



ANEXO I

OBJETIVOS TÉCNICOS

Todas las tecnologías, imágenes y marcas descriptas en el presente anexo son a título descriptivo pudiendo, el CAPP optar por tecnologías y marcas similares.

A - HATCHERY:

El Hatchery debe contar con una fuente de agua dulce de buena calidad y suministro constante, por lo que el mismo no podrá contar con variaciones de estacionalidad ni congelarse. La calidad del agua deberá ser libre de metales pesados y baja en compuestos nitrogenados y fosforados. De esta forma el sistema posee una determinada estabilidad al ingreso, evitando variaciones y sistemas complejos que introduzcan variabilidad fuera del objeto de estudio.

A su vez, el hatchery deberá contar con una sala de cuarentena habilitada por SENASA, con un layout que permita las visitas y observación del proceso desde un pasillo externo, y encontrarse en las cercanías de una ruta que lo conecte con una ciudad y con el sitio de cultivo.

Descripción General

El Hatchery deberá ser proyectado para la producción de 500.000 truchas arco iris anuales desde ovas embrionadas hasta smolts de 70 a 100 gramos para su posterior traslado a cultivo en jaulas marinas y bajo estrictas normas de Bioseguridad.

Zona propuesta: Lago Fagnano. Sin embargo podrá tener otra localización si cumple con las condiciones de funcionamiento, y deberá tenerse en cuenta lo estipulado en el PUNTO 5 - APORTES REALIZADOS POR EL MinCyT.

Para todas las etapas de cultivo se utilizarán Sistemas de Recirculación en Acuicultura (RAS), se realizará un control y ajuste permanente sobre todos los parámetros críticos de calidad del agua, crecimiento y comportamiento de ovas, peces y del equipamiento específico de los sistemas.

La tecnología de cultivo deberá ser provista por una compañía líder en el desarrollo, diseño y construcción de este tipo de sistemas.

Debido a la criticidad del proceso de cultivo se recurrirá a la importación de ovas embrionadas provenientes de países del hemisferio norte con vasta experiencia en el sector, de este modo se asegurará el uso de genética confiable y específica para los objetivos del proyecto. Algunos atributos que se consideran en la selección de peces son: coloración de la piel, bajo porcentaje de madurez, maduración tardía, sobrevivencia y resistencia a enfermedades. Para cada lote de importación se exigirá la emisión de un certificado "Libre de Patógenos Específicos" (SPF) de origen y se recibirán y mantendrán en período de Cuarentena según lo establecido en la Resolución 853/2011 emitida por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA): "Condiciones Sanitarias para el Registro y Funcionamiento de Predios Cuarentenarios en la Importación de Salmónidos, sus Ovas y/o sus Gametas a la República Argentina"

Todo el personal permanente, temporario y visitas involucradas en las tareas de manejo y supervisión de los sistemas de recirculación, limpieza de equipos, tratamiento de efluentes, alarmas, traslado y manejo de peces se encontrarán capacitados, en gestión y manejo del sistema, previamente al inicio de las actividades. Las capacitaciones serán registradas en un



Libro de Actas foliado. Del mismo modo, a cada nueva capacitación o actualización le corresponderá el registro en el mencionado Libro de Actas.

Todas las actividades relacionadas con el seguimiento de lote de peces y de los Sistemas de Recirculación serán descritas en detalle por diferentes Procedimientos Operativos Estandarizados (SOPs), del mismo modo dicha actividad será documentada utilizando los siguientes Registros: Tratamiento de Efluentes, Control de Calidad de Agua, Seguimiento de Unidades de Recirculación y Lotes de Peces.

Espacio requerido estimado del predio para la instalación del Hatchery está calculado en 8.000 m². Ya que debe considerarse la distancia requerida por normativa de SENASA entre el espacio construido para sala de cuarentena y el sitio de eclosión de ovas y engorde.

Los requerimientos de servicios estimados son:

- Agua: Toma agua del lago: 700 m³/día (en máxima producción de smolts) y 2 m³/día (vivienda y sanitarios Hatchery), esto último puede ser agua de pozo.
- Electricidad: Potencia requerida en período de producción máxima: 510 kW
- Gas: Zepling gas envasado: solo para uso de calefacción vivienda de personal
- Otros: Gasoil: Solo utilizado como insumo de Grupos Electrógenos: reserva de 2.000 litros (el consumo dependerá de la frecuencia y tiempo de cortes de red).
- Oxígeno líquido: solo utilizado como sistema de emergencia. Reserva permanente: 2.000 litros.
- Efluentes cloacales (vivienda y sanitarios áreas productivas de Hatchery): se utilizará un Sistema de Biodigestores y Cámara de infiltración para el tratamiento y saneamiento de efluentes cloacales procedentes del uso sanitario de la Vivienda para personal, duchas y baños del Hatchery. Efluente máximo aproximado: 1,5 m³/día
- Consumo de agua para Sistemas de Recirculación en Acuicultura (RAS): Se tomará agua directamente del lago, tanto para la renovación diaria de las Unidades de Recirculación como para el Sistema de Tratamiento de Efluentes y Barros. Consumo máximo aproximado: 800 m³/día (*)

Descripción Geográfica

El Hatchery deberá estar ubicado en la provincia de Tierra del Fuego.

La zona propuesta es en las cercanías del Lago Fagnano.

Se podrán proponer localizaciones que cumplan con todos los requisitos propuestos y que sean superadoras en cuanto a la logística, calidad del agua, u otros factores. En ese caso, el CAPP será el responsable de obtener todas las aprobaciones de concesiones.

Descripción de Instalaciones y Sistemas

A continuación se describen todas las áreas e instalaciones que conforman el hatchery:

- Predio Cuarentenario de Importación (PCI)
- Hatchery:
- Reproductores.
- Toma de agua y tratamiento.
- Planta producción de oxígeno. Unidad (PSA)



- Sala de generadores auxiliares y Sistema de Alimentación ininterrumpida (UPS)
- Sala de tratamiento de efluentes y barros.
- Vivienda para personal y visitas con comodidades para albergar un mínimo de 2 personas.

ESTUDIOS PRELIMINARES - HATCHERY:

Los siguientes datos son guías para el desarrollo del proyecto que no aseguran un resultado pero que aproximan en términos de cálculos teóricos.

Descripción de Instalaciones y Sistemas

A continuación se describen todas los equipos necesarios para cada etapa y sus equipos correspondientes:

- Predio Cuarentenario de Importación (PCI) de Salmónidos- Unidad de Aislamiento - según Resolución 853/2011 de SENASA. En este sector se recepcionarán todos los lotes de ovas embrionadas importadas y se mantendrán hasta la finalización del "período cuarentenario", este tiempo será determinado y supervisado por la autoridad nacional competente (SENASA). Luego se procederá al traslado de los alevines hasta el área productiva del hatchery.
- Hatchery: formado por una oficina general de producción, vestuarios para ingreso y egreso de personal y visitas, depósito de alimento, depósito de insumos, laboratorio de calidad de agua y necropsias, sala de egreso de residuos, esclusa de ingreso y desinfección de ovas y alevines, sala de incubación y alevinaje, laboratorio experimental, sala de descanso, pasillo de circulación general y cuatro áreas productivas destinadas para los sistemas de recirculación en acuicultura en cada etapa de cultivo. Externamente contará con una oficina de recepción de proveedores, oficina de SENASA, depósito/archivo, baño y pasillo de supervisión externa. En éste sector se desarrollará todo el ciclo productivo hasta la obtención de smolts de 70 a 100 gramos.
- Reproductores: formado por una sala de desove, laboratorio, reservorio de agua de mar, sala de tratamiento de agua de mar, sala de tratamiento de agua de reproductores, pasillo de circulación y estanques de cultivo exteriores. Las áreas se utilizarán para el mantenimiento de vida de reproductores y para todos los procesos de selección, manejo, desoves y desinfección de ovas.
- Toma de agua y tratamiento. Constituido por un sistema de bombeo para toma de agua del Lago Fagnano y su posterior tratamiento y disponibilidad para su uso en los Sistemas de Recirculación.
- Planta producción de oxígeno. Unidad (PSA -*Pressure Swing Adsorption*) compacta debe tener una capacidad de producción y almacenaje de oxígeno medicinal en forma gaseosa con una pureza de 96 a 97 % que se utilizará como fuente de oxígeno para los Sistemas de Recirculación tanto en régimen normal como de emergencia.
- Sala de generadores auxiliares y Sistema de Alimentación ininterrumpida (UPS - Uninterruptible Power Supply) unidad: conformado por dos grupos electrógenos diesel, un UPS y un tablero de transferencia automática. Su función es mantener de modo constante y eficiente la fuente de energía eléctrica para todo el predio.



- Sala de tratamiento de efluentes y barros. Formado por equipamiento específico de filtración para el tratamiento de todo el efluente originado por los sistemas de recirculación en acuicultura (RAS).
- Vivienda para personal y visitas con comodidades para albergar un mínimo de 2

Sistema Fry

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Estanques de cultivo fibra de vidrio Ø3~7 m ³	3
2	Estanques de cultivo fibra de vidrio Ø4~15 m ³	6
3	Tuberías de PE para Ingreso de Agua a los Estanques	9 sets
4	Tuberías de PVC para Desagüe de Agua desde los Estanques	9 sets
5	Tuberías de PE para Desagües Medicinal	9
6	Tubos de Nivel para Estanques con 2 Niveles	9
7	Alimentadores Automáticos Arvotec	9
8	Filtro Mecánico Hydrotech HDF 1603-25 40µm	1
9	Bomba de Retrolavado Grundfos para Filtro Mecánico	1
10	Bombas para los Biofiltros, 167 m ³ /h, 4m Grundfos	2
11	Bomba para Retrolavado de Biofiltros, tipo KW	1
12	Soplador de aire y Tubería Difusora para Retrolavado de Biofiltros	1 set
13	Bomba para Regulación de Intercambio de Agua en el Sistema, Grundfos	1
14	Conos de Oxígeno Tipo BA 170 Incluyendo Piping	4
15	Bomba para Conos de Oxígeno Grundfos, 170 m ³ /h 0,8 bar	2
16	Gabinete para Regulación de Oxígeno	10
17	Ventiladores	2
18	Difusores para Oxígeno de Emergencia	9
19	Sensores de oxígeno-Oxyguard	9
20	Red de Distribución de Oxígeno dentro del Edificio	1
21	Estructuras Metálicas en Biofiltros	1 set
22	Set de Válvulas y Tuberías para los Biofiltros	4 sets
23	Medio RK para Biofiltros Sumergidos (2 cámaras 2m x 2m x 2m de altura medio)	11 m ³
24	Bio-Blok 200 para Filtro de Cascada (Altura=1,51m)	12 m ³
25	Sistema de Regulación de pH con Dosificador de Cal	1 set
26	Sistema de Control de Alarmas	1
27	Panel de Control (PLC) con Pantalla Táctil Remota	1



Sistema Smolt

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Estanques de cultivo fibra de vidrio Ø6,5~50 m ³ (2 Manejo)	6+2
2	Tuberías de PE para Ingreso de Agua a los Estanques	6+2 sets
3	Tuberías de PVC para Desagües desde Estanques	6+2 sets
4	Tuberías de PE para Desagües Medicinal	6+2 sets
5	Tubos de Nivel para Estanques	6+2 sets
6	Alimentadores Automáticos Arvotec	16
7	Filtro Mecánico Hydrotech HDF 1604-2S 60µm	1
8	Bomba de Retrolavado Grundfos para Filtro Mecánico	1
9	Bombas para los Biofiltros, Grundfos 225 m ³ /h,	4
10	Bomba para Retrolavado de Biofiltros, tipo KW	1
11	Soplador de aire y Tubería Difusora para Retrolavado de Biofiltros	1 set
12	Bomba para Regulación de Intercambio de Agua en el Sistema, Grundfos	1
13	Conos de Oxígeno Tipo BA 60	8
14	Bomba para Conos de Oxígeno Grundfos, 60 m ³ /h, 10m, Con Succión desde Tubería de Aducción y desde Estanque	8
15	Gabinete para Regulación de Oxígeno	8 sets
16	Difusores para Oxígeno de Emergencia	8 sets
17	Estructuras Metálicas en Biofiltros	1 set
18	Set de Válvulas y Tuberías para los Biofiltros	3 sets
19	Medio RK para Biofiltros Sumergidos (3 cámaras 3m x 3m x 1,2m de altura medio)	33 m ³
20	Bio-Blok 200 para Filtro de Cascada (Altura=1,51m)	30 m ³
21	Sistema de Regulación de pH con Dosificador de Cal	1 set
22	Sistema de Control de Alarmas	1
23	Panel de Control (PLC) con Pantalla Táctil Remota	1
24	Bomba de Circulación de Frío e Intercambiador de Calor 120 KW	1 set
25	UV Atlantium RZ 300-11	1
26	Sensores de Nivel Análogos	2



Sistema de Tratamiento de Lodos

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Mezclador para Estanque Buffer de Aguas Sucias (20 m ³)	1
2	Bombas Autocebantes para Suministro de Agua Sucia a planta de tratamiento, 3 m ³ /h @ 5m cada una	2
3	Variador de Frecuencia para Bombas de Suministro de Agua Sucia	2
4	Sensor de Nivel Análogo	1
5	Bomba Dosificadora para Coagulante	1
6	Variador de Frecuencia para Bomba Dosificadora	1
7	Sistema de Preparación y Dosificación de Polímeros TOMAL	1
8	Estanque de Mezcla de Coagulante HDPE 1 m ³	1
9	Filtros de Banda Al2	1
10	Estanques de Acumulación de Lodo Pre-Deshidratado	1
11	Bombas neumáticas para suministro de lodo a Centrífuga (1 m ³ /h @ 3m cada una)	2
12	Centrífuga ALDEC 10 Alfa Laval	1
13	Sistema de Retrolavado para Filtro de Banda y Centrífuga	1
14	Panel de Control (PLC)	1
15	Montaje y Puesta en Marcha	1

Sistema de Tratamiento de Efluentes

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Bombas para Descarga de Agua Grundfos 6 mt	2
2	Filtro UV Atlantium RZ 163-11 para 30m ³ /h dosis promedio 70 mj UBT 70%	1
3	Filtros Mecánico Hydrotech HDF 801-11 40 um para agua de descarga proveniente de Sistema de Tratamiento de Lodos	1
4	Sistema de Retrolavado para Filtro Mecánico	1
5	Set de Piping HDPE	1
6	Panel de Control (PLC)	1
7	Sistema de Control de Alarmas	1
8	Montaje y Puesta en Marcha	1



Criterios de Dimensionamiento

Hatchery		
Número Inicial	Ovas Ojo	160.000,00
Número Final	Peces 0,2g	145.000,00
CompHatch	Unidades	1,00
Densidad Inicial	Ova Ojo/CH	160.000,00
Temperatura de Cultivo	°C	8
Flujo Total Recirculante	m3/h	8,00
Flujo de Agua Fresca	m3/h	5,00

Fry		
Número Inicial	Peces	145.000,00
Número Final	Peces	130.000,00
Densidad Inicial	Peces/m2	6.900,00
Densidad Final	Kg/m3	30,00
Peso Ingreso	g	0,20
Peso Salida	g	20,00
Biomasa Máxima	Kg	2.600,00
Volumen Total	m3	111,00
Nº de Estanques	Unidades	6,00
Tamaño Estanques Ø:4m, H:1,2m	m3	15,00
Nº de Estanques P.Alimentación	Unidades	3,00
Tamaño Estanques P.A. Ø:3 m, H:1,00 m	m3	7,00
Tasa de Recambio en Estanques	V/h	3,00
Flujo Total	m3/h	333,00
Temperatura de Cultivo	°C	12 a 15
Salinidad	g/l	0 a 2
Capacidad Biofitro a 15°C	Kg/día	78,00
Flujo de Agua Fresca	m3/h	2,60



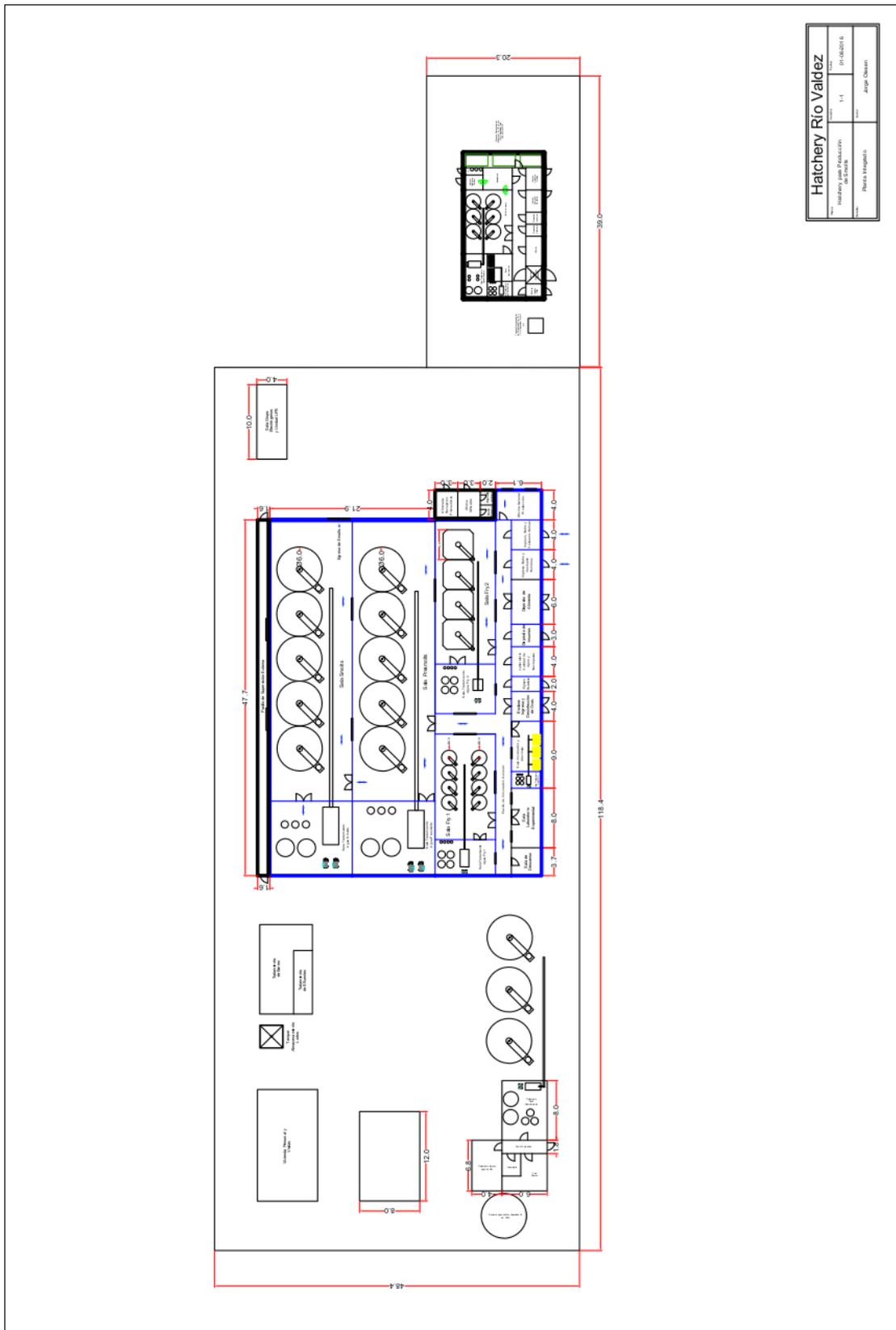
Smolt

Número Inicial	Peces	130.000,00
Número Final	Peces	120.000,00
Densidad Final	Kg/m3	40,00
Peso Ingreso	g	20,00
Peso Salida	g	100,00
Biomasa Máxima	Kg	12.000,00
Volumen Total	m3	300,00
Nº de Estanques de Cultivo	Unidades	6,00
Nº de Estanques de Manejo	Unidades	2,00
Tamaño Estanques Ø:6,5m, H:1,5m	m3	50,00
Tasa de Recambio en Estanques	V/h	3,00
Flujo Total	m3/h	900,00
Temperatura de Cultivo	°C	15
Salinidad	g/l	0 a 2
Capacidad Biofitro a 15°C	Kg/día	240,00
Flujo de Agua Fresca	m3/h	8,00

Item	Unidad	Hatchery	Fry	Smolt	Tto. Agua Dulce	Tto. Efluentes/Lodos	Generación de O ₂	Total
Capacidad Máxima de Biofiltros (15°C)	Kg/Día	-	78,00	240,00	-	-	-	318,00
Consumo Máximo de Agua	m3/h	0,50	2,60	8,00	-	3,00	-	14,10
Consumo de Agua Dulce	m3/h	0,50	2,60	8,00	-	-	-	11,10
Consumo Máximo de Oxígeno (Régimen Normal)	Kg/h	0,20	1,65	5,47	-	-	-	7,31
Consumo Máximo de Oxígeno (Emergencia)	Kg/h	0,20	9,88	32,80	-	-	-	42,88
Potencia Eléctrica Instalada	KW	9,00	38,00	72,00	12,00	45,00	50,00	240,00
Consumo Eléctrico Promedio	KW	6,50	27,00	50,00	12,00	45,00	33,00	188,50



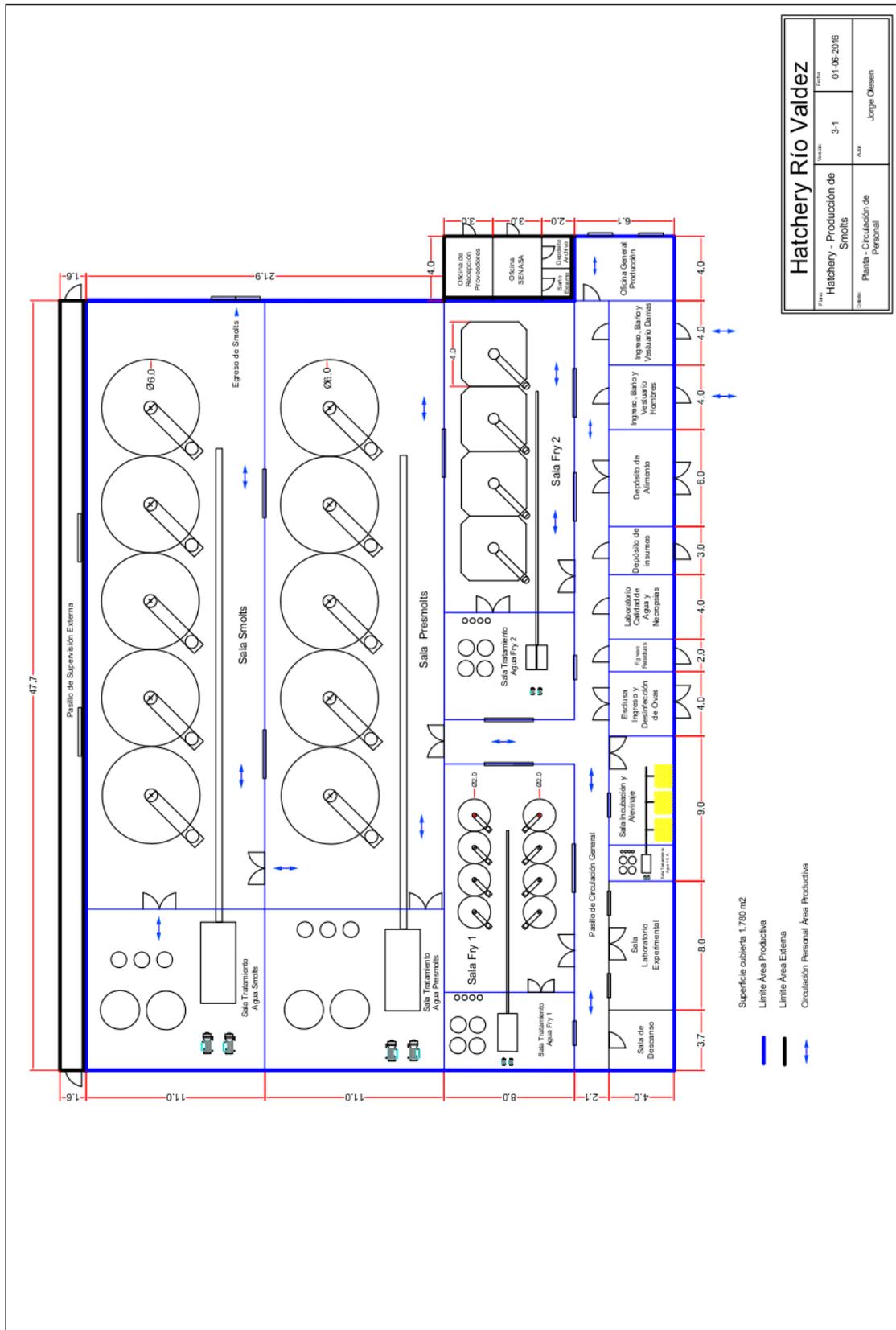
Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva
Fondo Argentino Sectorial



Plano de Planta Integrado: Hatchery + PCI



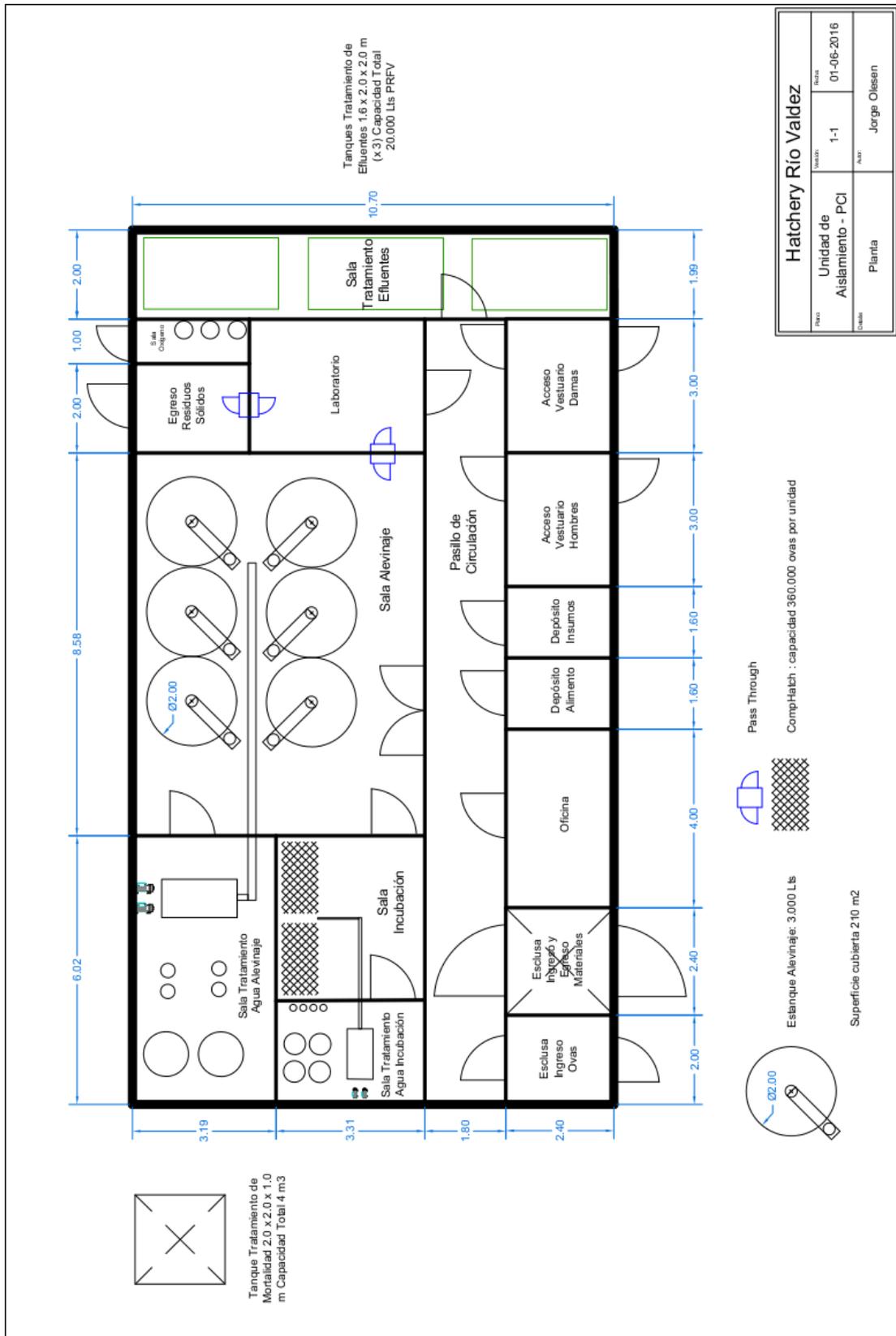
Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva
Fondo Argentino Sectorial



Disposición General Hatchery - Circulación de Personal



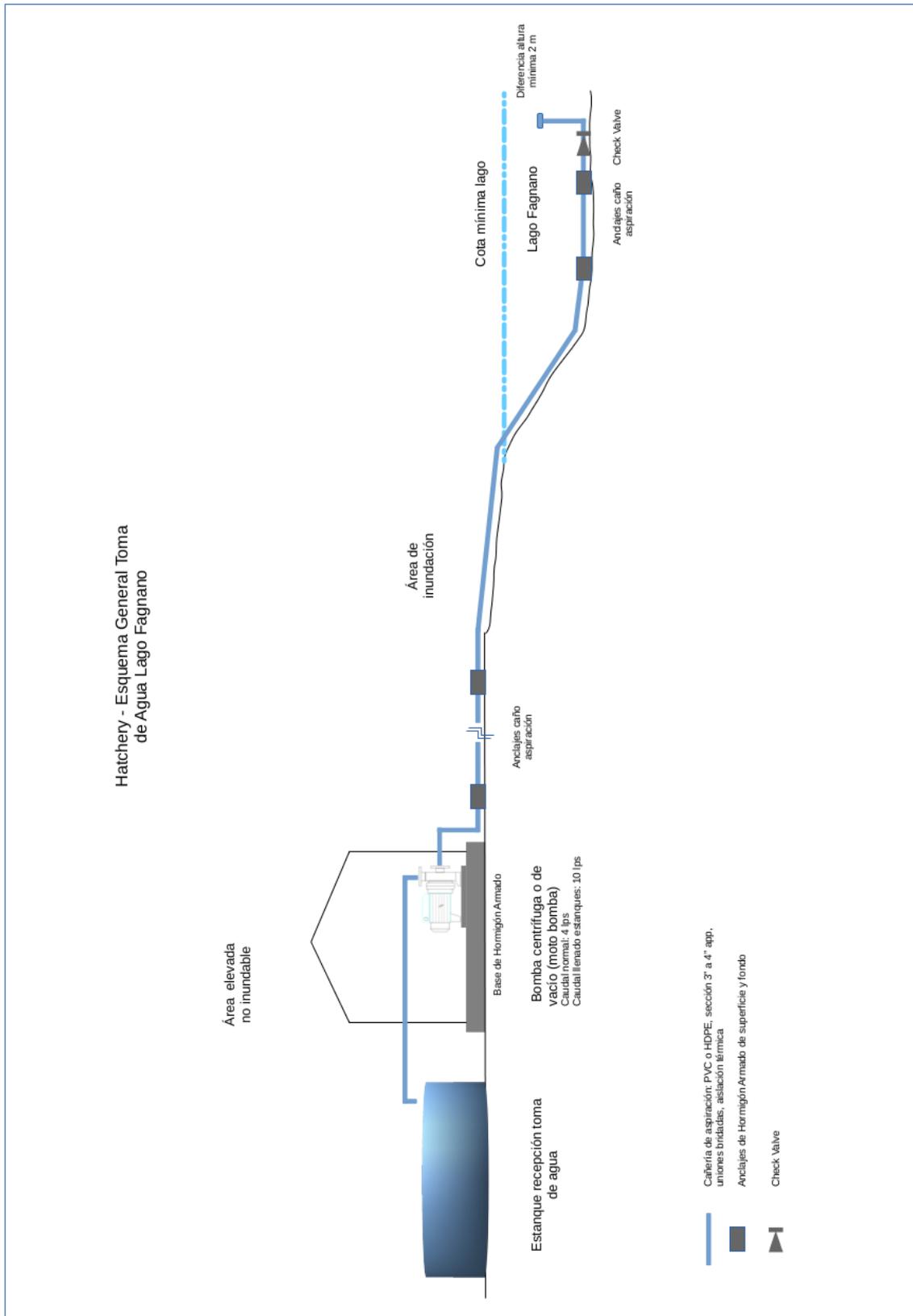
Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva
Fondo Argentino Sectorial



Disposición General PCI (Unidad de Aislamiento)



Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva
Fondo Argentino Sectorial



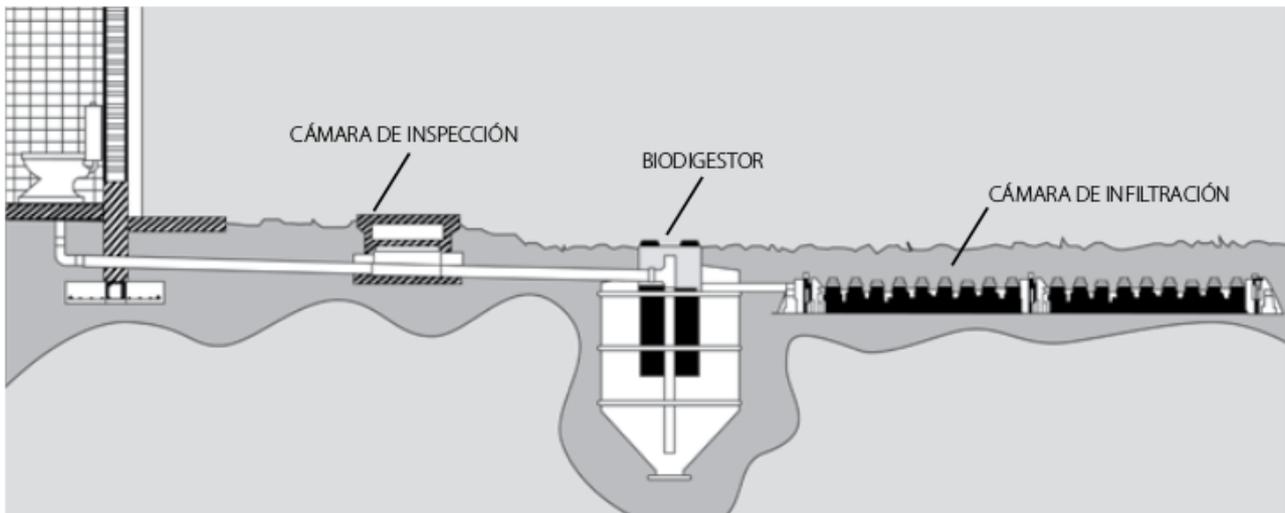
Esquema General Toma de Agua Lago Fagnano



Esquema simple de sistema de tratamiento de efluentes cloacales

Se utilizará un Sistema de Biodigestores para el tratamiento y saneamiento de efluentes cloacales provenientes del uso sanitario de la Vivienda para personal, duchas y baños del Hatchery.

Diseño del Biodigestor: permite resolver necesidades de saneamiento a través de diferentes capacidades de caudal, respondiendo a los requerimientos de las diferentes obras. Incorpora la estructura de doble pared, la pared interior con su construcción esponjosa le otorga mayor resistencia y aislación térmica, la pared exterior otorga una perfecta terminación lisa, esta pared contiene aditivos para evitar el envejecimiento al estar a la intemperie. El equipo completo se compone de tanque séptico, cámara de contención de lodos estabilizados, sistema de extracción de lodos y filtro de aros PET.



Esquema de conexión para sistema de tratamiento de efluentes cloacales



B - GRANJA MARINA MULTITRÓFICA INTEGRADA (IMTA):

La granja multitrófica deberá instalarse teniendo en cuenta diferentes aspectos de ingeniería, productivos, económicos y ambientales. Se deben considerar las proporciones relativas de los diferentes cultivos que integran la granja multitrófica de modo tal que el diseño se realice de forma de que la biomasa de organismos filtrantes y de macroalgas sean capaces de retener 100 % del nitrógeno (en todas sus formas) descargado al agua por el cultivo de peces. Asimismo el diseño deberá buscar que los organismos filtradores y las macroalgas en conjunto retengan el 33 % del fósforo liberado por la piscicultura. Los valores de emisión de nutrientes de la piscicultura y de la capacidad de retención de las otras especies deberán demostrarse por medio de un cálculo teórico de balance de nutrientes. Se deberá trabajar con las especies de fondo y analizar su capacidad de retención de nutrientes.

El engorde de la trucha arco iris deberá realizarse en un sistema de balsa-jaulas flotantes. La tecnología de cultivo deberá ser provista por una compañía de demostrada trayectoria en la fabricación de jaulas flotantes marinas y pontones de servicio autónomos para el desarrollo de salmonicultura. Deberá exigirse al proveedor la trayectoria de al menos 3 instalaciones exitosas (sin haber presentado problemas de funcionamiento por al menos un año) de cada estructura en condiciones, más exigentes, que las condiciones del sitio propuesto en el proyecto. Se requerirá instalar un módulo de 12 jaulas metálicas de 30 x 30m, con dos juegos de redes (1" para recepción y 2" para finalizar la etapa de engorde), con los anclajes correspondientes y armado en el espejo de agua propuesto sobre el canal. Para cumplir con el proyecto, el tren de jaulas deberá producir 1.000 toneladas de trucha arco iris con un peso corporal de cosecha mínimo de 3 kg. Su configuración con 12 unidades permitirá realizar ingresos trimestrales de smolts de trucha provenientes del hatchery.

El sistema de engorde de trucha en jaulas deberá contar asimismo con el soporte de un pontón alimentación y servicios vinculado a las unidades de engorde.

Se tomarán como ejemplo de organismo filtrante el mejillón azul (*Mytilus chilensis*). Se podrán considerar otras especies de moluscos bivalvos, siempre y cuando su capacidad de filtración sea equivalente o superior a la propuesta.

Para el cultivo de mejillones azules se deberá utilizar el método Long-line instalado en la zona de la pluma de dispersión de nutrientes más frecuente generados por la piscicultura. Para este método de cultivo que produce excelentes tasas de crecimiento deberán construirse estructuras flotantes de las cuales cuelguen cuerdas principales y cuerdas secundarias cargadas de mejillones adheridos. El cultivo de mejillones es una actividad dependiente de la captación de semilla del medio ambiente natural. Una vez que la semilla es captada en sustratos especialmente preparados para tal fin, la semilla es encordada y sumergida en las instalaciones de cultivo para su pre-engorde. Concluida esta etapa, se retiran las cuerdas y se dividen para realizar una disminución de la densidad (doble). Finalmente son nuevamente sumergidas para realizar el engorde final hasta la cosecha.

El ciclo de cultivo deberá completarse hasta obtener la talla comercial (6,5 - 7,0 cm), extendiéndose aproximadamente 14 meses, dependiendo de las temperaturas del sitio y de las concentraciones de partículas orgánicas en suspensión, ya que son organismos filtradores. Finalizado el ciclo productivo de los mejillones, estos deberán ser transportados a la planta de procesamiento para su desgrane, clasificación, limpieza y empaque.

La tecnología de cultivo de mejillones deberá ser provista por una compañía especializada en la fabricación de equipamiento y maquinaria específica para mitilicultura marina. Se considera implementar un centro de engorde diseñado para desarrollar una producción de 2.500



toneladas al año, contemplando la rotación de siembra cosecha en un año. Se realizó el cálculo en base a una línea de engorda doble de 150 m de largo, con colector de engorda con 9 m de profundidad, separados 40 cm cada uno. La Producción anual por línea doble es de 50 toneladas/año, esto significa que deberá instalarse un parque flotante de 50 líneas dobles de 150 m de largo cada una.

Para el desarrollo del cultivo de un alga con capacidad de retención de nutrientes y valor comercial se ha elegido la especie *Macrocystis pyrifera*. Esta alga parda forma cordones continuos paralelos a la costa de hasta 100 m de ancho, habitando preferentemente áreas protegidas y semiprotegidas del oleaje. *M. pyrifera* tiene una gran importancia ecológica en los lugares donde habita, siendo considerada como especie clave y paraguas para la coexistencia de otros organismos. Esta especie puede albergar y dar protección a una gran diversidad de organismos, incluyendo algas, peces, moluscos, entre otros. En este aspecto la presencia de *M. pyrifera* es crucial para mantener la organización y diversidad de comunidades ecológicas. Por otro lado, su elevado contenido en aminoácidos esenciales y de ácidos grasos, así como la calidad de sus proteínas y lípidos, lo hace comparable con las de otras fuentes vegetales.

Debido a la presencia de *Macrocystis pyrifera* en la provincia, a su factibilidad de cultivo en long lines y a su capacidad de absorber y retener nutrientes inorgánicos solubles provenientes del cultivo de peces en jaulas, su integración en un granja marina multitrófica se presenta como una herramienta interesante para el desarrollo de sistemas de acuicultura integrada con menor impacto ambiental y generación de valor agregado a través de la diversificación de productos provenientes de la IMTA.

El sistema producción de *Macrocystis pyrifera* en líneas deberá realizarse en una superficie de 8 Ha con el fin de producir 1.000 toneladas de algas. Para ello se deberán instalar 200 líneas de 100 m de longitud, de las cuales cuelguen cuerdas de engorde de 5 m de profundidad distanciadas 4 m unas de otras. En total se utilizarán 5000 cuerdas de engorde.

La siembra y cosecha de los esporofitos de algas obtenidos se realizará con la misma plataforma flotante utilizada para realizar el manejo operativo del cultivo de mejillones. Una vez en tierra las algas serán secadas en un predio destinado a tal fin y empacadas para su procesamiento.

Por último, el proyecto deberá garantizar un especial monitoreo del impacto de las granjas de cultivo sobre el fondo marino, debiendo proponer una solución innovadora o con valor agregado, tendiente a minimizar el impacto en el mismo, analizando al incorporación de fósforo; y de ser posible a aumentar la rentabilidad mediante la puesta en valor de las especies bentónicas.

Estudio de las especies bentónicas

Con el objetivo de analizar el impacto en el fondo marino, se deberán monitorear las especies bentónicas y como se realiza la incorporación de nutrientes residuales en las mismas. Se postula especial atención en la langostilla patagónica (*Munida gregaria*) con el objetivo de ser un captador del fósforo residual y poder generar valor agregado a partir de moléculas de interés.

Centolla (Lithodes santolla)

El manejo convencional de las pesquerías de litodidos alrededor del mundo ha demostrado ser una herramienta insuficiente para evitar el colapso de los stocks comerciales. La centolla *L. Santolla* es y ha sido la especie de mayor interés y objeto de explotación. Su presencia es frecuente en profundidades entre los 10 y los 50 metros o más. La captura se realiza con trampas o nasas, empleando líneas de 10 trampas cada una. Por ser una especie de gran longevidad, crecimiento lento, con suaves fluctuaciones anuales y presencia permanente en la



región, requiere un manejo adecuado de su pesquería, que se efectúa con sistemas de regulación provincial (leyes provinciales 114, 244 y decretos reglamentarios). Sin embargo, en la zona propuesta, los desembarcos de centolla *Lithodes santolla* declinaron desde la década de 1970 a la actualidad de ~300 a ~50 toneladas/año, y luego de más de una década de veda la población no ha mostrado señales de recuperación.

Frente a esta situación el cultivo de centolla se plantea como una alternativa para disminuir la presión extractiva de esta especie que, debido características biológicas (crecimiento lento y bajo potencial reproductivo bajo condiciones naturales), tiene elevadas probabilidades de ser colapsada en la región. Como este proceso es una investigación a largo plazo, se propone comenzar, potenciando el repoblamiento de la misma, habiendo expertise y desarrollos al respecto en el país.

Debido a la escala de producción propuesta, todas las actividades de gestión de la piscicultura deberán ser monitoreadas constantemente. Para ello deberá adquirirse un software de control específicamente diseñado para operar la piscicultura desde el pontón de servicios.

El sistema global deberá contar con una capacidad de producción de al menos MIL (1.000) toneladas vivas al año. La densidad de cultivo de los peces NO DEBERÁ SER SUPERIOR a los 10kg/m³. La infraestructura marina de cultivo debe ser adecuada y probada en la zona o en condiciones similares.

ESTUDIOS PRELIMINARES - IMTA:

Los siguientes datos son guías para el desarrollo del proyecto que no aseguran un resultado pero que aproximan en términos de cálculos teóricos.

Selección de especies a desarrollar en la IMTA

Para el desarrollo de la granja marina multitrófica integrada se propondrá el cultivo de diferentes especies presentes en la zona propuesta y que posean valor comercial.

Las especies seleccionadas son:

Trucha arco iris (Onchorynchus mykiss)

Actualmente, el cultivo de trucha arco iris representa aproximadamente el 40% de la producción acuícola nacional. Su cultivo se extiende desde la provincia de Jujuy hasta Tierra del fuego, preferentemente en las serranías y cordillera, donde hay disponibilidad de aguas claras y frescas. La zona de mayor producción actual corresponde al norte de la Patagonia, principalmente en el embalse Alicurá y Piedra del Águila. Allí el principal sistema de cultivo utilizado es la balsa-jaula.

En Tierra del fuego hay antecedentes de experiencias preliminares para el cultivo de trucha en el mar. Se comprobó principalmente que la adaptación al medio salino es buena y factible de realizarse a mayor escala y que los crecimientos, si bien regulares, pueden mejorarse considerablemente junto con la calidad del alimento y el manejo. Experiencias previas realizadas en los '90 mostraron resultados que difícilmente podrían darse con los sistemas de cultivo en agua dulce y en otros lugares del país dado la situación geográfica favorable de la provincia con costas protegidas y excelente calidad de agua. Por otra parte fue fundamental la realización en 1993 de un trabajo de planificación general de sitios aptos para el desarrollo de la acuicultura lo que no solo brindó orientación sobre las especies posibles de ser cultivadas sino también los ambientes de agua dulce y espacios marinos adecuados. En este aspecto el dicho estudio implicó un aporte importante en la planificación de esta actividad en la provincia.



A partir del año 1996 la Dirección de Pesca y Acuicultura de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur ha desarrollado el Proyecto "Introducción de Tecnologías para el cultivo de nuevas especies de salmónidos" financiado a través del Convenio de Cooperación Técnico Pesquero establecido en el Acuerdo sobre las relaciones en materia de Pesca Marítima entre la Unión Europea y la República Argentina. Surgido a partir de la intención de fomentar actividades productivas no tradicionales y genuinas de Tierra del Fuego considerando los beneficios del recurso marino, este proyecto comprendió dos etapas que fueron llevadas a cabo entre 1996 y 1999. La primera etapa del proyecto, contempló básicamente la caracterización de las condiciones ambientales presentes en la provincia y la definición de posibles especies hidrobiológicas para implementar un cultivo experimental en la zona del Canal Beagle. Entre 1998 y 1999 se llevó a cabo la segunda etapa que contempló la instalación y operación de una unidad piloto demostrativa del cultivo de trucha en su fase marina a fin de determinar los principales parámetros técnicos que tipifican este cultivo en la provincia. El informe de este proyecto demuestra que partiendo de smolts de 65 g de peso corporal se pueden alcanzar un adecuado crecimiento y factor de conversión alimentaria para desarrollar el engorde comercial de la trucha en la zona propuesta.

Mejillón azul (Mytilus edulis chilensis)

Las principales zonas de producción de mejillones en Argentina son Las Grutas (Golfo de San Matías, Río Negro) y el Canal de Beagle (Tierra del Fuego), principalmente en la Bahía Brown. Allí se encuentran establecidos 22 emprendimientos, de los cuales 5 se encuentran produciendo activamente bajo un sistema de concesiones temporarias en el mar. Las dos especies utilizadas para el cultivo son el *Mytilus platensis*, que abarca prácticamente toda la costa marítima, mientras que en la zona austral y sobre el Canal del Beagle se encuentra el *Mytilus chilensis*. Ambas especies poseen excelentes crecimientos bajo condiciones de cultivo, mostrando un mejor crecimiento en las instalaciones de cultivo que en los propios bancos o fondos donde se desarrollan en forma natural.

En la Argentina se utilizan fundamentalmente dos sistemas de cultivo de mejillones: las bateas flotantes de las cuales cuelgan cuerdas con los mejillones adheridos y los cultivos en long-line, donde la estructura flotante es una cuerda principal sostenida por flotadores y de esta cuelgan las cuerdas cargadas de mejillones. Este último sistema de cultivo es el más adecuado en sitios pocos protegidos de las olas, en donde las bateas podrían sufrir daños.

Existen bancos de mejillones lo largo de todo el litoral marítimo argentino. Sin embargo, la mitilicultura sólo puede ser desarrollada, con una rentabilidad aceptable, en sitios donde los bancos de semilla son productivos. Esto se debe a que en nuestro país el cultivo de moluscos bivalvos es una actividad dependiente de la captación de semilla del medio ambiente natural. Una vez que la semilla es captada en sustratos especialmente preparados para tal fin, la semilla es encordada y sumergida en las instalaciones de cultivo para su pre-engorde. Concluida esta etapa, se retiran las cuerdas y se dividen para realizar una disminución de la densidad (deshacer). Finalmente son nuevamente sumergidas para realizar el engorde final hasta la cosecha.

El ciclo de cultivo completo hasta la talla comercial (6.5 - 7.0 cm) se extiende por aproximadamente 14 meses en la provincia, dependiendo de las temperaturas del sitio y de las concentraciones de partículas orgánicas en suspensión ya que son organismos filtradores. Finalizado el ciclo productivo de los mejillones, estos son transportados a la planta de procesamiento para su desgrane, clasificación, limpieza y empaque.

El caso de la producción emprendida en el Canal de Beagle puede considerarse, evidentemente, como la producción de mejillón más austral del mundo. Las primeras



experiencias fueron realizadas por profesionales del INIDEP mediante un aporte de presupuesto proveniente del Convenio Argentina-Unión Europea (a través de la SAGPyA) y el apoyo de los técnicos residentes en Tierra del Fuego, que determinaron la disponibilidad de semilla y las metodologías de cultivo a utilizar. De esta forma se pudo determinar inicialmente la posibilidad de obtención de semilla de banco cercano y en dos localidades, la factibilidad de los cultivos; así como el muy buen rendimiento en carne de los animales a la cosecha, con 7 a 9 kilos de mejillón por metro de cuerda colocada. Las balsas y longline fueron colocados a profundidades de 15 m en la Bahía de Haberton y en la Isla Bridges, siendo los resultados obtenidos entonces, similares. El crecimiento mostrado por el *Mytilus chilensis* fue asombroso, permitiendo pasar entonces de la imaginación a la práctica en materia de cultivo.

La provincia de Tierra del Fuego, a través de la Subsecretaría de Recursos Naturales, planificó el desarrollo acuícola en el Canal Beagle, sobre la zona que se extiende desde Punta Remolino (54° 52' S; 67° 52' W) hasta el extremo oriental de la boca de la Bahía Harberton (54° 52' S; 67° 32' W) (Fig. 2.1). La zona elegida preferentemente por los productores potenciales fue Bahía Brown, la cual además contaba con asentamientos de pescadores artesanales y una delegación de Prefectura Naval. Esta zona había sido determinada como una zona apta para el desarrollo acuícola por Quirós en el año 1993. La Dirección de Pesca y Acuicultura (DPA), junto a la PNA realizó un estudio batimétrico, y un estudio de corrientes y calidad de agua y fondo, en colaboración con el CADIC.

La diagramación de parcelas en esta zona se hizo en base a grillas determinadas por la Dirección de Planificación Territorial en conjunto con la DPA. De esta forma se establecieron las parcelas a ser asignadas a los proyectos separando las mismas mediante canales de navegación de uso común de 100 m de ancho y un canal de navegación principal de 200 m de ancho que se extiende a lo largo de la bahía en sentido WE-E. La zona de producción mitilícola se emplaza enteramente en el Canal Beagle. Los espejos de agua ya concedidos se localizaron, sin embargo, en tres sub-zonas: Punta Paraná, Bahía Alte. Brown y Rada de Cazadores. Los espejos tienen una dimensión de 200 m x 200 m (4 ha). La mayor parte de los productores (20) solicitaron espejos en la zona de Bahía Brown, de los restantes, uno solicitó un espejo en Isla Cigüeña; uno en Isla Petrel y uno en Punta Paraná.

En el presente proyecto se propondrá el desarrollo del cultivo de mejillones de manera integrada con la producción de truchas en jaulas con el fin de reciclar los nutrientes liberados por las jaulas de salmónidos, incrementar la tasa de crecimiento de los mejillones y generar valor agregado por medio de la diversificación de los productos provenientes de la IMTA.

Algas pardas (Macrocystis pyrifera).

Para el desarrollo del cultivo de una alga con capacidad de retención de nutrientes y valor comercial se ha elegido la especie *Macrocystis pyrifera*. Esta alga parda, que presenta una distribución geográfica bipolar, se localiza principalmente a lo largo de las costas del Pacífico de América del Norte (México, norte de Baja California y Alaska) y del Sur (Perú hasta Cabo de Hornos), Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda. En Chile *M. pyrifera* se distribuye desde Tocopilla (28° S) hasta el Cabo de Hornos (55° S), sus poblaciones forman cordones continuos paralelos a la costa, de hasta 100 m de ancho, habitando preferentemente áreas protegidas y semiprotegidas del oleaje.

M. pyrifera tiene una gran importancia ecológica en los lugares donde habita, siendo considerada como especie clave y paraguas para la coexistencia de otros organismos. Esta especie puede albergar y dar protección a una gran diversidad de organismos, incluyendo algas, peces, moluscos, entre otros. En este aspecto cabe destacar que la presencia de *M. pyrifera* es crucial para mantener la organización y diversidad de comunidades ecológicas. Por otro lado, su elevado contenido en aminoácidos esenciales y de ácidos grasos, así como la



calidad de sus proteínas y lípidos, lo hace comparable con las de otras fuentes vegetales. Este recurso es utilizado como fuente de alginatos que a nivel mundial genera anualmente más de 250 millones de dólares; actualmente se está estudiando también su aplicación como suplemento alimenticio en la industria de salmonera, alimentación de abalones y erizos.

Debido a la presencia de *Macrocystis pyrifera* en la zona propuesta, a su factibilidad de cultivo en long lines y a su capacidad de absorber y retener nutrientes inorgánicos solubles provenientes del cultivo de peces en jaulas, su integración en un granja marina multitrófica se presenta como una herramienta interesante para el desarrollo de sistemas de acuicultura integrada con menor impacto ambiental y generación de valor agregado a través de la diversificación de productos provenientes de la IMTA.

Cultivo de trucha arco iris

El estudio se ha realizado considerando el engorde de trucha arco iris se proyectó para en un sistema de balsa-jaulas flotantes.

La tecnología de cultivo deberá ser provista por una líder en la fabricación de jaulas flotantes marinas y pontones de servicio autónomos para el desarrollo de salmonicultura, con experiencia en zonas de condiciones equivalentes.

Se requerirá instalar un módulo de 12 jaulas metálicas de 30x30m, con dos juegos de redes (1" para recepción y 2" para finalizar la etapa de engorda), con los anclajes correspondientes y armado en el espejo de agua propuesto sobre el canal. El tren de jaulas permitirá producir 1000 Toneladas de trucha arco iris por año, con un peso corporal de cosecha mínimo de 3 kg. Su configuración con 12 unidades permitirá realizar ingresos trimestrales de smolts de trucha provenientes de la hatchery.

El sistema de engorde de trucha en jaulas deberá contar asimismo con el soporte de un pontón alimentación y servicios vinculado a las unidades de engorde. Par ello se deberá adquirir un pontón de acero de 240 toneladas de acopio de alimento, con habitabilidad para 22 personas, incluyendo generadores (200 y 110 KVA), planta desalinizadora, planta de tratamiento, más el sistema automático de alimentación, el cual cuenta con dos líneas neumáticas de suministro y 4 silos, se incluye sistema de video, tuberías de alimentación y dispersores de alimentación.

Debido a la escala de producción propuesta, todas las actividades de gestión de la piscicultura deberán ser monitoreadas constantemente. Para ello se adquirirá un software de control específicamente diseñado para operar la piscicultura desde el pontón de servicios. Se controlarán entre otras las siguientes áreas:

- Registro de todas las actividades relevantes en la administración de un centro de cultivo y sus respectivos reportes.
- Registros diarios (alimentación, mortalidad y medio ambiente).
- Actividades logísticas (ingresos, transferencias y selecciones, ventas, cosechas y conteos).
- Logística de bodegas de alimentos (panorámicas de bodegas de alimento, tipos de alimentos, recepciones de alimento, transferencias, ajustes y proyecciones).
- Trazabilidad y muestreos de peso y calidad (muestreos).
- Administración de sistemas.
- Modelos de Producción (crecimiento, temperatura, mortalidad)



Cultivo de mejillón azul

Teniendo en cuenta las características ambientales del sitio propuesto y la funcionalidad que tendrán los mejillones como organismos filtradores de los nutrientes liberados por la piscicultura, se propone utilizar el sistema de cultivo en líneas o long-line instalado en la zona de la pluma de dispersión de nutrientes más frecuente generada por la piscicultura. ***La disposición definitiva de las líneas de cultivo de mejillón se definirá una vez que se cuente con estudios de correntimetría y batimetría correspondiente.***

La tecnología de cultivo deberá ser provista por una compañía especializada en la fabricación de equipamiento y maquinaria específica para mitilicultura marina. Se considera implementar un centro de engorde diseñado para desarrollar una producción de 2.500 toneladas al año, contemplando la rotación de siembra cosecha en un año. Se realizó el cálculo en base a una línea de engorda doble de 150 m de largo, con colector de engorda con 9 m de profundidad, separados 40 cm cada uno. La Producción anual por línea doble es de 50 toneladas/año, esto significa tener un parque flotante de 50 líneas dobles de 150 m de largo cada una.

Cada línea doble incluye:

- 61 flotadores plásticos
- 2 muertos 15 toneladas
- 30 mts cadera galvanizada
- 200 mts cabo para muertos
- 310 mts cabo línea
- 6800 mts cabo colector
- 220 mts amarra colector
- Grilletes , guarda cabo
- El sistema de cultivo de mejillón además estará compuesto por el siguiente equipamiento:
 - Implementación maquinaria siembra:
 - Plataforma forma galvanizado 6mts x 8 m capacidad 15 toneladas
 - Sembradora hidráulica
 - Maquina desgranadora y calibradora de semilla joven capacidad 8 toneladas en 8 horas
 - Central hidráulica 16 hp para sembradora y accionar tres plumas hidráulicas

Implementación maquinaria cosecha:

- Plataforma de 6mts x 10 m capacidad 20 toneladas
- Tres pescantes con pluma hidráulica
- Cosechadora para 30 toneladas/ día
- Cinta carga cosechadora
- Cinta carga bins sin regulación de altura
- Central hidráulica 25 hp, para accionar sistema de cosecha.



Cultivo de algas pardas

Para el desarrollo del cultivo de algas integrado al sistema de acuicultura multitrófica se utilizará la especie *Macrocystis pyrifera*. El cultivo de este alga requiere de diferentes tipo de infraestructura y equipamiento debido a que parte del cultivo debe realizarse en laboratorio o "hatchery" bajo condiciones controladas y parte del proceso productivo se realiza en líneas de engorde en el mar.

Fico-hatchery

Para producir plántulas de macroalgas el fico-hatchery debe contar con un laboratorio con los siguientes recursos materiales:

- Espacio cerrado con temperatura controlada (Laboratorio de al menos 25 m²).
- Disponibilidad constante de agua de mar filtrada y esterilizada con UV de buena calidad.
- Sistema de Iluminación fluorescente (equipos de 2 x 40W).
- Sistema de tratamiento de agua de mar (Filtros mecánicos y esterilizador Ultravioleta).
- Equipo de esterilización para recipientes menores y medios de cultivo (Autoclave).
- Estufa de secado
- Instrumentos de observación fina (Microscopio y Lupa estereoscópica)
- Por otra parte el laboratorio deberá contar con las siguientes condiciones:
- Condiciones de asepsia y limpieza del lugar
- Control de posibles focos de contaminación
- Acceso restringido al área de cultivo
- Zona de lavado con facilidades de agua corriente, detergente neutro y destilador de agua para enjuagado de los materiales (vidrio y plástico) antes de su uso.

Tratamiento de agua de mar

El agua de mar constituye el medio en donde se desarrollarán los estados de vida temprano y juvenil de las algas por lo tanto se requiere que la calidad de ésta sea óptima. La presencia de contaminación biológica (bacterias, hongos o protozoos) o contaminación química en el agua de mar influirá notoriamente el desarrollo del cultivo. Por lo tanto es preciso aplicar un tratamiento al agua afluyente para mejorar su calidad. Así una vez bombeada el agua el tratamiento de ésta contempla primero la filtración mecánica mediante el uso de mangas con aberturas de 100, 50, 25 y 10 µm. Posteriormente el agua se filtra a 1 y 0,45 micras con filtro de cartucho y finalmente el agua se expone a radiación ultravioleta UV.

Requerido: Sistema de filtración mecánica y UV.

Esterilización de recipientes de cultivo

En la primera etapa de cultivo los recipientes deben estar estériles. Para tal efecto se someten al proceso de autoclavado. Los materiales, tanto de vidrio como de plástico, deben ser manufacturados para resistir las condiciones de presión y temperatura a la que son expuestas en el interior del autoclave.

El material de vidrio (matraces, botellas, pipetas, etc.) de menor volumen, previamente lavado y enjuagado, se envuelve con papel kraft y luego se coloca en una estufa de secado a 180°C por 2 horas. Posteriormente el material se retira de la estufa y se deja enfriar a temperatura



ambiente y colocan los tapones quedando listo para su posterior llenado. Una vez realizado este paso se agrega el agua de mar previamente tratada (filtrado final a 0,45 μ e irradiada con luz ultravioleta) a cada recipiente y se introducen al equipo autoclave. La esterilización en la autoclave se realiza a 121°C de temperatura, 15 PSI de presión y por un tiempo de 20 minutos.

Posteriormente se retiran las botellas desde la autoclave y se guardan en una cámara de transferencia en oscuridad por 24 horas. La cámara de transferencia posee una lámpara ultravioleta de 40 watts la cual se activa por 15 minutos para irradiar el material almacenado en ésta previo a su posterior manejo (adición de nutrientes e inoculación). Los recipientes de mayor volumen por ejemplo botellones de 20 litros se esterilizan directamente.

Requerido: Estufa de secado, autoclave, cámara de transferencia

Engorde de los esporofitos en el mar

El sistema producción de *Macrocystis pyrifera* en líneas se realizará en una superficie de 8 ha con el fin de producir 1000 toneladas de algas anuales. Para ello se instalarán 200 líneas de 100 m de longitud, de las cuales cuelgan cuerdas de engorde de 5 m de profundidad distanciadas 4 metros unas de otras. En total se utilizarán 5000 cuerdas de engorde.

La siembra y cosecha de los esporofitos se realizará con la misma plataforma flotantes utilizada para realizar el manejo operativo del cultivo de mejillones. Una vez en tierra las algas serán secadas en un predio destinado a tal fin y empacadas para su procesamiento.

Cultivo de centolla

Se realizarán ensayos de engorde en jaulas de fondo a la vez que se potencia el programa de repoblamiento.

Infraestructura y equipamiento de uso común

Deberá también existir una plataforma de desembarque donde se realice el trasbordo de alimento y cosechas, así como un camino de acceso.

Equipamiento p/logística (alimento, tanques traslado de peces, manejo de bins cosecha, plumas, sampi, etc.)

Galpón y secadero en tierra

Se requerirá un depósito en tierra para guardar el parque de redes de las jaulas flotantes, cuerdas, accesorios y repuestos de la plataforma flotante que asiste al IMTA, equipo de cosecha de los long-lines, y un lugar seco para estibar bolsas/bigbags de alimento seco, lo cual insumiría unos 250 m² cubiertos. También se requerirá una superficie en tierra de 10.000 m², donde se dispondrá el galpón, se realizarán las maniobras de logística y se instalará el secadero de algas.

Dimensionamiento del sistema de acuicultura marina multitrófica

La granja marina multitrófica integrada se diseñará teniendo en cuenta diferentes aspectos de ingeniería, productivos, económicos y ambientales. Sobre la base de una producción anual de 1000 toneladas de trucha arco iris, puede dimensionarse la escala de producción de mejillones y algas.

- Balance de nutrientes para los tres sistemas de cultivo flotantes planteados para la IMTA:
- Producción anual de trucha arco iris (3-4 kg peso cosecha): 1000 tonelada



- Producción anual propuesta de mejillón azul: 2500 toneladas
- Producción anual propuesta de Macrocyctis: 1000 tonelada
- Descarga de N al agua: 44000 kg / 1000 tonelada cosechadas
- Descarga de P al agua: 7000 kg / 1000 tonelada cosechadas
- Capacidad de retención de N mejillón azul: 16.5 kg / tonelada cosechada
- Capacidad de retención de P mejillón azul: 0.8 kg / tonelada cosechada
- Capacidad de retención de N Macrocyctis (2.2 % N BS; 12.8% MS): 2.82 kg / tonelada cosechada
- Capacidad de retención de P Macrocyctis (0.3 % P BS; 12.8% MS): 0.38 kg / toneladas cosechada
- Retención total de N por mejillón azul y Macrocyctis: 44070 kg (100% N equivalente)
- Retención total de P por mejillón azul y Macrocyctis: 2380 kg (34 % P equivalente)

Manejo operativo de la IMTA

Trucha arco iris

El proceso del cultivo de la trucha arco iris tamaño grande, dura dos años aproximadamente y está compuesto principalmente por dos etapas:

Esta etapa dura entre 8 y 16 meses, dependiendo si se comienza el ciclo productiva desde ova ojo fecundada y lista para eclosionar o se parte del manejo reproductivo de la especie. En este último caso, se comienza de un lote propio de reproductores de los cuales se le extraen sus ovas las que serán fecundadas e incubadas en bateas especiales hasta su eclosión, luego la reabsorción del saco vitelino y habiendo comenzado a alimentarse estos alevines son criados en tanques provisto de agua tratada bajo un sistema de recirculación. Cuando biológicamente el pez está preparado para vivir en agua salada, son trasladados al mar, donde comienzan su etapa de engorde.

Engorde en el mar

Durante alrededor de 18 meses, los peces que llegan desde la piscicultura en tierra pesando 100 g son engordados hasta llegar a los 3-4 kg. Esto se realiza en el centros de cultivo que consiste en un tren de jaulas flotantes que con contienen a los peces durante ciclo de engorde.

Es en esta segunda etapa donde se hacen necesarios los pontones de alimentación con habitabilidad. El artefacto naval se orienta a cumplir dos funciones fundamentales para el proceso productivo: la alimentación de los peces y la posibilidad de dar refugio al personal relacionado a dicha función. Un Pontón de alimentación con habitabilidad es un artefacto naval funciona las 24 horas del día durante los siete días de la semana de manera continua, generando toda la electricidad que consume en todos sus equipos tales como: sistema de alimentación, sistema de desalinización que transforma el agua mar en agua potable, planta tratamiento de lodos y mortalidad, sistema de datos y comunicaciones. El posee silos de almacenamiento de alimento a granel, el cual por medio de tuberías transporte con aire comprimido el alimento desde el pontón hasta los peces, contando con sistemas de monitoreo y control automático del alimento entregado a los peces por medio de cámaras sumergibles.



Al alcanzar un tamaño mínimo de cosecha de 3 kg las truchas se cosechan y transportan a la planta de procesamiento donde se realizará el eviscerado, fileteado, recortado enfriado/congelado y/o ahumado dependiendo el mercado de destino.

Cronograma general de producción

El volumen de producción anual del centro de cría proyectado una vez que se estabilice el ciclo productivo corresponde a 1000 toneladas de biomasa cosechada de trucha tamaño 3-4 kg.

Durante los primeros 18 meses desde el ingreso de los smolts de trucha provenientes de la hatchery, se necesitará generar una biomasa crítica en el criadero para comenzar a realizar la cosecha de peces. El ingreso de smolts al centro de engorde se realizará trimestralmente, es decir que cada tres meses se ocuparan dos jaulas con peces de 100 g de peso vivo proveniente de la piscicultura en tierra. De este modo durante el primer año y medio se ocuparán las 12 jaulas del tren de engorde y a partir de ese momento se irán sembrando nuevos lotes de smolts trimestralmente en la medida que se van liberando jaulas cosechadas.

El ciclo de engorde se planificará para alcanzar una cosecha anual de 1000 toneladas/año, es decir 83 toneladas/mes de ejemplares con un peso corporal mínimo de 3 kg. Teniendo en cuenta un mortalidad media estimada de 10% en todo el proceso de engorde, se deberán sembrar 372.000 peces al año, es decir, 31.000 peces por jaula. Las dimensiones de las redes que se utilizarán en las jaulas corresponden a 30x30x15 m, equivalente a un volumen efectivo por jaula de 13.500 m³. Bajo el supuesto de una talla máxima de cosecha promedio de 4 kg/pez, la carga máxima de biomasa de las jaulas se encontrará por debajo de los 10 kg/m³.

El sistema de manejo a utilizar se basará en varias actividades fundamentales:

Alimentación

El sistema centralizado de alimentación se llevará a cabo a través del pontón de servicios monitoreando el comportamiento alimentario de los peces a través de cámaras de control, sensores de pellets y medioambientales y un software para el control de la producción. El sistema de alimentación neumática automatizado suministrará la cantidad correcta de alimento, a una tasa óptima, a tiempo y cada vez que sea necesario.

Se utilizará una línea de alimentos completos balanceados específicamente formulados para el cultivo de trucha arco iris en jaulas marinas. Debido a que el presente proyecto priorizará el uso de prácticas productivas sustentables, se tendrá especial interés en el desarrollo de formulaciones y utilización de dietas de bajo impacto ambiental. La línea de alimentos estará compuesta por diferentes dietas destinadas a las primeras etapas de cultivo (starters), a la crianza (micropellets) y a las etapas de engorde y terminación (pellets).



Línea de alimentos típica utilizada para el cultivo de trucha arco iris:

ACUICULTURA – LINEA DE ALIMENTOS COMPLETOS EXTRUDADOS PARA TRUCHAS ARCO IRIS

Truchas	Tamaño de partícula (mm)	Peso corporal (g)	COMPOSICION CENTESIMAL										
			Proteína bruta (% mín.)	Extracto etéreo (% mín.)	ELN (% máx.)	Fibra cruda (% máx.)	Humedad (% máx.)	Miner. totales (% máx.)	Fósforo Total (% máx.)	Fósforo Disp. (% máx.)	Calcio (% máx.)	Met + Cis (% mín.)	Energía Metabol. (kcal/kg)
Iniciador 5015 P 0.5	0.4 – 0.6	< 0.6	50.0	15.0	12.5	2.0	10.0	10.5	1.5	1.3	3.0	1.9	3520
Iniciador 5015 P 1.0	0.6 – 1.2	0.6 – 3.0	50.0	15.0	12.5	2.0	10.0	10.5	1.5	1.3	3.0	1.9	3520
Crianza 4716 1.5	1.2 – 2.0	3.0 – 15	47.0	16.0	14.5	2.0	10.0	10.5	1.5	1.3	2.5	1.7	3550
Crianza 4716 2.5	2.0 – 3.0	15 – 40	47.0	16.0	14.5	2.0	10.0	10.5	1.5	1.3	2.5	1.7	3550
Crianza 4716 3.5	3.5	40 – 120	47.0	16.0	14.5	2.0	10.0	10.5	1.5	1.3	2.5	1.7	3550
Desarrollo 4418 4.5	4.5	120 – 250	44.0	18.0	13.5	2.5	10.0	12.0	1.5	1.3	2.5	1.6	3560
Desarrollo 4418 6.0	6.0	250 – 800	44.0	18.0	13.5	2.5	10.0	12.0	1.5	1.3	2.5	1.6	3560
Terminación 4221 8.0	8.0	800 – 1500	42.0	21.0	12.5	2.5	10.0	12.0	1.5	1.3	2.5	1.6	3680

Clasificación y conteo de peces

Durante el proceso de engorde los peces no se contarán o clasificarán, este es un procedimiento que se realizará en la hatchery, asegurando la el ingreso controlado del número de peces en las jaulas de engorde y una dispersión de tallas mínima. De este modo, durante los 18 meses de engorde se trabajara “todo entra - todo sale” en cada jaulas, cosechando peces en un rango de 3 a 5 kg de peso corporal.

Extracción y eliminación de la mortalidad: La mortalidad será extraída diariamente de las jaulas de cultivo por medio de un sistema “lift up”, contabilizada y registrada en una planilla específica de la unidad de cría. La mortalidad se depositará en un digestor específicamente diseñado para tratar la mortalidad y situado en el pontón de servicios. El material biológico será estabilizado mediante el uso de ácidos y almacenado hasta su traslado a una planta de fabricación de harina y aceite de pescado.

Manejo de los lotes en producción

A continuación se mencionan algunas de los indicadores de eficiencia productiva que se utilizarán para realizar el seguimiento y planificación productiva de los lotes de peces bajo cultivo:

- Tasa de crecimiento específico (SGR):

$$SGR = [(\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) / \text{días}] \cdot 100$$

- Coeficiente de crecimiento por unidad térmica:

$$CCUT (g \text{ } ^\circ\text{C día}^{-1}) = [\text{peso final } 1/3 (g) - \text{peso inicial } 1/3 (g)] / (T^\circ \text{ del agua} \times \text{días})$$

- Estimación del peso final de los peces (PF estimado):

$$PF \text{ estimado (g)} = \{ [CCUT (g \text{ } ^\circ\text{C día}^{-1}) \cdot (T^\circ \text{ del agua} \times \text{días})] + \text{peso inicial } 1/3 (g) \} 3$$



- Factor de condición corporal de "Fulton" (K):

$$K (\text{Fulton}) = [\text{peso individual}/(\text{longitud total})^3] \cdot 100$$

- Coeficiente de variación de la población de peces (CV):

$$CV (\%) = \text{Desviación estándar}/\text{media} \cdot 100$$

- Factor de conversión alimentaria (FCA):

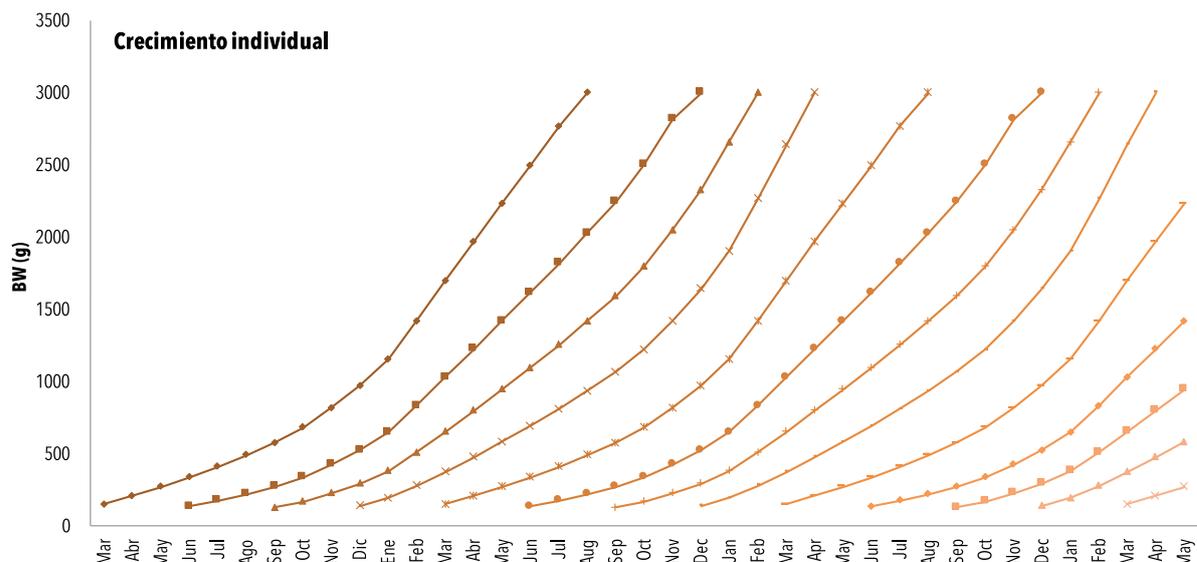
$$FCA = (\text{alimento entregado})/(\text{ganancia de peso vivo})$$

Se utilizan estas herramientas de seguimiento y planificación no sólo para asegurar el mayor crecimiento posible de los lotes de peces bajo cultivo, sino también para obtener la mejor eficiencia alimentaria de los peces (FCA). El FCA, corresponde a un índice que muestra cuán eficientemente el alimento que se entrega a los peces es convertido en carne. Si bien varios factores pueden afectar el desempeño alimentario de los peces, la ración diaria de alimento a suministrar a cada lote de cultivo suele ser la variable que más influencia el FCA que obtienen los centros de cría. Por tanto, un adecuado cálculo de dicha ración se vuelve un aspecto fundamental para asegurar una adecuada conversión biológica y económica.

La ración diaria de alimento puede calcularse por modelos basados en la temperatura del agua y el tamaño de los peces. Dado que estos dos parámetros son indispensables para realizar una adecuada estimación de la ración diaria a suministrar a cada lote de peces, la temperatura media diaria del agua será registrada diariamente, mientras que el peso medio de los peces es registrado cada dos semanas, pudiendo de esta manera recalcularse quincenalmente la ración a suministrar. Teniendo en cuenta la temperatura del agua y el peso corporal de los peces, es posible determinar la ración diaria de alimento a suministrar a cada lote de peces en producción.

Plan productivo para el engorde de trucha en IMTA

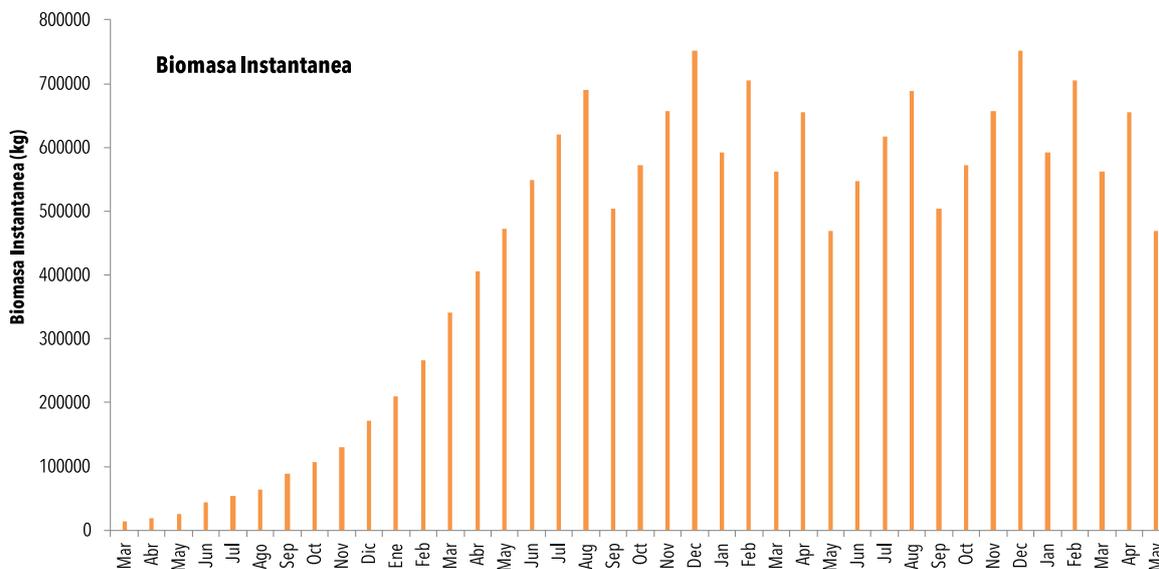
A continuación se muestra el resumen de resultados de una simulación del proceso de engorde de trucha durante los primeros tres años desde la siembra de las jaulas con peces de 100g de peso corporal y cosechando los peces con un peso de 3 kg.



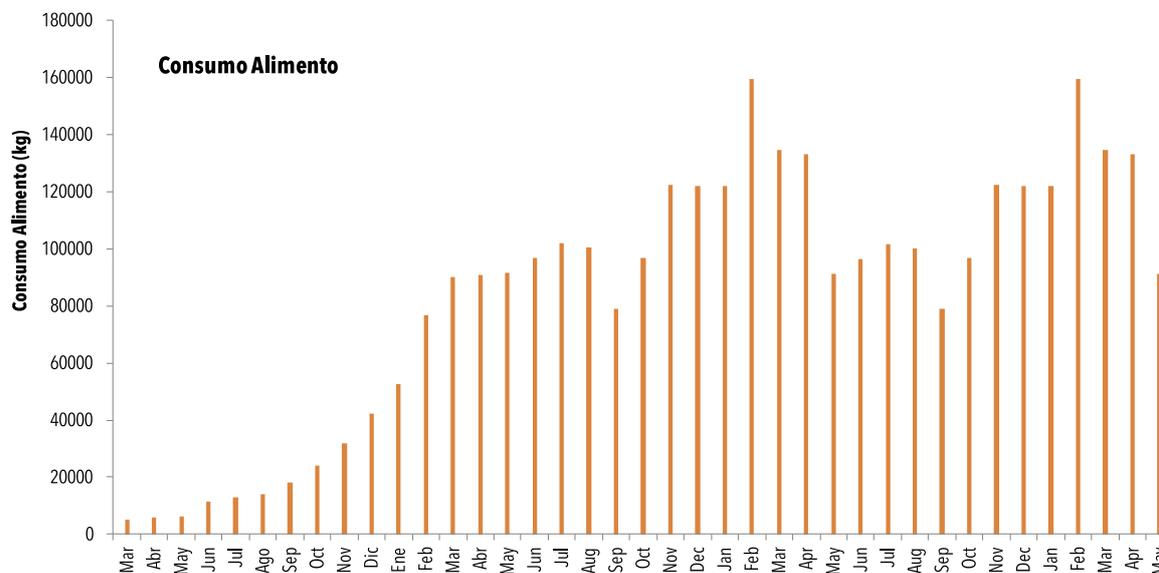
Simulación del crecimiento individual de las truchas durante la fase de engorde en el mar.



Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación Productiva
Fondo Argentino Sectorial



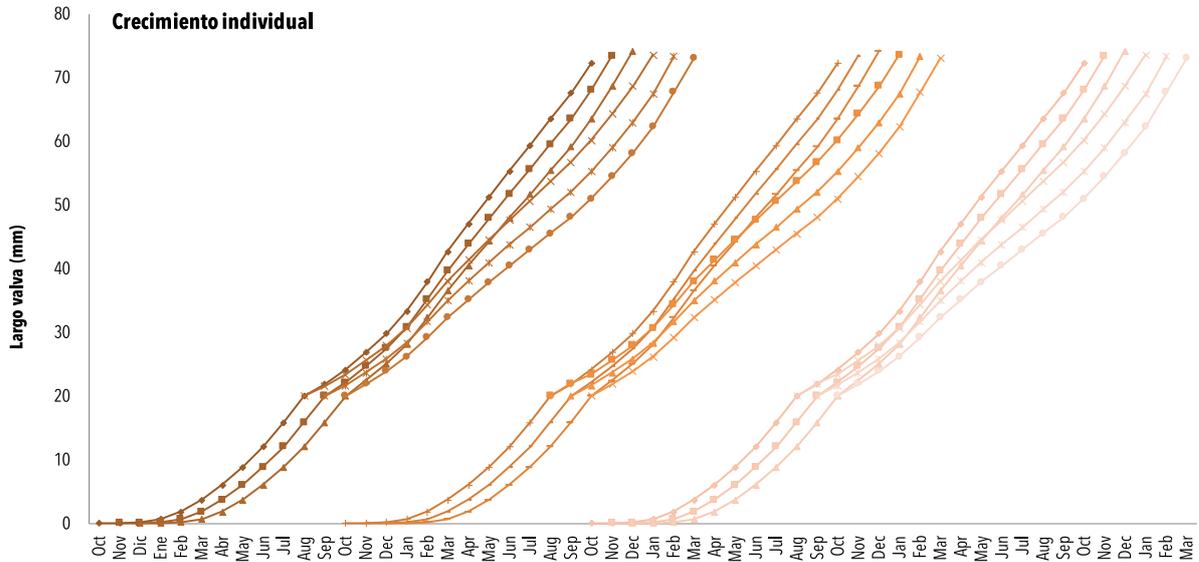
Simulación de la biomasa instantánea en el tren de jaulas durante la fase de engorde en el mar.



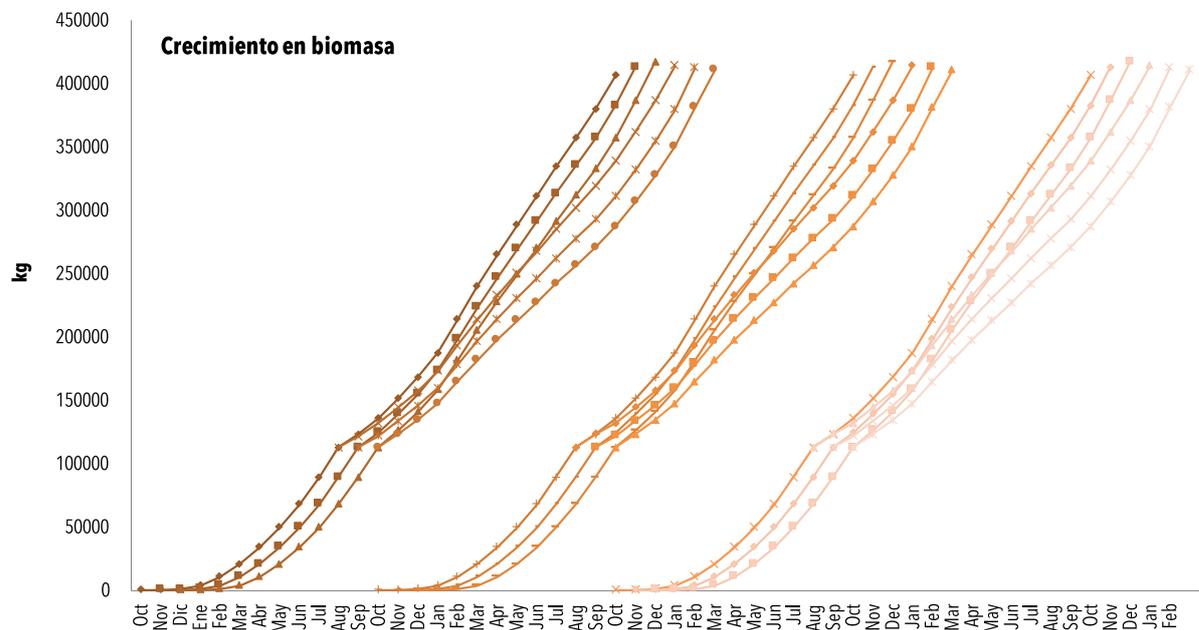
Simulación del consumo de alimento de las truchas durante la fase de engorde en el mar.

Deberán además, considerarse el uno de microdietas en los meses de verano y apoyarse con fotoperiodo en los meses de invierno para lograr el mejor rendimiento de engorde

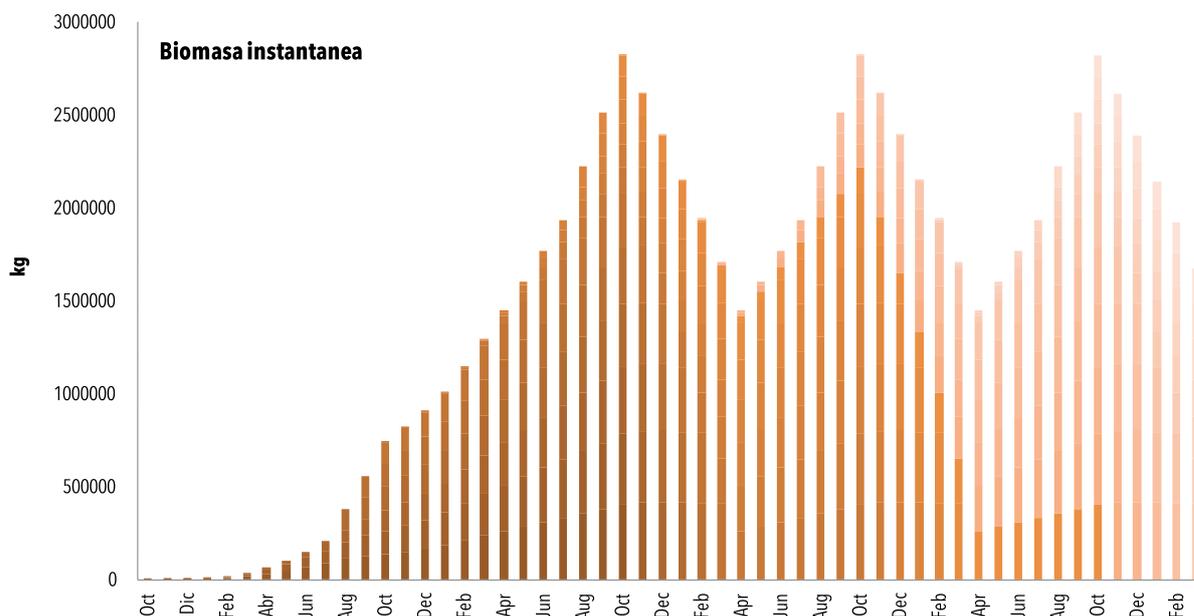
Mejillón azul



Simulación del crecimiento individual de los mejillones, incluyendo ambas fases de producción, desde la colección de la semilla hasta el engorde y cosecha del mejillón con talla comercial. La simulación se plantea bajo un sistema de cosechas de seis meses al año, durante las estaciones del año en que el mejillón posee el mayor rendimiento de pulpa.



Simulación del crecimiento en biomasa en las cuerdas colectoras y de engorde del mejillón en el mar.



Simulación de la biomasa instantánea de las cuerdas colectoras y de engorde del mejillón en el mar.

Algas pardas

Procedimiento de inducción a la esporulación

Para inducir a la esporulación se requiere disponer de material biológico reproductivo maduro. El material reproductivo se recolecta mediante buceo e inmediatamente se debe almacenar bajo condiciones de humedad, oscuridad y de baja temperatura ($< 10^{\circ}\text{C}$). El contenedor puede ser una caja de poliestireno provisto de bolsas de congelamiento (gel-pack) o bien un contenedor térmico tipo cooler. El transporte al laboratorio debe ser lo más rápido posible evitando la exposición del alga al aire y al sol.

Las frondas reproductivas son fácilmente distinguibles, ya que, sobre la superficie de la hoja aparecen sectores de mayor pigmentación las cuales representan las zonas de concentración de esporas. Estos sectores de concentración de esporas se denominan "soros".

Una vez que arriban las algas a laboratorio se debe proceder a la selección cualitativa de las frondas con mejor aspecto reproductivo. Se separan aquellos trozos adecuados y se lavan copiosamente con chorros de agua dulce para eliminar los epifitos adheridos sobre su superficie. Los epifitos son normalmente diatomeas bentónicas, protozoos, copépodos, etc. Posteriormente los trozos de frondas lavados se enjuagan dos o tres veces con agua de mar estéril filtrada a $0,45\ \mu\text{m}$. Finalmente se secan y se dejan sobre un trozo de papel absorbente por un tiempo de 12 horas en oscuridad. Transcurrido este periodo los trozos de frondas se cortan con un bisturí o tijera en pequeños fragmentos de 2 por 2 cm y se depositan en una cubeta que contiene agua de mar estéril y enriquecida con medio nutritivo (Solución Provasoli).

El medio Provasoli es un medio nutritivo cuya función es aportar los elementos macro y micro-nutricionales que permitirán el desarrollo y crecimiento de los estados tempranos y posteriores del alga. A continuación se muestra un listado de los componentes de este medio de cultivo:



Composición de la solución stock para preparar Medio Provasoli Gram
os para 1 litro

Solución A *	
NaNO ₃	2,33
Glicerol Fosfato Na x 5H ₂ O	0,33
Solución B *	
H ₃ BO ₃	0,19
FeCl ₃ x 6 H ₂ O	0,006
MnSO ₄ x 4 H ₂ O	0,0273
ZnSO ₄ x 7 H ₂ O	0,0036
CoSO ₄ x 7 H ₂ O	0,0008
Titriplex III	0,16
Solución C *	
Titriplex III	0,1
(NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ x 6 H ₂ O	0,122
Solución D *	
Vitamina B 12	0,00006
Tiamina	0,0033
Biotina	0,00033
TRIS Buffer	3,33
pH 7,8-8,5	

*Preparar cada solución en 500 mL con agua destilada o bidestilada tibia y agitando. La solución stock se prepara con agua destilada o bi-destilada tibia y agitando. El pH se regula a 7,8-8,5 con Ácido Clorhídrico 5N. Para preparar el medio de cultivo se adiciona la solución stock a una razón de 10-20 ml por cada litro de agua de mar. El medio se debe esterilizar en autoclave a 120 Lib y 121°C por 15 minutos y luego se debe almacenar en oscuridad y en frío.

Liberación de esporas

La liberación de esporas ocurrirá después de la re-hidratación de las frondas y se evidencia por la aparición de coloración en el agua, de color amarillo-verdoso, alrededor de los fragmentos de frondas. La liberación de esporas se puede comprobar mediante la observación de muestras del agua en el microscopio. Las esporas (zoosporas) poseen flagelos los cuales le otorgan a la célula una capacidad de movimiento que se extiende por 24 a 48 horas.

Una vez que ha ocurrido una suficiente liberación de zoosporas se procede a retirar los fragmentos de frondas desde el recipiente conservando solamente las zoosporas. La suspensión de zoosporas colectadas se vierte en volúmenes conocidos en bolsas plásticas



estériles. El Pre-cultivo inicial se puede realizar mediante dos modalidades a) Pre-cultivo en cuerdas o b) Pre-cultivo en suspensión.

Pre-cultivo en cuerdas

En esta modalidad se utiliza cabo de material sintético (PE o PP) de 3 mm de diámetro como sustrato de fijación. El cabo se enrolla ordenadamente sobre un bastidor construido con tubería de PVC. El bastidor se sumerge en un recipiente (cubeta) que contiene agua de mar fresca, estéril y enriquecida con medio nutritivo. Posteriormente se vierte la suspensión acuosa de zoosporas sobre la superficie del bastidor y el sistema se deja en reposo sin realizar mayor manejo por un periodo de 10 días, con fotoperiodo de 16:8 (luz: oscuridad), temperatura de 17°C e iluminación de 1800- 2000 lux. Al cabo de este periodo las zoosporas deberían haber evolucionado a gametofitos microscópicos (masculinos y femeninos) los cuales por fecundación han dado origen a esporofitos que se adherirán sobre las cuerdas. Después de este lapso, se realiza la renovación de agua de mar fresca, estéril y enriquecida con una frecuencia cada 7 días.

Pre-cultivo en suspensión

En esta modalidad las zoosporas colectadas se mantienen en las bolsas plásticas quedando inmóviles por un periodo de 7 a 10 días a la espera que germinen y los gametofitos se fijen a las paredes de la bolsa plástica. Durante esta fase las condiciones ambientales que deben brindarse son: Fotoperiodo: 16 horas luz y 8 horas oscuridad; Temperatura: 15 °C- 17°C; Iluminación: 2000 lux; 40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Transcurridos los primeros 10 días, se vacía el agua de cada bolsa y luego se desprenden los gametofitos recién germinados, que se han fijado a la pared de la bolsa, realizando movimientos suaves, que permitan su desprendimiento pero, al mismo tiempo que no los dañe. Los gametofitos durante esta fase inicial deberían haberse desarrollado y diferenciado en gametofitos masculinos y femeninos.

Los gametofitos recolectados se transfieren mediante pipeteo a otra bolsa nueva conteniendo agua de mar fresca, estéril y enriquecida con medio nutritivo. En esta etapa se podrían efectuar cruzamiento dirigidos de gametofitos de diferente procedencia. El sistema se mantiene realizando renovación de agua y nutrientes cada 7 días hasta que se compruebe la presencia de esporofitos tempranos de aproximadamente 300 micras de longitud. Una vez asegurada la presencia de esporofitos por observación microscópica, el cultivo se transfiere a matraces o botellas de 2 litros dotadas de agitación constante mediante inyección de aire.

El cultivo de esporofitos en suspensión se maneja realizando renovación de agua y nutrientes cada 7 días y manteniendo las condiciones ambientales (Fotoperiodo: 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad; Temperatura: 15-17 °C; Iluminación: 1800-2000 lux; 37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

De acuerdo al crecimiento que experimenten los esporofitos y del incremento en densidad que es directamente dependiente del tamaño de la planta es que el cultivo debe escalarse a volúmenes mayores de 5 a 20 litros. En esta etapa de escalamiento del cultivo se deben mantener constantes las condiciones de agitación, de temperatura, iluminación y enriquecimiento nutritivo a fin de favorecer el crecimiento de los esporofitos.

El proceso de pre-cultivo se puede escalar a volúmenes mayores en tanques de fibra de vidrio. Estos estanques son de geometría cilíndrico recto con una razón diámetro: alto de 1:4 y su volumen útil es de aproximadamente 160 litros. Durante esta fase de crecimiento los esporofitos son sensibles a las condiciones de cultivo impuestas y pueden registrarse procesos necróticos en los bordes de las frondas por efecto de intensidades no adecuadas de luz y agitación. Asimismo la densidad debe vigilarse constantemente dado que la absorción de



nutrientes ocurre a una tasa bastante rápida por lo cual el agotamiento de nutrientes puede afectar el crecimiento.

Posteriormente las plántulas obtenidas en laboratorio pueden ser encordados individualmente a trozos de cuerdas, los cuales a su vez se amarran en otros cabos de mayor diámetro y se trasladan al mar, para ser instalados en líneas madre de sistema de cultivo, tipo long-line, donde continuarán su proceso de crecimiento en ambiente marino.

Una vez que las plántulas alcancen un tamaño de 2 cm promedio salen a un sistema de flujo continuo y se mantienen en estanques de 500 L, con un recambio diario de agua de mar pre-filtrada (hasta 1 μm). Después de dos a tres semanas en estas condiciones de cultivo, las plántulas alcanzan un tamaño de 10 cm de largo facilitando su manejo durante el encorde. A continuación, se encordan y se instalan en líneas de cultivo en el mar para su desarrollo y crecimiento en el mar. Después de 6 meses en el mar los esporofitos alcanzan tamaños que superan los seis metros de longitud. Cada esporofito es sembrado cada 30-35 cm sobre las cuerdas de engorde. Utilizando esta densidad de siembra se podrán obtener una producción anual de biomasa de 40 kg por metro de cuerda. Teniendo en cuenta que las cuerdas de 5 metros de profundidad se distanciarán 4 metros unas de otras, la producción anual del sistema de cultivo planteado producirá 125.000 kg/ha.año, es decir 1000 toneladas/año en ocho hectáreas de cultivo.



C - PLANTA DE PROCESOS DE PRODUCTO:

Sitio

Idealmente la planta frigorífica tendría que instalarse en un sitio con acceso a costa de manera que se facilite la logística de las cosechas de peces y mejillones. La nave frigorífica debería tener una superficie de 1500 m² mínimo. A lo cual se deberá sumar un área carga y descarga, de posicionamiento transitorio de contenedores refrigerados y de maniobras. Asimismo se necesitará contar con una superficie para instalar el sistema de tratamiento de aguas de la planta. Para ello se requerirá un predio de 5000 m² aproximadamente.

Infraestructura

La planta frigorífica deberá tener un área de recepción, un área de proceso en zona sucia, un área de proceso en zona limpia, una zona de congelado y almacenamiento en cámara de fresco y congelado y una zona de palletización y despacho de la mercadería. Asimismo, la planta contará con un sector de oficinas, vestuarios, comedor, y de almacenamiento de insumos y envases.

Para la instalación de la planta se requerirá la construcción de una nave industrial con las siguientes características:

Trabajos preliminares: obrador, baños químicos, vestuarios. El comitente deberá proveer en obra agua potable para la higiene del personal que realizará la construcción.

Equipos: Se contempla en este presupuesto Equipos de izaje, compuesto por grúas para montaje de estructuras, tijeras y todos los quipos necesarios para la construcción de la nave.

Fundaciones: Se realizarán bases de H^º a^º según estudio de suelos enviado por el comitente, para la cotización se consideran a -2,00, el mismo estará sujeto a cambio según calculo estructural.

Vigas de encadenado: Se realizarán vigas de H^º a^º las mismas serán aptas para apoyo de la mampostería.

Estructura: calculado y dimensionado según normas de implantación, por ingeniero matriculado. El edificio de la nave industrial debe tener una superficie en planta de 30 m de frente por 50 m de fondo, H: 5 m libres. La misma será realizada a dos aguas en columnas y vigas de Alma Llena construidos en chapa F-24, los pórticos estarán separados entre sí 6 m aproximadamente. Debe constar de 9 vigas y 24 columnas. Cruces: para arriostrar la estructura se colocarán cruces de cubierta y laterales con sus correspondientes elementos comprimidos (puntales). Incluye insertos metálicos. Pintura, una mano de convertidor de óxido más 2 manos de color a definir.

Cubierta: en ondulada Cincalum N^º 25. Sujetas con correas en perfil Z galvanizada y fijadas con tornillos autoperforantes. Canaletas, Cumbreras y zinguerías de terminación en chapa Cincalum N^º 22.

Aislación térmica: en lana de vidrio con hoja de aluminio de 50 mm de espesor. La misma será ubicada en la cubierta, con malla metálica de 15 x 15 cm.

Cerramiento perimetral: de chapa T-101 prepintada calibre N^º 25. Incluye correas metálicas y todos los elementos de sujeción. Zinguerías realizadas en chapa lisa calibre N^º 25. La misma se realizará a partir de los 3 m de altura en los 4 laterales.



Cerramiento mampostería: será realizada en bloques de Hormigón de 19 x 19 x 39 hasta los 3 m de altura. Incluye refuerzos horizontales y verticales. Viga de encadenado superior realizado en bloque U. 4 laterales.

Piso Industrial: se realizará en hormigón H-30, incluye, polietileno de 100 micrones, con malla en el tercio superior Q188 y terminación ferro cementada.

Oficinas: Fundaciones, mamposterías y aislaciones, revoques interiores, cielorrasos, contrapiso y carpetas.

Equipamiento

La planta contará con una cámara de fresco de recepción de mercadería de 8 x 10 m. Una segunda cámara de fresco de 9 x 6 m de despacho de producto y una cámara de congelado de 12 x 9 m.

Asimismo se contará con un túnel de congelado con cinta transportadora con una capacidad de proceso de 800 kg/h.

Para el procesamiento de la trucha se requerirán una línea de acero inoxidable para la recepción, eviscerado y lavado del pescado instalado en la zona sucia de la planta. En la zona limpia se contará con una línea de acero inoxidable para el fileteado y recortado del pescado.

A su vez, en la zona limpia se instalará una sala de salado y ahumado en donde se instalará un horno de ahumado con una capacidad de proceso de 500 kg/día. En esta misma zona se contará con una mesada de feteado, pesaje y envasado al vacío de los filets de trucha ahumada.

Para el procesamiento del mejillón se contará con el equipamiento suficiente para procesar 25 t/día de pulpa de mejillón congelado en tres calibres.

Manejo operativo en la planta de expedición y proceso

Manejo de la trucha desde la IMTA a planta de expedición y proceso

Se realizará la captura de los peces de las jaulas de engorde y se dispondrán en bins que contengan agua y hielo. Los mismos se trasladarán hasta la costa, se descargarán de las embarcaciones y serán cargados en camiones habilitados por SENASA. Un inspector de la Dirección de Pesca Provincial verificará la descarga de las embarcaciones y la carga en camiones. El inspector completará una guía de tránsito, destinada a garantizar la trazabilidad del producto, donde se detallará fecha, el número de bins descargados y la cantidad de kilos estimados, así como los datos del productor, el transportista y del vehículo y el destino de la mercadería. La guía será firmada por el productor, el inspector y el chofer del camión. El inspector precintará el camión y anotará el número de precinto en la guía de tránsito. El camión trasladará la mercadería hasta planta habilitada. Al producirse el arribo de la mercadería el responsable del autocontrol sanitario de la planta procederá a romper el precinto, verificará el número del mismo y la carga, firmará la guía de tránsito certificando el arribo de la mercadería detallada. Se procederá a ingresar la mercadería a planta.

Manejo de la trucha durante el proceso en planta

A continuación se detallan cada una de las etapas necesarias para el proceso de la trucha proveniente de la IMTA.

Primer lavado

Una vez ingresada la cosecha en bins con agua y hielo, la siguiente etapa será el lavado de la materia prima con el fin de eliminar rastros de sangre y disminuir la carga bacteriana superficial que pudiera traer la trucha en la piel. Los microorganismos que generan descomposición



proceden principalmente de las superficies del pescado y de sus intestinos. La experiencia ha demostrado que un lavado eficaz puede eliminar una gran parte de esos microorganismos.

El lavado se realizará en contenedores plásticos, utilizando agua potable fría para evitar el calentamiento del producto. En esta etapa o en la recepción, se realizará el pesado de la mercadería ingresada a la planta.

Descabezado y eviscerado

Esta etapa se realizará de forma manual. La remoción de cabeza y vísceras ayuda a la conservación del producto, pues es aquí donde se encuentra la mayor parte de las bacterias y enzimas que aceleran la descomposición del mismo. Se debe realizar una limpieza regular de los cuchillos y superficies de contacto para no favorecer la contaminación cruzada. El área donde se realiza el descabezado y eviscerado se llevará a cabo en el Área Sucia de la planta la cual estará separada físicamente del resto del proceso. Estos desechos sólidos serán almacenados a baja temperatura para luego ser enviados a una planta de proceso de harina de pescado.

Segundo lavado

Debido a que las vísceras poseen una importante cantidad de microorganismos, todo el pescado deberá ser lavado minuciosamente no solo antes de elaborarlo, sino inmediatamente después de operaciones de eviscerado. Durante la limpieza, eviscerado o recortado, cada trucha debe lavarse en chorro o rociado de agua en cantidad y a presión suficiente y aplicada de manera que quede perfectamente limpia.

Despinado

Dependiendo el producto que se obtenga será o no necesario el despinado. Posteriormente y de manera manual, se retirará el esqueleto, cortando con un cuchillo al ras por cada uno de los lados del esqueleto del pescado. A partir de este punto, el área de procesamiento primario deberá estar provista con un sistema para el control de la temperatura ambiente, para evitar el calentamiento del producto y la consiguiente proliferación de bacterias.

Fileteado

El fileteado consiste en retirar las aletas tanto de la cola, como las del pecho y dorso. Esta etapa puede realizarse opcionalmente al despielado, esto dependerá de la presentación final que tenga el producto, siendo en la mayoría de los casos, debido a las características del producto, así como a las preferencias del consumidor con piel por lo que el despielado es un proceso que no se prevé realizar excepto durante el proceso de productos de la trucha ahumados.

Selección

Una vez fileteados, estos son seleccionados por tamaño, con el fin de homogeneizar las partidas que posteriormente se empacarán o continuaran su proceso de ahumado.

Congelado

El congelado puede realizarse por varios métodos, pero entre más rápido sea éste, se conservará mejor el producto y se causará menor daño en la textura del filete. Aquí los filetes deberán ser acomodados en láminas o mallas plásticas o cualquier otro material inerte y fácil de limpiar, para entrar de manera manual a la cinta del túnel del sistema continuo de congelación. Es posible colocar una capa de producto encima de la otra, siempre y cuando los filetes no estén en contacto directo unos con otros, para evitar que queden pegados una vez congelados.



Embalaje

Dependiendo si se trata de un producto fresco o congelado el embalaje será distinto. En el caso de productos frescos, estos se dispondrán en láminas separadoras individuales por pieza y se colocarán en cajas de telgopor de 15 o 30 kg de peso neto. En el caso de productos congelados, los mismos se interfoliarán y se dispondrán en cajas de cartón parafinado con un contenido de neto de mercadería de 15 a 30 kg. Las cajas serán cerradas y colocadas en tarimas antes de ser llevadas a la cámara de conservación. Aquí se debe cuidar especialmente el acomodo para que se permita el flujo de aire frío durante su permanencia en la cámara de conservación.

Almacenamiento

Las cámaras de almacenamiento, tanto de refrigeración, como congelación contarán con un termómetro que sea capaz de medir adecuadamente la temperatura. Los termómetros estarán colocados de manera que permitan su lectura con facilidad y que no estén expuestos ni a calor excesivo de fuera de la cámara ni a áreas de acumulación de hielo. La temperatura recomendada en las cámaras de congelación es de -18oC o menos, mientras que las cámaras de refrigeración deberán mantener una temperatura entre -0 a 5oC. El producto permanecerá bajo estas condiciones, hasta que se realice el embarque y transporte fuera de la planta procesadora.

Todos los productos se almacenarán sobre tarimas, en ningún caso directamente sobre el piso. La estantería que se utilice en los cuartos conservadores, deberá ser de material liso, inoxidable y su diseño permitirá el fácil lavado y desinfección.

Manejo de mejillones desde la IMTA a planta de expedición y proceso

La cosecha se realizará recuperando las cuerdas de cultivo de las líneas de engorde. Las mismas se desatarán o se cortarán de la línea madre y se colocarán sobre la cubierta de las embarcaciones, una vez sobre la cubierta se separarán los mejillones de las cuerdas, se calibrarán y se dispondrán en bins con tapa.

El traslado de los bins de mejillones a la planta se realizará utilizando el mismo procedimiento descrito para la trucha. Arribada la mercadería a planta se enviará una muestra a laboratorio habilitado para determinación de Toxina Paralizante de Moluscos. Se aguardará la llegada del resultado del análisis de Toxina Paralizante de Moluscos, en el caso de que el resultado sea negativo o inferior a 80 µg de toxina o 400 Unidades Ratón de Toxina para 100 g de carne y agua intervalvar se continuará el proceso. Se procederá al lavado, descarte y clasificación de la mercadería. La misma podrá ser acondicionada para la comercialización en vivo o para transformación. Se asentarán los registros de todas estas operaciones, incluyendo los resultados de laboratorio y se mantendrá en archivo la documentación mencionada.

Para la comercialización en vivo el producto se envasará de acuerdo a exigencias de mercado, utilizando para ello envases-rótulos aprobados. La mercadería viva será mantenida en cámara de frío positivo (4 a 7 °C) hasta su proceso o salida de planta.

ESTUDIOS PRELIMINARES - PLANTA DE PROCESOS:

Los siguientes datos son guías para el desarrollo del proyecto que no aseguran un resultado pero que aproximan en términos de cálculos teóricos.

Manejo postcosecha de algas

Una vez cosechadas, las algas serán trasladadas a la costa y extendidas en un predio destinado a tal fin, las mismas se secarán y serán picadas para luego ser comercializadas. Para



la producción del "alga picada seca", existe una secuencia de pasos, los cuales se mencionan brevemente a continuación:

1. Cosecha de algas.
2. Secado
3. Picado
4. Ensacado
5. Acopio
6. Transporte a destino comercial

Equipamiento - Ampliación

Para el procesamiento del mejillón se contará con el equipamiento suficiente para procesar 25 TM/día de pulpa de mejillón congelado en tres calibres:

- 1 Volteador de bins
- 1 Transportador z con tolva inicio proceso
- 1 Lavador desgranador desgranador
- 1 Transportador de traspaso producto
- 2 Repartidores mecánicos de producto
- 2 Desbisadores
- 1 Transportador z de alimentación tolva
- 1 Tolva de alimentación cocedor
- 1 Cocedor carne semi automático
- 1 Tolva con transportador en z de recepción del carro cocedor
- 1 Desconchador separador de carne y concha
- 1 Transportador retirada de conchas
- 1 Transportador de repaso de conchas
- 1 Separador de flujo laminar
- 1 Lavadora de vianda con banda filtro y tramo de revisado
- 1 Fabricación de depósito con transportador lavadora de vianda.
- 1 Vibrador de reparto entrada túnel carne
- 1 Transportador Z alimentación calibrador mejillón congelado
- 1 Equipo clasificador de 3 tamaños para mejillón en carne
- 2 Transportador alimentación glaseadoras
- 3 Transportador con sistema de glaseo
- 3 Sistema de pesaje
- 1 Transportador helicoides de conchas a triturador
- 1 Tolva de conchillas en acero al carbono
- 1 Triturador de conchillas



Manejo de procesos y sistema de calidad en la planta frigorífica

Todos los procesos se llevarán a cabo respetando las normativas requeridas por el Código Alimentario Argentino, como también los requisitos provinciales y ordenanzas municipales relacionados con la industria alimenticia y específicamente de la actividad "Ahumado". A su vez se cumplirá con un protocolo de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Procedimientos Estándar de Operación Sanitaria (POES) y un sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos (HACCP), priorizando la inocuidad de los alimentos producidos, la seguridad de los trabajadores y la sustentabilidad ambiental.

A continuación se presentan los registros que se llevarán a cabo para la implementación del Sistema de Calidad una vez que se dé inicio a la actividad:

- Manuales de proceso
- Manuales de limpieza y desinfección
- Manual de POES
- Manual del Plan HACCP
- Registros de Buenas Prácticas de Manufactura
- Registro de capacitación del personal
- Registro de análisis de salud del personal
- Registro de verificación de cloro en el agua utilizada
- Registro de la higiene de personal
- Registro de los parámetros de proceso, como adición de ingredientes, tiempos de mezclado, control de temperaturas, etc
- Registros de producción de cada lote en donde se especifiquen los detalles de elaboración
- Registros de los puntos críticos de control y acciones correctivas especificados en el Plan HACCP
- Registros de embarque
- Registro de mantenimiento de equipos e instalaciones
- Control de plagas y plano indicando localización de trampas para roedores
- Análisis de laboratorio para agua y producto terminado, así como del hielo
- Análisis de laboratorio para comprobar las labores de limpieza y desinfección.

D - PROPUESTA CIENTÍFICA:

El proyecto deberá constar de una propuesta científica que permita estudiar el seguimiento del flujo de nutrientes entre las especies, valorar el rendimiento de los organismos acuáticos involucrados y considerar el comportamiento de las especies del fondo. La propuesta científica deberá incluir la descripción de la metodología a implementar en los siguientes compartimentos de estudio:

1. Monitoreo de la productividad y eficiencia de la granja

- Crecimiento de peces, suministro de alimento y digestibilidad de nutrientes en los alimentos.
- Balance de nutrientes en la piscicultura. Estimación de las descargas de C, N y P al agua (soluble-particulado).
- Crecimiento de moluscos bivalvos y algas, efecto sinérgico entre especies.



II. Estudio de dinámica sedimentación de materia orgánica desde las jaulas/cuerdas de cultivo

- Dinámica de sedimentación, cambios en el fondo marino. Situación inicial o línea base y cambios durante el desarrollo de los cultivos, monitoreo de la composición físico-química del sedimento.
- Estudio de corrientes, pluma de nutrientes desde la piscicultura y a través de los cultivos filtradores y fijadores de nutrientes. Otros estudios hidrográficos e hidrodinámicos en la zona de influencia de la granja. En este ítem deberá tenerse en cuenta los estudios de corrientes, energía de olas y batimetrías previos.
- Cuantificación de cambios en fauna asociada a la zona de influencia de la granja.

III. Monitoreo constante de impacto medio ambiental en fondo con propuesta de valor.

- El CAPP estará encargado de la medición de los parámetros medioambientales, tanto de la línea de base como del constante monitoreo de las variables necesarias para determinar, a lo largo del proyecto, con el objetivo de poner a punto y lograr definir y delimitar los requerimientos de un estudio de impacto medioambiental de una Granja IMTA Marina.
- Se deberá contribuir con el desarrollo y conservación de especies de alto valor o en riesgo.
- Centolla, se deberá trabajar potenciando el proyecto de repoblamiento a la vez que se trabaja sobre el monitoreo constante de las poblaciones de juveniles y adultos en las cercanías de las instalaciones marinas. Dentro de lo posible se buscará trabajar sobre la genética de dicha especie.
- Deberán ensayarse la posibilidad de desarrollo de nuevas especies autóctonas del fondo con fines comerciales.

Para la propuesta científica y un mejor seguimiento de la granja se deberá contar con un centro de monitoreo en agua (pontón), que cuente con todos los sistemas de control y medición, de forma tal que los científicos y operarios puedan permanecer en el mismo (habitando allí). Se busca que esté solucionada y garantizada la gestión ambiental de los desechos generados en dicho centro.

El tamaño de la granja y los niveles de producción deben ser lo suficientemente grandes como para asegurar el éxito económico del proyecto. Asimismo, se debe considerar la generación de valor agregado a través de tecnologías innovadoras en cada una de las especies producidas en la granja desde la crianza y engorde hasta la transformación de los productos.

El sistema en IMTA deberá protocolizar y realizar mejora continua tanto en sus etapas de diseño como de operación; mientras se colabora abiertamente con las instituciones públicas que intervienen en los procesos de control, habilitación y normativas a fin de reglar todos los pasos y procesos novedosos que lo requieran y optimizar los mismos para las futuras implementaciones de esta tecnología.

El proyecto deberá contar con una propuesta de transferencia tecnológica de los avances científicos parciales, como también de la tecnología validada a fin de que se garantice la implementación de nuevas granjas en caso de obtener resultados positivos y auspicioso del proyecto.

Se espera del CAPP que la institución pública con capacidades de I+D sea un instituto de envergadura y reconocimientos nacional y/o internacional en estudios de especies marinas, con trayectoria de administrar investigadores y RRHH altamente calificados.



*Como producto final se obtendrá un **manual de procedimiento y de buenas prácticas de manejo de la unidad, optimización del diseño de la granja y las conclusiones de impacto medio ambiental, social y económico del proyecto.** Estos dos últimos factores podrán ser desarrollados por el sector privado o consultoras externas al CAPP.*

ESTUDIOS PRELIMINARES - PROPUESTA CIENTÍFICA:

Los siguientes datos son guías para el desarrollo del proyecto que no aseguran un resultado pero que aproximan en términos de cálculos teóricos.

Deberá acoplarse el módulo de IMTA, con su cálculo de línea de base y datos de cultivo a los bancos de datos del mar y proporcionar los datos crudos que se soliciten al banco de datos.

Se espera además que el proyecto cuente con acceso a datos de otras fuentes internacionales mediante convenios de colaboración.

E- ETAPA PRODUCTIVA Y COMERCIAL:

I. Logística

Infraestructura y equipamiento de uso común propuesto:

- Embarcaciones propuestas: un catamarán, para poder operar en las jaulas con la pluma hidráulica, estibar en cubierta el rack de equipos de cosecha de los mejillones y macro algas, entre otras operaciones. Buque de operaciones: Eslora: 15 m, Cubierta: 100 m², Bodega: 80 m³, Pluma hidráulica de hasta 7 t. Velocidad: 21 kn, Alta maniobrabilidad.
- Pontón de servicios: Para ello se deberá adquirir un pontón de acero de 240 toneladas de acopio de alimento, con habitabilidad para 22 personas, incluyendo generadores (200 y 110 KVA), planta desalinizadora, planta de tratamiento, más el sistema automático de alimentación, el cual cuenta con dos líneas neumáticas de suministro y 4 silos, que incluya sistema de video, tuberías de alimentación y dispersores de alimentación.
- Muelle: Deberá también existir una plataforma de desembarque donde se realice el trasbordo de alimento y cosechas, así como un camino de acceso.
- Galpón y secadero en tierra. Se requerirá un depósito en tierra para guardar el parque de redes de las jaulas flotantes, cuerdas, accesorios y repuestos de la plataforma flotante que asiste al IMTA, equipo de cosecha de los long-lines, y un lugar seco para estibar bolsas/ big bags de alimento seco, lo cual insumiría unos 250 m² cubiertos. También se requerirá una superficie en tierra de 10.000 m², donde se dispondrá el galpón, se realizarán las maniobras de logística y se instalará el secadero de algas.
- Otros elementos de logística que se consideren necesarios según la propuesta.

ESTUDIOS PRELIMINARES -LOGÍSTICA:

Los siguientes datos son guías para el desarrollo del proyecto que no aseguran un resultado pero que aproximan en términos de cálculos teóricos.



Equipos logística para el Transporte de peces

Contenedores para transporte de peces: aislación térmica e inyección de oxígeno. Densidad de transporte 60 - 80 kg/m³. Pared doble con 40 mm de aislación térmica de poliuretano expandido a 30 kg/m³, con lo que se aseguraría no tener una variación mayor de la temperatura de 1 °C en 24 horas.

Transporte de contenedores de peces vivos desde el Hatchery hasta el puerto: se utilizará un camión semirremolque de 28 Pallets ó con tráiler y acoplado; tarea que demandará aproximadamente 2 hrs 15 min a un promedio de 47 km/hr por la Ruta Nacional N° 3 utilizando contenedores. Una vez arribado al muelle del puerto, se trasvasarán los contenedores a la cubierta del buque de operaciones, mediante pluma hidráulica y eslinga de este, tarea que demandará aproximadamente 2 hrs. Terminada la carga, el buque se trasladará al IMTA a un promedio de 15 nudos, por lo que se estima arribar en 1,5 horas. Luego de verificar la calidad de agua tanto del Canal de Beagle como la del transporte se procederá a la descarga directa de los peces en las jaulas de cultivo.

Auto-elevador de 4 toneladas: se utilizará para la carga y descarga de Contenedores de transporte de peces. Se deberá contar con uno de ellos en el Hatchery y otro en el muelle del Puerto.