



Memoria descriptiva de la presa

MARTE R. GÓMEZ

*Municipio de Camargo,
Tamaulipas*

PRESA MARTE R. GOMEZ (EL AZUCAR)

Distrito de Riego del Bajo Río San Juan, Tamps.

DESCRIPCION DE LA PRESA

Con objeto de aprovechar en riego las aguas del río San Juan, se construyó la presa Marte R. Gómez en el sitio denominado Comales de Arriba, que consiste esencialmente en una cortina de tierra, provista de dos obras de toma del tipo de conducto de concreto en túnel, una en cada margen, y de una obra de excedencias del tipo de Vertedor de Cresta Libre, localizada en la margen izquierda y de 4 diques para cierre de igual número de puertos.

INFORMACION GENERAL

Localización: A 65 km aproximadamente al oeste de la Ciudad de Reynosa y a 16 km arriba de la población de Camargo, sobre el río San Juan, en el municipio de Camargo, Estado de Tamaulipas.

Vías de comunicación: Por la carretera fronteriza Reynosa-Nuevo Laredo hasta la población de Camargo, y de este lugar al sitio de la presa por 18 km de camino revestido.

Propósito: Para riego de 75 000 ha. en el Dto. de Riego del Bajo Río San Juan, regulación de avenidas y otros usos secundarios. Forma parte muy importante del plan general para aprovechamiento de los afluentes mexicanos del río Bravo.

Fechas de construcción: De 1936 a 1946 bajo el sistema de administración, por la Comisión Nacional de Irrigación, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

DATOS HIDROLOGICOS

Río: San Juan.

Cuenca: Con una área de 32 220 km², localizada en los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Escurrimiento anual:

Período:	Datos observados de 1900 a 1965.
Máximo:	4 380 millones de metros cúbicos.
Mínimo:	77 millones de metros cúbicos.
Promedio:	994 millones de metros cúbicos.

Avenida máxima registrada: 9 000 m³/s, el 30 de agosto de 1909.

CARACTERISTICAS DEL ALMACENAMIENTO

Area del embalse:

16 500 ha. a la elevación 76.30 m cresta del vertedor.
32 500 ha. a la elevación 83.00 m nivel aguas máximas.

Capacidades del vaso, en millones de m³

Total hasta la elevación 76.30 m, cresta del vertedor.	1 080
Azolves	300
Util hasta la elevación 76.30	780
Super almacenamiento hasta la elevación 83.00 N.A.M.E.	1 550

Actualmente se tiene un volumen estimado de 149 millones de metros cúbicos de azolves.

DATOS GEOLOGICOS

Geología regional: La presa se localiza en una región de relieve bajo ondulado de la Planicie Costera del Golfo de México, que está constituida por formaciones marinas terciarias de series alternadas de lutitas y areniscas que buzcan con algunos plegamientos tenues suavemente hacia la costa. Estas formaciones marinas están cubiertas discordantemente por conglomerados de la Formación Reynosa del Cuaternario que se observan como remanentes coronando las partes altas de los lomeríos. En las partes bajas se tienen depósitos de terrazas recientes y materiales de acarreo en los cauces de los ríos.

Geología de la boquilla: La cortina quedó alojada sobre una serie alternada de areniscas suaves, lutitas y lutitas margosas de resistencia variable que contienen algo de yeso, de la Formación Fayette o Jackson, Grupo Claiborne del Eoceno.

La margen derecha del eje de la cortina formada por capas de lutitas margosas tiene una cubierta de espesor variable de 1 a 8 m del conglomerado Reynosa constituido principalmente por cantos de caliza cementados que, a su vez, están cubiertos parcialmente por materiales sueltos de terrazas de limos y arenas finas de aspecto pulverulento. La zona del cauce tiene una amplia vega de inundación sobre su margen izquierda con espesor medio de 12 m de materiales sueltos de limos y arenas finas que cubren un antiguo cauce del río San Juan relleno de gravas y arenas, mientras que el actual río ha cortado un nuevo cauce angosto a una elevación inferior del antiguo hasta descubrir areniscas. El antiguo cauce quedó excavado sobre lutitas margosas. Sobre la margen izquierda de la cortina predominan las series de lutitas margosas con algo de

yeso cubiertas discordantemente y en forma parcial por cuerpos del conglomerado Reynosa sobre el que localmente descansan limos y arenas finas de las terrazas recientes.

El aspecto más importante que presentó esta boquilla, fueron los depósitos limo - arenosos de las terrazas en la margen izquierda del cauce que tienen una profundidad de 15 m en un tramo de 800 m, los cuales descansan en formaciones permeables de gravas y arenas.

Geología del vaso: Es muy similar a la hallada en la zona de la boquilla, encontrándose formaciones marinas de lutitas y areniscas suavemente onduladas coronadas en sus partes altas por los depósitos del conglomerado Reynosa.

Sismología regional: La obra se localiza en la zona asísmica de la República Mexicana.

CORTINA

Descripción: De tipo tierra, con corazón impermeable amplio asimétrico y respaldos de material semipermeable, siendo mayor el correspondiente al de aguas abajo, con chapa de protección de roca contra oleaje en el talud de aguas arriba y losa de concreto en el talud de aguas abajo, protegiendo la parte central e inferior de este talud, que se empleó únicamente para las operaciones de desvío del río. La cortina está formada por tres zonas que se distinguen por sus propiedades mecánicas y el método de colocación:

- Zona 1: Corazón impermeable de la cortina formado por materiales provenientes de las terrazas limo-arenosas, debidamente compactado con 12 pasadas de rodillo pata de cabra, en capas de 20 cm de espesor. El talud de aguas abajo es de 0.5:1 y aguas arriba talud variable desde la corona hasta la elevación 69.0 m aproximadamente, con taludes desde 2:1 hasta 6:1, de esta elevación hacia abajo, talud de 3:1.
- Zona 2: Formada esencialmente por grava y arena con escaso contenido de finos (Formación Reynosa), debidamente compactada en capas de 0.5 m de espesor con rodillo liso, protegiendo ambos lados del corazón impermeable, con taludes 2:1 aguas abajo y de 6:1 aguas arriba a partir de la elevación 69.0 m aproximadamente.
- Zona 3: Respaldo permeable de aguas abajo, colocado en frente del material compactado, formado con material similar al de la zona 2, colocado a volteo sin compactar, tiene talud de 6:1 partiendo de la elevación 73 m a la elevación 48.60 m, que es la correspondiente a la corona de la ataguía de aguas abajo.

La roca de protección contra oleaje del talud de aguas arriba se colocó mediante una capa de 1 m de espesor y se suspendió a la elevación 66 m.

Dimensiones: Altura total 49 m; altura sobre el lecho del río 46 m; longitud por la corona 6 000 m; anchura de la corona 10 m; anchura en la base 600 m.

Taludes exteriores:

Aguas arriba:

1:1 desde la corona hasta la elevación 84.30

2:1 desde la elevación 84.30 hasta la elevación 80.30

3:1 desde la elevación 80.30 hasta la elevación 73.00

6:1 desde la elevación 73.00 hasta el cauce.

Aguas abajo:

2:1 desde la corona hasta la elevación 73.00

6:1 desde la elevación 73.00 hasta el cauce.

Elevaciones: Del desplante de la cimentación 37.00 m; del fondo del cauce 40.00 m; de la corona 86.00 m.

Bordo libre: 3.00 m.

Materiales:

Propiedades mecánicas para diseño de la cortina.

Se determinaron en nuestras inalteradas obtenidas del terraplén, prácticamente al final de la construcción.

IMPERMEABLE. Este material se obtuvo de las terrazas aguas arriba del eje de la cortina, formadas por limos arenosos. Sus propiedades mecánicas fueron determinadas con un número reducido de ensayos y se distinguieron dos tipos de suelos; arena limosa y limo poco compresible de baja plasticidad, la densidad de sólidos es del orden de 2.68 y sus pesos volumétricos óptimos fluctúan de 1 850 a 1 920 kg/m³, correspondiendo a humedades óptimas de 15 y 12 por ciento, respectivamente. La resistencia al esfuerzo cortante de estos suelos se encontró con ensayos de compresión triaxial en prueba indrenada rápida, obteniéndose un valor de $s = 0.2 + p \tan 22^\circ$ en kg/cm²; los especímenes fueron parcialmente saturados.

PERMEABLES: Los respaldos permeables se formaron con material semipermeable

de grava y arena con bajo contenido de finos (material Reynosa), que es un conglomerado calcáreo poco cementado, tiene un peso volumétrico seco de 1 900 kg/m³ y su resistencia al esfuerzo cortante se estimó en $s = p \tan 30^\circ$.

Resultados de control de campo.

IMPERMEABLE. El control de campo se efectuó por medio de calas y se comparó el peso volumétrico seco obtenido con respecto al óptimo de la prueba Proctor. En gran promedio se obtuvo un peso volumétrico seco del terraplén de 1 800 kg/m³, con una humedad de 15.9 por ciento, correspondiéndole una compactación de 96.2 por ciento.

Estabilidad de la sección: El diseño de esta cortina se efectuó por comparación con otros proyectos semejantes.

Tratamiento de la cimentación:

Limpias: Se hizo una limpia dentro de las trazas de la cortina, removiendo la capa de suelo vegetal y los materiales sueltos e intemperizados superficiales, hasta descubrir en ambas márgenes o bien las lutitas o areniscas o bien el conglomerado Reynosa compacto. En la zona del cauce en la parte de la terraza limo-arenosa, se hizo una limpia superficial de 1.50 m y se anegaron durante tres semanas para tratar de provocar asentamientos y de esta manera disminuir su relación de vacíos original, sobre todo en la superficie en donde se tenía una estructura de suelo casi suelta, ya que en la superficie se encontraron relaciones de vacíos de 0.91 y a la elevación 50 m se reducía a 0.58.

Trincheras y dentellones: Para interceptar las formaciones permeables de la cimentación se construyeron trincheras y dentellones o una combinación de ambos según los diferentes tipos que están mostrados en la lámina correspondiente a tratamiento de la cimentación; cada tipo elegido se aplicó considerando las características de las condiciones naturales correspondientes, tratando de llegar a la formación sana e impermeable de lutitas y areniscas, o bien a la de grava y arena empacadas con arcilla. En general se aceptaron 6 tipos de trincheras y dentellones: Trinchera amplia excavada con grava y rellena con material impermeable, compactado con equipo; Trinchera amplia y cepa de 0.70 m rellena con material impermeable apisonado a mano; Cepa de 0.70 m rellena con concreto o una combinación de los anteriores. El tramo más crítico de la cimentación fue la zona de terrazas limo arenosas, las cuales descansan sobre una capa de grava permeable apoyada en las lutitas con una profundidad de 18 a 20 metros. Para cortar esta formación se abrió una trinchera de 10 m de profundidad con taludes de 1:1 y ancho en la base de 4 a 5 m. A partir del fondo de esta excavación se llevó una cepa de 0.80 m de ancho que alcanzó en algunos tramos hasta 13 m de profundidad que fue rellena de concreto simple.

Inyectado. No se efectuó ningún inyectado en la boquilla.

Cubicación de materiales: En la construcción de la cortina se emplearon en total 4

919 690 m³ de materiales, que corresponden: zona impermeable 2 181 130 m³, zona semipermeable (Material Reynosa) y enrocamiento 2 738 560 m³.

DIQUES

Descripción: Para formar el vaso, además de la cortina fue necesario construir cuatro (4) diques de características semejantes a aquella, que en total tienen una longitud de 2 km, siendo el más importante el No. 2, donde está alojada la obra de toma norte, con una longitud de 1 652 m.

Cubicación de material: En la construcción de los diques se emplearon 643 990 m³ de materiales, de los cuales 329 500 m³ son impermeables y 314 480 m³ permeables.

OBRA DE EXCEDENCIAS

Descripción: Se encuentra situada en la margen izquierda en el puerto denominado No. 1, en el extremo de la cortina. Es del tipo de vertedor de cresta libre con cimacio perfil de arcos similares con planta en curva, constituida por un arco de 3 centros y con descarga por una rápida a un tanque amortiguador de energía y a un canal de desagüe.

El diseño original de la obra de excedencias incluía la instalación de 9 grandes compuertas Stoney deslizantes de 15.24 y 15.24 m c/u, que fueron adquiridas en Alemania, pero que por motivo de la 2a. Guerra Mundial impidió fueran entregadas oportunamente.

Avenida de diseño:	21 000 m ³ /s.
Longitud de la cresta libre:	300 m.
Capacidad máxima de descarga:	13 000 m ³ /s.

Características generales de las diferentes partes que componen la obra de excedencias:

Cimacio: El Cimacio, de 18.30 m de altura (de la elevación 58.00 a la 76.30 m) está provisto aguas arriba de un dentellón de concreto de 10 m de profundidad.

Su cresta está a la elevación 76.30 m y quedó desplantado en lutitas con intercalaciones de areniscas.

Canal de descarga y tanque amortiguador. Al pie del cimacio se tiene un plano a nivel que se une por medio de una rápida con pendiente 4:1, revestida de concreto reforzado, a un tanque amortiguador de 50 m de ancho de plantilla y 146 m de longitud, también revestido de concreto, provisto en su extremo de aguas abajo de un umbral deflector. Fue excavado en su mayor parte en lutitas con intercalaciones de areniscas

teniéndose un corte máximo de 33.0 m (elevación 70 a elevación 37), habiendo ocurrido durante las excavaciones deslizamientos importantes que motivaron el cambio del proyecto original.

El cimacio, plano a nivel, rápida y tanque amortiguador están comprendidos entre muros longitudinales de sostenimiento de 31 m de altura máxima. La estructura se continúa aguas abajo, en un canal de descarga que conduce al cauce del río San Juan.

Cubicación de materiales:

Excavación	1 499 000 m ³
Concreto	171 000 m ³

OBRA DE TOMA SUR

Descripción: Alojada en la ladera derecha y construida totalmente de concreto. La extracción se hace por un conducto con plantilla a la elevación 60.0 que pasa debajo de la cortina y que trabaja sin presión. Los gastos se controlan en el extremo de aguas arriba por medio de compuertas deslizantes operadas desde una torre, cuya parte superior se comunica con la corona de la cortina por medio de un puente de acceso. En el extremo de aguas arriba y alojada en la estructura de la torre se instaló una rejilla. Se dispone de un canal de llamada de sección trapezoidal de 14 m de ancho de plantilla y longitud de 565 m. Esta toma alimenta directamente al canal principal Guillermo Rode, que riega terrenos de la margen derecha.

Gasto máximo de diseño: 60 m³/s.

Características Generales de las diferentes partes que componen la obra de toma:

Torre de toma: Construida de concreto reforzado, de 26 m de altura y sección rectangular de 7 x 15 m provista de tubos de ventilación que permitan la entrada de aire abajo de las compuertas de servicio.

Puente de acceso: De 39 m de longitud y 3.50 m de ancho de calzada, formado por 4 claros de 9.70 m cada uno, de losa nervurada, soportados por apoyos extremos y por 3 caballetes intermedios de concreto reforzado.

Caseta de operación: Instalada en la parte superior de la torre. Aloja los mecanismos de operación de las compuertas, que se accionan con motores eléctricos.

Rejillas: Formadas por perfiles laminados de acero estructural; instaladas en la parte inferior de la torre, con su umbral a la elevación 60.08 m.

Compuertas: Servicio: 4 Compuertas Broome de 2.30 x 3.05 m, con mecanismos de

operación eléctricos

Emergencia: 2 compuertas Broome de 2.30 X 3.50 m operadas con una grúa viajera de 42 toneladas de capacidad y 5.70 m de claro. Fabricadas por la casa Phillips and Davies Inc., de Kenton, Ohio, E.U.A.

Conducto: De sección en herradura de 5 m de diámetro, alojado en túnel, 112 m de longitud y 0.0013 de pendiente, revestido de concreto.

Cubicación de materiales: Excavación en tajos 126 000 m³; excavación en túnel 4000 m³; concreto 4 400 m³.

OBRA DE TOMA NORTE

Descripción: Alojada en el Dique No. 2 y construida totalmente de concreto. La extracción se hace a través de un conducto que trabaja sin presión, controlado en el extremo de aguas arriba por medio de compuertas deslizantes operadas desde una torre de toma, cuya parte superior se comunica con la corona del dique por medio de un puente de acceso. En el extremo de aguas arriba y alojada en la estructura de la torre se instaló una rejilla. Se dispone de un canal de llamada de sección trapecial de 5 m de ancho de plantilla. Esta toma alimenta al canal San Pedro, que riega terrenos de la margen izquierda.

Gasto máximo de diseño: 12 m³/seg.

Características generales de las diferentes partes que componen la obra de toma:

Torre de toma: De concreto reforzado, de 21 m de altura y sección cuadrada de 5 x 5 m, provista de tubos de ventilación que permiten la entrada de aire abajo de las compuertas de servicio.

Puente de acceso: De concreto reforzado, de 26 m de longitud constituido por 3 tramos de losa nervurada con 2 pilas de concreto reforzado.

Caseta de operación: Instalada en la parte superior de la torre. Aloja los mecanismos de operación de las compuertas, que se accionan con motores eléctricos.

Rejilla: Instalada en la parte inferior de la torre, con su umbral a la elevación 65.08 m o sea 5 m más alto que la toma sur. Está formada por marcos de perfiles laminados con soleras de acero estructural.

Compuertas: Servicio: 2 compuertas deslizantes de 1.07 x 2.14 m con mecanismos de operación eléctricos.

Emergencia: 2 compuertas deslizantes de 1.07 x 2.14 m, con mecanismos de operación - eléctricos.

Fabricadas por la casa Phillips and Davies Inc., de Kenton, Ohio, E.U.A.

Conducto: De sección en herradura de 3 m de diámetro, alojado en túnel, con 75.50 m de longitud y 0.001 de pendiente, revestido de concreto.

Cubicación de materiales: Excavación en tajos 39 700 m³; excavación en túnel 830 m³; concreto 1 250 m³.

OBRA DE DESVIO

Descripción General: La construcción de la cortina y sus obras auxiliares se llevó a cabo en tres etapas generales, para ajustarse a las condiciones de escurrimiento del río, según se indica a continuación:

Primera Etapa: Se construyeron los dos extremos de la cortina fuera del cauce del río hasta la elevación 86.00 m (corona de la cortina), el vertedor de demasías en su totalidad, así como el desvío de la vía del Ferrocarril Monterrey Matamoros, y asimismo, durante la temporada de estiaje se efectuó la limpia del cauce para el desplante de la cortina excavando el dentellón y llevando las terracerías hasta la elevación 48.50m, protegidas mediante un enrocamiento colocado en el talud de aguas abajo y amarrando con alambre.

Segunda Etapa: Durante la época de estiaje se cerró la cortina en la zona del cauce hasta la elevación 60.0 m se colocó en el talud de aguas abajo una losa de concreto reforzado para proteger las terracerías en caso de que los niveles de agua en el vaso sobrepasaran la elevación citada. Durante esta etapa el gasto del río se desvió, por un túnel de bóveda de medio punto de 6 m de ancho y 6 m de alto con pendiente $s = 0.001$ y 424 m de longitud alojado en la ladera derecha y excavado en margas y rocas de la formación terciaria ademandando en toda su longitud y revestido de concreto con un espesor de 0.40 m.

Tercera Etapa: Cierre de la cortina en la zona del cauce y construcción de un tapón de concreto de 18 m de longitud en el túnel de desvío.

COSTO DE LAS OBRAS

Caminos y campamentos

Caminos y campamentos	\$	6 676 639.90
Presa		38 890 974.10
Total:	\$	45 567 614.00

OPERACION

Fecha en que entró en servicio: Año de 1943

Extracción media: 458 millones de m³ para riego de 75 000 ha., superficie beneficiada hasta la fecha.

Gasto máximo derramado: 4 920 m³/s, el 25 de septiembre de 1967, que representa 38.5 por ciento con respecto al de diseño.

Almacenamiento máximo: 1 080 millones de m³.

COMPORTAMIENTO

Vaso: No se han registrado pérdidas de agua en el vaso por infiltración.

Cortina: Asentamientos: Durante la construcción no se registraron movimientos apreciables en las terracerías pero al llegar el nivel de agua a la elevación 60.0 el 24 de abril de 1943, una vez cerrada la cortina se registraron asentamientos importantes en la cortina en todo el tramo en que quedó desplantada en terrazas poco consolidadas a pesar de haberse inundado previamente.

Los movimientos fueron bruscos pero no tuvieron consecuencias en la estabilidad de la cortina. El máximo asentamiento en la corona fue del orden de 1.0 m entre las Est. 2 + 000 y 3 + 000 y los desplazamientos horizontales de 0.10 m hacia aguas arriba.

Grietas: Como consecuencia del asentamiento registrado se produjeron dos grietas transversales en las Est. 2 + 450 y 2 + 630 y una longitudinal aguas arriba a 15 m del eje de la cortina entre las Est. 2 + 100 y 2 + 600, las cuales se rellenaron con un mortero de arcilla.

No se han registrado agrietamientos posteriores.

Filtraciones: Durante la construcción se habían observado filtraciones en varios sitios aguas abajo de la cortina cuyo gasto total era de 12 l/s. Al subir el nivel de agua en el vaso dichos afloramientos aumentaron a 187 l/s. A través del tiempo estas filtraciones han ido disminuyendo.

OBRA DE EXCEDENCIAS

No se han observado erosiones importantes en el canal de desagüe del vertedor de excedencias a partir del tanque amortiguador no obstante de haber descargado un gasto de 4 920 m³/s.

OBRA DE TOMA

No se tiene ninguna información de filtraciones en las obras de toma ni tampoco de desperfectos de los equipos de operación.

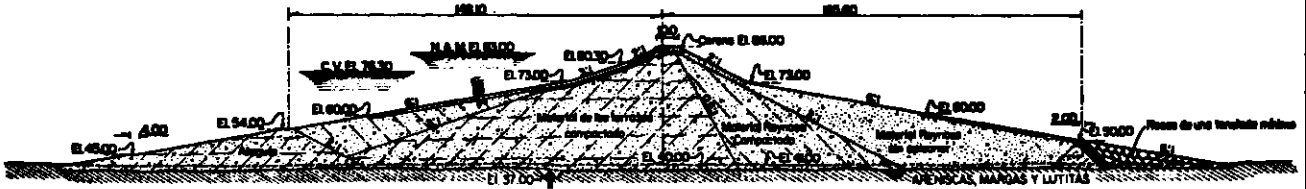
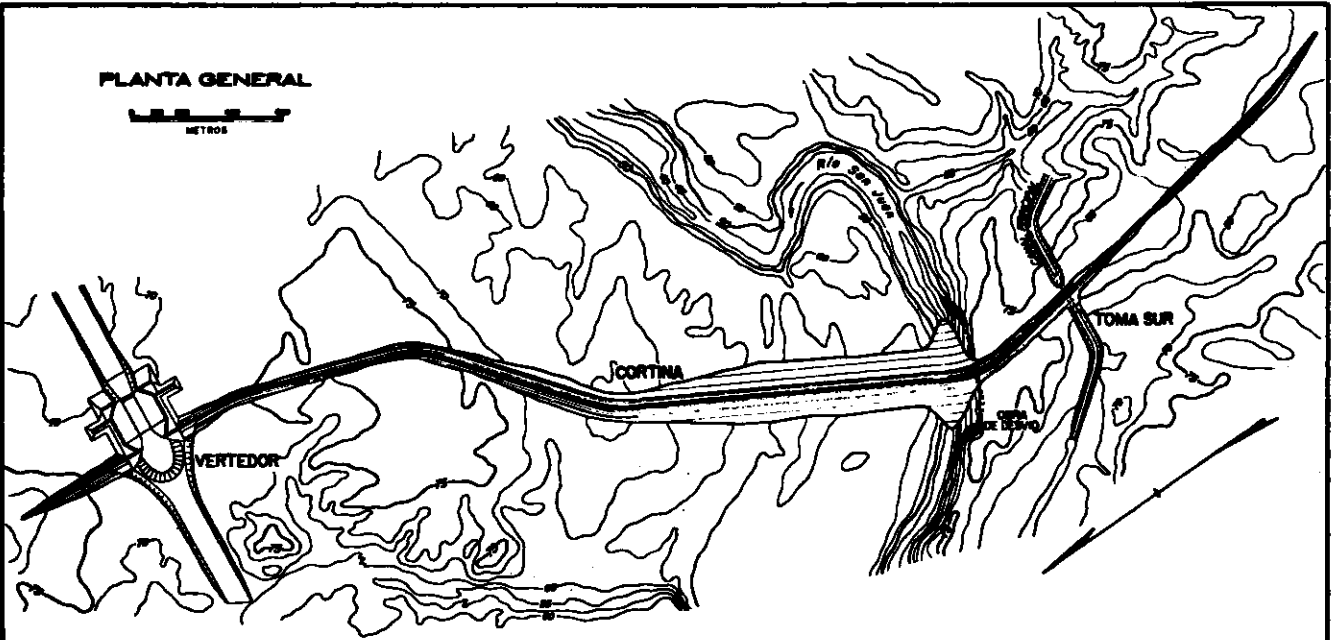
OBSERVACIONES GENERALES

Como consecuencia de fuertes vientos que provocan un oleaje importante unido a la calidad y tamaño de la roca de protección del talud de aguas arriba, ha habido una remoción de la roca de protección, especialmente en el tramo central de la cortina mas expuesto.

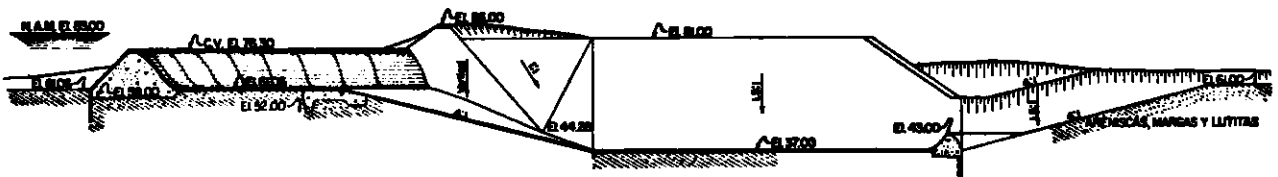
Como consecuencia de las fuertes precipitaciones y falta de protección de los taludes de los 4 diques que forman el vaso han sufrido fuertes erosiones los taludes correspondientes.

PRESA MARTE R. GOMEZ

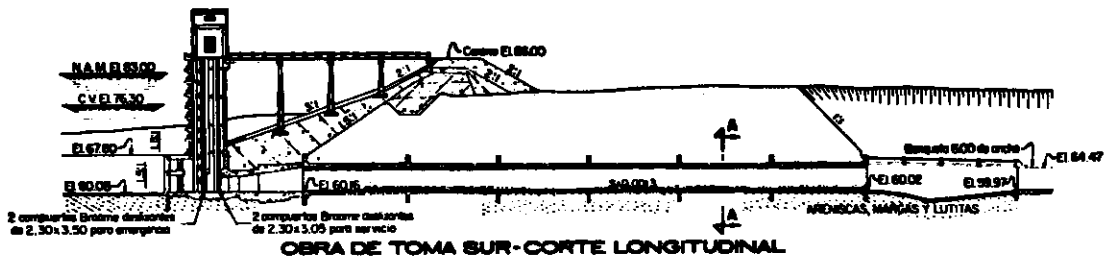
PLANTA GENERAL



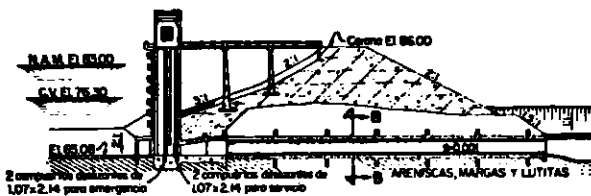
SECCION MAXIMA DE LA CORTINA



VERTEDOR - CORTE LONGITUDINAL



OBRA DE TOMA SUR - CORTE LONGITUDINAL



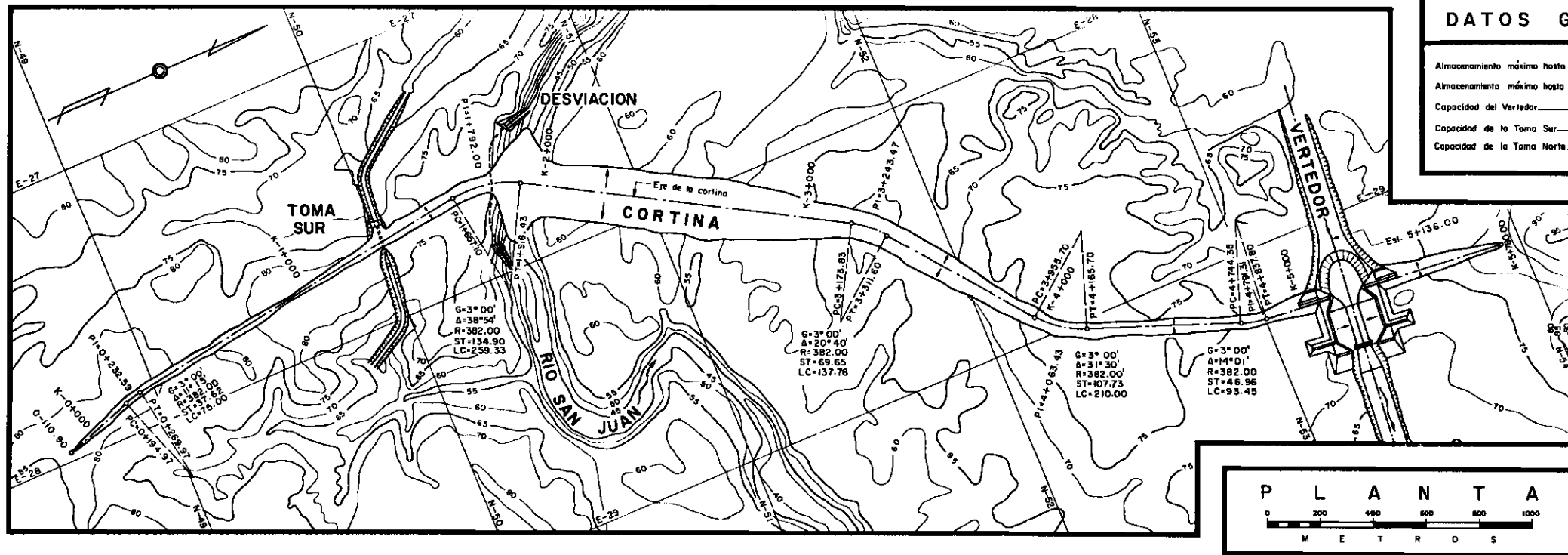
OBRA DE TOMA NORTE - CORTE LONGITUDINAL



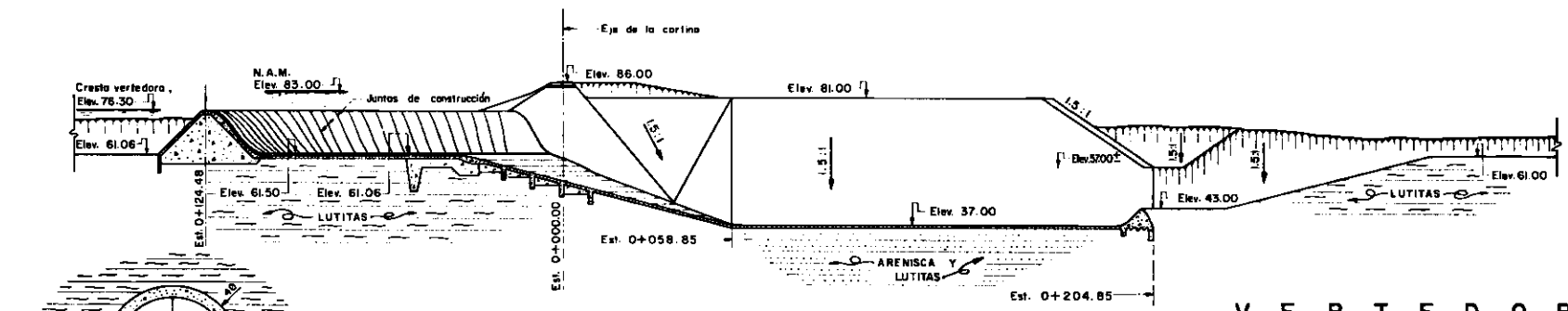
SECCION A-A



SECCION B-B

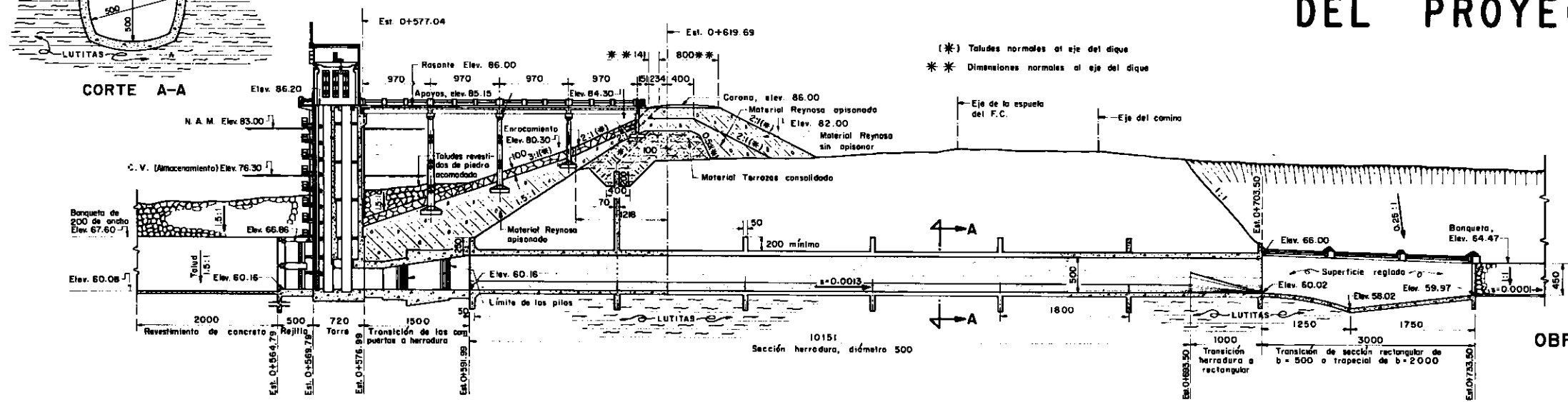


DATOS GENERALES	
Almacenamiento máximo hasta la Elev. 83.00	2630 000 000 m³
Almacenamiento máximo hasta la Elev. 76.30	1080 000 000 m³
Capacidad del Vertedor	13 000 m³/s
Capacidad de la Toma Sur	60 m³/s
Capacidad de la Toma Norte	12 m³/s



P R E S A MARTE R. GOMEZ, Tamps. (EL AZUCAR)

VERTEDOR INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

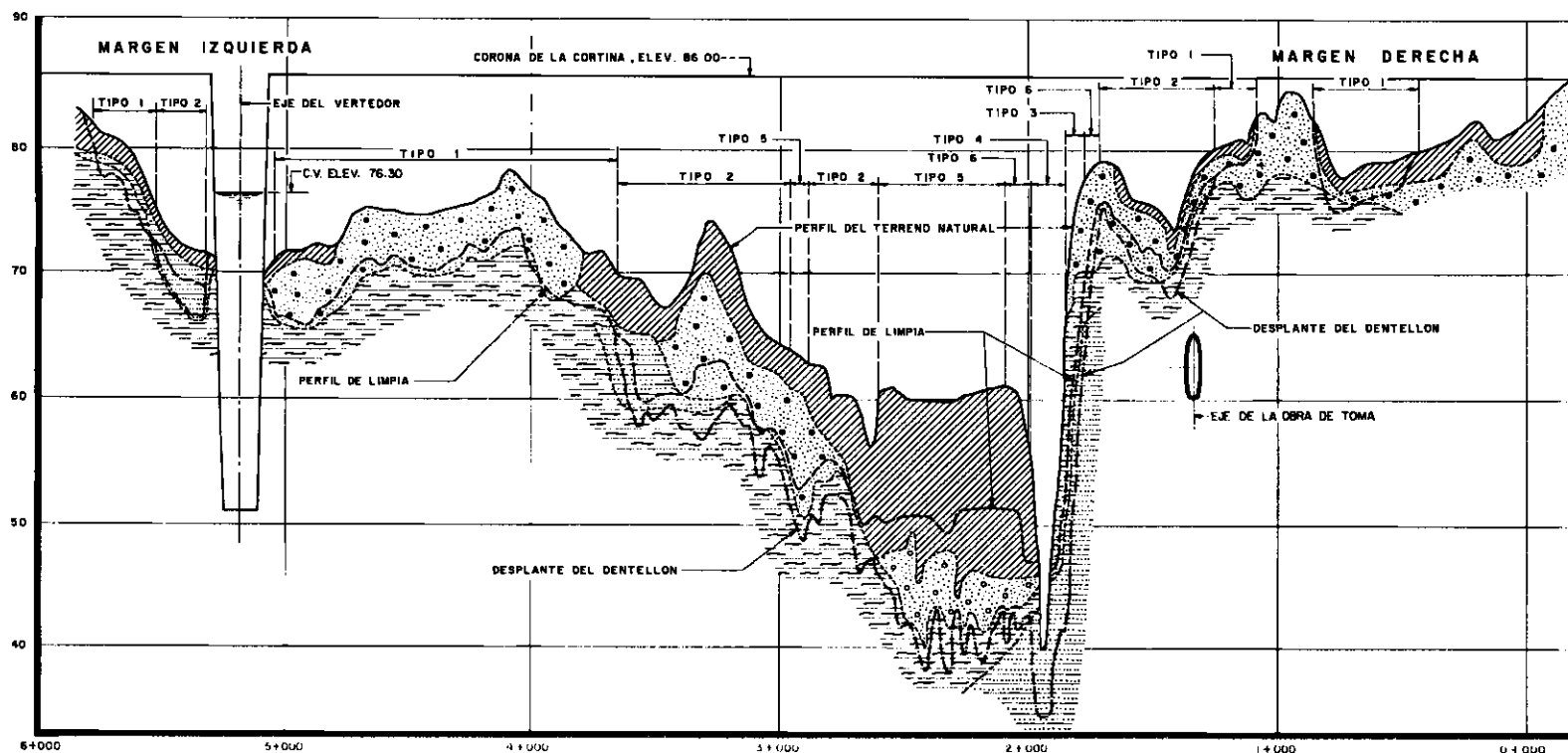


OBRA DE TOMA SUR

PRESA "MARTE R. GOMEZ", TAMPS.

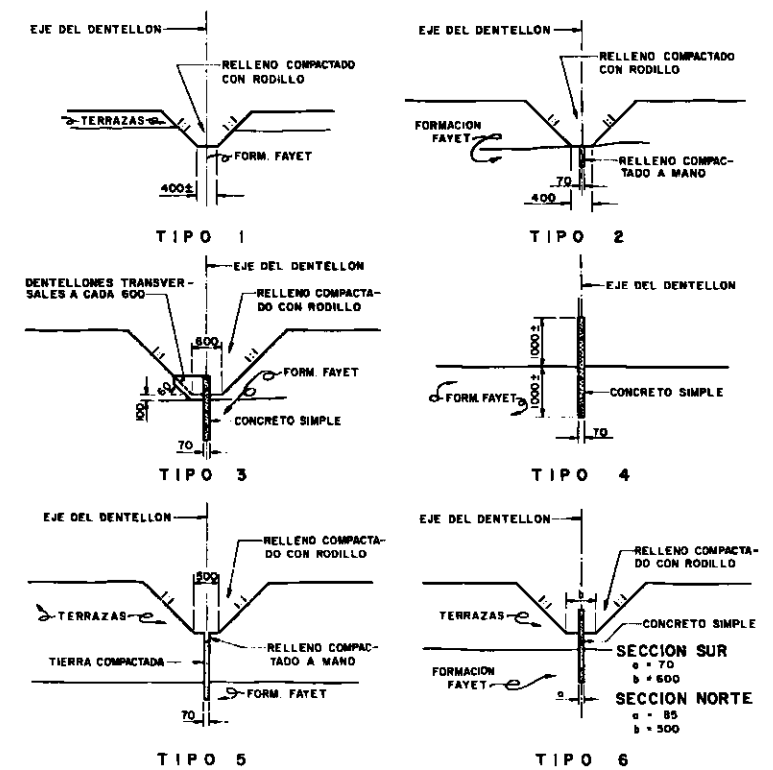
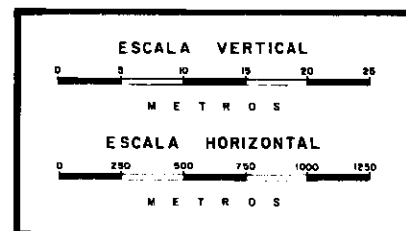
(EL AZUCAR)

INFORMACION GEOLOGICA Y TRATAMIENTO DE LA CIMENTACION

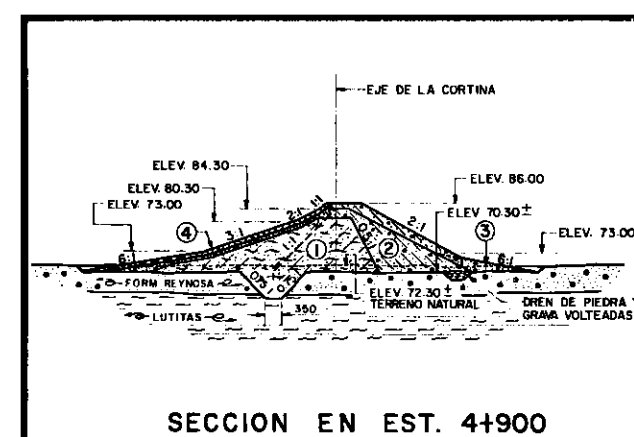
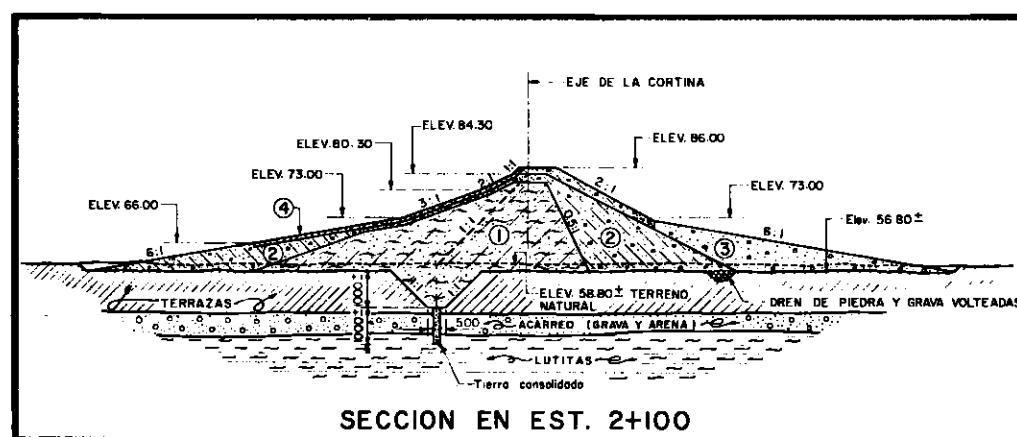
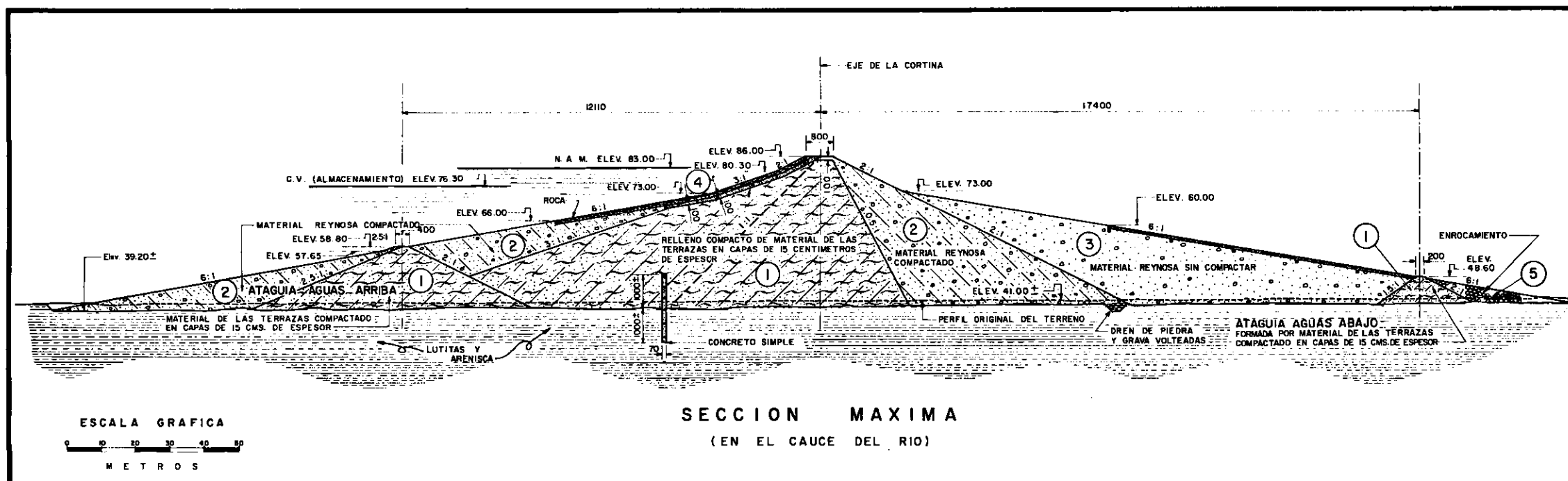


CORTE LONGITUDINAL POR EL EJE DE LA CORTINA

SIGNOS CONVENCIONALES



SECCIONES TIPO DE
TRINCHERAS Y DENTELLONES



- SIGNOS CONVENCIONALES
- 1.— MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO
 - 2.— MATERIAL REYNOSA COMPACTADO
 - 3.— MATERIAL REYNOSA SIN COMPACTAR
 - 4.— ENROCAMIENTO ACOMODADO
 - 5.— ENROCAMIENTO

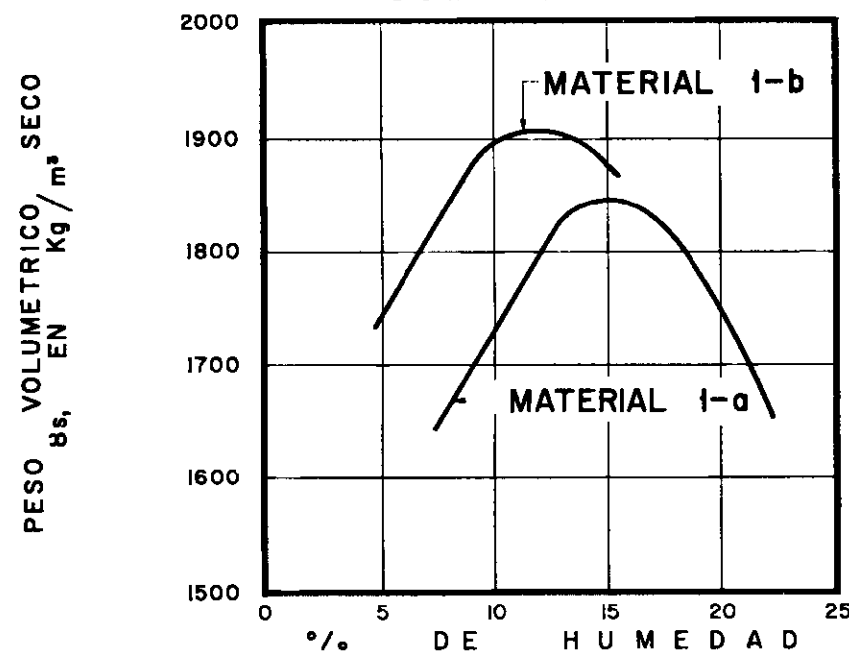
PRESA MARTE R. GOMEZ, TAMP. (EL AZUCAR) CORTINA

PRESA MARTE R. GOMEZ, Tamps. (EL AZUCAR)

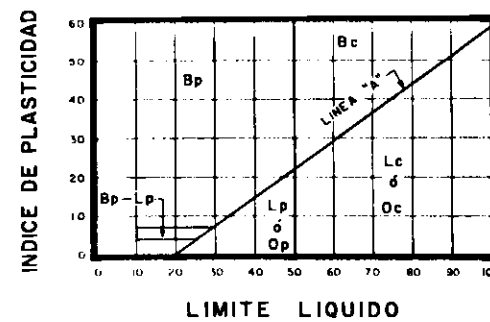
PROPIEDADES MECANICAS

MATERIAL	CLASIFICACION SUS	GRANULOMETRIA			LIMITES DE CONSISTENCIA (< MALLA No. 40)			DENSIDAD DE SOLIDOS	PESOS VOLUMETRICOS			
		MUESTRA TOTAL			LL	LP	Ip	Ss	8s	8h	8 sum	e
		G	A	FINOS								
		%	%	%	%	%	—	—	Kg/m³	Kg/m³	Kg/m³	—
1a	AL	22	30	48	—	—	—	2.68	1850	2130	1160	0.450
1b	Lp	0	40	60	—	—	—	2.67	1920	2150	1200	0.390
2 y 3	GRAVA Y ARENA, CON ALGO DE FINOS (Formación Reynosa)							2.65	1900	—	1180	0.395
4	ROCA											

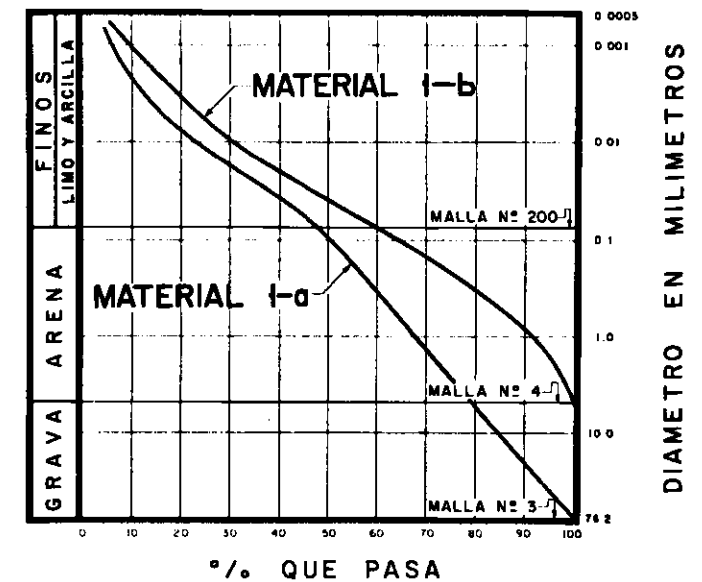
COMPACTACION



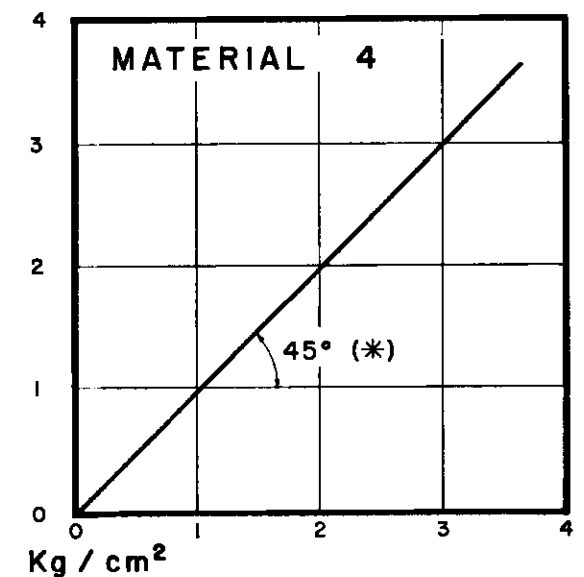
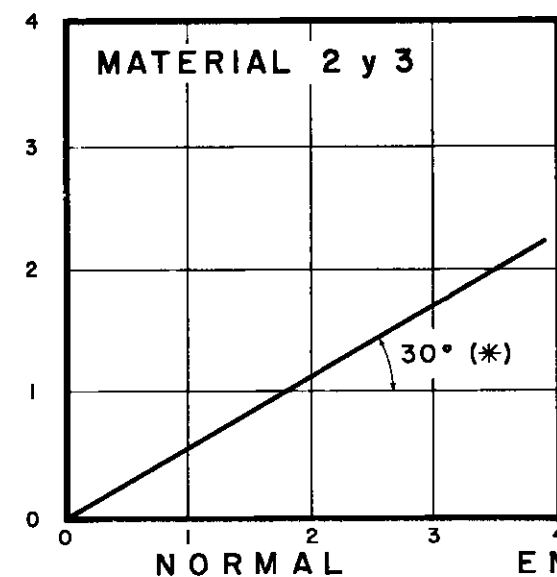
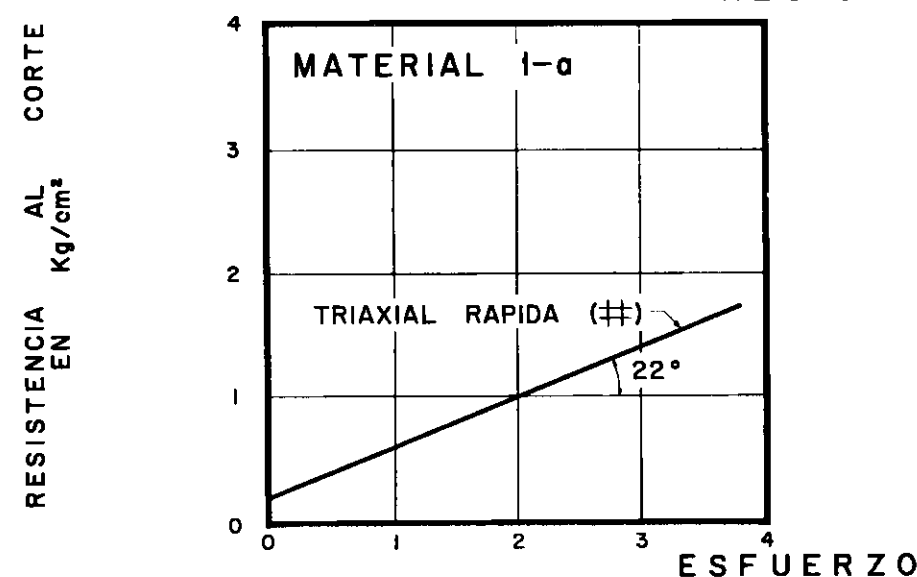
PLASTICIDAD



GRANULOMETRIA



RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE



PERMEABILIDAD

MATERIAL	1	k = 0.8 x 10 ⁻⁸ cm/seg
MATERIAL	3	k = 1.0 x 10 ⁻³ cm/seg

NOTA: Las propiedades mecánicas reportadas se determinaron en muestras induradas obtenidas prácticamente al final de la construcción.

(#) GRADO DE SATURACION DESCONOCIDO
(*) VALOR ESTIMADO





