

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES	15
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA JAULA	23
3. DESCRIPCIÓN DE JAULAS FLOTANTES	29
3.1. ESTRUCTURA DE FLOTACIÓN Y SUSTENTACIÓN.....	31
3.2. RECINTO O BOLSA DE RED	37
3.3. AGRUPAMIENTO DE JAULAS.....	66
3.4. SISTEMA DE FONDEO	68
3.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES A UTILIZAR	72
4. VENTAJAS DE LAS JAULAS	73
4.1. VENTAJAS GENERALES DE LAS JAULAS	75
4.2. VENTAJAS DE LAS JAULAS PARA EL CULTIVO DE PECES PLANOS	76
4.3. COMENTARIOS ADICIONALES	77
5. TIPOS DE JAULAS	79
5.1. JAULAS FLEXIBLES Y RÍGIDAS	81
5.2. CLASIFICACIÓN DE GARY F. LOVERICH	82
5.3. CLASIFICACIÓN CLÁSICA: MALCOLM BEVERIDGE	85
5.4. CLASIFICACIÓN DE SCOUT Y MUIR.....	88
5.5. CLASIFICACIÓN DE MUIÑA, MOREU Y ALÁEZ	91
5.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS JAULAS SUMERGIBLES	91
6. INSTALACIONES EN MAR ABIERTO	95
6.1. RAZONES	98
6.2. ESTRATEGIAS OPERACIONALES	98
6.2.1. Condiciones operacionales y de supervivencia.....	98
6.2.2. Infraestructura.....	100



6.2.3. Requerimientos biológicos	100
6.2.3.1. Tamaño de la red.....	100
6.2.3.2. Movimientos de la red.....	101
6.2.3.3. Configuración del sistema	101
6.3. REQUERIMIENTOS DE UNA INSTALACIÓN EN MAR ABIERTO	103
7. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	105
7.1. CATEGORÍAS DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	107
7.2. FACTORES RELACIONADOS CON LOS ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO	108
7.3. LIMITACIONES A CONSIDERAR EN EL EMPLAZAMIENTO	109
7.4. CRITERIOS AMBIENTALES	110
7.5. INTERFERENCIA CON OTROS SECTORES.....	115
8. CULTIVO EN JAULAS: PROBLEMAS <u>VS</u> SOLUCIONES	117
8.1. RESIDUOS	119
8.2. CONDICIONES AMBIENTALES.....	120
8.3. HIELO	125
9. ESTADO DEL ARTE: MODELOS DE JAULAS.....	127
9.1. PECES NADADORES	129
9.1.1. Aquasystem 104.....	129
9.1.2. Bridgestone.....	130
9.1.3. Corelsa.....	133
9.1.4. Dunlop Aquaculture.....	134
9.1.5. Farmocean.....	136
9.1.6. Fusion Marine	138
9.1.7. Lithgow Aqua Services	139
9.1.8. Marina System Ibérica	139
9.1.9. Marine Costruction AS	142
9.1.10. Ocean Spar Sea Cage System (OSSCS)	143
9.1.10.1. Descripción general	143
9.1.10.2. Descripción detallada.....	146
9.1.11. Ocean Spar Sea Station	148



9.1.12.	Polarcirkel	152
9.1.13.	Quintas & Quintas	154
9.1.14.	Refa	154
9.1.15.	Sadco	158
9.1.16.	Simar	160
9.1.17.	Prototipo granja semi-rígida (UPM).....	161
9.1.18.	Ocean Globe	162
9.1.19.	«Trident Sea Cage».....	164
9.1.20.	Proyecto «IntelliSTRUCT» de SINTEF.....	166
9.2.	PECES PLANOS	167
9.2.1.	Aqualine: viveros para el cultivo del fletán	167
9.2.2.	Rodaballo y especies similares en Chile.....	168
9.2.3.	Vivero sumergible PDW. FMIRI (Shanghai)	169
9.2.4.	Experiencias en Galicia: viveros de experimentación	172
9.2.4.1.	Experiencias final década de los 80.....	172
9.2.4.2.	Experiencias final década de los 90.....	179
9.2.5.	Jaulas para peces planos del IBSS	186
9.2.6.	Experiencias de Loitamar en los últimos años	186
9.2.7.	Jaulas sumergidas en el Mediterráneo español.....	188
9.2.8.	Experiencias en el Mediterráneo Oriental	189
9.2.9.	Jaula sumergida Bahía de Nápoles. G.Paolillo y A. Ortega.....	191
9.2.10.	Autorización de experiencias en Nules (2006).....	193
9.2.11.	Jaulas cuadradas de POLAR CIRKEL.....	194
9.2.12.	Jaula para peces planos de PRONA	195
9.2.13.	Vivero de aluminio para peces planos de REFA.....	195
9.2.14.	Jaulas sumergidas en la Ría de Aldán y en Redondela	195
9.2.15.	Sea Station de Ocean Spar Technologies	197
9.2.16.	Estructura para cultivo de peces planos de la UPM.....	198
9.2.17.	Viveros con unidades «Jet – Float».....	202
9.2.18.	Fondos flexibles VS fondos rígidos	202
10.	ESFUERZOS Y SOLICITACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN.....	205
10.1.	ANÁLISIS DE LOS AGENTES EXTERNOS	209
10.1.1.	Mareas.....	211
10.1.2.	Olas. Cálculo de alturas y frecuencia	212
10.1.3.	Acción del viento sobre la instalación.....	220
10.1.3.1.	Velocidad del viento	221



10.1.3.2. Presión dinámica del viento.....	223
10.1.3.3. Fuerzas de presión.....	223
10.1.3.4. Punto de aplicación de la fuerza del viento	224
10.1.4. Acción de la corriente sobre la instalación	225
10.1.5. Hipótesis de carga	229
10.1.5.1. Hipótesis de carga estáticas	230
10.1.5.2. Hipótesis de carga de diseño	230
10.1.5.3. Hipótesis de carga accidentales.....	231
11. ESTUDIO DE FLOTABILIDAD	233
11.1. CÁLCULO DE LAS FUERZAS ESTÁTICAS	235
11.2. ESTUDIO DE FLOTABILIDAD	239
12. ESTUDIO DEL SISTEMA DE FONDEO DE VIVEROS	241
12.1. ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS DE FONDEO DE VIVEROS	243
12.1.1. Fondeos individuales	244
12.1.1.1. Farmocean	245
12.1.1.2. Gael Force	245
12.1.1.3. Refa (TLC).....	246
12.1.1.4. Ocean Spar Sea Cage System (OSSCS)	247
12.1.1.5. Ocean Spar Sea Station	247
12.1.1.6. Vivero SADCO	249
12.1.1.7. Sistema de fondeo SEAFLEX	251
12.1.1.8. SINTEF. «Novel Single Point Mooring Designs»	251
12.1.1.9. «Trident Sea Cage»	255
12.1.1.10. Sub-Marine Offshore Cage System. Marvel Investment Israel...	255
12.1.2. Fondeos en grupo.....	256
12.2. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE FONDEO DE VIVEROS	259
12.2.1. Elementos de fijación: anclas y muertos	260
12.2.2. Cadena	266
12.2.3. Accesorios de unión.....	267
12.2.4. Guardacabos	268
12.2.5. Flotador de profundidad	268
12.2.6. Estachas y cabos	270
12.2.6.1. Materiales de las fibras sintéticas	271
12.2.6.2. Tipos de cabos según su fabricación	273



12.2.6.3. Estachas y cabos utilizados en acuicultura: materiales	276
12.2.6.4. Estachas y cabos utilizados en acuicultura: ubicación	278
12.2.7. Plato de amarre	289
12.2.8. Boyas de fondeo	295
12.2.9. Balizamiento	297
12.3. CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE FONDEO DE VIVEROS	298
12.3.1. Parámetros a definir de la instalación	300
12.3.2. Cálculo de las fuerzas dinámicas	303
12.3.2.1. Método sencillo utilizado por la industria	303
12.3.2.2. Otras fórmulas utilizadas	308
12.3.3. Consideraciones generales sobre los fondeos de viveros	320
12.3.4. La pretensión en los sistemas de fondeo de viveros	325
12.3.5. Cálculo de las líneas de fondeo	329
13. CONSIDERACIONES OPERACIONALES	339
14. MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN	343
14.1. SISTEMA DE FONDEO	345
14.2. ESTRUCTURA DE LAS JAULAS	346
14.3. BOLSA DE RED	347
14.4. ELEMENTOS DE SUPERFICIE	355
14.5. BOYAS DE BALIZAMIENTO	360
14.6. TENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	361
14.7. VIVEROS «BRIDGESTONE»	362
14.8. RESUMEN ORIENTATIVO	363
14.8.1. Actividades a realizar diariamente de forma continua	363
14.8.2. Actividades a realizar semanalmente	363
14.8.3. Actividades a realizar a lo largo de los meses	364
14.9. ENSAYOS DE REDES	364
14.9.1. Introducción	364
14.9.2. Beneficios	365
14.9.3. Objetivos	365
14.9.3.1. Obtención de información	365
14.9.3.2. Definición de los materiales a investigar y su estado	366
14.9.3.3. Obtención de datos de los fabricantes de redes	366



14.9.3.4. Realización de ensayos	366
14.9.3.5. Analizar los resultados obtenidos frente a los datos facilitados.....	366
14.9.3.6. Recopilar todas las actividades en un informe final.....	366
14.9.4. Plan de trabajo	366
14.9.5. Identificación de accidentes y sus causas.....	366
14.9.6. Identificación de los principales problemas de las redes	367
14.9.7. Identificación de las redes en relación con las especies a cultivar	367
14.9.8. Identificación de los materiales a investigar	367
14.9.9. Definición del estado de los materiales a investigar.....	368
14.9.10. Obtención de datos de los fabricantes de redes	368
14.9.11. Ensayos a realizar	368
14.9.12. Normas de aplicación a los ensayos	370
14.9.13. Comparación de los resultados obtenidos con los datos facilitados.....	371
14.9.14. Discusión de los resultados con los fabricantes de redes y con las empresas de cultivo.....	371
14.9.15. Informe final.....	371
15. ESPECIES QUE SE CULTIVAN EN VIVEROS	373
15.1. EL ABADEJO	375
15.2. EL ATÚN ROJO	375
15.3. EL BACALAO	376
15.4. EL BESUGO	376
15.5. EL BORRIQUETE.....	377
15.6. LA CORVINA	378
15.7. EL DENTÓN	379
15.8. LA DORADA	380
15.9. EL ESTURIÓN	380
15.10. LA HURTA	381
15.11. EL LENGUADO	382
15.12. LA LUBINA	383
15.13. EL MERO	383



15.14. LA PAGURTA	384
15.15. EL PARGO	385
15.16. EL PARRACHO	385
15.17. EL REO	386
15.18. EL RODABALLO	386
15.19. EL SALMÓN	387
15.20. EL SALMONETE	388
15.21. EL SARGO COMÚN	388
15.22. EL SARGO PICUDO	389
15.23. LA SERIOLA	390
16. ENGRASE DEL ATÚN ROJO EN VIVEROS	391
16.1. INTRODUCCIÓN	393
16.2. PROCESO DE CULTIVO	394
16.3. PROCESADO Y COMERCIALIZACIÓN	397
16.4. ACTIVIDADES DE INGENIERÍA	398
16.5. PROYECTO DE FUTURO	399
17. MATERIALES ANTI-INCRUSTANTES («ANTIFOULINGS»)	401
18. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: UN CICLO COMPLETO	407
18.1. MONTAJE DE LA JAULA	409
18.2. FONDEO DE LAS JAULAS	410
18.3. PROCESO PRODUCTIVO	411
18.4. ALIMENTACIÓN EN LA JAULA	416
18.5. DESPESQUE Y TRASLADO A TIERRA	417
19. ETAPAS DE UN PROYECTO	419
19.1. ESTUDIOS PREVIOS	421
19.1.1. Estudio de viabilidad biológica	421
19.1.2. Identificación y análisis de emplazamientos	421
19.2. SOLICITUD DE LA DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	422



19.3. AUTORIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE COSTAS.....	422
19.4. PROYECTO DETALLADO	423
19.4.1. Estudio de mercado.....	423
19.4.2. Memoria	424
19.4.3. Estudio de viabilidad técnica.....	425
19.4.4. Estudio de viabilidad económica.....	425
19.4.5. Plan de producción.....	426
19.4.6. Estudio biológico.....	443
19.4.7. Estudio de Impacto Ambiental.....	443
19.4.8. Especificación técnica de diseño.....	444
19.4.9. Emplazamiento.....	447
19.4.10. Presupuesto	447
19.4.11. Estudio de seguridad.....	447
19.4.12. Instrucciones de operación	448
 20. PROBLEMAS DE LAS JAULAS IDENTIFICADOS POR EL SECTOR.....	 449
 21. CONCLUSIÓN.....	 453
 REFERENCIAS	 459
 AGRADECIMIENTO.....	 465