

**INFORME DE DISEÑO CONCEPTUAL, EMBALSES
MULTIPROPÓSITO CUENCA SANTA MARÍA
VOLUMEN MECÁNICA**



CANAL DE PANAMÁ

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
2. OBJETIVOS	4
3. ANTECEDENTES	4
4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
5. DISEÑO DE EQUIPOS MECÁNICOS PRESA SANTA MARÍA	5
5.1. TÚNEL DE DESVÍO	5
5.1.1. Compuerta planas de ruedas	5
5.1.2. Blindaje de solera	6
5.2. DESCARGA DE FONDO	6
5.2.1. Compuerta radial de descarga de fondo	6
5.2.2. Blindaje descarga de fondo	7
5.3. DESCARGA DE USOS	8
5.3.1. Rejas de captación	8
5.3.2. Válvulas de descarga de usos	8
5.3.2.1. Sistema de descarga de usos para riego	9
5.3.2.1.1. Válvula de descarga Howell Bungler	9
5.3.2.1.2. Válvula mariposa de guarda	10
5.3.2.2. Sistema de descarga de usos para abastecimiento	10
5.3.2.2.1. Válvula de descarga Howell Bungler	10
5.3.2.2.2. Válvula mariposa de guarda	11
5.3.2.3. Sistema de descarga para salida futura	12
5.3.3. Blindaje y tubería descarga de usos	12
6. DISEÑO EQUIPOS MECÁNICOS ESTACIONES DE BOMBEO	12
6.1. CAPTACIONES	12
6.2. ESTACIONES DE BOMBEO	14
7. REFERENCIAS	16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de las compuertas planas del túnel de desvío.

Tabla 2. Características principales de las compuertas de la descarga de fondo.

Tabla 3. Características principales de las rejas de la captación del caudal ambiental.

Tabla 4. Características principales de la válvula Howell Bunger

Tabla 5. Características principales de la válvula mariposa

Tabla 6. Características principales de la compuertas de la captación.

Tabla 7. Características principales de las rejas de la captación.

Tabla 8. Características principales de la compuertas del canal de limpia.

Tabla 9. Características principales de las estaciones de bombeo.

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene el informe de diseño a nivel conceptual de los equipos mecánicos de la presa Gatú y las diferentes captaciones y estaciones de bombeo localizadas sobre el río Santa María.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de la etapa de diseño conceptual de los equipos de la cuenca del río Santa María fueron los siguientes:

- Realizar el dimensionamiento a nivel conceptual de los equipos hidromecánicos, blindajes y tuberías, con el suficiente nivel de detalle para su diseño conceptual y estimación de su costo.
- Determinar las potencias de los equipos mecánicos para servir como base de los diseños eléctricos.
- Estimar el costo de los equipos para elaborar el presupuesto del proyecto.

3. ANTECEDENTES

Como se describe en detalle en el *INFORME INTERMEDIO DE DISEÑO CONCEPTUAL, EMBALSES MULTIPROPÓSITO CUENCA SANTA MARÍA AZU-ING-INF-SM-028* elaborado en el marco del presente estudio, en una primera fase se realizaron los análisis de alternativas en la cuenca del río Santa María, identificando 6 sitios de emplazamiento de reservorios que permitieran el máximo suministro de agua a las demandas identificadas del área de estudio.

Realizada la evaluación multicriterio ACP comunicó a INGETEC mediante oficio ISCC-SAA-397034-C017, la selección de la alternativa SM_Gatú 180 para llevar a cabo los diseños conceptuales.

4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

El dimensionamiento a nivel conceptual de los diferentes equipos mecánicos se realizó con base en las características y dimensiones establecidas en los esquemas generales de proyecto, los cuales se presentan en el *INFORME DE DISEÑO CONCEPTUAL, EMBALSES MULTIPROPÓSITO CUENCA SANTA MARÍA VOLUMEN HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA* (AZU-ING-INF-SM-033). Los esquemas de referencia son los siguientes:

- AZUSM-PG-J-PGEN-00-0001
- AZUSM-PG-J-PGEN-01-0001
- AZUSM-PG-J-TUNE-04-0001
- AZUSM-PG-J-DEFO-04-0001
- AZUSM-PG-J-DEUS-04-0002
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0001
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0002
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0003
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0004
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0001
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0002
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0003
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0004
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0005

Para los equipos hidromecánicos como rejas y compuertas se realizó un estimativo de peso a partir de correlaciones estadísticas de equipos instalados en proyectos similares.

El dimensionamiento a nivel conceptual de los blindajes y tuberías se realizó a partir de la dimensión de las secciones y longitudes indicadas en los esquemas hidráulicos de cada una de los tramos. Se calculó el espesor de cada tramo de blindaje teniendo en cuenta el diferencial de presión y los esfuerzos sobre la lámina que conforma el blindaje y el anillo rigidizador, verificando que los esfuerzos admisibles no sean excedidos. Adicionalmente se adicionó un sobreespesor por corrosión.

Para el dimensionamiento de la tubería se calculó el espesor del material considerando criterios de presión interna, manipulación y transporte, y espesor por corrosión. Con el espesor obtenido se verificó que los esfuerzos no sobrepasaran el esfuerzo admisible del material. En cuanto a los equipos como válvulas y bombas se realizó su selección con base en catálogos de fabricantes de acuerdo con los parámetros básicos como rango de caudales y alturas hidráulicas.

Para la disposición y dimensionamiento de las estaciones de bombeo, se realizó la caracterización de los diferentes grupos los cuales incluyen las bombas necesarias para cubrir la demanda requerida para riego y la demanda requerida para abastecimiento.

5. DISEÑO DE EQUIPOS MECÁNICOS PRESA SANTA MARÍA

5.1. TÚNEL DE DESVÍO

Según se explica en detalle en el documento *INFORME INTERMEDIO DE DISEÑO CONCEPTUAL, EMBALSES MULTIPROPÓSITO CUENCA SANTA MARÍA AZU-ING-INF-SM-028* el sistema de desviación estará compuesto por un sistema de preataguía, ataguía y contra ataguía, en combinación con un túnel de desviación, dimensionado de tal forma que garantice el paso de las aguas del río durante la construcción del proyecto sin comprometer la seguridad de las obras.

El cierre del túnel de desviación para el llenado del embalse se realizará con dos compuertas planas de ruedas ubicadas en los vanos del portal de entrada. Para protección de la solera por abrasión de sedimentos se preverá un blindaje inferior en la zona adyacente al asiento de sello de las compuertas.

5.1.1. Compuerta planas de ruedas

Las compuertas tendrán la membrana del tablero ("skin plate"), y los sellos ubicados en el lado aguas abajo. Estos elementos permitirán el cierre del túnel de desvío para el llenado del embalse. Las compuertas serán especificadas para cerrar bajo su propio peso a contraflujo con el caudal del túnel. Cada una de las compuertas tendrá las dimensiones y características indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características principales de las compuertas planas del túnel de desvío.

Descripción	Unidad	Valor
Cantidad de compuertas	Un	2
Tipo de compuerta	-	Plana de ruedas
Tipo de accionamiento	-	Oleo-hidráulico de doble efecto
Nivel normal de operación (NAMO)	msnm	265.0
Nivel máximo extraordinario de operación del embalse (NAME)	msnm	269.5

Altura de carga por nivel normal de operación (NAMO)	mca	85.0
Altura de carga por nivel extraordinario de operación (NAME)	mca	89.5
Nivel de solera	msnm	180.0
Ancho del vano hidráulico	m	5.2
Altura del vano hidráulico	m	7.6

5.1.2. Blindaje de solera

Se preverá un blindaje inferior en la zona adyacente al asiento de sello de las compuertas con el fin de proteger la zona contra la abrasión y evitar daños en el concreto que soporta el asiento inferior de la compuerta. El blindaje cubrirá la solera y 1 m de las paredes del vano. La longitud de este blindaje es de 4,75 m.

El material del blindaje será en acero al carbono ASTM A537 Cl.1 y contará con anillos rigidizadores para evitar deformación del blindaje ocasionada por presión externa. Este blindaje estará soldado a la caja de las compuertas y contará con todos los componentes para su nivelación como pernos y platinas embebidas en el concreto.

5.2. DESCARGA DE FONDO

La descarga de fondo del proyecto estará constituida por una estructura de entrada, un primer tramo en túnel a presión, una cámara de compuertas, un segundo tramo en túnel con flujo a superficie libre y un portal de salida. El conducto de estará provisto de una compuerta plana deslizante (compuerta de guarda) y una compuerta radial (compuerta de servicio).

La compuerta de servicio permitirá controlar el caudal descargado mediante la operación en aperturas parciales. La compuerta de guarda operará en el caso de un atascamiento de la compuerta de servicio; con la que se podrá cerrar a contraflujo o para permitir cualquier labor de mantenimiento con una presión correspondiente a la presión producida por el nivel máximo normal de operación del reservorio.

5.2.1. Compuerta radial de descarga de fondo

La compuerta de control de caudal será del tipo radial sumergida con sello periférico, accionada por dos servomotores hidráulicos de doble efecto. Esta compuerta estará ubicada en el extremo de aguas abajo del conducto, en la estructura de salida de la descarga de fondo. Para el accionamiento de los servocilindros habrá una unidad hidráulica y un tablero de control. La unidad hidráulica y el tablero de control servirán a la compuerta de operación y a la compuerta de guarda. La unidad hidráulica estará provista de dos bombas de aceite idénticas, una de ellas de suplencia, impulsadas por motores eléctricos trifásicos.

La compuerta tendrá capacidad de abrir con presiones desbalanceadas y cerrar contraflujo, con el nivel máximo de agua en el embalse. Su apertura podrá ser total o parcial. Las condiciones de apertura de la compuerta dependerán del control de llenado del embalse. Adicionalmente, la compuerta podrá ser utilizada para la descarga temporal del caudal ecológico. Las posiciones intermedias de la compuerta para regulación de caudal se lograrán medio del actuador hidráulico.

La compuerta de guarda de la descarga de fondo será del tipo tablero deslizante, apta para cierre contra flujo de agua bajo su propio peso, o con ayuda del servo cilindro hidráulico de doble efecto, en caso de que la compuerta radial de operación sufra un bloqueo en posición abierta. La compuerta siempre se abrirá con presión equilibrada, después de

llenar el tramo del conducto comprendido entre la compuerta de guarda y la de operación, haciendo uso de un by-pass. También se tendrá un sistema para la evacuación del aire del conducto cuando se esté realizando la operación de llenado.

La compuerta de guarda será accionada por medio de un servocilindro hidráulico de doble efecto, ubicado en la cámara superior sobre un pedestal de soporte encima de la tapa de la caja. Esta compuerta se empleará solo al momento de efectuar los mantenimientos o cuando se presente atascamiento de la compuerta radial para trabajos de inspección y mantenimiento del blindaje de la descarga de fondo. Esta compuerta únicamente será operada de manera local por acción del servocilindro.

Normalmente el cierre de la compuerta se efectuará con presiones equilibradas, con la compuerta radial de la descarga de fondo totalmente cerrada. No obstante, la compuerta estará diseñada para cerrar contra el flujo máximo por efecto de su propio peso venciendo las fricciones en los sellos. Las compuertas tendrán las dimensiones y características indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 2. Características principales de las compuertas de la descarga de fondo.

Descripción	Unidad	Valor	Valor
Cantidad de compuertas	Un	1	1
Tipo de compuerta	-	Radial	Plana
Tipo de accionamiento	-	Cilindros Oleohidráulicos de doble efecto	Cilindro Oleohidráulico de doble efecto
Nivel normal de operación (NAMO)	msnm	265.0	265.0
Nivel máximo extraordinario de operación del embalse (NAME)	msnm	269.5	269.5
Altura de carga por nivel normal de operación (NAMO)	mca	47.0	47.0
Altura de carga por nivel extraordinario de operación (NAME)	mca	51.5	51.5
Nivel de solera	msnm	218.0	218.0
Ancho del vano hidráulico	m	2.8	2.8
Altura del vano hidráulico	m	3.5	3.5

5.2.2. Blindaje descarga de fondo

Se previó un blindaje adyacente a las compuertas de descarga de fondo, el cual inicia de sección circular con transición a cuadrada y transición de sección cuadrada a rectangular para la conducción a la compuerta radial de la descarga de fondo.

El material del blindaje será en acero al carbono ASTM A537 Cl.1 y contará con anillos rigidizadores para evitar deformación del blindaje ocasionada por presión externa.

Este blindaje comprende:

- Una transición inicial de sección circular de 5,8 m de diámetro a sección cuadrada de 5,8 m x 5,8 m. La longitud de esta transición es de 6 m.
- Una transición de sección cuadrada de 5,8 m x 5,8 m a sección rectangular hasta aguas arriba de la compuerta de guarda de 3,75 m x 2,8 m. La longitud de esta transición es de 18 m
- Una sección rectangular de 3,75 m x 2,8 m hasta la compuerta de guarda con una longitud de 3 m
- Una sección rectangular de 3,75 m x 2,8 m hasta la compuerta radial de 3,75 m x 2,8 m. La longitud de esta sección es de 10,6 m

5.3. DESCARGA DE USOS

5.3.1. Rejas de captación

Cada uno de los vanos de la estructura de toma, estará equipado con rejas independientes diseñadas para garantizar el paso del caudal de diseño a velocidades de aproximación inferiores a 1,0 m/s.

Las rejas se han previsto en acero estructural ASTM A-36. Las uniones entre barrotes y los demás elementos estructurales se realizarán mediante soldadura. La estructura de cada reja estará conformada por un arreglo de paneles cuyas dimensiones se definirán teniendo en cuenta la facilidad de construcción y montaje de los mismos.

Cada panel de rejas se fijará a la obra civil por medio de pernos atornillados a las platinas que serán previstas en el hormigón de primera etapa. El esquema propuesto permitirá remover los paneles en caso de que se requiera realizar mantenimiento o reemplazarlos.

Las rejas tendrán las dimensiones y características indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Características principales de las rejas de la captación del caudal ambiental.

Descripción	Unidad	Valor
Cantidad de rejas	Un	8
Inclinación	°	90
Elevación solera captación	msnm	218.0
Presión de diseño barrotes	mca	6.00
Ancho del vano hidráulico	m	2.7
Altura del vano hidráulico	m	2.7
Espaciamiento entre barrotes	mm	50.80

5.3.2. Válvulas de descarga de usos

En la presente sección se incluyen las características técnicas de las válvulas de la estructura de control de descarga de usos de la cuenca Santa María del proyecto Santa María - Gatú.

En el extremo aguas abajo de la conducción para descarga de usos se localizará un arreglo hidromecánico con la función de regular el caudal de descarga para usos del proyecto Santa María - Gatú, el cual está configurado para suplir

los escenarios de demanda para riego, abastecimiento y combinado, con caudales máximos y mínimos para salto neto máximo y salto neto mínimo. Adicionalmente, se contempla una derivación prevista para futuro abastecimiento.

La conducción principal de la descarga de usos se dividirá en dos conducciones independientes que operarán para los escenarios de abastecimiento y riego, cada una de las cuales descargará en una cámara disipadora de energía por medio de una válvula del tipo Howell Bunger con sus correspondientes válvulas de guarda del tipo mariposa, tuberías y accesorios. En un ramal adicional se instalará una válvula de émbolo a paso anular con su correspondiente válvula de guarda, tuberías y accesorios. Esta previsión se ha incluido para usos futuros.

5.3.2.1. Sistema de descarga de usos para riego

5.3.2.1.1. Válvula de descarga Howell Bunger

El sistema de descarga de usos para riego contará con una válvula de cono fijo (Howell Bunger - HB) de diseño normalizado y probado, accionada por medio de servomotores hidráulicos de doble efecto.

Tabla 4. Características principales de la válvula Howell Bunger

Parámetro	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm	2000
Cota del eje de la válvula	msnm	218.95
Presión nominal - PN	bar	10
Tipo de accionamiento	-	Oleo-hidráulico de doble efecto
Caudal máximo del sistema	m ³ /s	32.65
Caudal mínimo del sistema	m ³ /s	3.35
Salto neto máximo para caudal máximo	m	47.93
Salto neto mínimo para caudal máximo	m	9.31
Salto neto máximo para caudal mínimo	m	48.20
Salto neto mínimo para caudal mínimo	m	9.58
Condición de apertura	-	Con presión interior uniforme
Condición de cierre	-	Contraflujo

Todos los componentes de válvula serán dimensionados para resistir el nivel máximo de operación del embalse.

Las conexiones de presión de aceite a los servomotores hidráulicos serán tuberías de alta presión en acero inoxidable. La válvula contará con instrumentos que indiquen local y remotamente el porcentaje de apertura de la válvula.

5.3.2.1.2. Válvula mariposa de guarda

La válvula de guarda de la válvula HB será del tipo mariposa de diseño normalizado y probado con cuerpo bridado en ambos extremos, con bridas dimensionadas y taladradas de acuerdo con la norma ANSI B16.1, norma AWWA C-207 o equivalente. El accionamiento consiste en un actuador oleo hidráulico de simple efecto, con sus componentes de mando y control respectivos.

La válvula de mariposa tendrá un bypass de al menos una dimensión de DN 200 mm, PN 10 bares para igualar presiones antes de su apertura. El bypass tendrá una válvula de globo, accionada manualmente y estará provisto de válvulas de bola de operación manual (aguas arriba y aguas abajo del bypass) para poder efectuar labores de mantenimiento.

Tabla 5. Características principales de la válvula mariposa

Parámetro	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm	3000
Cota del eje de la válvula	msnm	218.95
Presión nominal - PN	bar	10
Tipo de accionamiento	-	Oleo-hidráulico de doble efecto
Velocidad del flujo máxima para cierre	m/s	4.6
Condición de apertura	-	Con presión interior uniforme
Condición de cierre	-	Contraflujo

Aguas abajo de la válvula se deberá contar con una junta de montaje del tipo rígido del mismo diámetro y presión nominal de dicha válvula mariposa de guarda.

5.3.2.2. Sistema de descarga de usos para abastecimiento

5.3.2.2.1. Válvula de descarga Howell Bunger

El sistema de descarga de usos para abastecimiento cuenta con una válvula de cono fijo (Howell Bunger - HB) de diseño normalizado y probado, accionada por medio de servomotores hidráulicos de doble efecto. Esta conducción se deriva de la tubería principal.

Tabla 6. Características principales de la válvula Howell Bunger

Parámetro	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm	700
Cota del eje de la válvula	msnm	218.95
Presión nominal - PN	bar	10
Tipo de accionamiento	-	Oleo-hidráulico de doble efecto
Caudal máximo del sistema	m ³ /s	4.08
Caudal mínimo del sistema	m ³ /s	3.35
Salto neto máximo para caudal máximo	m	48.20
Salto neto mínimo para caudal máximo	m	9.58
Salto neto máximo para caudal mínimo	m	48.20
Salto neto mínimo para caudal mínimo	m	9.58
Condición de apertura	-	Con presión interior uniforme
Condición de cierre	-	Contraflujo

Todos los componentes de válvula serán dimensionados y especificados para resistir el nivel máximo de operación del embalse. Las conexiones de presión de aceite a los servomotores hidráulicos serán tuberías de alta presión en acero inoxidable, y la válvula contará con instrumentos que indiquen local y remotamente el porcentaje de apertura de la válvula.

5.3.2.2.2. Válvula mariposa de guarda

La válvula de guarda de la válvula HB será del tipo mariposa de diseño normalizado y probado con cuerpo bridado en ambos extremos, con bridas dimensionadas y taladradas de acuerdo con la norma ANSI B16.1, norma AWWA C-207 o equivalente. El accionamiento consiste en un actuador oleo hidráulico de simple efecto, con sus componentes de mando y control respectivos.

La válvula de mariposa tendrá un bypass de al menos una dimensión de DN 100 mm, PN 10 bares para igualar presiones antes de su apertura. El bypass tendrá una válvula de globo, accionada manualmente y estará provisto de válvulas de bola de operación manual (aguas arriba y aguas abajo del bypass) para poder efectuar labores de mantenimiento.

Tabla 7. Características principales de la válvula mariposa

Parámetro	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm	1000
Cota del eje de la válvula	msnm	218.95
Presión nominal - PN	bar	10
Tipo de accionamiento	-	Oleo-hidráulico de doble efecto
Velocidad del flujo máxima para cierre	m/s	5.1
Condición de apertura	-	Con presión interior uniforme
Condición de cierre	-	Contraflujo

Aguas abajo de la válvula se deberá contar con una junta de montaje del tipo rígido del mismo diámetro y presión nominal de dicha válvula mariposa de guarda.

5.3.2.3. Sistema de descarga para salida futura

Para el sistema de descarga futura se tiene previsto la operación de una válvula de émbolo a paso anular, la cual debe estar acompañado con doble válvula de guarda de bola y junta de montaje del tipo rígida. Las válvulas y accesorios del sistema deberán ser de diámetro nominal DN200 y presión nominal PN10.

Todos los componentes de la válvula de émbolo a paso anular deben ser diseñados de tal forma que se garanticen los parámetros de operación especificados, al mismo tiempo que se garantice que la válvula opere fuera de la zona de cavitación. La válvula se debe suministrar con actuador eléctrico.

5.3.3. Blindaje y tubería descarga de usos

Se prevé un blindaje al final del túnel de conducción de la descarga de usos, el cual es de sección circular con diámetro de 3 m el cual ingresa a caverna de válvulas. El material del blindaje será en acero al carbono ASTM A537 Cl.1 y contará con anillos rigidizadores para evitar deformación del blindaje ocasionada por presión externa. Igualmente, se prevé 1 mm adicional de espesor para las láminas del blindaje y tubería para corrosión.

Este blindaje comprende:

- Blindaje con longitud de 10 m de diámetro interno de 3 m, embebido al finalizar el túnel de conducción de la descarga de usos
- Tubería de 3,0 m de diámetro para la descarga de Riego
- Tubería de 1,0 m de diámetro para la descarga de Abastecimiento
- Tubería de 0,2 m de diámetro para la descarga Futura

6. DISEÑO EQUIPOS MECÁNICOS ESTACIONES DE BOMBEO

6.1. CAPTACIONES

Cada una de las captaciones de las diferentes estaciones de bombeo sobre la cuenca Santa María tiene una configuración con una presa derivadora con vertedero libre que permite remansar el agua para ser captada mediante una estructura de lateral toma y canales que conducen el agua hacia un desarenador y finalmente un tanque de carga para la estación de bombeo. Para la limpieza de la toma se cuenta con un canal de limpia.

La estructura lateral de toma se prevé dotada de rejas de protección y compuertas que permitirán cortar el flujo de cada conducto de conexión con el desarenador. Para el mantenimiento de las compuertas planas la obra contará con vanos del lado de aguas arriba para la instalación de compuertas de cierre tipo tablón, que se posicionarán un polipasto eléctrico de cable.

A continuación se presenta las características principales de las compuertas de la captación:

Tabla 6. Características principales de la compuertas de la captación.

Descripción	Unidad	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM Aguadulce
Tipo de compuerta	-	Plana de ruedas - Tablón				
Tipo de accionamiento	-	Cilindros Oleohidráulicos de doble efecto - Polipasto Eléctrico				
Altura de carga por nivel máximo de operación (NAMO)	mca	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Altura de carga por nivel extraordinario de operación (NAME)	mca	11.30	12.35	11.23	14.14	14.14
Ancho del vano hidráulico	m	1.2	1.0	1.0	1.2	1.0
Altura del vano hidráulico	m	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

A continuación se presenta las dimensiones del vano hidráulico de las rejas:

Tabla 7. Características principales de las rejas de la captación.

Descripción	Unidad	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM Aguadulce
Ancho del vano hidráulico	m	4.80	4.60	5.50	5.70	4.50
Altura del vano hidráulico	m	4.00	3.78	4.53	4.70	3.74
Inclinación de la reja	°	75				

El canal de limpia será operado mediante una compuerta radial que permitirá la evacuación periódica de sedimentos. Para el mantenimiento de esta compuerta se preverá una compuerta de cierre tipo tablón, que se posicionará agua arriba de la compuerta radial mediante un polipasto eléctrico de cable.

A continuación se presentan las características principales de la compuerta radial del canal de limpia y de su compuerta de mantenimiento.

Tabla 8. Características principales de las compuertas del canal de limpia.

Descripción	Unidad	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM Aguadulce
Tipo de compuerta	-	Radial - Tablón				
Tipo de accionamiento	-	Cilindros Oleohidráulicos de doble efecto - Polipasto Eléctrico				
Altura de carga por nivel máximo de operación (NAMO)	mca	5.23	5.10	5.91	6.04	6.04
Altura de carga por nivel extraordinario de operación (NAME)	mca	15.53	16.45	16.14	19.18	19.18
Ancho del vano hidráulico	m	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Altura del vano hidráulico	m	5.7	5.5	6.3	6.4	5.5

El desarenador contará con compuertas de fondo de limpieza de sedimentos que serán operadas mediante motorreductores eléctricos, los conductos de lavado tendrán un diámetro de 0.5 m.

En los siguientes esquemas se pueden ver las dimensiones de estos equipos:

- AZUSM-PG-J-PGEN-00-0001
- AZUSM-PG-J-PGEN-01-0001
- AZUSM-PG-J-TUNE-04-0001
- AZUSM-PG-J-DEFO-04-0001
- AZUSM-PG-J-DEUS-04-0002
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0001
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0002
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0003
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0004
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0001
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0002
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0003
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0004
- AZUSM-PG-J-PGEN-04-0005

6.2. ESTACIONES DE BOMBEO

Cada estación de bombeo contará con bombas horizontales tanto para uso de riego como para uso de abastecimiento, estas bombas fueron seleccionadas de acuerdo con los correspondientes caudales y alturas dinámicas de bombeo requeridas, según se indica en la Tabla 9.

Las dimensiones de las estaciones de bombeo fueron estimadas con base en las dimensiones referenciales de las bombas pre-seleccionadas y los espacios requeridos para la instalación de los sistemas auxiliares, zonas de circulación, accesos y espacios para el descargue y mantenimiento de los equipos.

La distribución general y las dimensiones principales de las estaciones de bombeo se presentan en los siguientes planos:

- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0001 - CAPTACIÓN SANTA MARÍA 1, 2 Y 5
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0002 - DIMENSIONES CAPTACIÓN SANTA MARÍA 1, 2 Y 5
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0003 - CAPTACIÓN SANTA MARÍA 3 Y 4
- AZUSM-PG-J-TMCM-04-0004 - DIMENSIONES CAPTACIÓN SANTA MARÍA 3 Y 4

Los diámetros de la tubería de succión se calcularon de tal forma que la velocidad del flujo no sea mayor a 1m/s. Así mismo, los diámetros de la tuberías de descarga se estimaron de tal forma que la velocidad del flujo no sea mayor que 2.5 m/s.

Se previó una redundancia entre el 20 y 33% para los grupos de bombeo de riego y de un 100% para los equipos de bombeo de abastecimiento dado su bajo caudal respecto a los caudales de riego.

Tabla 9. Características principales de las estaciones de bombeo.

Cuenca	Grupo de bombeo	Zonas de bombeo por usos	Número de bombas (Incluye bomba de reserva)	Caudal por bomba [m³/s]	Altura dinámica de Bombeo (m)
Santa María	1	Riego	4	2.78	54.71
	2	Riego	4	2.19	53.88
	3	Riego	4	2.20	53.97
		Abastecimiento	2	0.18	53.11
	4	Riego	4	2.60	54.45
		Abastecimiento	2	0.55	54.19
	5	Abastecimiento	2	0.53	134.52

6.3 SISTEMAS AUXILIARES

6.3.1 Sistema contra incendio

Para el diseño conceptual de las obras de la cuenca Santa María, el sistema contra incendio contempla un estimativo de requerimientos de extinción los cuales se basan en las recomendaciones establecidas en la NFPA. Estas recomendaciones, se basan en aplicaciones similares para aquellos equipos cuyo riesgo requiera de un sistema de extinción para las unidades oleo hidráulicas. Dicho sistema proveerá sistemas de extinción a base de agua para cavernas donde se encuentren ubicados equipos oleo hidráulicos, sistema de agua pulverizada para los transformadores, sistema de extinción manual para las estaciones de bombeo con extintores.

6.3.2 Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado

El sistema de Ventilación y aire acondicionado para la cuenca Santa María - Gatú, se estimaron equipos requeridos para controlar la temperatura al interior de los diferentes recintos teniendo en cuenta la ubicación y características generales como área en planta y volumen total por recinto. Dicho estimativo se realiza basado en las recomendaciones de la ASHRAE. Este sistema será integrado en el estimativo de presupuesto y cantidades para la cuenca Santa María- Gatú.

7. REFERENCIAS

- [1] Erbisti, Paulo. (2004). Design of Hydraulic Gates. Meppel, The Netherlands: A.A. Bakelma.
- [2] DIN STANDARDS (1976). DIN 19704. Hydraulic Steel Structures. Criteria for design and calculation.
- [3] US Army Corp of Engineers (2014). ETL 1110-2-584. Design of Hydraulic Steel Structures.
- [4] ASME. (2013). Código ASME Sección VIII División 1. Boiler and Pressure Vessel Code. ASME.
- [5] American Iron and Steel Institute, (1981). Steel penstocks and tunnel liners.
- [6] ASCE, (2012). Steel penstocks Second Edition.
- [7] AWWA,(2017). M11 Steel Pipe: A Guide for Design and Installation, Fifth Edition