



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE
BOGOTA, UBATE Y SUAREZ, C.A.R.-

BIBLIOTECA
OFICINA NACIONAL
PAR LA
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN
DE DESASTRES

**INFORMACION Y METODOLOGIA PARA PREVENCIÓN DE RIESGOS
HIDROLOGICOS**

EMBALSES DEL SISBA Y NEBSA

Bogotá, Mayo de 1991

INTRODUCCION

Los embalses del Sisga y Neusa forman parte de un complejo sistema existente en la Sabana de Bogotá para el manejo adecuado y control de la cuenca alta del río Bogotá.

Estos embalses tienen por objetivo la regulación de los ríos Sisga y Neusa, permitiendo de esta manera reducir las avenidas del río Bogotá y proveer agua adicional para los siguientes usos:

- Consumo humano
- Usos agropecuarios
- Generación de energía
- Usos industriales
- Recreación

En este documento se pretende presentar la información general referente a dichos embalses y recomendar las medidas necesarias para prevenir las inundaciones que puedan causar daños en vidas humanas, viviendas, cultivos, etc.

1. LOCALIZACION

Las cuencas hidrográficas de los embalses del Sisga y Neusa forman parte de la hoya hidrográfica del río Bogotá, están ubicados en la Cordillera Oriental.

La cuenca del embalse del Sisga está localizada en los Municipios de Chocontá, Sesquile, Guatavita y Suesca, con una extensión de 156.8 Km² y la cuenca del embalse del Neusa se sitúa al occidente de la Sabana de Bogotá entre los Municipios de Cogua y Fausa con una superficie de 135.2 Km².

Las dos cuencas se encuentran limitadas por las siguientes coordenadas geográficas del IGAC (figuras 1 y 2):

1 - Cuenca del embalse del Sisga

X = 1°037.800 Y = 1°031.800

X1 = 1°056.300 Y1 = 1°045.000

2 - Cuenca del embalse del Neusa

X = 1°058.500 Y = 1°003.000

X1 = 1°070.200 Y1 = 1°020.300

3. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS

El área de las dos cuencas pertenece al grupo de los climas tropicales fríos lluviosos, modificados por la altura de las montañas donde se encuentran.

En esta zona, como en todas las tierras tropicales, los periodos estacionales no son térmicos sino hídricos y se manifiestan en las precipitaciones.

El régimen pluviométrico en la zona del Neusa es bimodal caracterizado por presentar dos periodos lluviosos típicos en el año, pero con ligeras modificaciones, ocasionadas por las montañas que la rodean y por los vientos cargados de humedad, provenientes de la cuenca del Magdalena. El primer periodo lluvioso se presenta en Abril y Mayo mientras que, el segundo periodo se presenta en Octubre y Noviembre. Los periodos secos tienen lugar durante los meses de Julio, Agosto y Diciembre, Enero respectivamente.

A pesar de que las dos cuencas consideradas se encuentran relativamente cerca y presentan características morfométricas y físico-geográficas similares la distribución estacional de la precipitación en la cuenca del embalse del Sisga es diferente debido a su localización y tiene régimen de tipo transicional. Este tipo de distribución se caracteriza por tener un ciclo de más o menos 8 meses de lluvias regulares (de Abril a Noviembre), que prácticamente lo identifica como unimodal. El período más lluvioso se presenta en los meses de Abril a Agosto y un período menos lluvioso o seco en los meses de Diciembre a Marzo, siendo el mes crítico Enero.

4.HIDROLOGIA

La mayor parte del área de drenaje del embalse del Sisga se concentra en la parte sur-oriental y sur-occidental de la cuenca, siendo el afluente principal el río San Francisco.

Las zonas montañosas ubicadas en la partes norte y nor-occidental de la cuenca del embalse del Neusa dan origen a una buena cantidad de quebradas que entregan sus aguas al embalse. El principal afluente es el río Cubillos, el cual está formado por los ríos Cuevas y Guandoque.

En el área de las dos cuencas se miden aforos periódicamente, no existen hidrogramas de crecientes observadas, ni tampoco un registro de caudales máximos instantáneos producidos por las mismas. Por esta razón las afluencias se calculan como la diferencia entre variación de volumen y descarga.

En la figura 3 se puede observar la distribución de las afluencias de los embalses durante el año.

5.DATOS BASICOS DE LOS EMBALSES

REPRESA DEL NEUSA:

1. Datos generales de la cuenca:

Hoya tributaria del río Neusa	135.5 km ²
Ferimetro	54 km
Altura media	3.269.00 m.s.n.m.
Pendiente ponderada	0.190
Frecipitacion media anual	920 mm
Aporte anual medio	59 Mm ³
Caudal medio anual del río Neusa (periodo 1947-1985)	1.9 m ³ /seg

2. Embalse:

Area del embalse	955 Has
Volumen máximo	103 Mm ³
Nivel de aguas máximas	2.974.50 m.s.n.m.
Nivel de aguas mínimas de operación	2.950.00 m.s.n.m.
Nivel máximo de emergencia	2.977.00 m.s.n.m.

3. Presa

Tipo: Terraplén homogéneo con filtro de pata en el talud de aguas abajo; transiciones y protecciones en los taludes.

Altura máxima sobre el lecho del río	45 mts.
Longitud de la cresta	350 mts.
Ancho de la cresta	7 mts.
Cota de la cresta	2.977.50 m.s.n.m.

Taludes del terraplén:

Aguas arriba	2.75-3.0 H:IV
Aguas abajo	2.48-2.7 H:IV

Volumen del terraplén	820.000.00 m ³
Volumen de excavación	310.000.00 m ³

4. Rebosadero

Tipo: Canal abierto, localizado en estribo derecho.

Cota de la cresta	2.972.00 m.s.n.m.
-------------------	-------------------

Compuertas	radiales
Número	3
Ancho	5.00 mts.
Alto	2.50 mts.

La altura de la parte superior de las compuertas	2.974.50 m.s.n.m.
--	-------------------

Capacidad de descarga	132.00 m ³ /seg.
-----------------------	-----------------------------

5. Estructura de toma

Tipo: Torre de toma dentro del embalse

Altura de la torre	41.50 mts.
Longitud túnel desviación	334.00 mts.
Diámetro túnel (sección herradura)	2.50 mts.
Diámetro válvula de mariposa	1.22 mts.
Capacidad de descarga	16.00 m ³ /seg.

EMBALSE DEL SISGA:

1. Datos generales de la cuenca:

Hoya tributaria del río Sisga	156.8 km ²
Perímetro	55 km
Altura media	2.905.00 m.s.n.m.
Pendiente ponderada	0.199
Precipitación media anual	880 mm
Aporte anual medio	85.2 Mm ³
Caudal medio anual del río Sisga (período 1947-1985)	2.7 m ³ /seg.

2. Embalse:

Área del embalse	700 Has.
Longitud máxima del lago	10.4 kms.
Perímetro del lago en su cota de máxima inundación	27.1 kms.
Volumen máximo	101.2 Mm ³
Embalse muerto	5.5 Mm ³
Nivel de aguas máximo	2.670.35 m.s.n.m.
Nivel de aguas mínimas de operación	2.644.63 m.s.n.m.

3. Presa:

Tipo: Presa de tierra con pedraplén en la cara aguas arriba, drenaje de la fundación e instalación piezométrica para el control de presiones internas.

Altura máxima sobre el lecho del río	52.0 mts.
Longitud de la cresta	85.0 mts.
Ancho de la cresta	8.0 mts.
Cota de la cresta	2.674.5 m.s.n.m.
Ancho máximo en la base	360.0 mts.
Volumen del terraplén	285.750 m ³
Volumen de excavación	5.500 m ³

4. Rebosadero:

Tipo: Un vertedero de control a la entrada de longitud 25 mts., con planta circular y con un perfil transversal tipo WFS. Un canal de planta convergente que permite la transición de 25 mts. a 10 mts: Un canal de 10 mts. de ancho con dos curvas horizontales que entrega a un tanque amortiguador y por último un canal de descarga con sección trapezoidal de 12 mts. de base y taludes laterales de 2:1, el cual entrega al cauce del río Sisga.

Cota de la cresta	2.670.35 m.s.n.m.
Capacidad máxima de descarga con el nivel del agua a la cota 2.672.00 m.s.n.m.	160.00 m ³ /seg

5. Obras de descarga:

Longitud del túnel	346.3 mts.
Sección del túnel en herradura	8.5 m ²
Longitud de la tubería de descarga de Ø 54"	212.5 mts.
Capacidad máxima de las válvulas	14.0 m ³ /seg.

6. ASPECTOS DE OPERACION

Los embalses del Sisga y Neusa se consideran de uso múltiple; de regulación multianual en el caso del embalse del Neusa y de regulación anual en el caso del embalse del Sisga.

Uno de los objetivos básicos de los embalses es la regulación de los caudales de manera que se puedan almacenar los excedentes evitando inundaciones en épocas de invierno y utilizándolos en los periodos de estiaje, como ha venido ocurriendo hasta el momento.

La operación de los embalses se realiza asignando a cada embalse una función de descarga, dependiendo del periodo de regulación y supervisando que el conjunto denominado embalse agregado (Neusa, Sisga y Tomine) aseguren el suministro continuo para satisfacer todas las necesidades requeridas.

La C.A.R.- dispone de los modelos matemáticos que simulan la operación de los sistemas del río Bogotá y de Chingaza - río Blanco, a nivel mensual con varias reglas de operación y varios niveles de agregación.

Se hacen ajustes en la operación de los embalses con base en las variaciones hidrológicas que se registran.

En cuanto a la operación de los embalses se consideran los siguientes aspectos de gran importancia:

EMBALSE DEL NEUSA (Figura 4)

1. El nivel de aguas mínimas de operación es 2.950,00 m.s.n.m.
2. La cota del piso del vertedero es 2.972,00 m.s.n.m., que permite un almacenaje aproximado de 80 Mm³.
3. La altura de la parte superior de las compuertas cuando están en posición baja es de 2.974,50 m.s.n.m., que permite un máximo de almacenamiento seguro aproximado de 103 Mm³.
4. Cualquier almacenamiento que exceda la cota 2.974,50 m.s.n.m., debe considerarse como almacenamiento de emergencia.

EMBALSE DEL SISGA (Figura 5)

1. Hasta la cota 2.644,63 m.s.n.m., se considera el embalse muerto con un volumen de 5,5 Mm³.
2. El embalse útil o de la operación normal con la capacidad de almacenamiento de 91.4 Mm³, comprendido entre las cotas 2.644,63 m.s.n.m. hasta 2.668,90 m.s.n.m.
3. Desde la cota 2.668,90 m.s.n.m. hasta la cota 2.670,35 m.s.n.m. la capacidad adicional para el control de las avenidas de 9.8 Mm³.

7.MANEJO DE CRECIENTES

EMBALSE DEL NEUSA

El rebosadero, localizado en el estribo derecho de la presa, tiene capacidad de evacuación de 105 m³/seg. a la cota del embalse 2.974,50 m.s.n.m., y de 190 m³/seg. para el nivel correspondiente a la cota de la cresta de la presa (2.977,50 m.s.n.m.). El efecto amortiguador del embalse hace que la Creciente Máxima Probable (CMP), cuyo pico ha sido estimado en 1120 m³/seg., pueda evacuarse rebajada en un 84%, si al comenzar la creciente el nivel de agua está a la altura del borde superior de las compuertas y estas se abren oportunamente.

Para una presa de tierra un criterio de diseño usado comúnmente, consiste en que una creciente de considerable magnitud pueda pasar por encima de las compuertas en caso que estas no se abran. Los tres (3) metros de borde libre que hay entre el tope de las

compuertas y la cresta de la presa, permiten manejar con el rebosadero existente una creciente con el pico de 800 m³/seg. teniendo en cuenta el almacenamiento, que dan los tres metros de aumento del nivel del embalse y la descarga sobre las compuertas.

EMBALSE DEL SISGA

El vertedero del embalse del Sisga, fué diseñado para permitir el manejo de la "creciente diezmilenaria" seguida por la "creciente milenaria", cuyos picos fueron estimados en 740 y 580 m³/seg., respectivamente.

En un proyecto como el del Sisga cuyo riesgo de falla es inadmisibles, por la magnitud de las pérdidas y perjuicios que se ocasionarían, el concepto que debe aplicarse es el de Creciente Máxima Probable.

La capacidad del proyecto fué revisada por INGETEC para el manejo de la CMP, transitando esta creciente por el embalse, comenzando con el nivel del agua a la cota de la cresta del vertedero (2.670,35 m.s.n.m.). Se determinó que se pueda manejar la CPM, siempre y cuando, no haya limitaciones en cuanto a la estabilidad de la presa y los estribos, para niveles del embalse tan altos como el de la cresta de la presa. El nivel máximo del embalse resultante sería 2.674,30 m.s.n.m., con el borde libre del orden de 0.20 mts. Con la CMP, el vertedero presentaría una descarga pico de unos 360 m³/seg. aproximadamente.

Hasta el momento no se han presentado los vertimientos en ambos embalses, esto se debe a que el nivel de agua no ha podido subir ni natural ni inducidamente a las cotas necesarias para ello.

B.PLAN DE CONTINGENCIA INTERNO

B.1 ACCIONES PREVENTIVAS

- 1- Además de la observación diaria de la presa y sus instalaciones de control, en los periodos críticos se debe ejercer una supervisión adicional y especial. Se entiende por periodos críticos aquellos cuando la represa se encuentra en su estado máximo de volumen, cuando hay subidas y bajadas rápidas del nivel de aguas y periodos invernales prolongados e intensos.

- 2- No dejar que el embalse suba o baje de nivel en forma rápida (se entiende por fluctuaciones rápidas una rata mayor de 30 cm/día para el embalse del Neusa y 15 cm/día para el embalse del Sisga), excepto en los casos necesarios.
- 3- Debe evitarse que el nivel del embalse del Neusa suba por encima de la cota 2.974,50 m.s.n.m., que es el nivel fijado para el embalse total.
- 4- Para el embalse del Sisga la elevación máxima de las aguas normales es de 2.668,90 m.s.n.m., y no debe excederse.
- 5- Debe hacerse el control de las filtraciones.
- 6- Se debe llevar un registro continuo de los parámetros climatológicos, especialmente de las precipitaciones.
- 7- Periódicamente se debe realizar una revisión y mantenimiento de las estructuras e instalaciones del correspondiente embalse.

8.2 ACCIONES OPERATIVAS

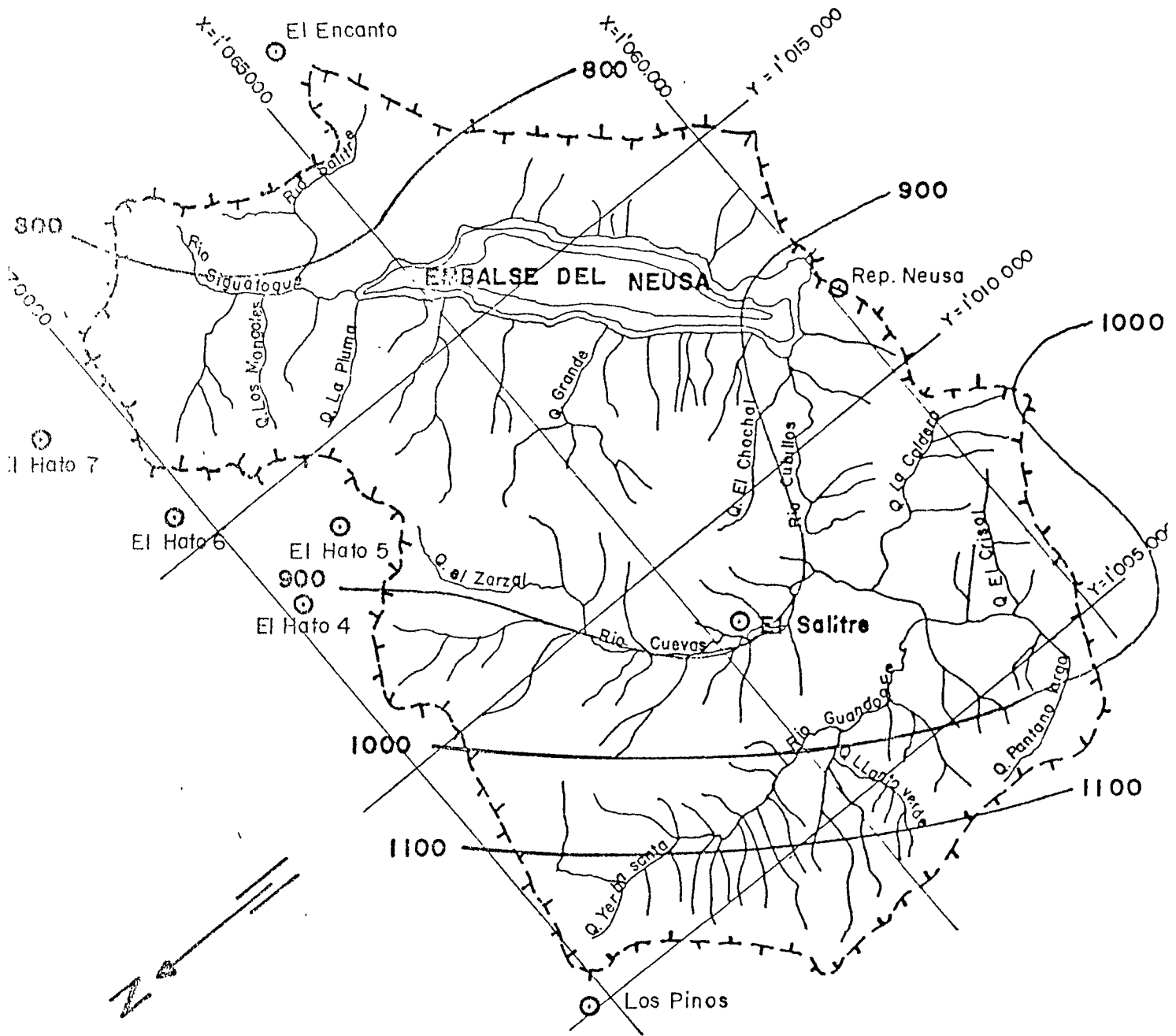
EMBALSE DEL NEUSA

- 1- Cuando el nivel de agua del embalse alcance la cota de la cresta del rebosadero (2.972,00 m.s.n.m.) se deben abrir las compuertas.
- 2- Cuando el agua este almacenada por efecto de las compuertas, estas se deben abrir discretamente, es decir, procurando mantener constante el nivel del embalse, y de esta manera evitar producir una gran descarga de agua que sería fatal aguas abajo.

EMBALSE DEL SISGA

- 1- Cuando el nivel de agua del embalse alcance la cota de los 2.668,90 m.s.n.m., la válvula de control de descarga deberá abrirse completamente. En caso de avenidas adicionales permanecerá abierta para rebajar el nivel del agua hasta dicha cota.

Estas acciones tienen como fundamento proteger la presa y operar los vertimientos tratando de evitar que su operación produzca daños aguas abajo.



ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
 Estaciones Pluviométricas
 Isoyetas mm/año

FIGURA 2

C.A.R.	SUB-DIRECCION DE OPERACIONES	
	DIVISION HIDROMETEOROLOGIA Y EMBALSES	
CUENCA DEL EMBALSE DEL NEUSA		
LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS ISOYETAS (1960-1988) MULTIANUALES		
ELABORO.	C. H.	REVISOR. H NIÑO P.
DIBUJO F G G	ESCALA 1:100,000	FECHA OCTUBRE - 90

.. AFLUENCIA PROMEDIO EMBALSES - SISGA - NEUSA

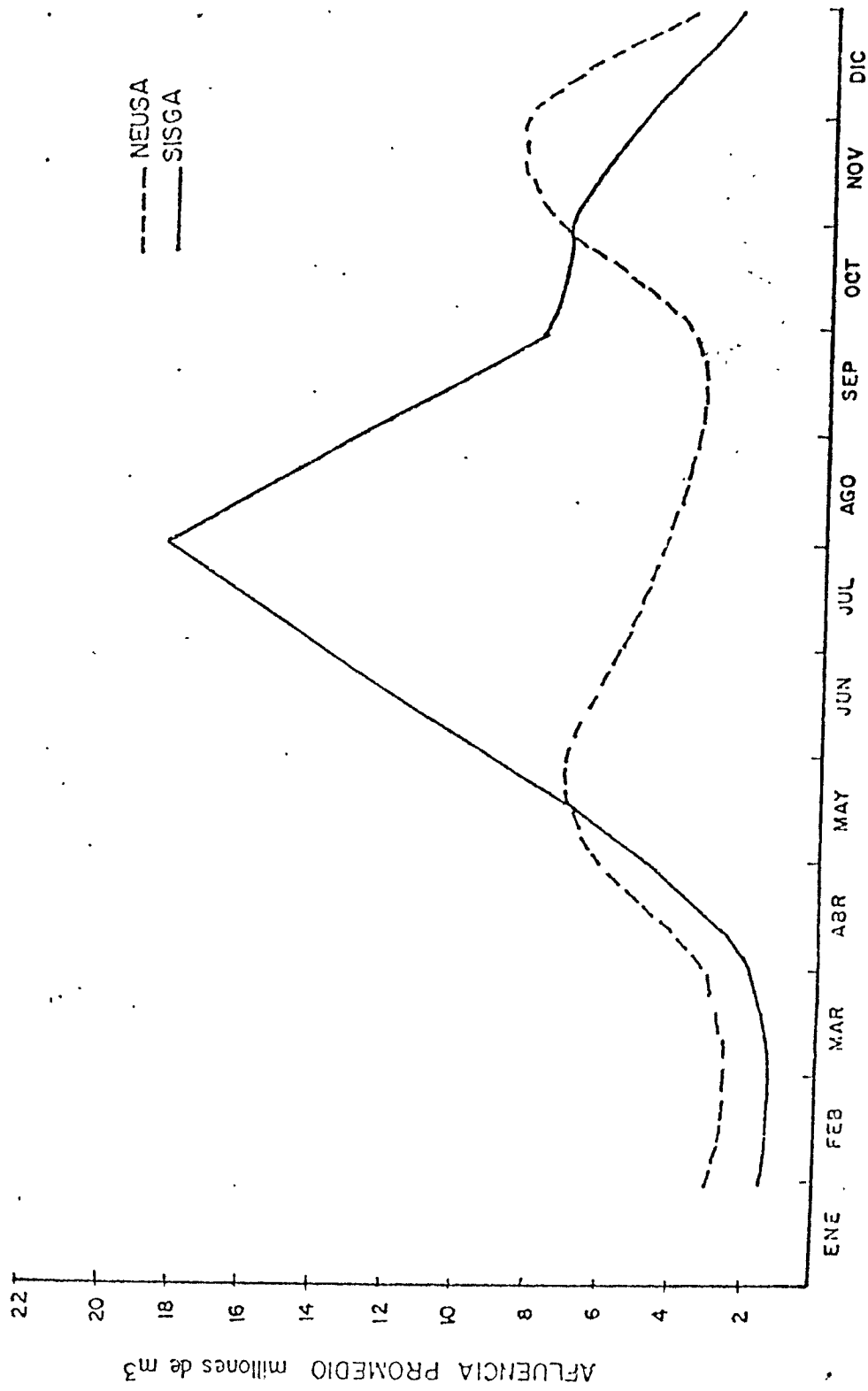
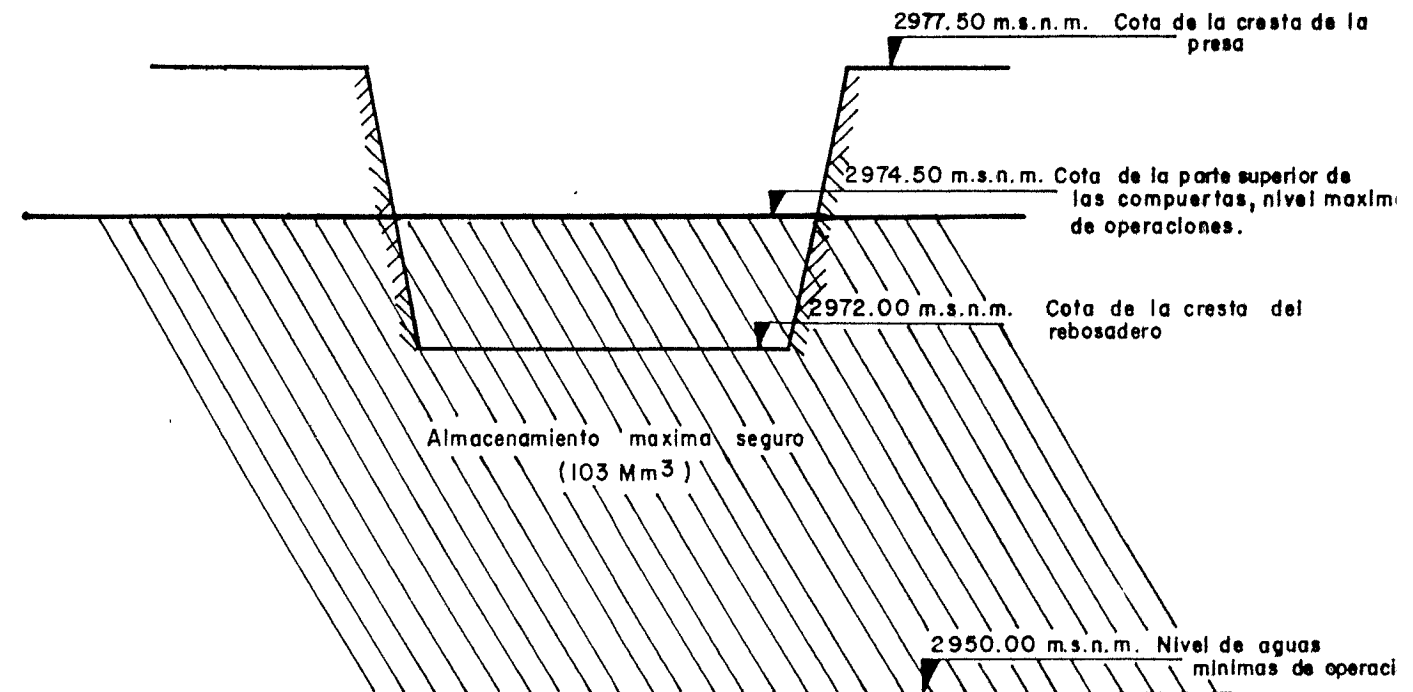


FIGURA 3

EMBALSE DEL NEUSA



NOTA: 1- Cualquier almacenamiento que exceda la cota 2974.50 m.s.n.m. se considera como almacenamiento de emergencia.

2- El rebosadero tiene la capacidad de evacuar la CMP, si al comenzar la creciente el fivel de agua esta a la cota 2974.50 m.s.n.m.

FIGURA 4

EMBALSE DEL SISGA

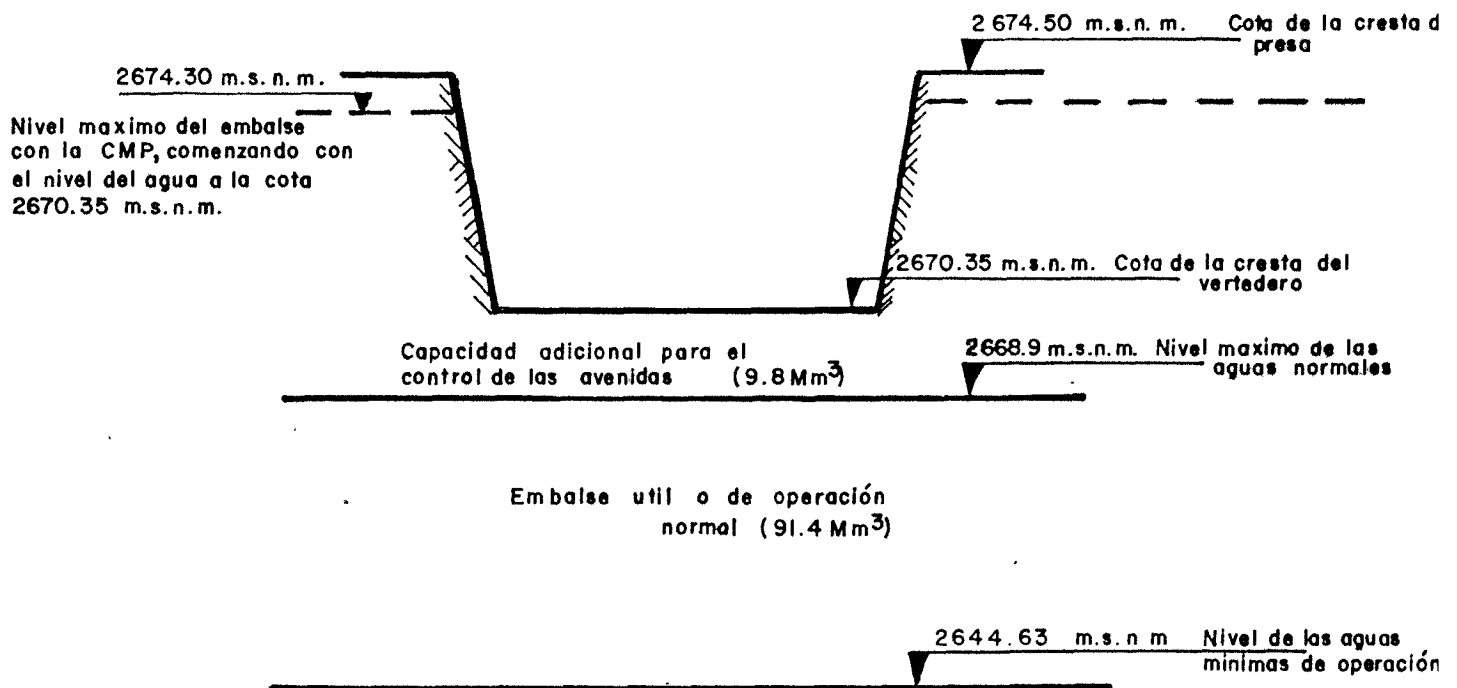


FIGURA 5