

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTANQUES

Granvil D. Treece
Texas Sea Grant College Program
1716 Briarcrest, Suite 702
Bryan, Texas 77802

El diseño y la construcción adecuados de los estanques son claves para la eficiencia en los costos de construcción y funcionamiento de la granja, y en los de administración. Un buen diseño y una buena construcción facilitan el control de los impactos ambientales.

UBICACION GENERAL DE LOS ESTANQUES

Viento

El viento tiene tres efectos principales sobre el agua en los estanques:

- (i) hace circular el agua y mezcla las capas de diferente densidad que tienden a formarse en el estanque (estratificación);
- (ii) aumenta el enfriamiento por evaporación y tiende a bajar la temperatura del agua;
- (iii) genera olas que causan erosión en los muros del estanque.

El potencial de las olas para causar daño es proporcional a la velocidad del viento y a la distancia de su recorrido sobre el estanque. Mientras más largo sea el estanque más alta será la probabilidad de daño por erosión.

La dirección prevaleciente de los vientos y su velocidad varían con las estaciones, de modo que esta información debe obtenerse antes de la fase de diseño. Como regla general el viento viene de la dirección en la que está la mayor fuente de agua (océano, bahía, etc.). En estanques rectangulares los ejes más largos deben ser perpendiculares a la dirección del viento, de forma que los vientos más persistentes y fuertes soplen a lo ancho más que a lo largo del estanque, minimizando la generación de las olas y consecuentemente la erosión resultante.

La orientación sugerida generalmente resulta en que los estanques quedan alineados con su lado más largo en paralelo con la orilla de la fuente de agua. Esto a menudo coloca a los estanques en posición contraria a los linderos de las propiedades, de los caminos y de otras estructuras existentes.

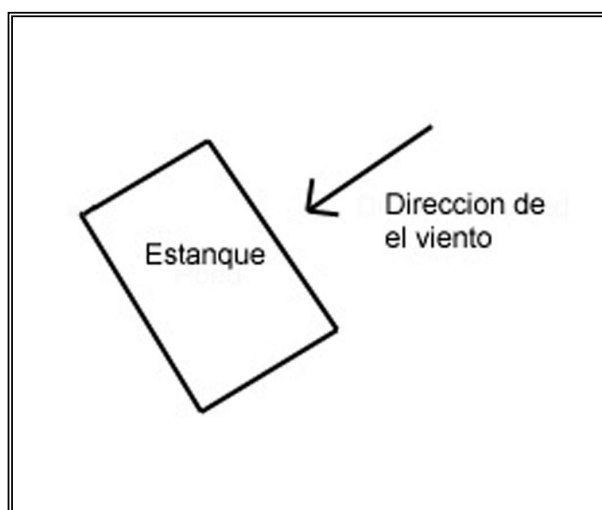


Figura 1.
Los ejes más largos deben ser perpendiculares a la dirección del viento

En estos casos algunas adecuaciones pueden hacerse en el diseño de los estanques.

El rectángulo es la forma más común de los estanques, porque esto maximiza los beneficios del recambio de agua en los cultivos semiintensivos. Los estanques circulares tienen muy buenas características para la circulación de agua, pero utilizan muy pobremente el espacio. Los estanques cuadrados minimizarían la erosión, pero rara vez son usados excepto en sistemas intensivos porque tienen problemas de circulación lo cual reduce las ventajas en el intercambio de agua.

Si hay huracanes y/o ciclones en el área, conviene seguir algunos procedimientos especiales para proteger los estanques durante la tormenta. Las precauciones incluyen drenar parcialmente los estanques antes de que la tormenta llegue para minimizar la posibilidad de desbordes y de que los diques colapsen. Esto requiere capacidad de drenaje rápido. Los diques periféricos deben ser construidos con la altura máxima alcanzada por la mayor inundación en un período de 100 años.

Lluvias

Las lluvias afectan el cultivo de camarón de diversas formas:

- (i) diluyen el agua de los estanques y bajan la salinidad;
- (ii) causan la erosión de los muros, caminos, y otras obras de tierra;
- (iii) promueven el crecimiento de plantas que previenen la erosión de los diques; y
- (iv) baja la temperatura del agua.

En los trópicos las lluvias son intensas y estacionales, lo cual trae beneficios y amenazas. Mientras que las lluvias fuertes pueden dañar los diques y caminos, en el largo periodo seco

no crece la vegetación protectora. Pero por otro lado, las lluvias monzónicas tienden a bajar la temperatura del agua durante el periodo más caliente del año, precisamente cuando se necesita que esté un poco baja.

Los caminos de la granja deberían cubrirse con piedra u otro material barato, de forma que haya acceso continuo a los estanques durante todo el año.

Consideraciones sobre la profundidad de los estanques

El clima caliente es adecuado para el cultivo de camarón a lo largo de la mayor parte del año. Las altas temperaturas y vientos suaves durante los meses secos pueden elevar las temperaturas del agua en los estanques arriba de los niveles óptimos (> 31 grados $^{\circ}\text{C}$); por consiguiente, los estanques deben ser diseñados para un promedio de profundidad de agua de 1 a 1.20 m. Los estanques más profundos proveen un reservorio termal, el cual ayudará a amortiguar las fluctuaciones de temperatura diurnas y anuales.

De igual modo, un gran volumen de agua en el estanque permitirá un reservorio con salinidad adecuada, para prevenir cambios drásticos en la salinidad por efectos de las fuertes lluvias o prolongadas sequías.

Como una protección extra contra las olas y la erosión hídrica, los diques deberían ser estabilizados compactándolos con material selecto durante la construcción y con la siembra de plantas o dejando crecer la vegetación natural re-emergente.

Según Boyd, 1999, una profundidad promedio de 80 a 100 cm es adecuada en estanques semiintensivos, pero en los intensivos es mejor un promedio de agua de 150 a 200 cm.

Consideraciones sobre la fuente de agua

El rango de marea (Figuras 2 y 3) debe ser considerado en la ubicación de los estanques. Hay mareas que exceden los cinco pies (152 cm) sobre el nivel del mar. En muchas áreas la marea llega a unos 3 pies (81 cm) o ligeramente abajo de 1m, lo que permite un buen flujo y reflujo, que los estanques artesanales aprovechan para trabajar sin bombas. Si los estanques son demasiado bajos para drenar por gravedad con marea alta, puede necesitarse bombeo para drenar los estanques. Los estanques contruidos sobre el nivel de la marea deben llenarse por bombeo, conforme es recomendado.

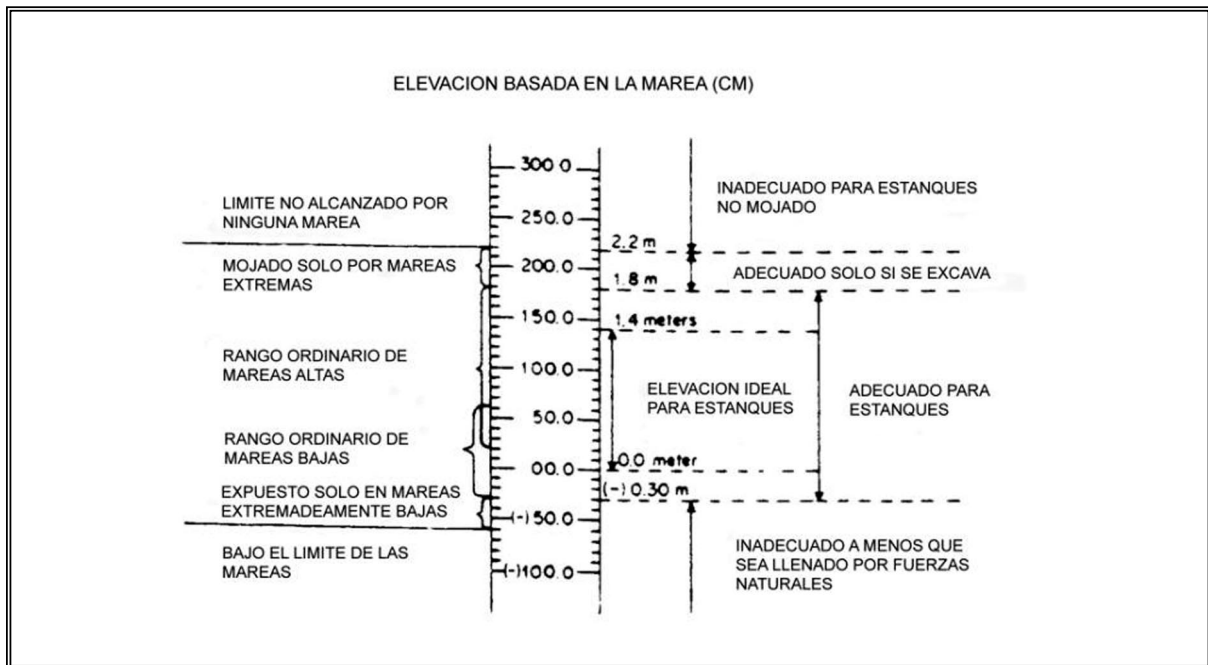


Figura 2. Propuesta de ubicación de un estanque con base en rangos de marea para las condiciones de Filipinas. Rango de marea entre 0.6 y 2.2 m FAO (1983).

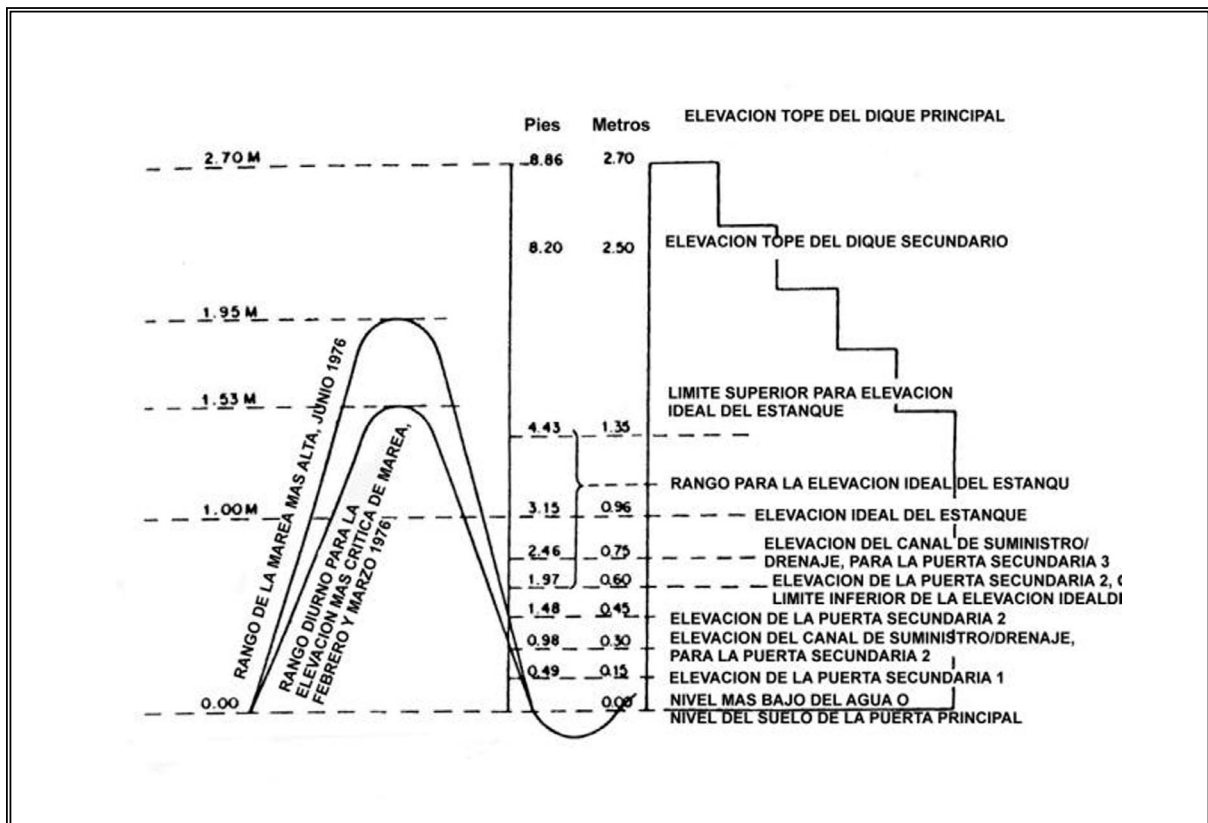


Figura 3. Relación de las curvas de marea a diferente altura de los estanques FAO(1983).

Configuración y alineación

La configuración de la granja debería asegurar el uso más costo-efectivo de la topografía. El agua es bombeada desde la fuente hacia un canal elevado de distribución que provee agua a los estanques por gravedad. Las compuertas se conectan al canal de distribución y proveen agua a los estanques. A cada lado de la entrada principal de agua a un estanque deberían haber estructuras adicionales para asegurar la apropiada circulación de agua en el estanque. Las entradas secundarias pueden ser de tubería de PVC con tubos verticales en el reservorio o en el canal de distribución, con filtros en sus entradas y codos móviles en 90 grados para que el tubo vertical pueda ser sumergido en el reservorio cuando se necesite agua. El canal de distribución es también un reservorio de sedimentación de los sólidos bombeados. Los sólidos suspendidos pueden causar problemas en la estación lluviosa cuando debido a las escorrentías dichos materiales caen a los ríos y/o mareas. Una regla rápida es si un estanque mide más de 180 m de ancho se recomienda múltiples compuertas. Las compuertas de los extremos deberían ubicarse a 10 metros o más de las esquinas del estanque.

INFRAESTRUCTURA

Accesos por tierra y agua a los estanques

La granja debería tener un camino bien construido y mantenido que la conecte con la ciudad más cercana y que le permita trasladar materiales y equipo pesado sin ningún problema. Muchas granjas también pueden tener acceso por agua y el transporte barato aquí es la clave. Los trabajadores deben ser capaces de llegar hasta los estanques para alimentar o cosechar en cualquier tiempo.

Suministro de energía a los estanques

El bombeo puede operar por electricidad suministrada por fuente externa, por electricidad a diesel generada en la granja, o por bombeo a diesel. La energía eléctrica puede ser suministrada por un generador de emergencia cuando el servicio regular falla. Se necesitará hacer arreglos con las autoridades para asegurarse de un suministro suficiente una vez que se haya completado la infraestructura. Dependiendo de la fuente y de los costos es más deseable usar los servicios privados o del gobierno y usar los generadores propios de la compañía como refuerzo y no al revés. Algunas veces es más barato para la compañía producir toda la energía que necesita. Si hubiera gas natural, las bombas pueden ser operadas a menor costo usando dicha fuente. También los aireadores pueden demandar energía, y su instalación requerirá de conexiones eléctricas apropiadas en los muros.

Equipos y servicios

La granja debería estar relativamente cerca de fuentes de materiales de construcción, equipos y contratistas. El acceso a equipo pesado no debería ser problema y el área debería

tener proveedores y contratistas de la capacidad requerida para el alcance del trabajo. Si los equipos y servicios no están disponibles, éstos tendrán que obtenerse en otro lado y algunos podrían ser importados. La obtención de materiales y equipo debe iniciarse muy tempranamente.

OTROS CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE ESTANQUES

Estrategia de Cultivo

La base de un buen manejo es una granja que se presta para una operación eficiente y que toma en cuenta las necesidades del camarón. El cultivo tradicional aplicó poco o nada de los principios de ingeniería. Las áreas naturalmente inundadas por la marea donde el camarón quedó atrapado se convirtieron en estanques con la excavación de sus fondos y la construcción de diques. Los canales que alimentaban y drenaban esas áreas recibieron simples compuertas de madera para controlar la marea. Estas mejoras no tomaban en cuenta los requerimientos del camarón y la producción artesanal fue baja. Aun cuando la tecnología avanzó y se intensificó, los principios de ingeniería no se aplican aún de forma consistente en la construcción, tomas de agua, o diseños de la logística de apoyo, de modo que incluso hoy las construcciones son demasiado pobres y la producción sufre de estas debilidades.

Lo que sabemos del *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* y otros peneidos es mucho más de lo que sabíamos al empezar el cultivo. Los efectos de las condiciones específicas del sitio sobre los costos de construcción y operación y su eficiencia son bien conocidos. Una lista de criterios de diseño se derivan de estas dos áreas de conocimiento.

La siguiente discusión considera las necesidades del camarón y las acciones de manejo de estanques que tienen conexión con su diseño y construcción.

Intensidad del cultivo en los estanques

En Latinoamérica el cultivo semiintensivo es considerado el más apropiado por el eficiente uso del espacio y por no requerir muchos insumos (como aireación). Para esta discusión tomamos una granja hipotética de estanques de 20 acres (8.1 ha), diseñada para cultivo semiintensivo, con un promedio de dos ciclos por año, un peso promedio de 18 g para *L. vannamei* y 24-28 g para *L. stylirostris*. Adicionalmente esta granja tiene un canal de recirculación que permite el re-uso del agua o que puede operar como un reservorio de sedimentación antes de la descarga de los estanques al cuerpo natural de agua.

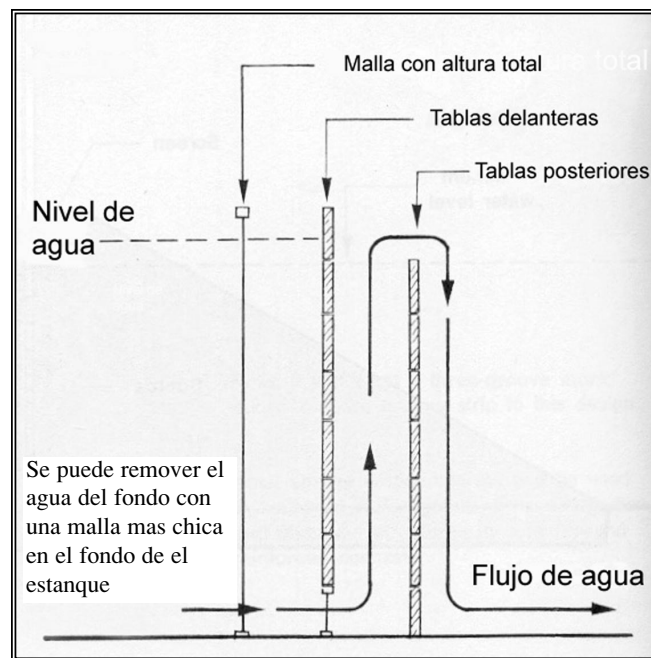
Recambio de agua en los estanques

El sistema de toma de agua del estanque se diseñará de forma que cada estanque pueda recibir un recambio mínimo diario (3-10% en estanques semiintensivos), durante las opera-

ciones de rutina. En realidad, casi no se usa agua el primer mes, y después solo es necesario un 3% de recambio para cultivos bajo el sistema semiintensivo.

El recambio más efectivo consiste en drenar primero la cantidad deseada de agua desde el fondo del estanque. Esto elimina el agua de más pobre calidad y los detritus acumulados en el fondo de los estanques. Las compuertas de salida deberían tener la capacidad de liberar agua desde el fondo, quitando tablas del fondo de la fila frontal, permitiendo que el agua del fondo salga por encima de la fila posterior de tablas (Figura 4).

Figura 4. Vista lateral de una estructura de drenaje, muestra la ubicación correcta de la malla y el uso de las tablas para controlar el nivel del drenaje.



El llenado de los estanques se realiza durante el resto del día. El sistema de bombeo debería ser diseñado a partir de un reservorio de almacenamiento o de asentamiento, con compuertas de entrada capaces de dejar fluir el agua por gravedad. Drenar los estanques por la mañana y operar las bombas para rellenar el reservorio por las tardes o durante las mareas altas es una manera eficiente de operar los estanques. La recirculación debería requerir solo 652 millones de galones por año para operar 20 estanques de 20 acres (8.1 hectáreas), basado en una estimación de 300 galones de agua por cada libra de camarón producido. Esta cantidad de agua es principalmente para rellenar los estanques y contrarrestar la evaporación.

Bajo condiciones extremas, el sistema de bombeo y la capacidad de las compuertas y de drenaje deberían permitir un recambio del 33-50% en cualquier estanque en 24 horas. Esto asegurará que aún bajo las peores condiciones de calidad de agua y de agotamiento del oxígeno haya poco riesgo de mortalidades masivas.

Drenaje de los estanques

El drenaje principal debe quedar tan lejos de la toma de agua como sea posible, su ubicación en puntos opuestos maximiza el recambio de agua.

El diseño y ordenamiento de los estanques y estructuras de salida deben tener en cuenta los procedimientos para reducir los impactos ambientales negativos de los efluentes, discutidos en la sección Manejo de Efluentes, página 274.

Estructura de los canales

Para una buena estabilidad de la pendientes y control de la erosión, los lados de las estructuras deberían tener al menos una pendiente de 1.5 a 1 (horizontal a vertical) en dependencia de lo que sugiera el ingeniero constructor familiarizado con los suelos. Por ejemplo, los suelos terrosos aluviales sostendrán diques con pendientes más empinadas que 2.5 a 1 o más altas. Una pendiente menor puede ser deseable pero este tipo de pendiente toma más espacio y cuesta más. Mientras más inclinada sea la pendiente se requiere más contenido de arcilla; por consiguiente, pendientes de 2 a 1, y de 1.5 a 1 o aún 1 a 1 son posibles donde el contenido de arcilla es suficientemente alto. La pendiente de un canal de distribución típico debería ser de 2.5 a 1 en sus diques.

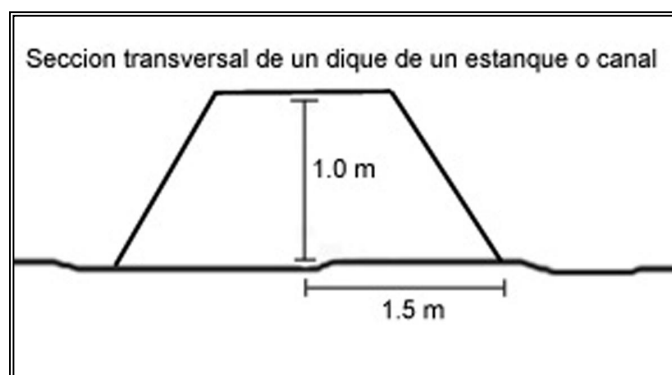


Figura 5. Corte de un borde de estanque o canal, con razones de pendiente de 1.5:1 en los lados del borde.

Los caminos de la granja

Los caminos de acceso facilitan la distribución del alimento y labores tan importantes como el transporte de la cosecha de forma rápida. Los caminos deberían tener 4.5m de ancho en la corona, una elevación igual o mayor que la de los diques de los estanques, y los lados una pendiente mínima de 2:1. El camino interno principal debería soportar equipo pesado y camiones con producto (alimento entrando y camarón saliendo) durante todo el año. La estación lluviosa es usualmente el periodo más difícil para los caminos y es también cuando éstos y los bordes sufren más daños. Si en la granja hay suelos aluviales, las vías necesitarán de recubrimiento frecuente.

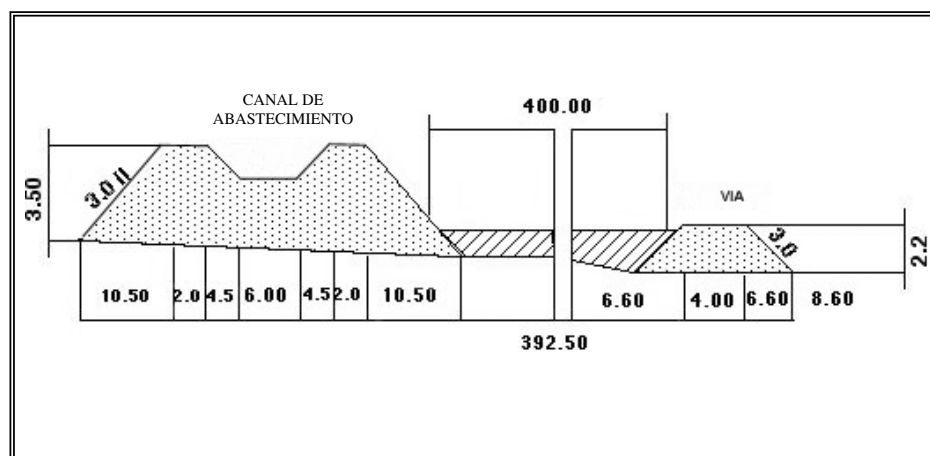
Estanques de cultivo

Los estanques de crianza son de forma rectangular. El estanque de 20 acres (8.1 ha) facilita

el cultivo semiintensivo y la máxima utilización de la topografía del sitio. El costo inicial de un estanque de 8 hectáreas sería menor que el de un estanque más pequeño porque para construir un estanque pequeño con más diques se requiere más movimiento de tierra. En los estanques grandes, los requerimientos de agua son más difíciles de satisfacer, pero si se usan técnicas de recirculación y si el diseño contempla suficiente capacidad de bombeo, los requerimientos de agua serán satisfechos.

Un corte de un estanque de crianza, de un canal y de una vía adyacente se muestra en la Figura 5. La figura ilustra la relación espacial de los varios movimientos de tierra comparando unos y otros.

Figura 5. Elevación relativa y proporciones del canal de suministro, los estanques de crianza y la vía.



El agua de los estanques debería tener un promedio de profundidad de 1 m a 1.20 m y en algunos casos, la profundidad mayor puede ser de hasta 1.7 a 2.0 m. Los estanques se los fertiliza para promover el crecimiento de fitoplancton, el cual por virtud de su densidad provee sombra. En una profundidad de un metro, un bloom normal de fitoplancton disminuirá la penetración de luz al fondo del estanque, eliminando la proliferación de vegetación filamentosa béntica (residente del fondo). El camarón prefiere áreas con poca luz y probablemente pasará más tiempo en la parte más profunda del estanque durante el día o se enterrará en los sedimentos y saldrá en horas de la noche.

En días calmos y calientes una termoclina (estrato de agua tibia de baja densidad sobre agua fría de alta densidad) se desarrollará en el estanque. La capa superficial absorberá la mayor parte de la radiación solar y dado que la conductividad térmica a través de la termoclina es relativamente baja, el fondo permanecerá fresco. Una buena cubierta de fitoplancton más una buena profundidad de agua, proveerán sombra efectiva y frescura.

En el diseño del estanque es importante asegurarse de que hay suficiente espacio entre la cara superior del dique y el máximo nivel del agua (borde libre). La cantidad de borde libre depende de la altura máxima esperada de las olas, lo cual a su vez depende de la velocidad del viento y la distancia que este recorre a lo interno del estanque. Una regla práctica ge-

neral es un borde libre de 1.5 (46 cm) pies para prevenir derrames sobre las vías y diques de acceso en días de viento y prolongar la vida útil de estas estructuras. Las condiciones locales del viento y el tamaño de los estanques determinarán el borde libre requerido para una proyección adecuada.

El fondo del estanque debería inclinarse en dirección a la compuerta de salida con una gradiente de al menos 1:1000 (ej. la elevación del fondo del estanque desciende en una unidad por cada 1000 unidades de longitud de estanque). Los canales de drenaje del estanque estarán del lado opuesto de los canales de toma y distribución para asegurar el máximo beneficio del recambio de agua. El drenaje debería ser diseñado para ser posible aún con la marea alta. De no ser así, entonces se puede construir un dique con una entrada de una sola vía para que las bombas de drenaje puedan drenar el canal de descarga aún durante las mareas altas. Este es un gasto extra que debe ser evitado de ser posible.

El tema de suelos es cubierto en otras secciones de este manual. Si el suelo del dique no cuenta con suficiente arcilla para sellar los bordes y evitar filtraciones, puede usarse un forro de PVC como una barrera impermeable. Los forros (liners) de PVC pueden ser inaccesibles por su costo y es mejor buscar suelos con una adecuada composición.

Diques perimetrales

El más alto registro de inundaciones en la zona debería ser tomado como marca de referencia para la granja y agregar un borde libre de 1.5 pies, para determinar la altura de diseño del dique perimetral, el cual aunque es opcional, debería construirse para proteger la granja de la más alta marea registrada.

Diques internos

La altura de los diques intermedios de los estanques es variable (usualmente al menos 1.5 a 2.0 m. de altura), en dependencia de lo que indique el mapa topográfico y de las recomendaciones de los ingenieros. Debería tener 50 cm de borde libre. Las coronas son para tráfico liviano con un mínimo de 2-3 m de ancho. La pendiente de las paredes de los diques está determinada por la textura del suelo y tanto las coronas como los lados deben ser plantados con césped tolerante a la sal para minimizar la erosión. En áreas arenosas pueden ser necesarias pendientes de 3:1 (hasta 7:1 a veces), y mientras mayor sea la relación mas costoso será el movimiento de tierra. Los estanques en una playa arenosa en Tumbes, Perú tienen pendientes 7:1, se construyen paralelos a la playa y son estanques rectangulares largos y estrechos.

Canales internos y canal de distribución

Si un canal de toma de agua fuera usado para proveer agua a los estanques, generalmente correría perpendicular a la fuente de agua. El nivel de agua del canal de distribución debe ser de al menos 20 cm (8 pulgadas) sobre el más alto nivel en el estanque para lograr un

buen movimiento de agua. Debería haber entre 30 y 70 cm de borde libre (freeboard). Para una granja de 600 acres (242 ha) por ejemplo, el canal debería ser tan largo como el ancho de la granja y tener un mínimo de 10 m de ancho por al menos 2 metros de profundidad para evitar que las bombas sequen el canal. Los diques variarán de 2.2 a 2.8m de altura o más dependiendo del contorno. Si los sólidos son un problema en la estación lluviosa, puede promoverse el asentamiento de sólidos suspendidos en el canal mediante un sistema de retención. El sistema tendrá que limpiarse según la cantidad de sólidos encontrados. El bombeo en las mareas altas generalmente disminuye la sedimentación.

CANALES DE ENTRADA Y DE DISTRIBUCIÓN EN RELACIÓN A LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y BOMBAS

A menos que se usen pozos, la estación de bombeo es generalmente ubicada en la toma de agua. La estación de bombeo puede ser totalmente eléctrica, a diesel o a gas natural y debe estar protegida con cercas. Las bombas succionan agua durante las mareas altas y la descargan directamente en un canal abierto. Este es el método mas barato. De ser necesario, se puede usar tubería de PVC para llevar agua a los estanques. El agua puede entrar directamente a los estanques a través de estructuras de concreto y tablas para controlar el flujo en cada estanque, o a través de tuberías y llaves individuales en cada compuerta. Generalmente es mejor bombear agua hacia un canal de distribución elevado, filtrándola una vez en ese punto y otra vez en las estructuras de entrada. El canal de distribución actúa como un reservorio de asentamiento de sólidos cuyo mantenimiento requerirá de fondos de operación. Este canal elevado de distribución puede ser dividido en múltiples canales para servir varias secciones de la granja. La descarga se haría al extremo opuesto de cada estanque y hacia canales de descarga.

Las estaciones de bombeo tienen múltiples posiciones. En una granja de 400 acres (162 ha), por ejemplo, la estación de bombeo debería tener bombas de flujo axial para 1.8 millones de galones por día a 15 pies (4.57 m) de Altura Dinámica Total (Total Dynamic Head-TDH), mientras que la tasa de recambio para cada estanque de crianza es de 3-10% por día, incluyendo las bombas de recirculación, las cuales están aparte de las bombas de toma.

El suministro de agua debe estar disponible a cualquier hora. Si se colocan las tomas en el fondo de la fuente de agua, y la fluctuación mínima de marea es de 1.5 - 3 pies (46-91 cm), se espera que siempre será posible bombear. Si el canal de distribución es elevado o los tubos de PVC están sobre el nivel del agua de los estanques, el flujo hacia los estanques será siempre posible. Se recomienda consultar con los proveedores (ej. Lippert International o Caterpillar, Miami, Fla., etc.) los tamaños, costos y sugerencias para el diseño de las estaciones. Ellos usualmente asumen responsabilidad y garantizan sus bombas. Use bombas modernas y eficientes. Las bombas de mayor diámetro son más eficientes para grandes volúmenes de agua, pero antes debe evaluarse la profundidad de la estación de bombeo. Una serie de bombas pequeñas pueden ser necesarias o más deseables. Es básico contar con una bomba de respaldo. Use concreto para fortalecer las bases y los lados de las estaciones para prevenir la erosión.

Características del canal de toma de agua y de los canales de distribución

El canal de toma de agua abastecerá a la granja vía compuertas de entrada hacia el canal de distribución como fue descrito previamente. Si el canal de distribución ha sido diseñado apropiadamente no debería verse movimientos rápidos del agua y debería sedimentar los sólidos en suspensión. Una regla práctica es que una velocidad menor de 0.3 m /segundo permitirá la sedimentación, y que mas de 0.7 m /segundo causará erosión.

Periódicamente, el canal de distribución puede necesitar tratamiento con químicos para eliminar predadores y especies competidoras que se hayan establecido. Si se baja el nivel del agua para esta tarea se reducirán los químicos requeridos. A la misma vez se puede remover los sedimentos del canal mientras se aplican los químicos.

Canales y estructuras de entrada

Las estructuras de entrada (compuertas) a los estanques son construidas a los lados del canal de distribución. Las compuertas para los estanques de crianza deberían permitir por gravedad un flujo máximo de 33% del volumen del estanque por día, flujo que debe ser suficiente para llenado y descarga. Las compuertas son diseñadas para una tasa de flujo constante, el flujo puede ajustarse si hay diferencias de nivel de agua entre el estanque y el canal de distribución. Cuando los estanques son llenados por primera vez debe asegurarse de que las compuertas estén selladas y de que no haya filtraciones. El suelo alrededor de las compuertas debe estar bien compactado, una fuga al lado de una compuerta puede mover una compuerta de concreto de 3000 libras si se rompe el dique.

Se deben colocar filtros finos en las compuertas para evitar la entrada de predadores y especies competidoras en los estanques, pero otros más gruesos deben colocarse antes de los finos para retener la basura gruesa y evitar la disminución del flujo. Los sitios en donde cae el agua en frente de las compuertas de entrada deben de ser protegidos de la erosión con una capa de piedra o concreto si la erosión es un problema.

Salidas de los estanques y estructuras de cosecha

Las compuertas de salida deberían ser diseñadas para un drenado eficiente durante la cosecha, deben drenar a una tasa de 5% del volumen total del estanque por hora, poseer filtros para evitar el escape de camarón mientras se recambia agua y detener la entrada de predadores. El fondo de la compuerta de salida debería estar a 30 cm por debajo del nivel del estanque y la cámara de cosecha a otros 30 cm de profundidad, con el fin de asegurar un drenaje completo de los estanques.

El nivel del estuario debe ser más bajo que el del fondo del estanque durante y después de la estación lluviosa. De otro modo, habrá necesidad de bombas para cosechar, drenar y secar los estanques. Las cámaras de cosecha son usualmente diseñadas con compuertas.

Las compuertas de salida y cosecha deben construirse de concreto o algún material duradero y cualquier tubería de drenaje a usar debería tener 18 pulgadas o más de diámetro para que el camarón no sienta la presión en reversa durante la cosecha y trate de evitar el drenaje. Una tubería de 36 pulgadas de diámetro se usa comúnmente para drenar hacia la cámara de cosecha. Para sistemas automatizados de cosecha, debe incluirse en el piso de la cámara una cavidad de un metro de profundidad para acomodar una bomba de drenaje /cosecha.

Cosecha y drenaje

Durante y después de los periodos fuertes de lluvia, los estanques cosechados deben ser drenados por gravedad. El uso de bombas móviles axiales o centrípetas no debería ser necesario para el drenaje o la cosecha si el nivel ha sido bien establecido por los ingenieros. Si fuera necesario, se requeriría una bomba con capacidad de 9700 GPM a 11 pies de Altura Dinámica Total (Total Dynamic Head) para drenar un estanque de 20 acres (8.1 ha). Esta tarea podría ser realizada por dos bombas de 40 HP, una de las cuales operaría mientras la otra está en reserva.

Hay sistemas automatizados de cosecha (por ejemplo Magic Valley Heliarc) que si son operados apropiadamente ofrecen una excelente forma de sacar el producto del estanque y enhielarlos de inmediato. El producto es generalmente superior, limpio, y no tocado por manos humanas. La mayoría de sistemas automáticos pueden cosechar un mínimo de 3600 libras por hora.

Oficina / Centro de control y otros edificios

Para maximizar el área a favor de los estanques, el sitio principal debe incluir solo los edificios indispensables, posicionados en función del acceso fácil y de la seguridad de los estanques. La oficina y el centro de control deberían ser ubicados cerca de la entrada principal a la granja. El personal de seguridad debe ubicarse cerca de los límites de la granja, de la entrada principal que estará cerca del camino principal, y del canal de toma y del de salida de los efluentes. Un edificio abierto puede ser usado para el almacenamiento de alimento, o taller. Usualmente hay una oficina/laboratorio con un generador eléctrico de emergencia, una combinación de oficina/torre de vigilancia, y algunas veces alojamiento parcial. Unas pocas torres para los guardias de seguridad en las esquinas de la propiedad pueden proveer vigilancia para el manejo de los estanques y mejor seguridad. Cubiertas en la estación de bombeo proveen protección para las bombas.

Caminos a los estanques

El camino de acceso y el dique perimetral, que une el camino de acceso con el almacén central y las oficinas debería ser de 5 metros de ancho. El camino alrededor del resto del dique perimetral, puede ser de 4 m de ancho. Estos caminos son para tráfico pesado en cualquier tiempo, requieren un terminado de material rocoso (llamado lastre en algunos

lugares) u otro material apropiado, y conectan al camino principal que conduce a la planta de proceso.

Sugerencias para la construcción de estanques

Antes de construir los estanques, la propiedad entera debe ser inspeccionada para confirmar las elevaciones, verificar las recomendaciones de ordenamiento y el diseño del drenaje de los estanques.

Para definir la elevación precisa y la posición de los estanques, el abastecimiento de agua y los sistemas de drenaje es necesario tener un conocimiento más detallado de la forma del sitio, su topografía, relación con la fuente de agua, perfiles laterales, drenaje natural, estructuras como canales de entrada, canales de distribución, diques, drenajes e infraestructura. Se necesita establecer referencias físicas y marcas que se correspondan con las posiciones de los planos del sitio. Debe levantarse un mapa topográfico del sitio si todavía no existe, y establecer de modo permanente los límites.

La estación lluviosa debe ser considerada para el calendario de construcción de los estanques. Alquilar equipo pesado puede volverse improductivo durante las lluvias. Basado en estos supuestos debería preverse en la mayoría de las áreas un periodo de construcción anual de 6-9 meses. Además si una sección fuera construida durante la estación seca debería ser protegida por diques temporales o permanentes antes de que empiece la lluvia.

Bibliografía

- Boyd, C.E. 1999. Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. Global Aquaculture Alliance. St. Louis, MO. USA.
- FAO. 1983. Fishpond Engineering: A Technical Manual for Small and Medium-Scale Coastal Fish Farms in Southeast Asia. FAO SC.S Manual #5. September, 1983.
- Villalon, J.R. 1991. Practical Manual for the Semi-intensive Commercial Production of Marine Shrimp. Texas A&M University Sea Grant College Program Publication # 91- 501. 104p.