalizar producción	271
Figura 84: D.A. Ver datos de producción	272
Figura 85: D.A. Calendario de producción	272
Figura 86: D.A. Gestionar fases en producción	273
Figura 87: D.A. Agregar fase a producción	273
Figura 88: D.A. Ver datos de fase agregada a producción.....	274
Figura 89: D.A. Administrar ambientes.....	274

Figura 90: D.A. Adicionar ambiente.....	275
Figura 91: D.A. Modificar datos de ambiente.....	276
Figura 92: D.A. Dar de baja ambiente	277
Figura 93: D.A. Habilitar ambiente.....	278
Figura 94: D.A. Ver datos de ambiente.....	279
Figura 95: D.A. Gestionar asignación de componentes a ambiente	280
Figura 96: D.A. Asignar componente a ambiente.....	281
Figura 97: D.A. Quitar componente asignado	282
Figura 98: D.A. Activar componente asignado.....	283
Figura 99: D.A. Desactivar componente asignado.....	283
Figura 100: D.A. Ver datos de componente asignado	284
Figura 101: D.A. Administrar productos	284
Figura 102: D.A. Adicionar producto	285
Figura 103: D.A. Modificar datos de producto	286
Figura 104: D.A. Dar de baja producto.....	287
Figura 105: D.A. Habilitar producto.....	288
Figura 106: D.A. Ver datos de producto	289
Figura 107: D.A. Gestionar agregación de fases a producto.....	290
Figura 108: D.A. Agregar fase a producto.....	291
Figura 109: D.A. Modificar datos de fase agregada a producto	292
Figura 110: D.A. Quitar fase agregada a producto	293
Figura 111: D.A. Ver datos de fase agregada a producto	294
Figura 112: D.A. Administrar variedades	294
Figura 113: D.A. Adicionar variedad.....	295
Figura 114: D.A. Modificar datos de variedad	296
Figura 115: D.A. Dar de baja variedad	297
Figura 116: D.A. Habilitar variedad	298
Figura 117: D.A. Ver datos de variedad	299
Figura 118: D.A. Administrar fases	299
Figura 119: D.A. Adicionar fase	300

Figura 120: D.A. Modificar datos de fase.....	301
Figura 121: D.A. Dar de baja fase.....	302
Figura 122: D.A. Habilitar fase.....	303
Figura 123: D.A. Ver datos de fase.....	304
Figura 124: D.A. Administrar backups	304
Figura 125: D.A. Generar backup	305
Figura 126: D.A. Eliminar backup.....	306
Figura 127: D.A. Ver datos de backup.....	307
Figura 128: D.A. Administrar puertos de comunicación	307
Figura 129: D.A. Adicionar puerto	308
Figura 130: D.A. Eliminar puerto	309
Figura 131: D.A. Iniciar comunicación con arduino.....	310
Figura 132: D.A. Finalizar comunicación con arduino.....	310
Figura 133: D.A. Gestionar reportes	311
Figura 134: D.A. Reporte de componentes.....	311
Figura 135: D.A. Reporte de productos	312
Figura 136: D.A. Reporte de alertas de sensores	312
Figura 137: D.A. Ver detalles de alerta de sensor.....	313
Figura 138: D.S. Ingresar al sistema	315
Figura 139: D.S. Registrar administrador del sistema	316
Figura 140: D.S. Administrar usuarios	317
Figura 141: D.S. Adicionar usuario	318
Figura 142: D.S. Modificar datos de usuario	319
Figura 143: D.S. Dar de baja usuario.....	320
Figura 144: D.S. Habilitar usuario	321
Figura 145: D.S. Ver datos de usuario	322
Figura 146: D.S. Asignar rol a usuario	323
Figura 147: D.S. Modificar contraseña de rol de usuario	324
Figura 148: D.S. Eliminar rol de usuario	325
Figura 149: D.S. Administrar roles.....	326

Figura 150: D.S. Adicionar rol.....	327
Figura 151: D.S. Modificar datos de rol	328
Figura 152: D.S. Dar de baja rol	329
Figura 153: D.S. Habilitar rol	330
Figura 154: D.S. Ver datos de rol	331
Figura 155: D.S. Gestionar asignación de menús a rol	332
Figura 156: D.S. Asignar menú a rol	333
Figura 157: D.S. Quitar menú asignado.....	334
Figura 158: D.S. Administrar menús	335
Figura 159: D.S. Adicionar menú	336
Figura 160: D.S. Modificar datos de menú.....	337
Figura 161: D.S. Dar de baja menú.....	338
Figura 162: D.S. Habilitar menú.....	339
Figura 163: D.S. Ver datos de menú.....	340
Figura 164: D.S. Gestionar asignación de procesos a menú.....	341
Figura 165: D.S. Asignar proceso a menú	342
Figura 166: D.S. Quitar proceso asignado	343
Figura 167: D.S. Monitorizar ambientes.....	344
Figura 168: D.S. Monitorizar sensores y actuadores del ambiente.....	345
Figura 169: D.S. Encender actuador	346
Figura 170: Apagar actuador.....	347
Figura 171: D.S. Administrar sensores	348
Figura 172: D.S. Adicionar sensor.....	349
Figura 173: D.S. Modificar datos de sensor.....	350
Figura 174: D.S. Dar de baja sensor	351
Figura 175: D.S. Habilitar sensor.....	352
Figura 176: D.S. Ver datos de sensor.....	353
Figura 177: D.S. Administrar actuadores.....	354
Figura 178: D.S. Adicionar actuador	355
Figura 179: D.S. Modificar datos de actuador	356

Figura 180: D.S. Dar de baja actuador.....	357
Figura 181: D.S. Habilitar actuador	358
Figura 182: D.S. Ver datos de actuador	359
Figura 183: D.S. Administrar marcas	360
Figura 184: D.S. Adicionar marca	361
Figura 185: D.S. Modificar datos de marca	362
Figura 186: D.S. Dar de baja marca.....	363
Figura 187: D.S. Habilitar marca	364
Figura 188: D.S. Ver datos de marca	365
Figura 189: D.S. Administrar modelos	366
Figura 190: D.S. Adicionar modelo	367
Figura 191: D.S. Modificar datos de modelo.....	368
Figura 192: D.S. Dar de baja modelo.....	369
Figura 193: D.S. Habilitar modelo.....	370
Figura 194: D.S. Ver datos de modelo.....	371
Figura 195: D.S. Administrar producción.....	372
Figura 196: D.S. Iniciar producción.....	373
Figura 197: D.S. Finalizar producción.....	374
Figura 198: D.S. Ver datos de producción.....	375
Figura 199: D.S. Calendario de producción.....	376
Figura 200: D.S. Gestionar fases en producción.....	376
Figura 201: D.S. Agregar fase a producción.....	377
Figura 202: D.S. Ver datos de fase agregada a producción	378
Figura 203: D.S. Administrar ambientes.....	379
Figura 204: D.S. Adicionar ambiente	380
Figura 205: D.S. Modificar datos de ambiente	381
Figura 206: D.S. Dar de baja ambiente	382
Figura 207: D.S. Habilitar ambiente	383
Figura 208: D.S. Ver datos de ambiente	384
Figura 209: D.S. Gestionar asignación de componentes a ambiente	385

Figura 210: D.S. Asignar componente a ambiente	386
Figura 211: D.S. Quitar componente asignado	387
Figura 212: D.S. Activar componente asignado	388
Figura 213: D.S. Desactivar componente asignado	389
Figura 214: D.S. Ver datos de componente asignado	390
Figura 215: D.S. Administrar productos	391
Figura 216: D.S. Adicionar producto	392
Figura 217: D.S. Modificar datos de producto.....	393
Figura 218: D.S. Dar de baja producto	394
Figura 219: D.S. Habilitar producto.....	395
Figura 220: D.S. Ver datos de producto.....	396
Figura 221: D.S. Gestionar agregación de fases a producto	397
Figura 222: D.S. Agregar fase a producto.....	398
Figura 223: D.S. Modificar datos de fase agregada a producción	399
Figura 224: D.S. Quitar fase agregada a producto	400
Figura 225: D.S. Ver datos de fase agregada a producto	401
Figura 226: D.S. Administrar variedades.....	402
Figura 227: D.S. Adicionar variedad	403
Figura 228: D.S. Modificar datos de variedad	404
Figura 229: D.S. Dar de baja variedad.....	405
Figura 230: D.S. Habilitar variedad	406
Figura 231: D.S. Ver datos de variedad	407
Figura 232: D.S. Administrar fases.....	408
Figura 233: D.S. Adicionar fase.....	409
Figura 234: D.S. Modificar datos de fase	410
Figura 235: D.S. Dar de baja fase	411
Figura 236: D.S. Habilitar fase	412
Figura 237: D.S. Ver datos de fase	413
Figura 238: D.S. Administrar backups.....	414
Figura 239: D.S. Generar backup.....	415

Figura 240: D.S. Eliminar backup.....	416
Figura 241: D.S. Ver datos de backup	417
Figura 242: D.S. Administrar puertos de comunicación.....	418
Figura 243: D.S. Adicionar puerto.....	419
Figura 244: D.S. Eliminar puerto.....	420
Figura 245: D.S. Iniciar comunicación con arduino	421
Figura 246: D.S. Finalizar comunicación con arduino	422
Figura 247: D.S. Gestionar reportes.....	423
Figura 248: D.S. Reporte de componentes.....	424
Figura 249: D.S. Reporte de productos.....	425
Figura 250: D.S. Reporte de alertas de sensores	426
Figura 251: D.S. Ver detalles de alerta de sensor	427
Figura 252: Pantalla ingresar al sistema.....	430
Figura 253: Pantalla registrar administrador del sistema	431
Figura 254: Pantalla principal	431
Figura 255: Pantalla notificación del sistema	432
Figura 256: Pantalla administrar usuarios.....	432
Figura 257: Pantalla adicionar usuario.....	433
Figura 258: Pantalla modificar datos de usuario	433
Figura 259: Pantalla dar de baja usuario	434
Figura 260: Pantalla habilitar usuario	434
Figura 261: Pantalla ver datos de usuario	435
Figura 262: Pantalla asignar rol a usuario.....	435
Figura 263: Pantalla modificar contraseña de rol de usuario	436
Figura 264: Pantalla eliminar rol de usuario	436
Figura 265: Pantalla administrar roles	437
Figura 266: Pantalla adicionar rol	437
Figura 267: Pantalla modificar datos de rol	438
Figura 268: Pantalla dar de baja rol	438
Figura 269: Pantalla habilitar rol.....	438

Figura 270: Pantalla ver datos de rol.....	439
Figura 271: Pantalla gestionar asignación de menús a rol	439
Figura 272: Pantalla asignar menú a rol.....	440
Figura 273: Pantalla quitar menú asignado	440
Figura 274: Pantalla administrar menús.....	440
Figura 275: Pantalla adicionar menú.....	441
Figura 276: Pantalla modificar datos de menú.....	441
Figura 277: Pantalla dar de baja menú.....	442
Figura 278: Pantalla habilitar menú	442
Figura 279: Pantalla ver datos de menú	442
Figura 280: Pantalla gestionar asignación de procesos a menú	443
Figura 281: Pantalla asignar proceso a menú.....	443
Figura 282: Pantalla quitar proceso asignado	443
Figura 283: Pantalla monitorizar ambientes	444
Figura 284: Pantalla monitorizar sensores y actuadores del ambiente	444
Figura 285: Pantalla encender actuador	445
Figura 286: Pantalla apagar actuador	445
Figura 287: Pantalla administrar sensores.....	445
Figura 288: Pantalla adicionar sensor	446
Figura 289: Pantalla modificar datos de sensor	446
Figura 290: Pantalla dar de baja sensor.....	447
Figura 291: Pantalla habilitar sensor	447
Figura 292: Pantalla ver datos de sensor.....	448
Figura 293: Pantalla administrar actuadores	448
Figura 294: Pantalla adicionar actuador.....	449
Figura 295: Pantalla modificar datos de actuador.....	449
Figura 296: Pantalla dar de baja actuador	450
Figura 297: Pantalla habilitar actuador	450
Figura 298: Pantalla ver datos de actuador	451
Figura 299: Pantalla administrar marcas.....	451

Figura 300: Pantalla adicionar marca.....	452
Figura 301: Pantalla modificar datos de marca.....	452
Figura 302: Pantalla dar de baja marca.....	452
Figura 303: Pantalla habilitar marca.....	453
Figura 304: Pantalla ver datos de marca.....	453
Figura 305: Pantalla administrar modelos.....	454
Figura 306: Pantalla adicionar modelo.....	454
Figura 307: Pantalla modificar datos de modelo.....	455
Figura 308: Pantalla dar de baja modelo.....	455
Figura 309: Pantalla habilitar modelo.....	455
Figura 310: Pantalla ver datos de modelo.....	456
Figura 311: Pantalla administrar producción.....	456
Figura 312: Pantalla iniciar producción.....	457
Figura 313: Pantalla finalizar producción.....	457
Figura 314: Pantalla ver datos de producción.....	458
Figura 315: Pantalla calendario de producción.....	458
Figura 316: Pantalla gestionar fases en producción.....	459
Figura 317: Pantalla agregar fase a producción.....	459
Figura 318: Pantalla ver datos de fase agregada a producción.....	460
Figura 319: Pantalla administrar ambientes.....	460
Figura 320: Pantalla adicionar ambiente.....	461
Figura 321: Pantalla modificar datos de ambiente.....	462
Figura 322: Pantalla dar de baja ambiente.....	462
Figura 323: Pantalla habilitar ambiente.....	463
Figura 324: Pantalla ver datos de ambiente.....	463
Figura 325: Pantalla gestionar asignación de componentes a ambiente.....	464
Figura 326: Pantalla asignar componente a ambiente.....	464
Figura 327: Pantalla quitar componente asignado.....	465
Figura 328: Pantalla activar componente asignado.....	465
Figura 329: Pantalla desactivar componente asignado.....	465

Figura 330: Pantalla ver datos de componente asignado	466
Figura 331: Pantalla administrar productos	466
Figura 332: Pantalla adicionar producto	467
Figura 333: Pantalla modificar datos de producto	467
Figura 334: Pantalla dar de baja producto.....	468
Figura 335: Pantalla habilitar producto.....	468
Figura 336: Pantalla ver datos de producto.....	468
Figura 337: Pantalla gestionar agregación de fases a producto	469
Figura 338: Pantalla agregar fase a producto.....	469
Figura 339: Pantalla modificar datos de fase agregada a producto.....	470
Figura 340: Pantalla quitar fase agregada a producto	470
Figura 341: Pantalla ver datos de fase agregada a producto	471
Figura 342: Pantalla administrar variedades	472
Figura 343: Pantalla adicionar variedad.....	472
Figura 344: Pantalla modificar datos de variedad.....	473
Figura 345: Pantalla dar de baja variedad	473
Figura 346: Pantalla habilitar variedad	473
Figura 347: Pantalla ver datos de variedad	474
Figura 348: Pantalla administrar fases	474
Figura 349: Pantalla adicionar fase	475
Figura 350: Pantalla modificar datos de fase	475
Figura 351: Pantalla dar de baja fase	475
Figura 352: Pantalla habilitar fase.....	476
Figura 353: Pantalla ver datos de fase.....	476
Figura 354: Pantalla administrar backups	477
Figura 355: Pantalla generar backup.....	477
Figura 356: Pantalla eliminar backup	478
Figura 357: Pantalla ver datos de backup	478
Figura 358: Pantalla administrar puertos de comunicación	479
Figura 359: Pantalla adicionar puerto	479

Figura 360: Pantalla eliminar puerto.....	479
Figura 361: Pantalla iniciar comunicación con arduino.....	480
Figura 362: Pantalla finalizar comunicación con arduino.....	480
Figura 363: Pantalla gestionar reportes.....	480
Figura 364: Pantalla reporte de componentes	481
Figura 365: Pantalla reporte de productos	481
Figura 366: Pantalla reporte de alertas de sensores	482
Figura 367: Ver detalles de alerta de sensor	482
Figura 368: Diagrama entidad-relacional.....	484
Figura 369: Diagrama de componente general	496
Figura 370: Diagrama de componente de los controladores.....	497
Figura 371: Diagrama de componente de las entidades o modelos	498
Figura 372: Diagrama de componentes de los servicios.....	499
Figura 373: Diagrama de componentes de utilidades	499
Figura 374: Diagrama de componentes de las vistas	500
Figura 375: Diagrama de despliegue.....	501
Figura 376: Fases de la metodología RUP.....	506
Figura 377: IDE Eclipse.....	508
Figura 378: Enterprise architect	508
Figura 379: Apache tomcat	509
Figura 380: JQuery.....	510
Figura 381: Java	510
Figura 382: PostgreSQL.....	511
Figura 383: Bootstrap.....	511
Figura 384: HTML5	512
Figura 385: CSS3	513
Figura 386: Placa de arduino Mega 2560	519
Figura 387: ¿Cómo funciona arduino?	520
Figura 388: Modelos de la placa de arduino	522
Figura 389: Shields para arduino	523

Figura 390: Relé.....	523
Figura 391: Circuito del relé	525
Figura 392: Sensor de temperatura y humedad DHT11	525
Figura 393: Sensor de medición del ph del agua	526
Figura 394: Sensor de medición del dióxido de carbono MG811	528
Figura 395: Sensor de distancia ultrasónico HC-SR04.....	530
Figura 396: Modelos de electrobombas	532
Figura 397: Electroválvula de 12V	534
Figura 398: Tipos de led	535
Figura 399: Diseño de la placa de control del Sistema SICAV	538
Figura 400: Diseño del circuito de la placa de control con los componentes	539
Figura 401: Circuito del sensor de humedad y temperatura	540
Figura 402: Circuito del sensor de dióxido de carbono mg811	540
Figura 403: Circuito del sensor ph.....	541
Figura 404: Circuito del sensor HC-SR04	541
Figura 405: Circuito para todos los actuadores.....	542
Figura 406: Diagrama de estado del aire acondicionado	542
Figura 407: Diagrama de estado de la electrobomba	543
Figura 408: Diagrama de estado de la electroválvula	543
Figura 409: Diagrama de estado del humidificador	544
Figura 410: Diagrama de estado del circuito de luz.....	544
Figura 411: Diagrama de estado del ventilador	545
Figura 412: Diagrama de estado del sensor de temperatura	545
Figura 413: Diagrama de estado del sensor de humedad.....	546
Figura 414: Diagrama de estado del sensor de dióxido de carbono.....	546
Figura 415: Diagrama de estado del sensor de PH	547
Figura 416: Diagrama de estado del sensor ultrasónico.....	547
Figura 417: Plano general de la maqueta	548
Figura 418: Circuitos de los actuadores en el plano	549
Figura 419: Diseño de la maqueta en 3D “vista lateral”	550

Figura 420: Diseño de la maqueta en 3D “vista frontal interior	550
Figura 421: Diseño de la maqueta en 3D “vista frontal interior 2”	551
Figura 422: Diseño de la maqueta en 3D “vista frontal interior 3”	551
Figura 423: Herramientas utilizadas para la construcción	552
Figura 424: Construcción de las bandejas.....	552
Figura 425: Estructura del prototipo	553
Figura 426: Prueba de luces en el prototipo.....	553
Figura 427: Imágenes de capacitación al usuario	562

Índice de Tablas

Tabla 1: Director del proyecto	2
Tabla 2: Participantes del equipo de trabajo	2
Tabla 3: Equipo de trabajo	2
Tabla 4: Actividades prevista para los integrantes del equipo de investigación.....	4
Tabla 5: Situación planteada con y sin el proyecto.....	11
Tabla 6: Marco lógico del proyecto	19
Tabla 7: Cronograma de actividades.....	22
Tabla 8: Caso de uso administrar puertos de comunicación.....	35
Tabla 9: D.G. Caso de uso ingresar al sistema.....	35
Tabla 10: D.G. Caso de uso registrar administrador del sistema.....	35
Tabla 11: D.G. Caso de uso administrar usuario	36
Tabla 12: D.G. Caso de uso administrar roles	36
Tabla 13: D.G. Caso de uso administrar menús.....	36
Tabla 14: D.G. Caso de uso administrar backups	37
Tabla 15: D.G. Caso de uso monitorizar ambientes.....	37
Tabla 16: D.G. Caso de uso administrar sensores.....	37
Tabla 17: D.G. Caso de uso administrar actuadores	38
Tabla 18: D.G. Caso de uso administrar marcas.....	38
Tabla 19: D.G. Caso de uso administrar modelos.....	38
Tabla 20: D.G. Caso de uso administrar producción	39

Tabla 21: D.G. Caso de uso administrar ambientes	39
Tabla 22: D.G. Caso de uso administrar productos	39
Tabla 23: D.G. Caso de uso administrar variedades	40
Tabla 24: D.G. Caso de uso administrar fases	40
Tabla 25: D.G. Casos de uso gestionar reportes	40
Tabla 26: D.C.U. Ingresar al sistema	54
Tabla 27: D.C.U. Registrar administrador	55
Tabla 28: D.C.U. Administrar usuarios	57
Tabla 29: D.C.U. Adicionar usuario	59
Tabla 30: D.C.U. Modificar datos de usuario	60
Tabla 31: D.C.U. Dar de baja usuario	62
Tabla 32: D.C.U. Habilitar usuario	63
Tabla 33: D.C.U. Ver datos de usuario	64
Tabla 34: D.C.U. Asignar rol a usuario	66
Tabla 35: D.C.U. Modificar contraseña de rol de usuario	68
Tabla 36: D.C.U. Eliminar rol de usuario	70
Tabla 37: D.C.U. Administrar roles	72
Tabla 38: D.C.U. Adicionar rol.....	73
Tabla 39: D.C.U. Modificar datos de rol	75
Tabla 40: D.C.U. Dar de baja rol	76
Tabla 41: D.C.U. Habilitar rol	78
Tabla 42: D.C.U. Ver datos de rol	79
Tabla 43: D.C.U. Gestionar asignación de menús a rol	80
Tabla 44: D.C.U. Asignar menú a rol	82
Tabla 45: D.C.U. Quitar menú asignado.....	83
Tabla 46: D.C.U. Administrar menús	85
Tabla 47: D.C.U. Adicionar menú	87
Tabla 48: D.C.U. Modificar datos de menú	88
Tabla 49: D.C.U. Dar de baja menú.....	90
Tabla 50: D.C.U. Habilitar menú	91

Tabla 51: D.C.U. Ver datos de menú.....	92
Tabla 52: D.C.U. Gestionar asignación de procesos a menú.....	94
Tabla 53: D.C.U. Asignar proceso a menú.....	96
Tabla 54: D.C.U. Quitar proceso asignado.....	97
Tabla 55: D.C.U. Administrar puertos de comunicación.....	99
Tabla 56: D.C.U. Adicionar puerto.....	100
Tabla 57: D.C.U. Eliminar puerto.....	102
Tabla 58: D.C.U. Iniciar comunicación con arduino.....	103
Tabla 59: D.C.U. Finalizar comunicación con arduino.....	105
Tabla 60: D.C.U. Administrar backups.....	106
Tabla 61: D.C.U. Generar backup.....	108
Tabla 62: D.C.U. Eliminar backup.....	110
Tabla 63: D.C.U. Ver datos de backup.....	111
Tabla 64: D.C.U. Monitorizar ambientes.....	112
Tabla 65: D.C.U. Monitorizar sensores y actuadores del ambiente.....	114
Tabla 66: D.C.U. Administrar sensores.....	116
Tabla 67: D.C.U. Adicionar sensor.....	117
Tabla 68: D.C.U. Modificar datos de sensor.....	119
Tabla 69: D.C.U. Dar de baja sensor.....	120
Tabla 70: D.C.U. Habilitar sensor.....	122
Tabla 71: D.C.U. Ver datos de sensor.....	123
Tabla 72: D.C.U. Administrar actuadores.....	125
Tabla 73: D.C.U. Adicionar actuador.....	126
Tabla 74: D.C.U. Modificar datos de actuador.....	128
Tabla 75: D.C.U. Dar de baja actuador.....	130
Tabla 76: D.C.U. Habilitar actuador.....	131
Tabla 77: D.C.U. Ver datos de actuador.....	132
Tabla 78: D.C.U. Administrar marcas.....	134
Tabla 79: D.C.U. Adicionar marca.....	136
Tabla 80: D.C.U. Modificar datos de marca.....	137

Tabla 81: D.C.U. Dar de baja marca.....	139
Tabla 82: D.C.U. Habilitar marca.....	140
Tabla 83: D.C.U. Ver datos de marca.....	142
Tabla 84: D.C.U. Administrar modelos.....	143
Tabla 85: D.C.U. Adicionar modelo.....	145
Tabla 86: D.C.U. Modificar datos de modelo.....	147
Tabla 87: D.C.U. Dar de baja modelo.....	148
Tabla 88: D.C.U. Habilitar modelo.....	150
Tabla 89: D.C.U. Ver datos de modelo.....	151
Tabla 90: D.C.U. Administrar producción.....	153
Tabla 91: D.C.U. Iniciar producción.....	155
Tabla 92: D.C.U. Finalizar producción.....	156
Tabla 93: D.C.U. Ver datos de producción.....	157
Tabla 94: D.C.U. Calendario de producción.....	158
Tabla 95: D.C.U. Gestionar fases en producción.....	160
Tabla 96: D.C.U. Agregar fase a producción.....	162
Tabla 97: D.C.U. Ver datos de fase agregada a producción.....	163
Tabla 98: D.C.U. Administrar ambientes.....	165
Tabla 99: D.C.U. Adicionar ambiente.....	166
Tabla 100: D.C.U. Modificar datos de ambiente.....	168
Tabla 101: D.C.U. Dar de baja ambiente.....	170
Tabla 102: D.C.U. Habilitar ambiente.....	171
Tabla 103: D.C.U. Ver datos de ambiente.....	172
Tabla 104: D.C.U. Gestionar asignación de componentes a ambiente.....	174
Tabla 105: D.C.U. Asignar componente a ambiente.....	176
Tabla 106: D.C.U. Quitar componente asignado.....	178
Tabla 107: D.C.U. Activar componente asignado.....	179
Tabla 108: D.C.U. Desactivar componente asignado.....	180
Tabla 109: D.C.U. Ver datos de componente asignado.....	181
Tabla 110: D.C.U. Administrar productos.....	183

Tabla 111: D.C.U. Adicionar producto.....	185
Tabla 112: D.C.U. Modificar datos de producto.....	187
Tabla 113: D.C.U. Dar de baja producto	188
Tabla 114: D.C.U. Habilitar producto.....	189
Tabla 115: D.C.U. Ver datos de producto.....	191
Tabla 116: D.C.U. Gestionar agregación de fases a producto	192
Tabla 117: D.C.U. Agregar fase a producto.....	194
Tabla 118: D.C.U. Modificar datos de fase agregada a producto.....	196
Tabla 119: D.C.U. Quitar fase agregada a producto	197
Tabla 120: D.C.U. Ver datos de fase agregada a producto	198
Tabla 121: D.C.U. Administrar variedades.....	200
Tabla 122: D.C.U. Adicionar variedad	202
Tabla 123: D.C.U. Modificar datos de variedad	203
Tabla 124: D.C.U. Dar de baja variedad.....	205
Tabla 125: D.C.U. Habilitar variedad	207
Tabla 126: D.C.U. Ver datos de variedad	208
Tabla 127: D.C.U. Administrar fases.....	209
Tabla 128: D.C.U. Adicionar fase.....	211
Tabla 129: D.C.U. Modificar datos de fase	213
Tabla 130: D.C.U. Dar de baja fase	214
Tabla 131: D.C.U. Habilitar fase	215
Tabla 132: D.C.U. Ver datos de fase	217
Tabla 133: D.C.U. Reporte de alertas de sensores.....	218
Tabla 134: D.C.U. Ver detalle de alerta de sensor.....	220
Tabla 135: Roles y responsabilidades.....	503
Tabla 136: Plan de fases.....	504
Tabla 137: Descripción de hitos.....	505
Tabla 138: Calendario del componente sistema.....	507
Tabla 139: Plan de capacitación.....	559