

Norma Técnica para el diseño de la infraestructura de Agua Potable, Agua Tratada, Alcantarillado Sanitario y Pluvial del Estado de Querétaro.



Introducción

Actualizaciones a la norma técnica

Conformación del expediente técnico

Consideraciones generales

Teoría de diseño

Contenido de los planos

Comentarios y cuestionario

¿Cómo utilizar la guía?

- A la derecha de la pantalla se muestran las secciones en las que se divide.
- Da clic en cualquiera de las secciones para ver los temas que abarca.

Presiona Esc para salir

Introducción

Guía para la presentación de proyectos



Volver al menú
principal

La Comisión Estatal de Aguas juega un papel fundamental al establecer los lineamientos y regulaciones necesarias para asegurar la eficacia y la seguridad de las obras destinadas a controlar el flujo de agua de lluvia. La regulación pluvial es esencial para prevenir inundaciones y proteger la infraestructura urbana.

Todos los nuevos desarrollos de giros comerciales, industriales o habitacionales, están obligados a construirlas conforme lo establecido en el capítulo III de “Alcantarillado Pluvial” y al número IV “Presentación de Proyectos” de la Norma Técnica para el diseño de la infraestructura de Agua Potable, Agua Tratada, Alcantarillado Sanitario y Pluvial del Estado de Querétaro.

Objetivo general:

Proporcionar a los profesionistas y desarrolladores una guía con los requerimientos técnicos mínimos solicitados por la Dirección Divisional de Proyectos de Infraestructura para conformar un expediente técnico completo y obtener la aprobación para proyectos de obras de regulación pluvial, conforme a los lineamientos establecidos en nuestra Norma Técnica y las leyes aplicables dentro del Estado de Querétaro.

Esta guía va dirigida para profesionistas que presentan un proyecto hidráulico ante la CEA, donde conocerá la normativa vigente, sin embargo cabe mencionar que la información no es limitativa; para mayor referencia, consulte la Norma Técnica disponible en nuestra página web.

[Marco Jurídico - Comisión Estatal de Aguas Querétaro \(ceaqueretaro.gob.mx\)](http://ceaqueretaro.gob.mx)

Actualizaciones en la Norma Técnica

Aplicables a proyectos de obras de regulación



Volver al menú principal

CAPÍTULO	PÁG	ACTUALIZACIÓN
III.- Alcantarillado pluvial		
III.9.1 Gasto de descarga máximo permitido.	95	Se incluye una tabla, donde se especifica cual será el caudal máximo permitido de descarga, posterior a la obra de regulación, para factibilidades individuales y habitacionales.
III.9.2 Volumen de almacenamiento requerido.	95	Se hace una diferencia, cuando predios con superficies promedio de 1000 m ² requieran regular, para éstos se definió el criterio de retener 1.00 m ³ por cada 150.00 m ² de área impermeable.
III.9.3 Criterio de funcionamiento de las obras de regulación.	95	Este punto explica que los aforos o bombeos deben estar calculados para que funcionen de acuerdo al caudal correspondiente al periodo de retorno de entrada.
III.9.4 Vertedores.	95	Se define la necesidad de proyectarlos, así como la capacidad necesaria para el periodo de retorno de 50 años.
III.9.5 Requerimientos y posibilidades para el control de contaminantes.	95	Señala la obligatoriedad incluir elementos que permitan desarenar y retener solidos o basura que obstruyan la obra de toma o deterioren los equipos de bombeo.



Actualizaciones en la Norma Técnica

Aplicables a proyectos de obras de regulación



Volver al menú principal

CAPÍTULO	PÁG	ACTUALIZACIÓN
III.- Alcantarillado pluvial		
III.9.6 Diseño hidráulico, estructural y/o eléctrico.	95	Mediante una tabla, se especifica para todos los regímenes y giros en que casos es necesario presentar, de forma adicional al proyecto hidráulico-civil, el proyecto estructural y eléctrico.
IV.2.3.2 Obras de regulación pluvial.	125 - 138	Fueron incluidos los términos de referencia para el diseño de obras de regulación pluvial, explicando cada elemento que proyectarse.



Conformación del expediente técnico

(Proyecto civil e hidráulico, proyecto eléctrico y proyecto estructural)



Volver al menú
principal

Para que su proyecto pueda ser sometido a revisión, es necesario que el expediente contenga los siguientes elementos. Estos deben presentarse en formato digital a través de un disco o USB, organizando la información en carpetas identificadas con el nombre de lo que contiene.

1. Copia del expediente técnico, emitido por él área de factibilidades.

2. Acreditación del representante legal.

3. Carta de asignación de proyectista.

- Oficio firmado por el representante legal asignando al proyectista hidráulico, estructural y electromecánico.
- Cédula de la especialidad y acreditación vigente ante el colegio correspondiente del Directo Responsable de Obra y del Co-responsable en Seguridad Estructural.

4. Planos de lotificación.

- En desarrollos, plano de lotificación donde se identifique el predio con un giro de uso de suelo correcto para la construcción de una obra de regulación. No se permite invadir áreas verdes o de donación
- Para predios individuales copia del proyecto arquitectónico autorizado por el municipio.

5. Oficio de puntos de conexión vigentes.

6. Memoria de cálculo.

- Memoria de cálculo hidráulico con el análisis del volumen a regular, de acuerdo al tiempo de concentración, elaboración de hidrogramas con caudales de entrada y salida, tránsito de la obra.
- Memoria de cálculo estructural, de los revestimientos del vaso, cimentaciones, cadenas, castillos, losas, en bardas o casetas, diseño de atraques o silletas, cajas rompedoras de presión, cajas de visita, estructuras de izaje, etc.



Conformación del expediente técnico

(Proyecto civil e hidráulico, proyecto eléctrico y proyecto estructural)



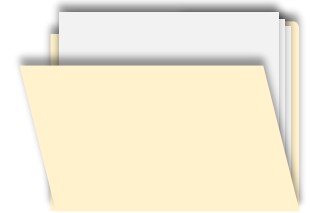
- Memoria de cálculo electromecánico. Ver presentación “Proyectos electromecánicos”, para conocer los puntos que conforman este apartado.

Volver al menú principal

7. Memoria descriptiva.

8. Planos DWG y PDF

- Planos hidráulico-civiles.
- Planos estructurales.
- Planos de obra electromecánica.



9. Constancia de situación fiscal.

10. Estudios técnicos complementarios

- Mecánica de suelos o adendum, con recomendaciones para la estabilidad de los taludes.
- Estudio hidrológico.
- Validación del estudio hidrológico, emitida por la CEI o CONAGUA.
- Visto bueno de la Unidad de Protección Civil.
- Permiso CONAGUA-02-002 o CONAGUA-01-006, para realizar obras en cauces o zonas federales o para ocupación de terrenos federales, respectivamente.
- Fichas técnicas de tuberías, válvulas, polipastos, equipos de bombeo.

Consideraciones generales

Criterios de diseño



- **Propiciar su ubicación en las zonas bajas y que su desalojo se realice preferentemente a gravedad.**
- **Diseñar de manera que se tenga un doble uso de las estructuras, es decir, que funcionen en periodos de estiaje como parques o canchas deportivas.**



- **Promover el almacenamiento pluvial por vivienda, buscando el re-uso del agua en actividades domésticas y de manera que la obra general disminuya su tamaño regulando sólo las vialidades.**
- **Construirlas en predios con giros específicos para infraestructura pluvial, NO se aceptarán obras en predios de donación, áreas verdes, camellones, etc.**
- **La capacidad será siempre para periodos de retorno de 50 años.** Para predios con superficies de hasta 1000 m² o promedio, su capacidad podrá estimarse de 1.00 m³ de retención por cada 150 m² de área impermeable.

Volver al menú principal

Criterios de diseño

Obras de regulación grandes

Obras de regulación menores



Consideraciones generales

Criterios de diseño



- Para predios que regulen 1.00 m^3 por cada 150 m^2 de área impermeable, el bombeo o descarga podrá estimarse con de forma que en un lapso no menor a 6.00hrs y no mayor a 24hrs, se pueda recuperar el volumen para una nueva lluvia.
- El caudal máximo permitido a descargar, será el que corresponda al gasto de entrada pero en condiciones de breña en periodos de retorno de 10 o 50 años. En ciertos casos cuando el cauce o vialidad hacia donde se vierta no tenga suficiente capacidad hidráulica o se desconozca, la Comisión podrá especificar como máximo la descarga correspondiente sólo al $T_r=10$ años.

III.9.1 Gasto de descarga máximo permitido

Gasto autorizado de descarga.	Factibilidades individuales.	Factibilidades para desarrollos con estudios hidrológicos validados por CONAGUA o CEI y que descarguen en drenes con suficiente capacidad hidráulica comprobada.	Factibilidades para desarrollos sin estudios hidrológicos. La CEA especificará el gasto autorizado a desalojar.
Q breña $t_r=10$ años	x		x
Q breña $t_r=50$ años		x	x

Cuando exista duda o incertidumbre sobre la capacidad hidráulica de un dren al que se desea desalojar un gasto, la CEA podrá solicitar el análisis o estudio hidrológico correspondiente para comprobar que es posible descargar el escurrimiento sin producir alguna afectación.

- Será necesario un proyecto estructural y electromecánico además del hidráulico-civil, en todos los desarrollos habitaciones verticales u horizontales, así como en cualquier desarrollo en el que las obras de regulación sean operadas por alguna dependencia pública.
- En desarrollos de más de 2.00 Ha, será necesario contar con un estudio hidrológico. En predios menores la CEA podrá otorgar las intensidades de diseño.
- Corresponde a los municipios la prestación del servicio de alcantarillado, esto lo menciona la “Ley que regula la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del Estado de Querétaro”, en su artículo 24.

Volver al menú principal

Criterios de diseño

Obras de regulación grandes

Obras de regulación menores

Consideraciones generales

Esquema general: obras de regulación de volúmenes grandes

Haz clic sobre cualquier elemento para ver más detalles



Volver a criterios de diseño

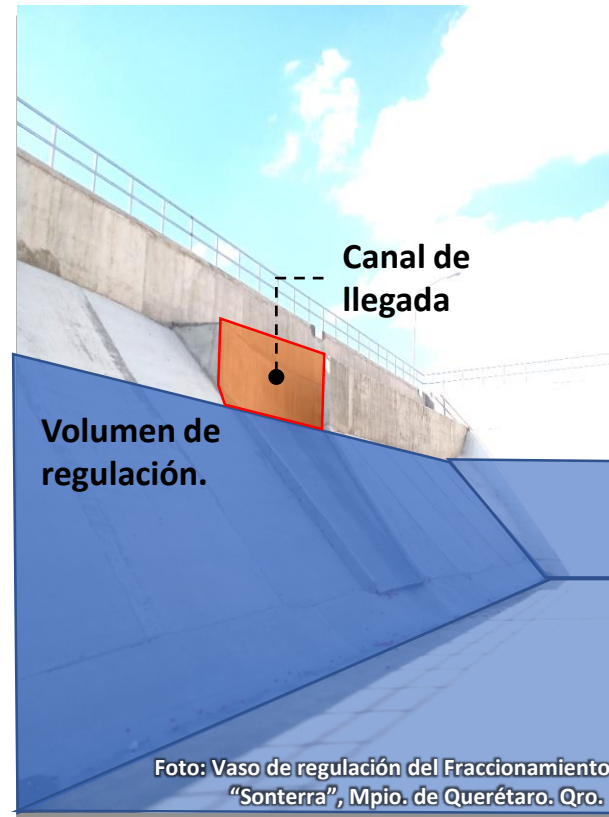
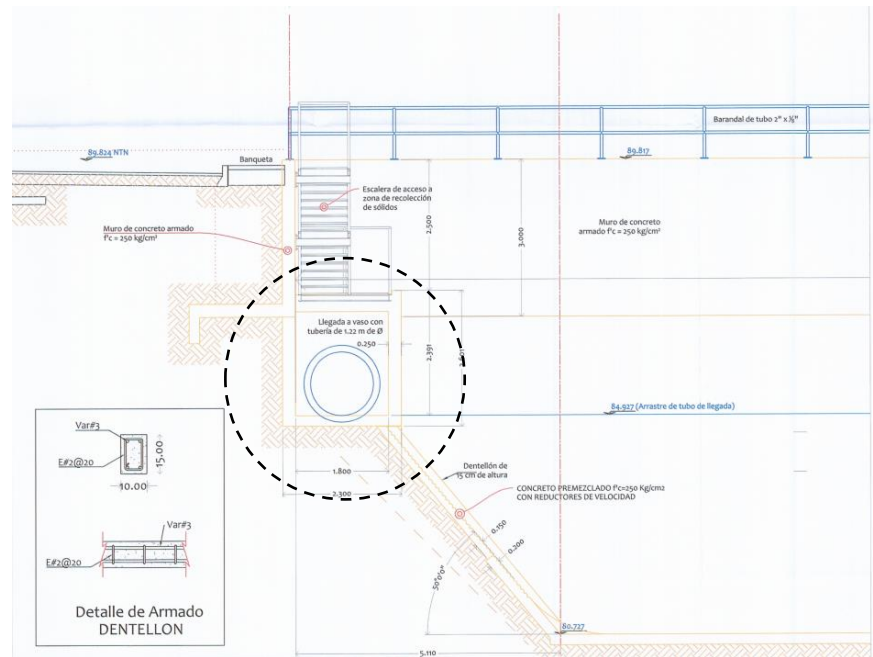
- 1 Canal de llegada
- 2 Pasillo perimetral
- 3 Taludes
- 4 Fondo
- 5 Rampa vehicular
- 6 Caseta
- 7 Vertedor
- 8 Desarenador
- 9 Tren de descarga
- 10 Estructura de izaje
- 11 Obra de toma
- 12 Cárcamo de bombeo
- 13 Portón
- 14 Murete CFE
- 15 Muro CEA
- 16 Reja o cercado
- 17 Rejillas

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Canal de llegada

- En esta estructura podrá colocarse o no un desarenado o rejillas de retención de basura, siempre y cuando se proyecte una forma de retirar el azolve.
- Del nivel de arrastre, de esta obra hacia el fondo, será medido el volumen a regular.

Volver al esquema de la obra



Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Pasillo perimetral

- Todas las estructuras metálicas deberán ser **galvanizadas** por inmersión en caliente.
- El proyecto deberá contener los **planos de fabricación**, especificando materiales, soldaduras, dimensiones, etc.

Volver al esquema de la obra



Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Taludes y fondo

Diseño de revestimiento en taludes y fondo con base a una mecánica de suelos y que evite el crecimiento de maleza.



Volver al esquema de la obra



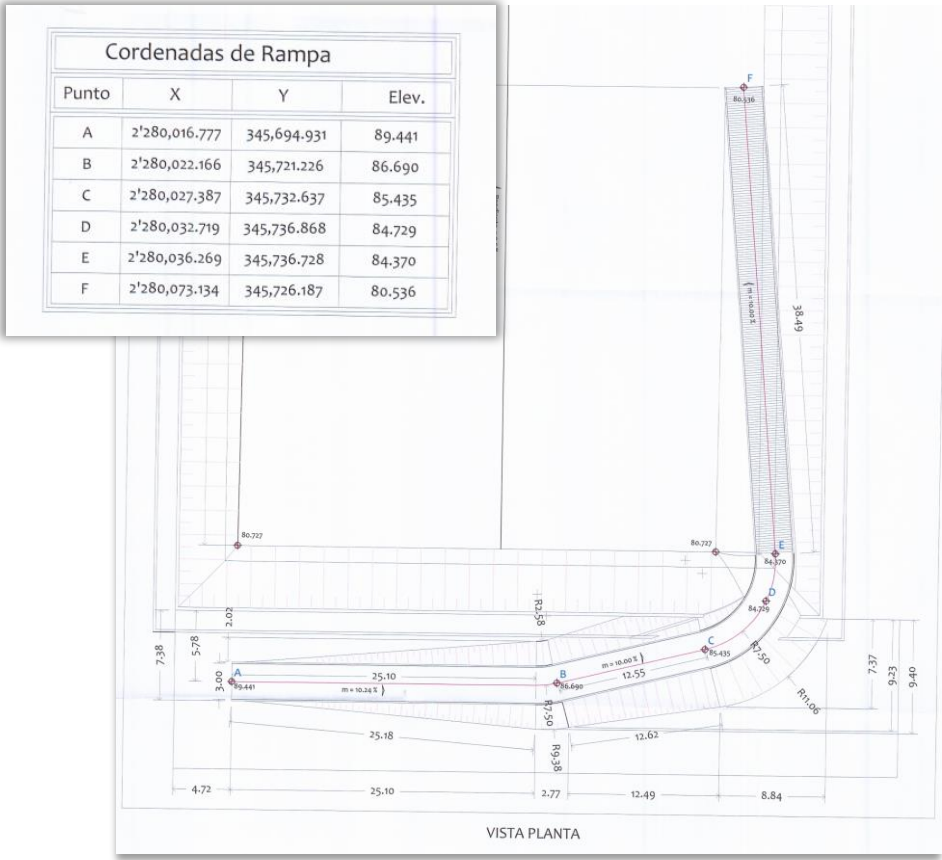
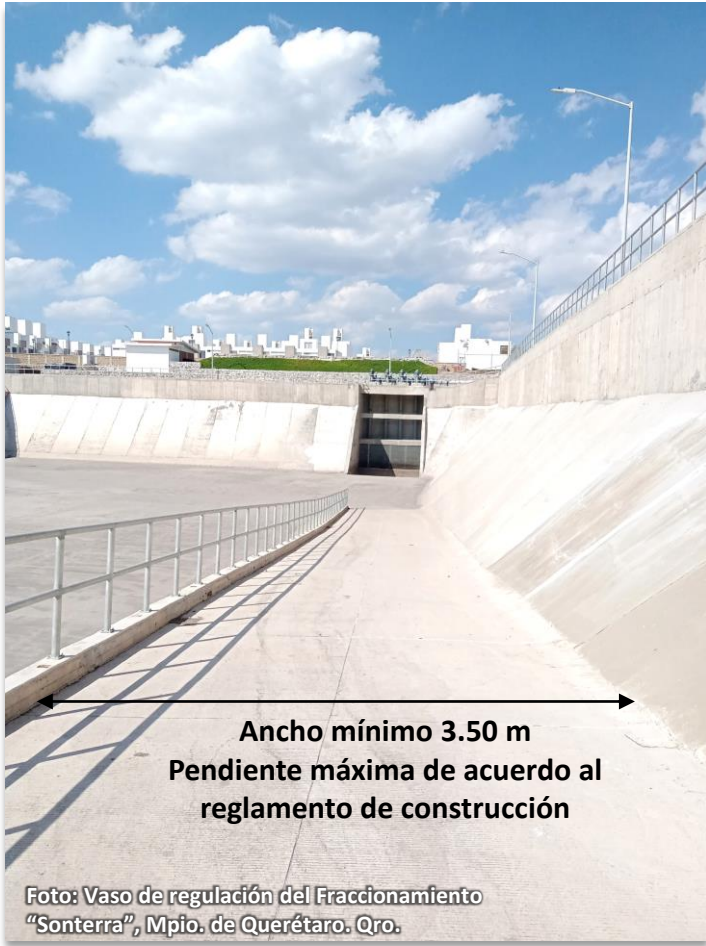
Foto: Vaso de regulación del Fraccionamiento "Sonterra", Mpio. de Querétaro. Qro.

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Rampa vehicular



Volver al esquema de la obra



Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Caseta

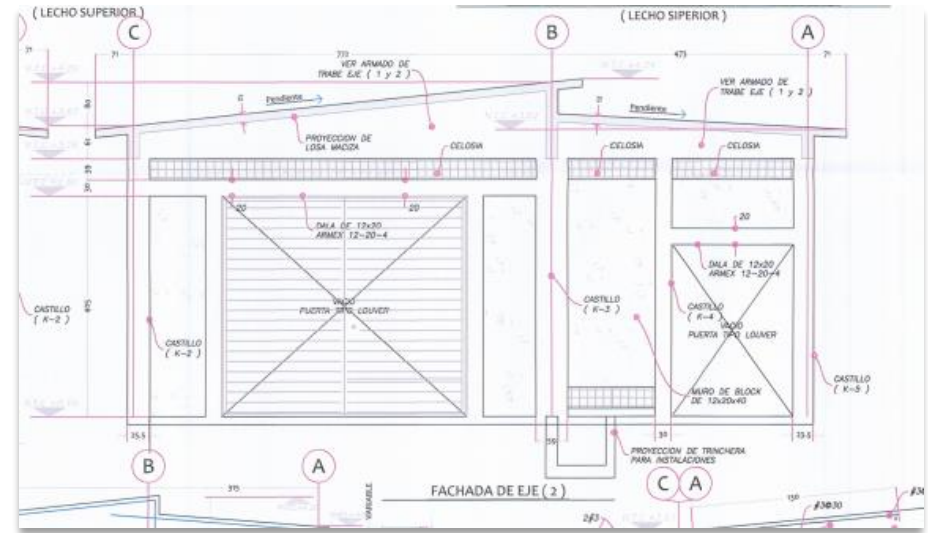


- Todos los elementos de herrería deberán tener como recubrimiento final, galvanizado por inmersión en caliente A-153.
- Será necesario elaborar especificaciones estructurales de todos sus elementos, castillos, losas, cimientos, así como de la instalación eléctrica.
- La Comisión dentro de la información que emite, cuenta con detalles tipo y entre ellos está el de la caseta para equipo electromecánico.
- En esta construcción se hará el resguardo de los diferentes tableros de control, como de una planta de respaldo eléctrico.

Volver al esquema de la obra



Foto: Vaso de regulación del Fraccionamiento "Sonterra", Mpio. de Querétaro. Q.ro.



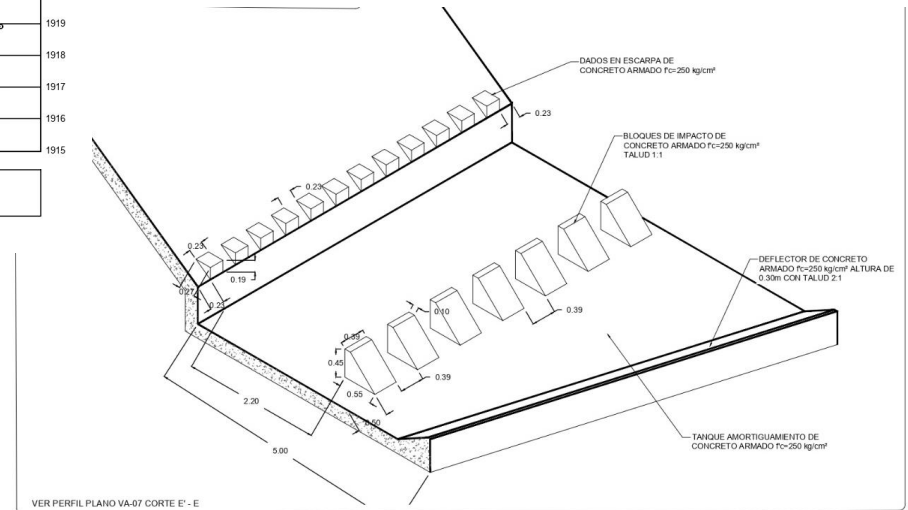
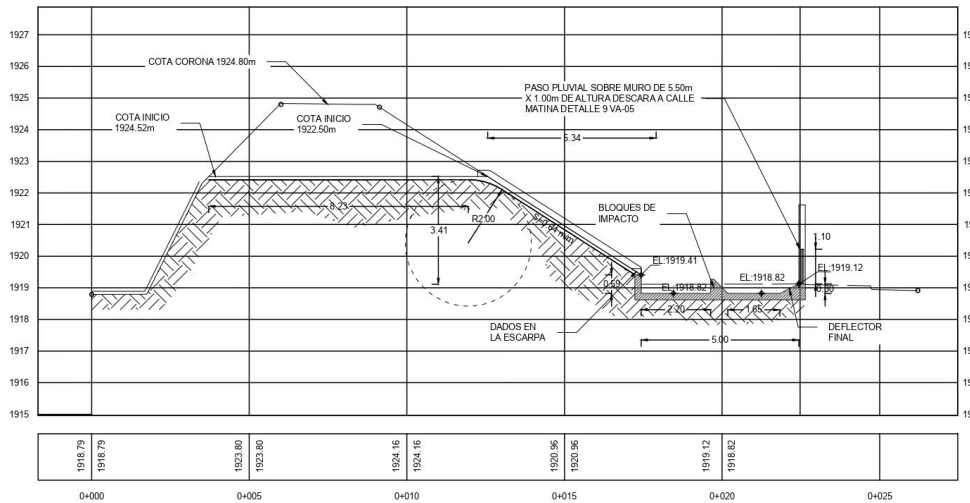
Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Vertedor



La Comisión considera diseñar los vertedores para desalojar el caudal superior afluente a un periodo de retorno de 50 años, controlando mediante alguna estructura, su velocidad, en el caso de esta imagen se diseñó un tanque de amortiguamiento

Volver al esquema de la obra



DETALLE 10 TANQUE DE AMORTIGUAMIENTO

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Desarenador

Las propuestas para desarenar, podrán proyectarse posteriores al canal o tubería de entrada o de manera previa a la obra de toma o equipos de bombeo, como es el caso de la foto que se muestra. Su diseño podrá variar, pero de manera general, la idea, es realizar fosos en los cuales se acumulen los sedimentos que arrastran los escurrimientos.

Cárcamo de bombeo pluvial

Zona de desarenado

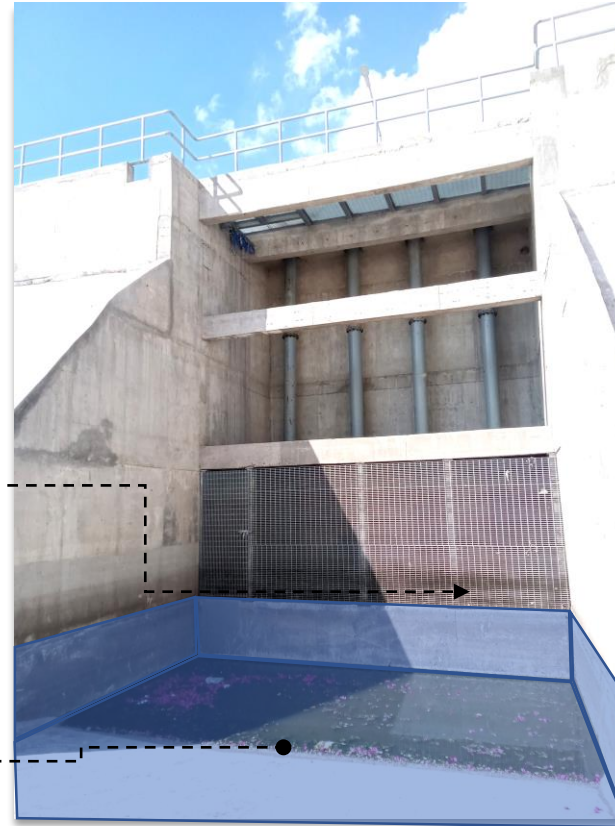


Foto: Vaso de regulación del Fraccionamiento "Sonterra", Mpio. de Querétaro. Qro.

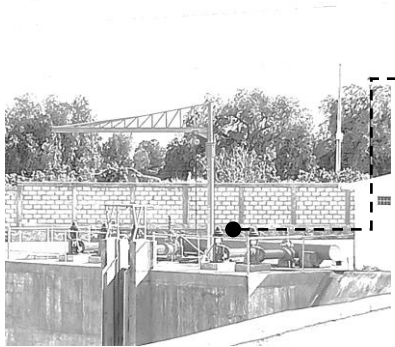
Volver al esquema de la obra

Consideraciones generales

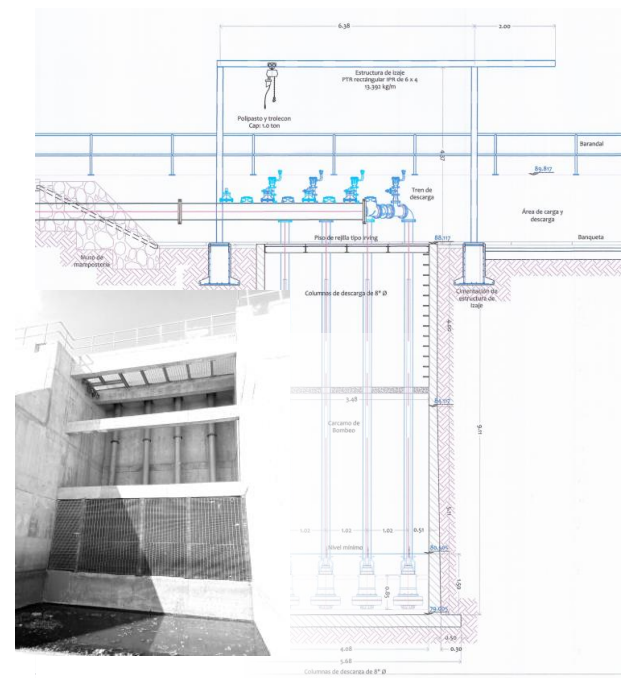
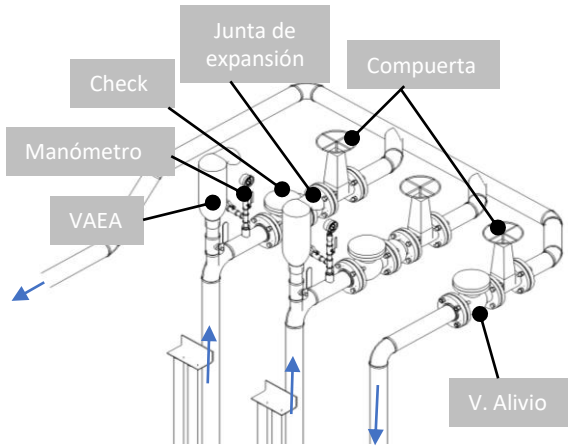
Regulación de volúmenes grandes: Tren de descarga, estructura de izaje, obra de toma y cárcamo de bombeo



Volver al esquema de la obra



Estructuras de izaje en acabado galvanizado por inmersión en caliente.



En el **tren de descarga**, colocar tuberías para el llenado de vehículos-tanque para el re-aprovechamiento del agua (**obra de toma**).

Foto: Vasos de regulación del Fraccionamiento Fracc. "Tres cantos", "Sonterra", "Paseos del Bosque". Mpio. de Querétaro. Qro.

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Portón, murete CFE, muro CEA, reja o cercado



Volver al esquema de la obra

La Comisión tiene detalles tipo en formato DWG de los diferentes cercados, así como de los muretes para CFE o de identificación de obra, los cuales pueden descargarse directamente en la página.

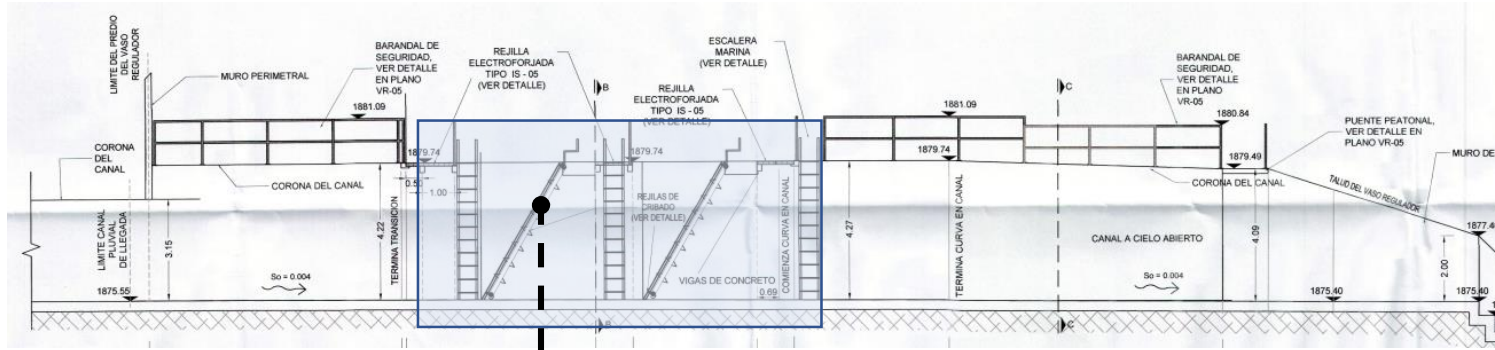


Fotos: Vaso de regulación del Fraccionamiento "Tres cantos", Mpio. de Querétaro. Qro.

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes grandes: Rejillas

Volver al esquema de la obra



Rejillas de retención en canal de entrada

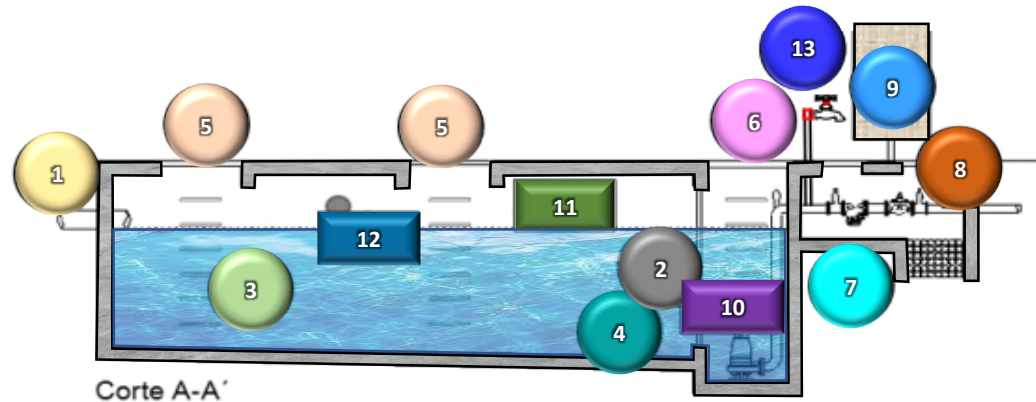
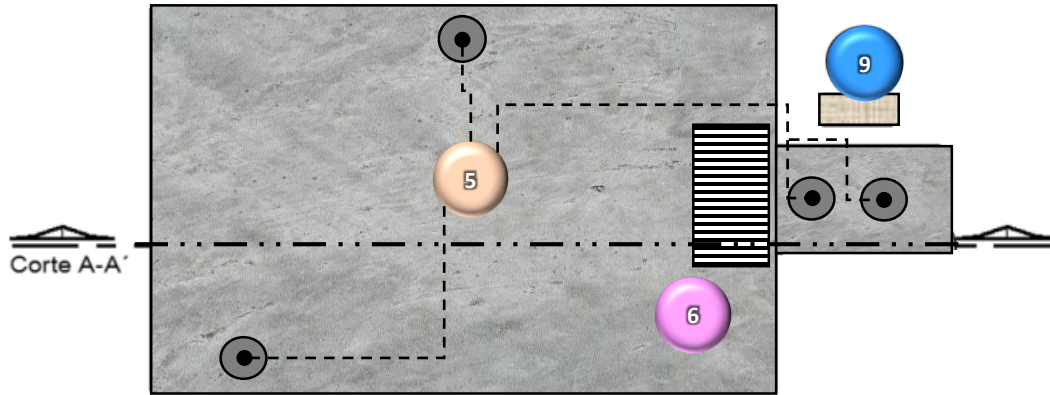


Rejillas de retención de basura previas al bombeo

Consideraciones generales

Esquema general: obras de regulación de volúmenes menores

Haz clic sobre cualquier elemento para ver más detalles



Volver a criterios de diseño

1 Tubería de llegada

2 Rejilla para retención de basura

3 Escalera de acceso

4 Desarenador

5 Tapas de acceso

6 Acceso a bombas para mantenimiento

7 Caja para alojar fontanería

8 Fontanería

9 Equipo para control de bombas

10 Bombas sumergibles

11 Nivel máximo de llenado

12 Tubería de demasías

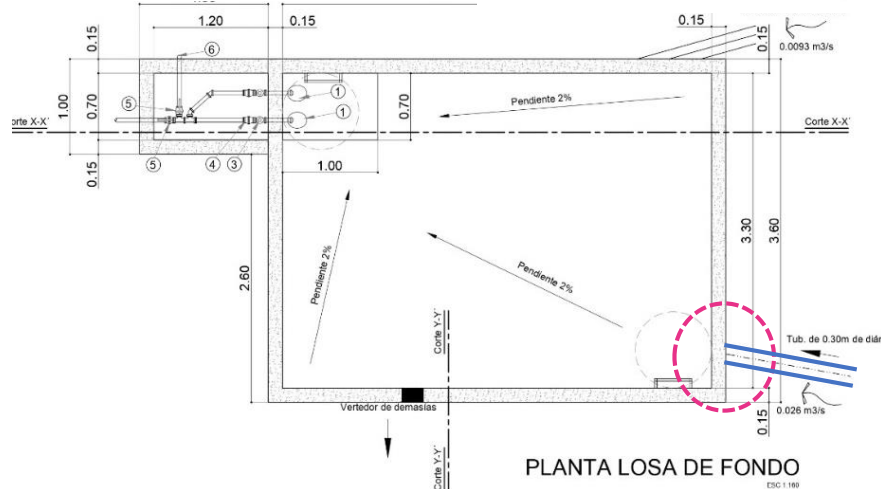
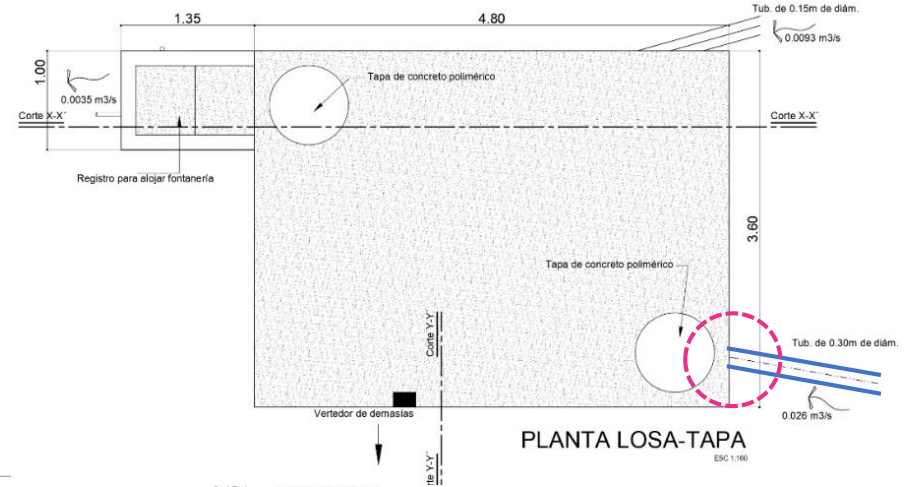
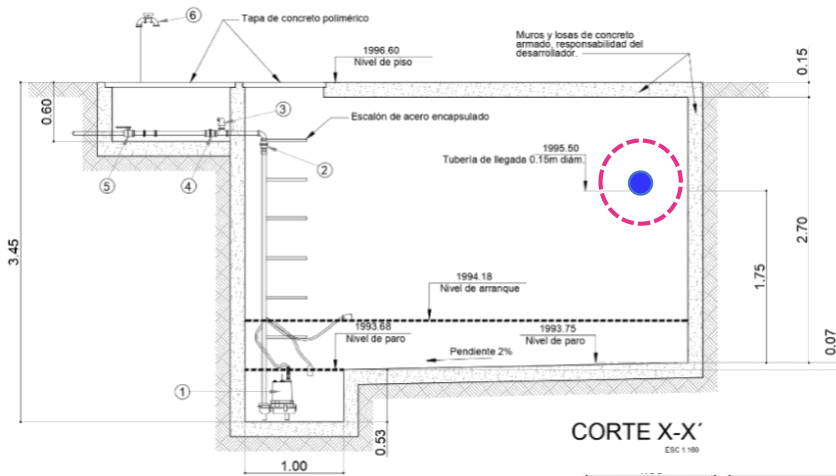
13 Llave de nariz para reúso del agua

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Tubería de llegada

La CEA considerará el volumen efectivo a regular a partir del nivel de arrastre de la tubería de llegada más baja. Es necesario dejar determinado su diámetro y elevación.

Volver al esquema general

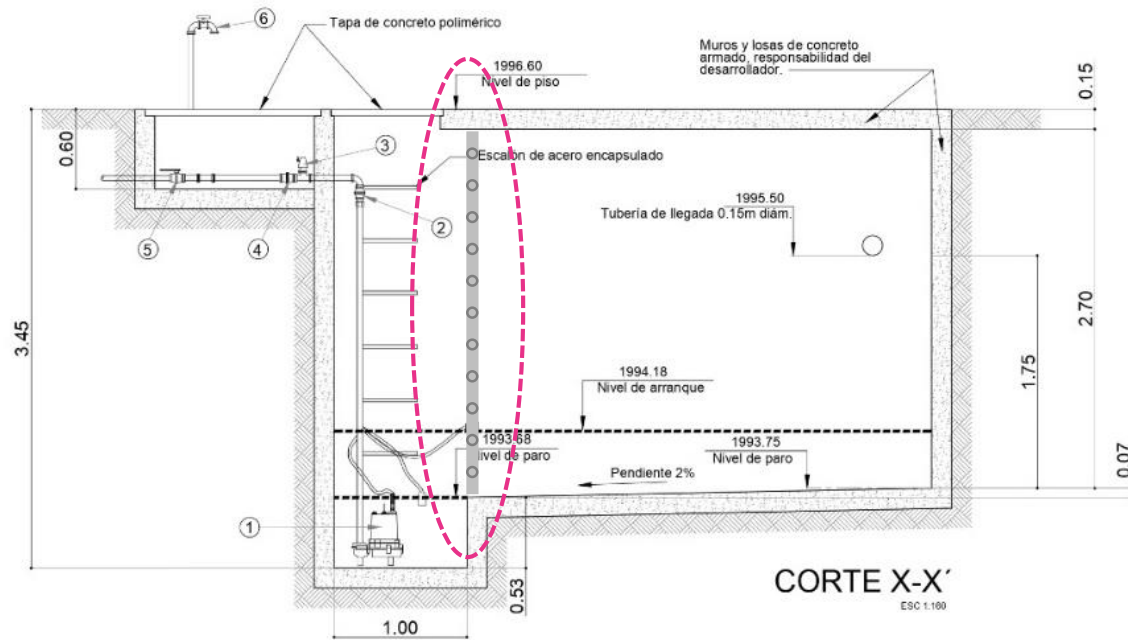


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: *Rejilla para retención de basura*

Volver al esquema general

El propósito de este elemento es retener basura, madera, piedras, metales, etc., que puedan dañar las bombas, la separación de la reja se sugiere sea de 1" menos al paso de esfera de la bomba. Se puede prescindir de este elemento cuando exista en la vialidad o en la misma tubería otro punto donde se realice esta misma función.

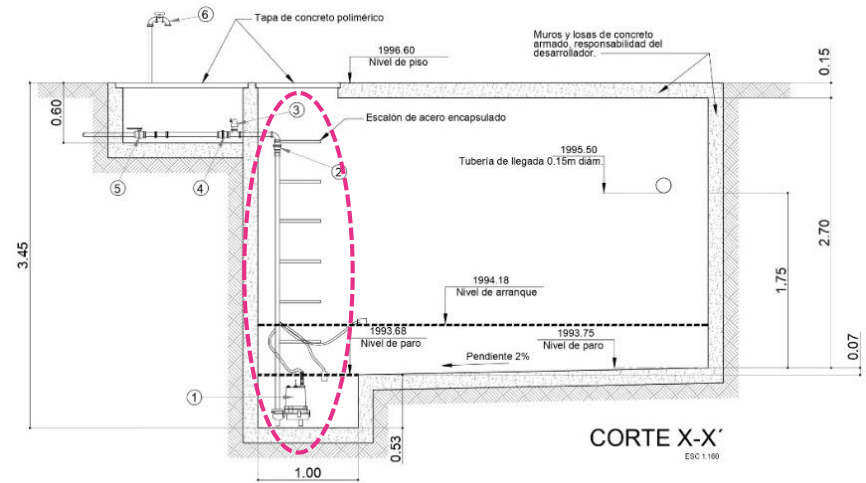
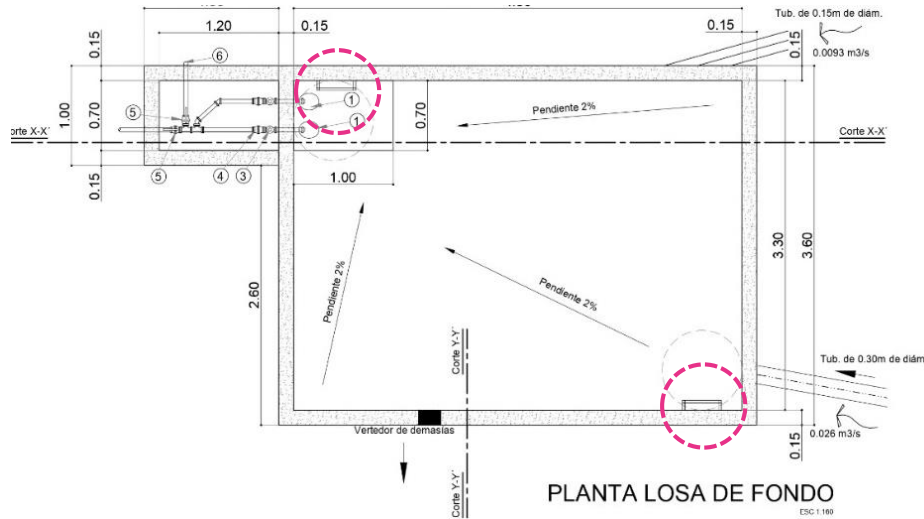


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Escaleras de acceso

Los accesos, deberán estar provistos por escalones, los cuales se recomienda sean marinos encapsulados con polipropileno o cualquier otro material que evite su corrosión.

Volver al esquema general

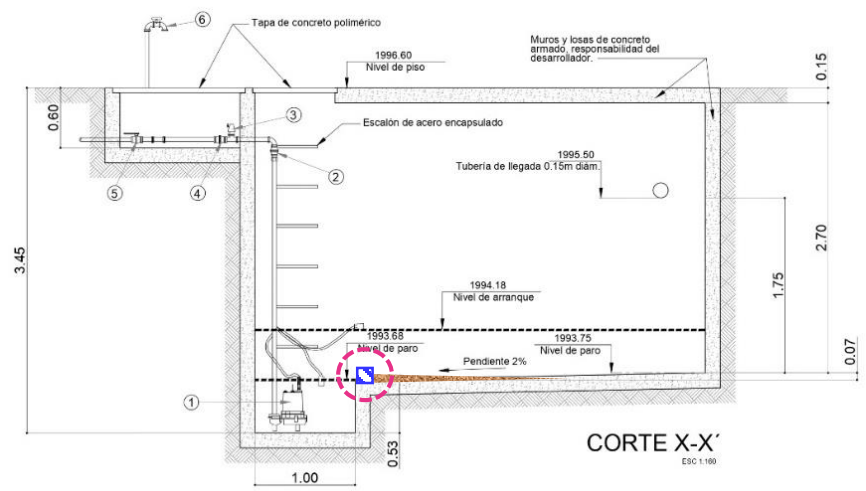
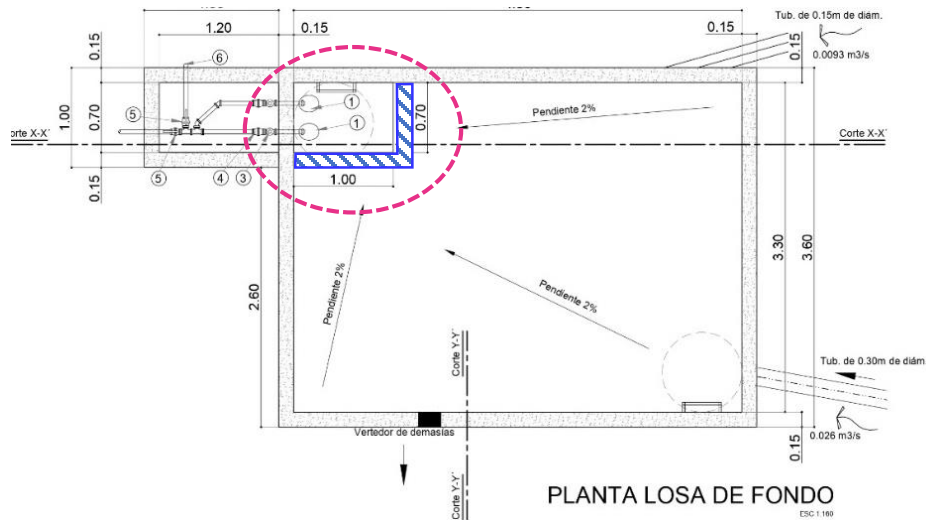


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Desarenador

Una forma de generar una zona para acumulación de arenas, puede ser, construyendo o elevando el muro del cárcamo de bombeo y mediante éste promover el estancamiento de arena previamente a la zona de bombeo

Volver al esquema general

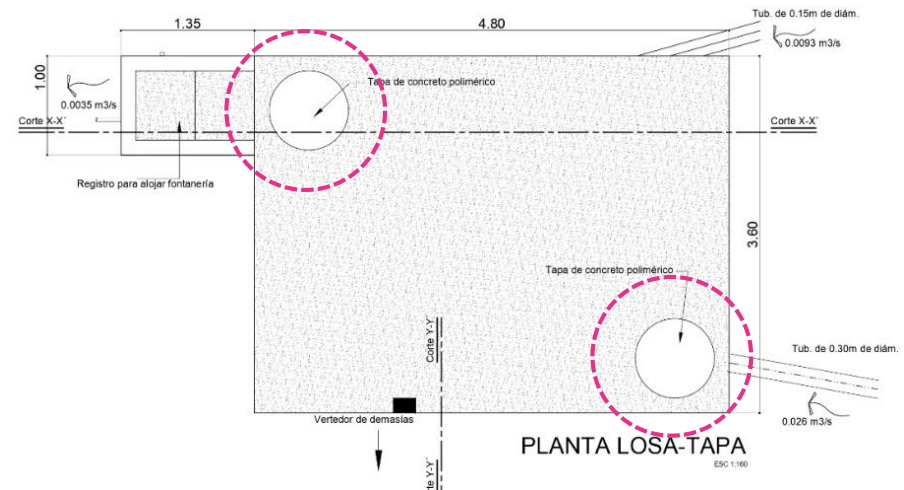
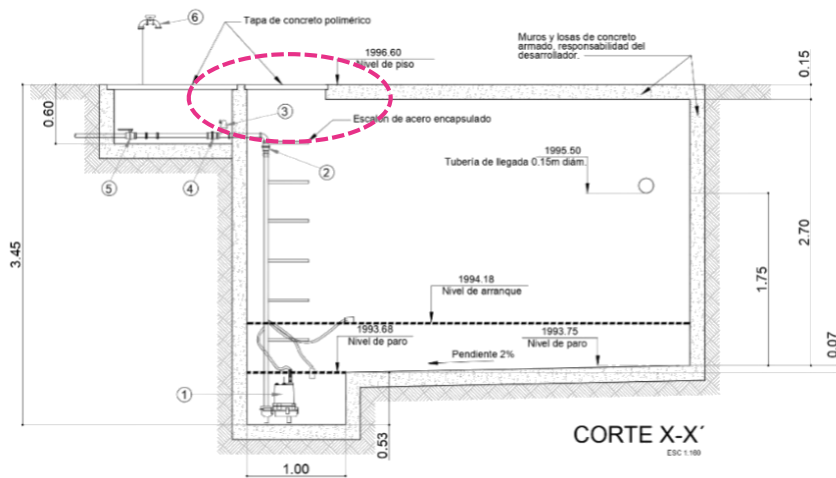


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Tapas redondas de acceso

Volver al esquema general

La Comisión sugiere dos por cisterna, de manera que estén ubicadas sobre la zona de bombeo y/o tubería(s) de llegada, de esta forma se podrá inspeccionar desde la parte alta, accediendo por una de ellas y la otra sirviendo para iluminar al fondo.

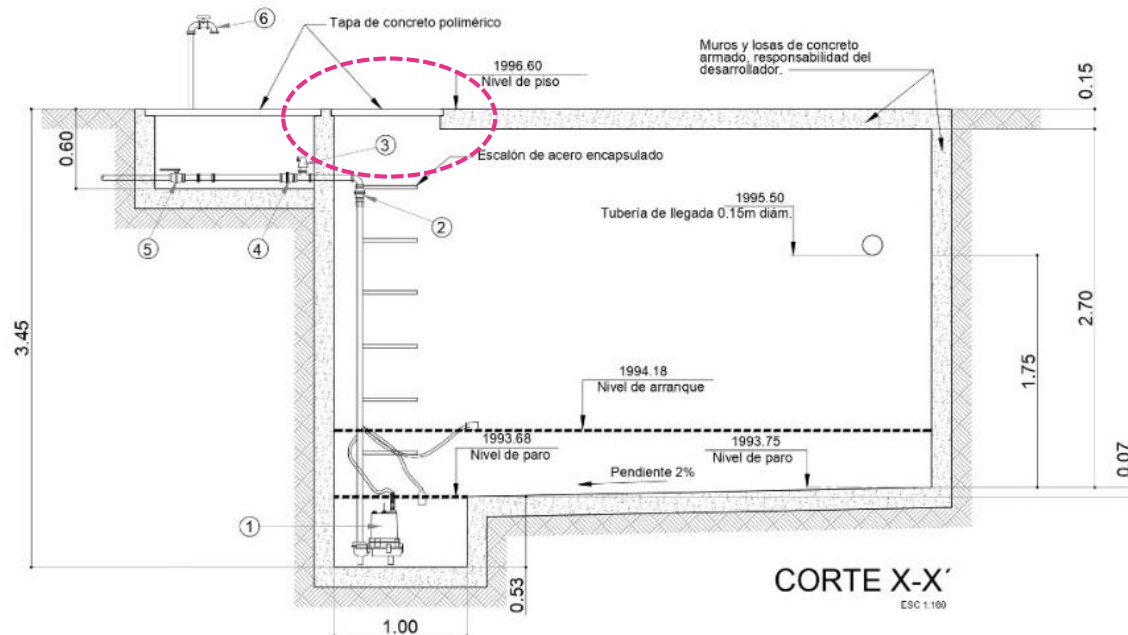


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Tapas de rejilla o concreto para mantenimiento de bombas

En caso, de que, los equipos de bombeo tengan dimensiones que para realizar su mantenimiento, no sea posible retirarlas a través de una tapa redonda de concreto polimérico o hierro dúctil, será necesario generar unas tapas removibles de concreto o rejilla tipo Irving, con un tamaño adecuado para su izaje en caso de mantenimiento o reparación.

Volver al esquema
general

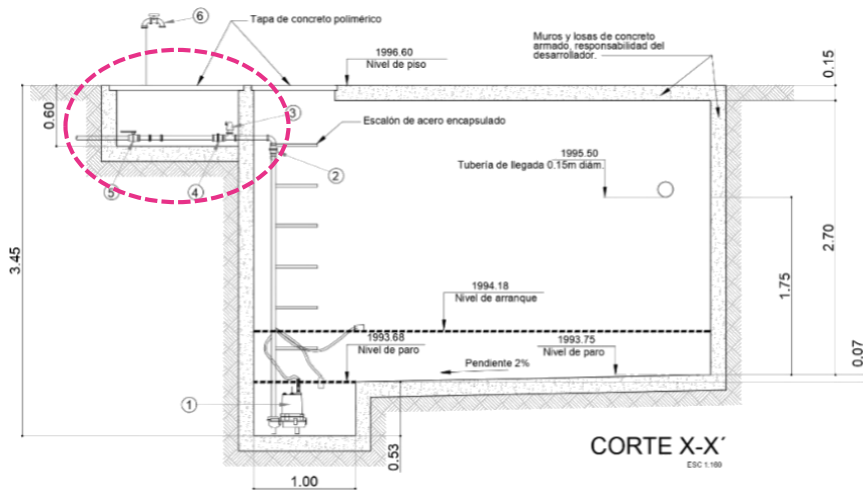


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Caja profunda para alojar fontanería

Colocar la fontanería de la tubería de bombeo en una caja es opcional, el proyectista podrá plantear proteger las piezas de acuerdo a la necesidad de cada lugar, se propone de esta manera, pensando en que no queda a simple vista u obstruyendo algún paso.

Volver al esquema general

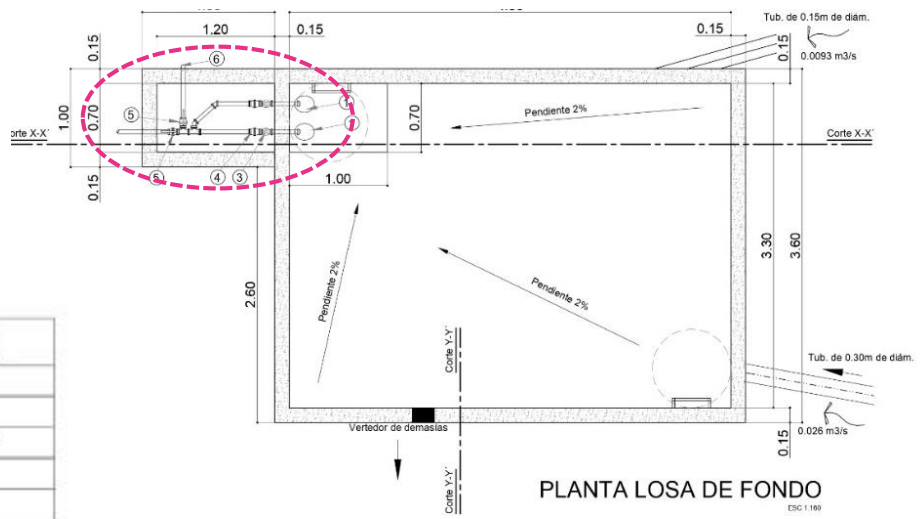
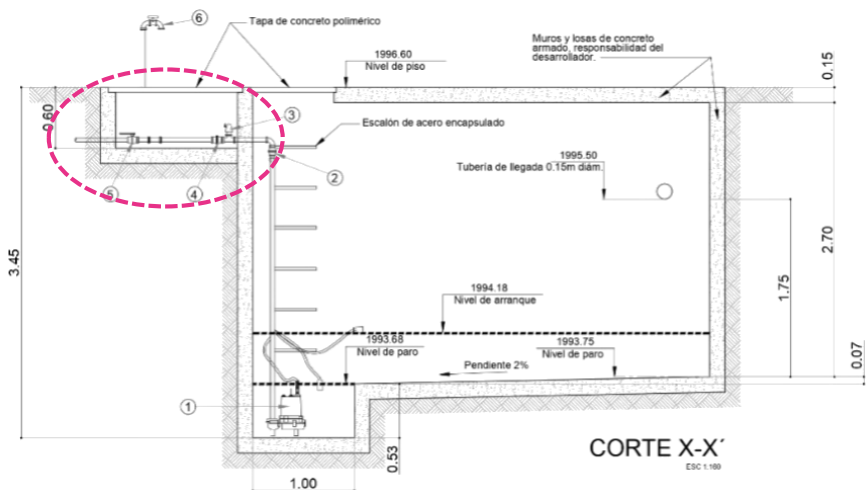


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Fontanería

Volver al esquema general

Las piezas mínimas a instalar en estos arreglos, siguiendo el sentido del agua son las siguientes: VAEA, check y compuerta, de las cuales será necesario incluir además de los cruceros y detalles de instalación correspondientes, la especificaciones técnicas, como clases de bridaje y materiales.



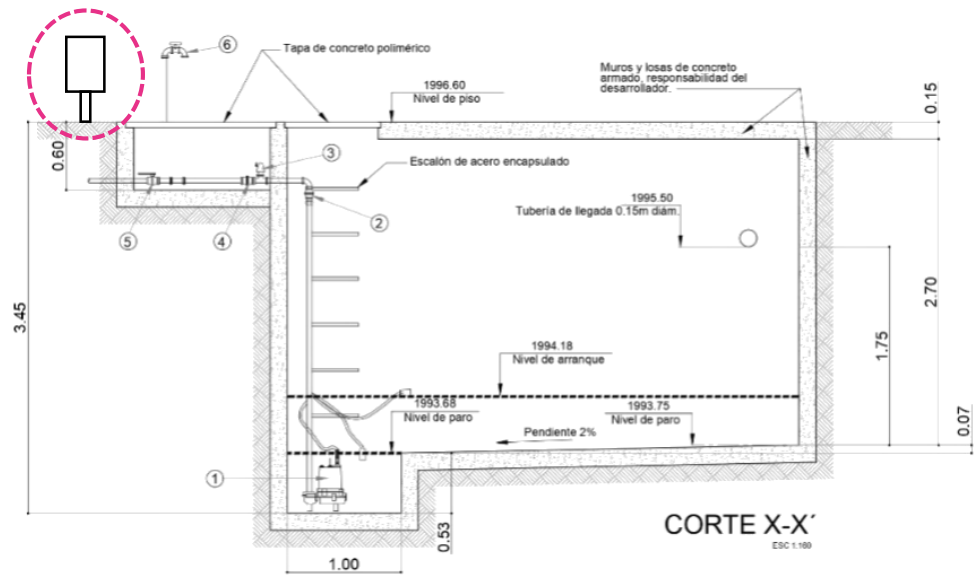
Lista de materiales	
1	Bomba EVANS SV2ME050F 1" diámetro
2	Tuerca unión 1"
3	Válvula de admisión y expulsión de aire 1"
4	Válvula check 1"
5	Válvula de globo 1"
6	Llave de nariz 1/2"

Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Equipo para control de bombas

Volver al esquema general

El CCM y/o los controles manuales de para y arranque de las bombas, será necesario ubicarlo en los planos de proyecto, ya sea, que éstos se encuentren cercanos a las bombas en una caja con resistencia a la intemperie o en un cuarto de controles del desarrollo, la petición de hacerlo así, se debe a que el desarrollador debe tener consciencia de que es necesario tener un espacio para esta instalación y evitar en lo posible improvisar y realizar malas instalaciones.



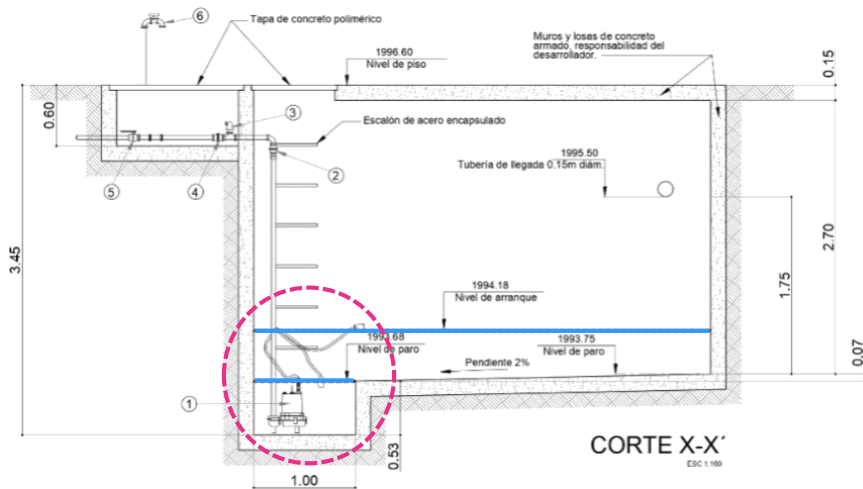
Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Bombas sumergibles

[Volver al esquema general](#)

El tipo de equipos serán sumergibles para aguas con residuos o lodos, en cada proyecto, se solicitará incluir copias de las curvas de operación y de las fichas técnicas, el proyectista externo deberá realizar un análisis de la carga dinámica a vencer, evaluando además del desnivel topográfico, las pérdidas por fricción .

Los planos también deberán reflejar los niveles de paro y arranque, validados mediante el tránsito de avenidas.

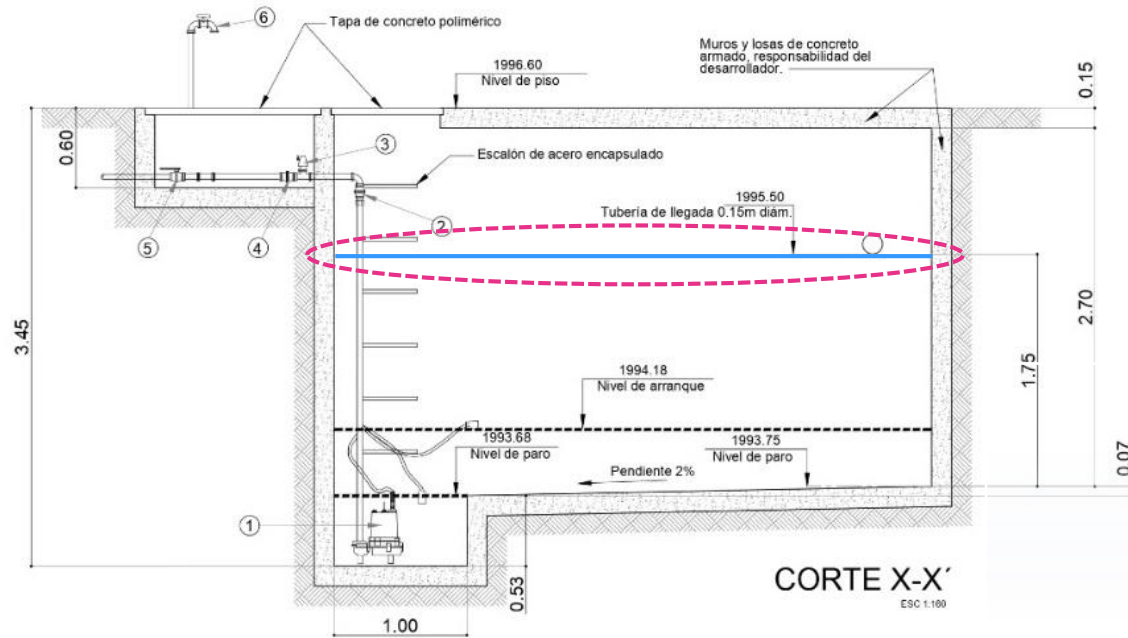


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Nivel máximo de llenado

Volver al esquema general

El NAMO será el que se genere con los escurrimientos de entrada a la obra, para periodos de retorno de 50 años. Este nivel, siempre deberá quedar por debajo de la tubería de entrada a la cisterna de contención.

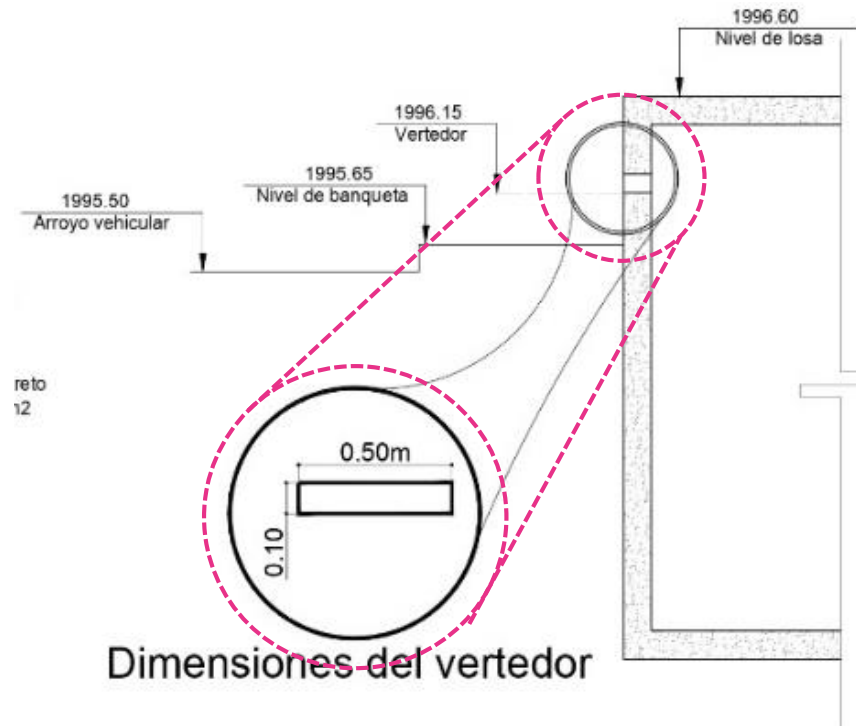


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Tubería de demasías o vertedor

Volver al esquema
general

La importancia de este elemento, radica en contar con una descarga de emergencia en casos de falla de la energía eléctrica o bombas, el nivel permitirá desalojar el volumen hacia vialidad o algún colector o cause natural.

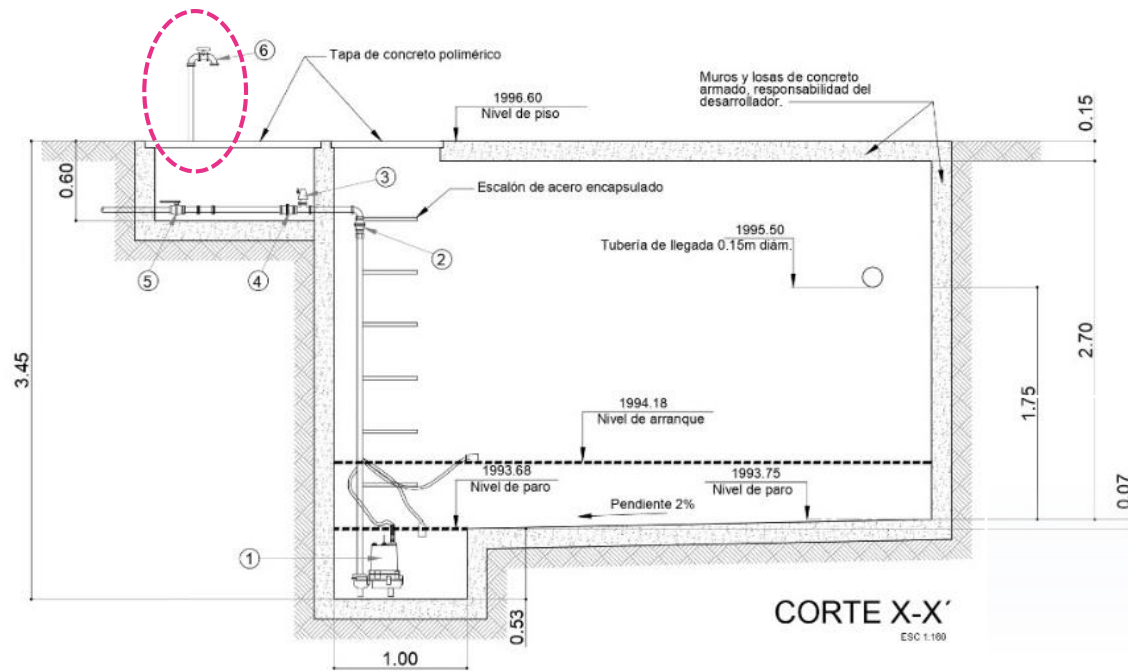


Consideraciones generales

Regulación de volúmenes menores: Llave de nariz

Volver al esquema general

Este elemento, se solicita con la finalidad de poder reutilizar el volumen acumulado en actividades domésticas, al interior del predio., manipulando alguna válvula de compuerta que permita desviar el agua de que se descarga hacia esta llave. Puede ser reemplazado por alguna otra propuesta de re-uso.



Teoría de diseño

Creación del hidrograma de entrada



En este apartado se dará una guía para la elaboración de un hidrograma sintético, que permitirá la estimación de los caudales de entrada en las obras de regulación. Serán aceptados en la CEA sintéticos o triangulares.

- **Paso 1, Estimación del tiempo de concentración y tiempo pico:**

A continuación se muestran algunas fórmulas, con las cuales, se puede estimar el tiempo de concentración de la pendiente media del cauce principal y posteriormente el tiempo pico de la tormenta.

Tiempo de concentración

A) Método de Rowe

$$T_c = \left(\frac{0.87 \cdot L^3}{D} \right)^{0.385}$$

DONDE:
L: [Km]
D: [m]

B) Método de Kirpich

$$T_c = 0.0003245 \cdot \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

DONDE:
L: [Km]
S: [m/m]

C) Método del SCS

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{3085 \cdot D^{0.38}}$$

DONDE:
L: [m]
D: [m]

D) Chow

$$T_c = tR = 0.00505 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$$

DONDE:
L: [m]
S: [%]

E) US ARMY CORPS OF ENGINEERS (TEMEZ)

$$T_c = 0.0661 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

DONDE:
L: [m]
S: [%]

F) KIRPICH (CFE)

$$T_c = 0.0661 \left(\frac{0.86 \cdot L^3}{H} \right)^{0.325}$$

DONDE:
L: [m]
H: [m]

Tiempo pico

$$T_p = 0.60 \cdot T_c + \frac{T_c}{2}$$

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Creación del hidrograma de entrada



- Paso 2, Generación de tablas de gasto-tiempo en condiciones urbanizadas y de breña para diferentes periodos de retorno 10, 25 y 50 años:**

Se requiere conocer los gastos para los diferentes periodos de retorno con el valor del coeficiente "C" ponderado y las intensidades obtenidas del estudio hidrológico validado previamente por CEI o CONAGUA. Si se desea conocer como estimar el coeficiente ponderado y los gastos para diferentes periodos sugerimos consultar la "Guía para la presentación de proyectos ante la CEA: Redes de alcantarillado pluvial".

Hidrograma Condiciones Post-desarrollo					
		tp	Gasto m3/s		
		0.25	0.84	0.95	1.02
t/tp	q/qu	tiempo (hr)	tr 10	tr 25	tr 50
0.00	0	0	0	0	0
0.10	0.015	0.03	0.01	0.01	0.02
0.20	0.075	0.05	0.06	0.07	0.08
0.30	0.16	0.08	0.13	0.15	0.16
0.40	0.28	0.10	0.24	0.27	0.29
0.50	0.43	0.13	0.36	0.41	0.44
0.60	0.6	0.15	0.50	0.57	0.61
0.80	0.89	0.20	0.75	0.84	0.91
1.00	1.00	0.25	0.84	0.95	1.02
1.20	0.92	0.30	0.77	0.87	0.94
1.40	0.75	0.35	0.63	0.71	0.77
1.60	0.56	0.40	0.47	0.53	0.57
1.80	0.42	0.45	0.35	0.40	0.43
2.00	0.32	0.50	0.27	0.30	0.33
2.20	0.24	0.55	0.20	0.23	0.25
2.40	0.18	0.60	0.15	0.17	0.18
2.60	0.13	0.65	0.11	0.12	0.13
2.80	0.098	0.70	0.08	0.09	0.10
3.00	0.075	0.75	0.06	0.07	0.08
3.50	0.036	0.88	0.03	0.03	0.04
4.00	0.018	1.00	0.02	0.02	0.02
4.50	0.009	1.13	0.01	0.01	0.01
5.00	0.004	1.25	0.00	0.00	0.00

Hidrograma Condiciones Post-desarrollo					
		tp	Gasto m3/s		
		0.25	0.84	0.95	1.02
t/tp	q/qu	tiempo (hr)	tr 10	tr 25	tr 50
0.00	0	0	0	0	0
0.10	0.015	0.03	0.01	0.01	0.02
0.20	0.075	0.05	0.06	0.07	0.08
0.30	0.16	0.08	0.13	0.15	0.16

Diagram illustrating the calculation of fixed time intervals and flow rates. Dashed boxes show the calculation: $(tp) * (t/tp)$.

Los intervalos de tiempo y gasto se mantendrán fijos.

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



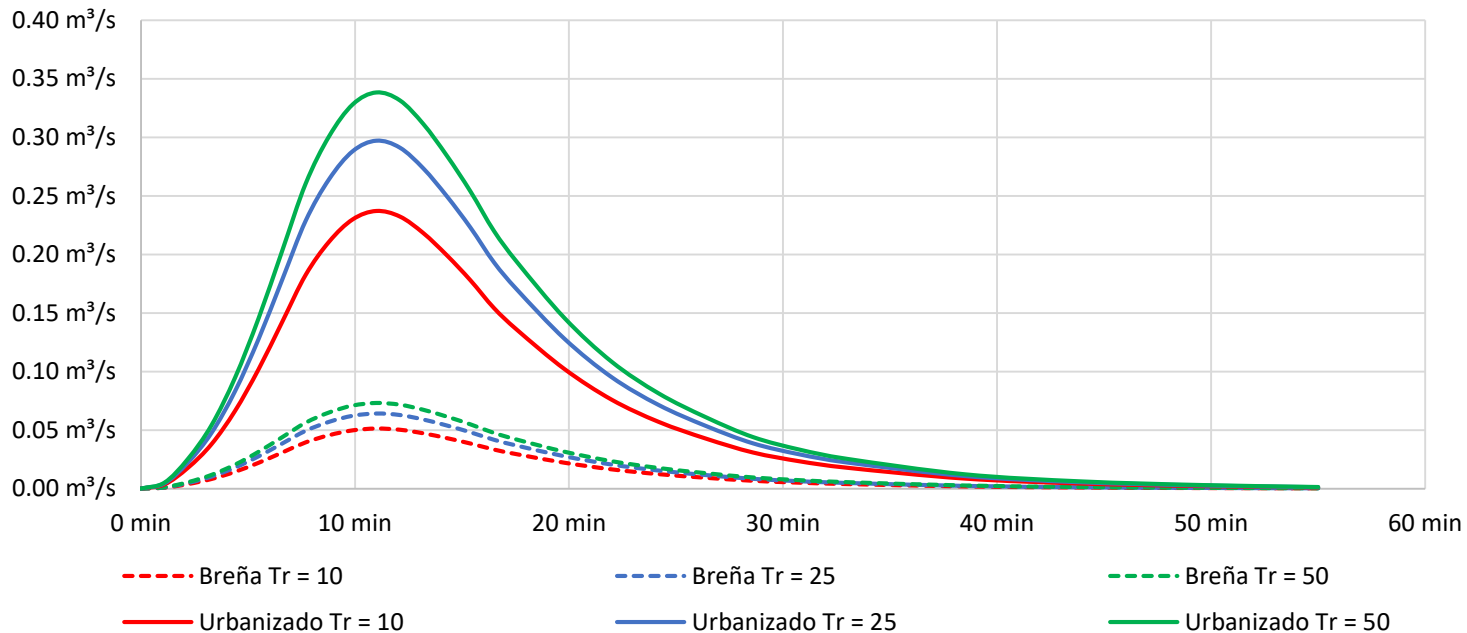
Teoría de diseño

Creación del hidrograma de entrada



- Paso 3, Gráfica del hidrograma:** Con los datos obtenidos en la tabla con la relación de gastos-tiempo se grafica el hidrograma para cada uno de los periodos de retorno que serán analizados

Hidrogramas de diseño



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Creación del hidrograma de entrada



- Paso 4, Obtención del volumen a regular:** Es conveniente realizar una tabla en la cual realice la obtención del volumen a través de la multiplicación del gasto en los diferentes intervalos de tiempos en los cuales se definió el total de la tormenta. Aquí ejemplificamos de que manera puede realizarse.

Tabla gasto-tiempo

		Hidrograma Condiciones Post-desarrollo			
		tp	Gasto m3/s		
		0.25	0.84	0.95	1.02
t/tp	q/qu	tiempo (hr)	tr 10	tr 25	tr 50
0.00	0	0	0	0	0
0.10	0.015	0.03	0.01	0.01	0.02
0.20	0.075	0.05	0.06	0.07	0.08
0.30	0.16	0.08	0.13	0.15	0.16
0.40	0.28	0.10	0.24	0.27	0.29
0.50	0.43	0.13	0.36	0.41	0.44
0.60	0.6	0.15	0.50	0.57	0.61
0.80	0.89	0.20	0.75	0.84	0.91
1.00	1.00	0.25	0.84	0.95	1.02
1.20	0.92	0.30	0.77	0.87	0.94
1.40	0.75	0.35	0.63	0.71	0.77
1.60	0.56	0.40	0.47	0.53	0.57
1.80	0.42	0.45	0.35	0.40	0.43
2.00	0.32	0.50	0.27	0.30	0.33
2.20	0.24	0.55	0.20	0.23	0.25
2.40	0.18	0.60	0.15	0.17	0.18
2.60	0.13	0.65	0.11	0.12	0.13
2.80	0.098	0.70	0.08	0.09	0.10
3.00	0.075	0.75	0.06	0.07	0.08
3.50	0.036	0.88	0.03	0.03	0.04
4.00	0.018	1.00	0.02	0.02	0.02
4.50	0.009	1.13	0.01	0.01	0.01
5.00	0.004	1.25	0.00	0.00	0.00

Tabla con volumen en fracciones del tiempo

Volumen Post-Desarrollo		
Tr 10	Tr 25	Tr 50
1.14	1.28	1.38
3.41	3.84	4.14
8.90	10.03	10.80
16.66	18.79	20.22
26.89	30.31	32.63
39.00	43.98	47.34
112.85	127.23	136.97
143.14	161.39	173.73
145.41	163.95	176.49
126.48	142.60	153.51
99.21	111.86	120.42
74.22	83.68	90.08
56.04	63.19	68.02
42.41	47.82	51.48
31.81	35.86	38.61
23.48	26.47	28.50
17.27	19.47	20.96
13.10	14.77	15.90
21.02	23.70	25.51
10.22	11.53	12.41
5.11	5.76	6.20
2.46	2.78	2.99
1020.23	1150.28	1238.30

$$\text{Vol tr 10} = ((tp) * (Q)) * 3600$$

$$\text{Vol tr 10} = ((tpa - tpb) * (Qa + Qb)) / 2 * 3600$$

Sumatorias volúmenes para diferentes periodos de retorno

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Método de la piscina nivelada



La CEA, deja a consideración del proyectista el método a emplear para el tránsito de la obra de mitigación, de manera enunciativa, aquí se presenta el procedimiento del método de la piscina nivelada:

- Debido a que el máximo caudal de salida es menor que el máximo caudal de llegada a la obra de detención, el embalse descarga el volumen de agua lentamente de lo que hubiera sido naturalmente, esto significa que un embalse puede reducir o atenuar el caudal máximo y atrasar o posponer el desarrollo temporal de la crecida máxima.
- El tránsito de la piscina nivelada es un procedimiento para calcular el hidrograma del flujo de salida desde un embalse con una superficie de agua horizontal, dado su hidrograma de entrada y sus características de almacenamiento-caudal de salida.
- El horizonte de tiempo se divide en intervalos de duración Δt , indexados por "j", es decir, $t=0$, Δt , $2\Delta t$, ..., $j\Delta t$, $(j+1)\Delta t$, ..., t la ecuación de la continuidad se integra sobre cada intervalo de tiempo. Para el j-ésimo intervalo de tiempo:

$$\int_{S_j}^{S_{j+1}} dS = \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} I(t)dt - \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} Q(t)dt \quad \text{Ecuación 1}$$

- Los valores del flujo de entrada al inicio y al final del j-ésimo intervalo son I_j e I_{j+1} respectivamente y los correspondientes valores del caudal de salida como Q_j y Q_{j+1} . Aquí, tanto el caudal de entrada como el caudal de salida son tasas de flujo medidas como información por muestra, en lugar de que el caudal de entrada sea información por pulso y el caudal de salida sea información por muestra, como ocurría con el hidrograma unitario. Si la variación de los caudales de entrada y salida lo largo del intervalo es aproximadamente lineal, el cambio en el almacenamiento en el intervalo, $S_{j+1} - S_j$, puede encontrarse con esta fórmula

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t \quad \text{Ecuación 2}$$

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

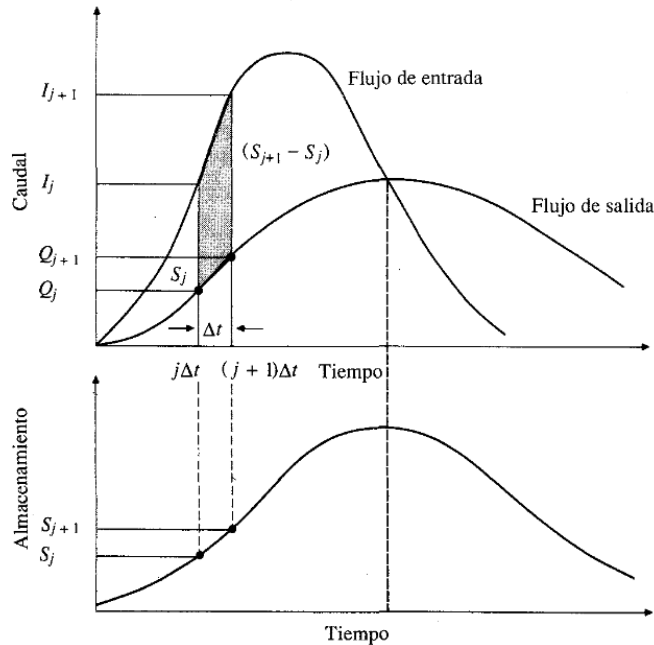


Teoría de diseño

Método de la piscina nivelada



- En la Ecuación 2, los valores de I_j e I_{j+1} se conocen debido a que han sido especificados. Los valores de Q_j y S_j se conocen en el intervalo del tiempo j -ésimo a partir de los cálculos hechos durante el intervalo de tiempo previo. Por consiguiente, en la ecuación 2 contiene 2 incógnitas Q_{j+1} y S_{j+1} , las cuales pueden aislarse multiplicando por $2/\Delta t$ y reordenando el resultado para producir la Ecuación 3.



$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}\right) = (I_j + I_{j+1}) + \left(\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j\right)$$

Ecuación 3

- Con el fin de calcular el caudal de salida, Q_{j+1} , a partir de la Ecuación 3, se necesita una función de almacenamiento-caudal de salida que relacione $2S/\Delta t$ y Q . El método para desarrollar esta función utilizando las relaciones elevación-almacenamiento y elevación-caudal de salida, se muestra en la Ecuación 2.

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

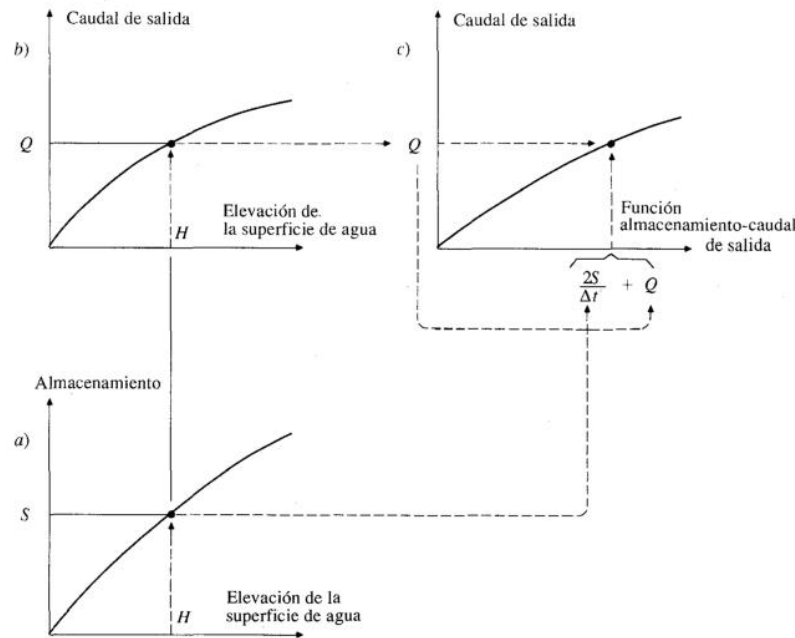


Teoría de diseño

Método de la piscina nivelada



- La relación entre la superficie del agua y el almacenamiento en el embalse puede determinarse planimetrando, o mediante estudios topográficos de campo. La relación elevación-caudal se deduce de las ecuaciones hidráulicas que relacionan cabeza y caudal, como se muestra en la tabla para varios tipos de vertederos y estructuras de salida. El valor de Δt se toma como el intervalo de tiempo del hidrograma del caudal de entrada. Para un valor dado de la elevación de la superficie de agua, se determina con los valores de almacenamiento S y del caudal de salida Q (partes a) y b) de la Figura 1, luego se calcula el valor del $2S/\Delta t + Q$ y se dibuja en el eje horizontal de una gráfica con el valor del caudal de salida Q en el eje vertical (parte c) de la Figura 1.



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

Volver al menú
principal

Hidrograma de
entrada

Método de piscina
nivelada

Tránsito en
HEC-HMS

Equipos de bombeo

Teoría de diseño

Método de la piscina nivelada

- Durante el tránsito del flujo a través del intervalo de tiempo j , todos los términos de la parte derecha de la Ecuación 3 se conocen, luego el valor de $2S_{j+1}/\Delta t + Q_{j+1}$ puede calcularse. El valor correspondiente de Q_{j+1} puede determinarse a partir de la función almacenamiento-caudal de salida $2S/\Delta t + Q$ versus Q , ya sea, gráficamente o por interpolación lineal de unos valores dados en forma tabular. Con el fin de organizar la información requerida para el siguiente intervalo de tiempo, el valor de $2S_{j+1}/\Delta t - Q_{j+1}$ se calcula utilizando la Ecuación 4.

$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}\right) = (I_j + I_{j+1}) + \left(\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j\right)$$

Ecuación 3

$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1}\right) = \left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}\right) - 2Q_{j+1}$$

Ecuación 4

- El cálculo se repite para los sub-siguientes periodos del tránsito.

Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS

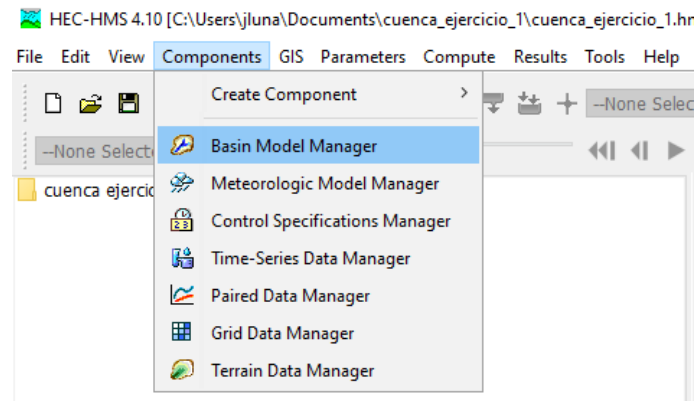


La Centro de Ingeniería Hidrológica del cuerpo de ingenieros del ejercito de los EE. UU., desarrolló el HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System*) que permite, entre otras cosas, de una manera sencilla realizar un tránsito de avenidas de una obra de regulación con un reservorio de forma regular o irregular y con descargas a gravedad o mediante un bombeo. El proceso es simple y conlleva los siguiente pasos:

- a) Dar de alta el hidrograma del caudal de entrada.
- b) Definir las características del reservorio.
- c) Generar una simulación del modelo.

Para dar de alta los pasos mencionados, en el software, se realiza el siguiente procedimiento:

- a) **Dar de alta del hidrograma del caudal de entrada.**
 1. Se genera una cuenca (*Basin*) en el apartado de *Component*.



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

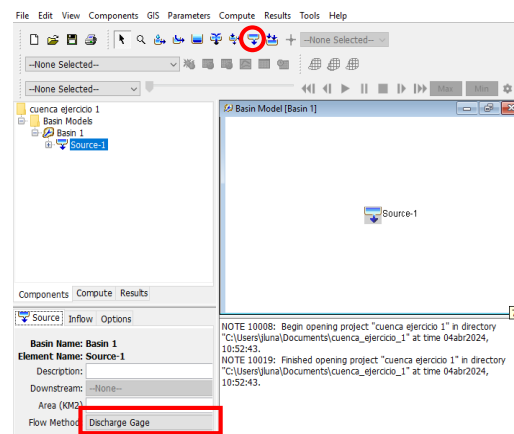
Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS

- El hidrograma debe cargarse en un elemento denominado “*Source*”, al cual puede accederse en la barra de herramientas y se especifica que el método del caudal será un medidor de descarga (*Discharge Gage*):



Volver al menú principal

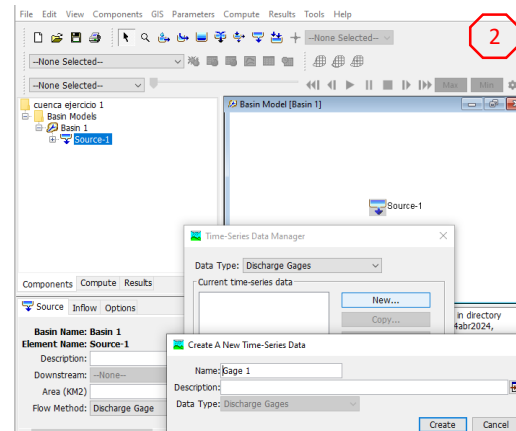
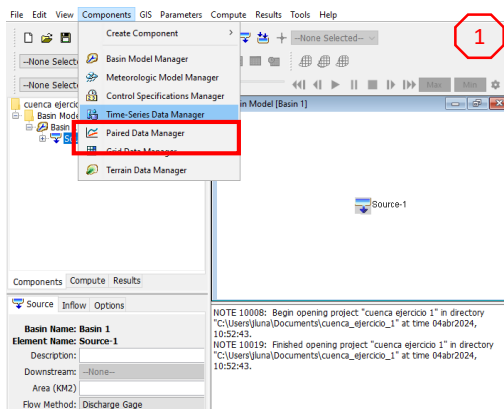
Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

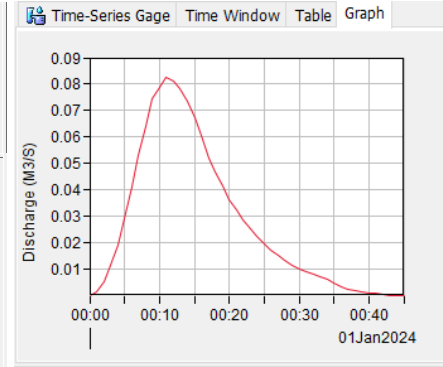
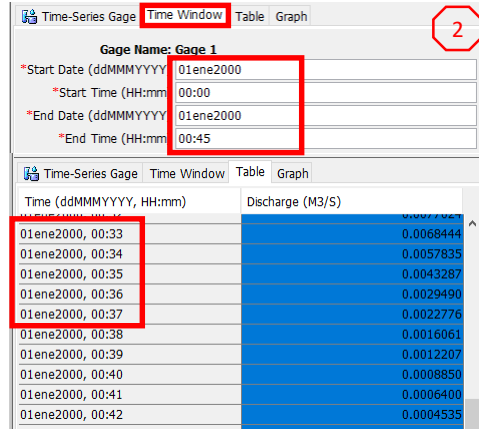
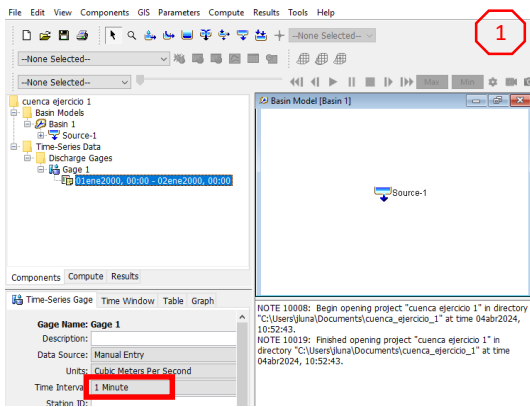
- Una vez dado de alta “*Source*”, los datos de caudal se darán de alta en *Time-Series Data Manager*:



Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS

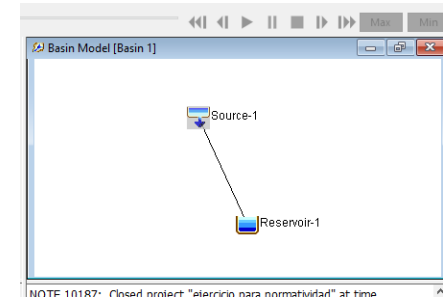
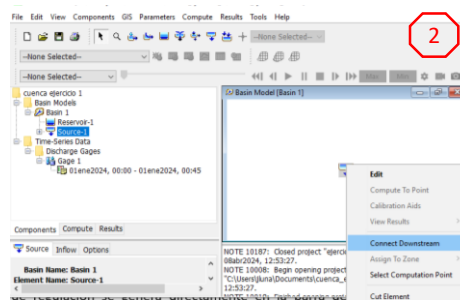
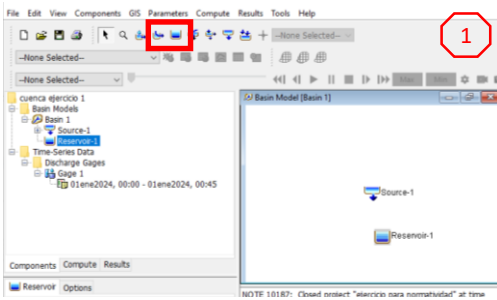
4. Debido al poco tiempo de concentración que tiene las obras en los desarrollos, se recomienda modelar hidrogramas a cada minuto:



- [Volver al menú principal](#)
- [Hidrograma de entrada](#)
- [Método de piscina nivelada](#)
- [Tránsito en HEC-HMS](#)
- [Equipos de bombeo](#)

b) Definir las características del reservorio.

1. La obra de regulación se genera en la barra de herramientas, en el ícono mostrado en la Imagen 1. Después será necesario vincular o representar que recibirá del caudal descargado, para lo cual se debe dar clic derecho sobre el icono "Source" y seleccionar "Connect Downstream", posteriormente seleccionar el reservorio.

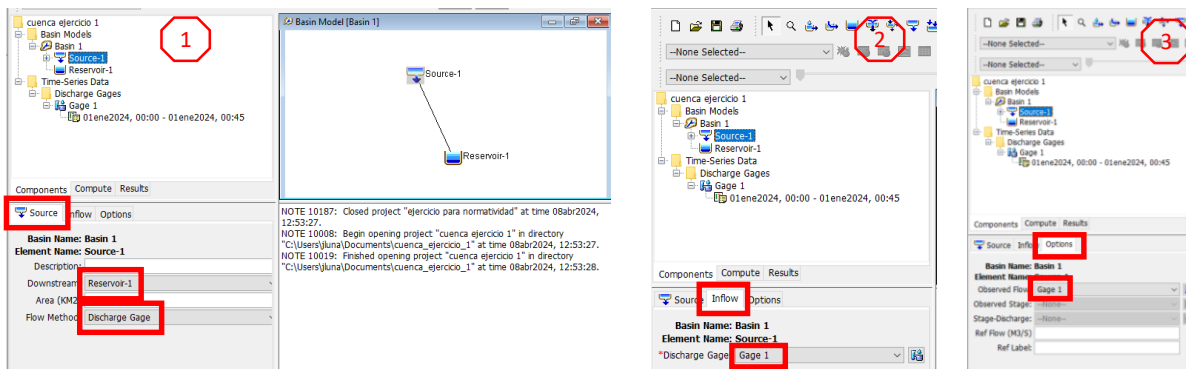


Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS



2. Previo a indicar las características de la obra de retención, se configuran algunos aspectos del elemento "Source".



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

3. Hecho lo anterior, se procede a configurar las características del reservorio, para este ejemplo vamos a suponer que tenemos una cisterna que tiene una tubería de aforo de 0.10 m de diámetro que está a 0.30 m de altura del fondo, con las dimensiones y capacidad siguientes:

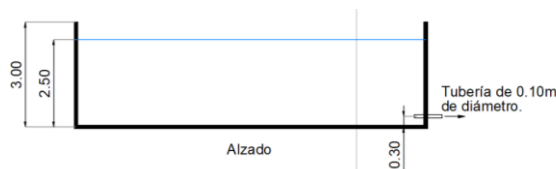


Tabla capacidad-elevación	
Elevation (M)	Storage (m3)
0	0
0.5	0.03
1	0.05
1.5	0.08
2	0.1
2.5	0.125
3	0.15



Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS



4. Vamos a generar una tabla de capacidad-elevación, accediendo a "Paired Data Manager", en el menú "Components" y cargando a manera de tabla, los datos de elevación y volumen que previamente hayas generado, es importante aclarar, que el volumen debe anotarse debe estar en metros cúbicos.

Elevation (M)	Storage (1000 M3)
0.00	0.000
0.50	0.030
1.00	0.050
1.50	0.080
2.00	0.100
2.50	0.125
3.00	0.150

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

5. Para dar de alta las características de la cisterna, basta con dar clic, en el ícono del reservorio. En el menú que se despliega, para este ejercicio ingresaremos los siguientes datos:

Al dar clic en este ícono se carga la tabla de capacidad-elevación.

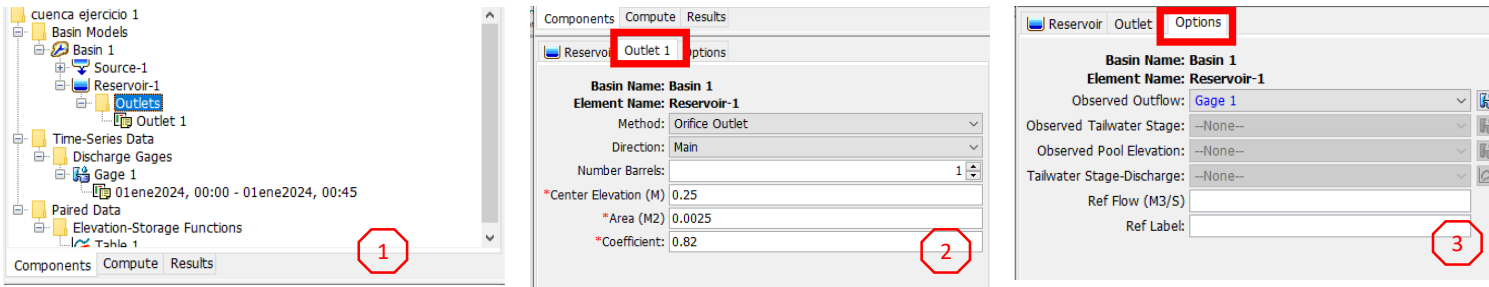
Este ejercicio se simulará mediante un orificio de salida, generándolo en este espacio.



Teoría de diseño

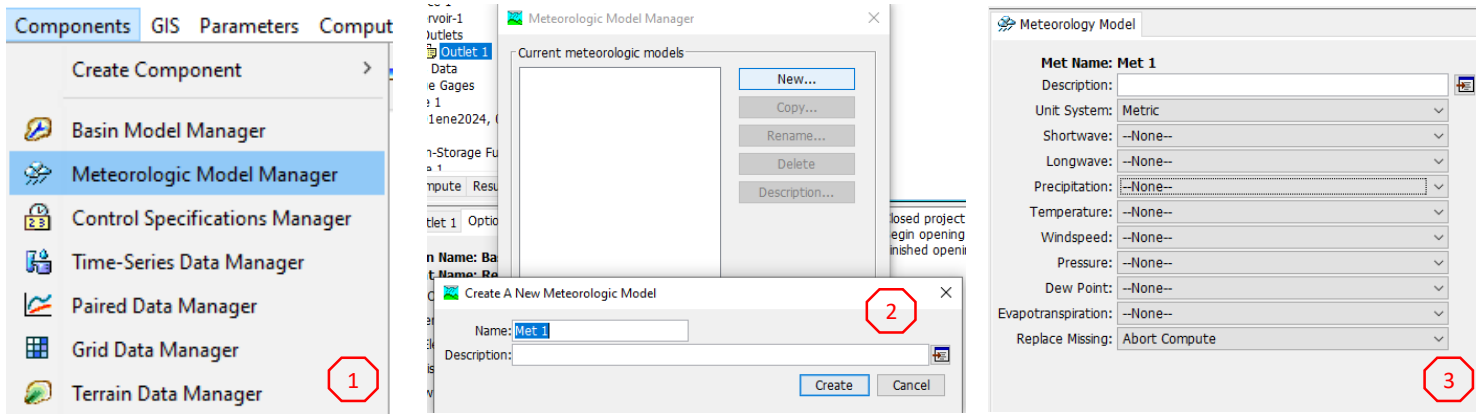
Tránsito mediante HEC-HMS

6. Al momento de que indicamos que la cisterna tendrá un orificio de salida, el programa genera este elemento, al que se le tendrá que definir las características de la siguiente forma:



7. Como siguiente paso, debe generarse un modelo meteorológico y un control de especificaciones de la siguiente manera:

Modelo meteorológico:



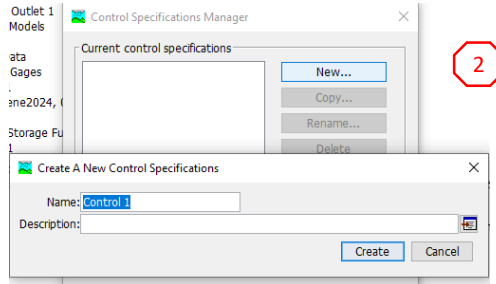
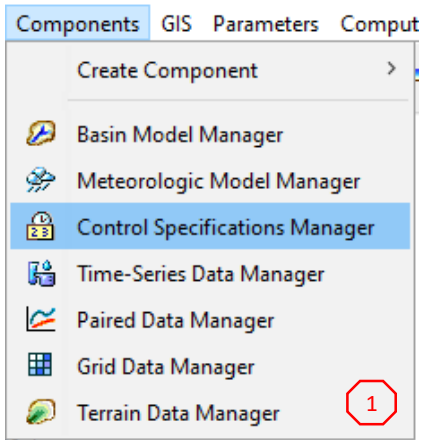
- Volver al menú principal
- Hidrograma de entrada
- Método de piscina nivelada
- Tránsito en HEC-HMS
- Equipos de bombeo



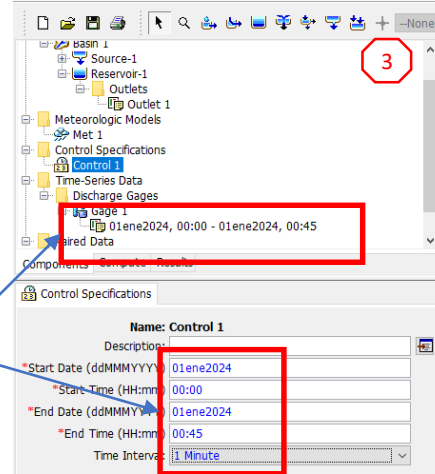
Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS

8. Control de especificaciones:

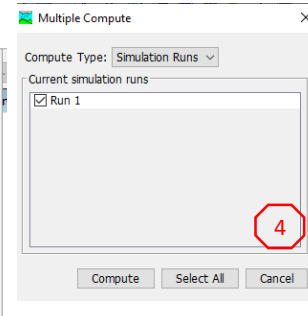
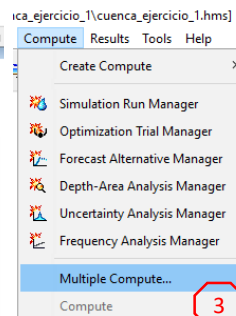
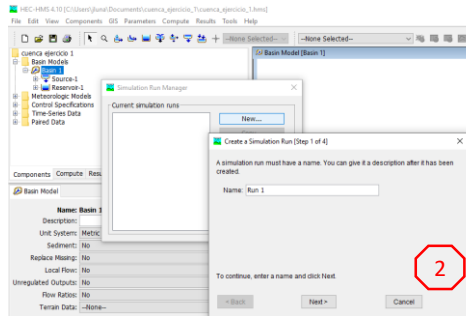
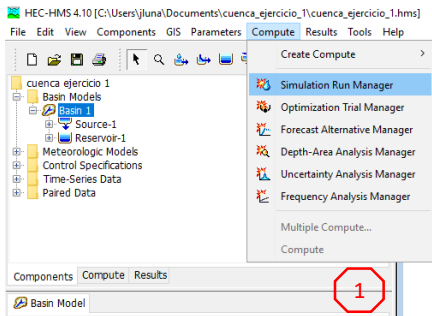


Es importante asegurarse que los datos del "Gage" y el control de especificaciones sean los mismos.



- Volver al menú principal
- Hidrograma de entrada
- Método de piscina nivelada
- Tránsito en HEC-HMS
- Equipos de bombeo

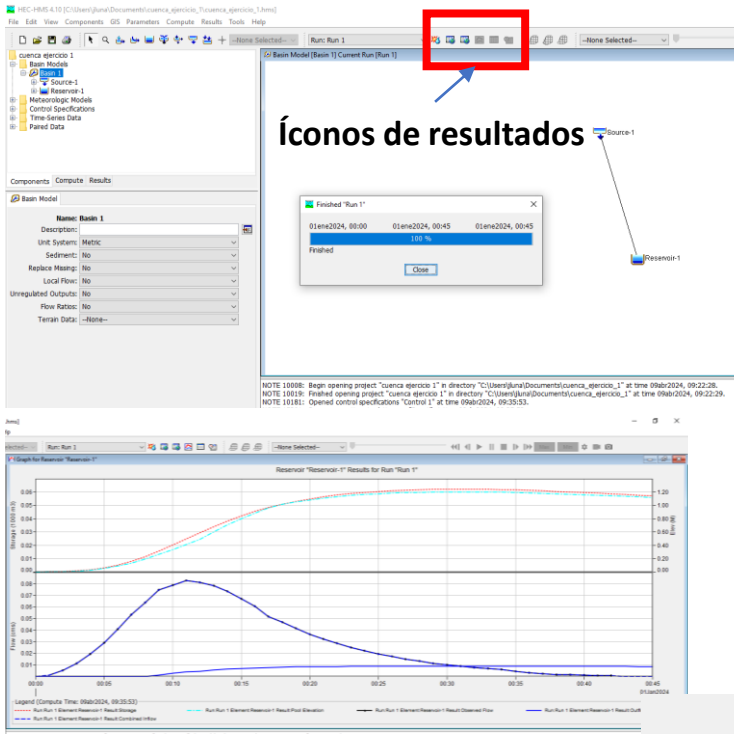
9. Como último paso, se genera una rutina de la simulación y serán seleccionados los elementos que requerimos que el software analice. Existen casos en los que puede existir más de un hidrograma, modelo meteorológico, etc., pero en este ejercicio, a todos los elementos que el programa nos vaya definiendo, daremos "aceptar".



Teoría de diseño

Tránsito mediante HEC-HMS

9. Resultados



Date	Time	Inflow (M3/S)	Storage (1000 M3)	Elevation (M)	Outflow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01ene2024	00:00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
01ene2024	00:01	0.0011	0.0000	0.0006	0.0000	0.0011
01ene2024	00:02	0.0052	0.0002	0.0037	0.0000	0.0052
01ene2024	00:03	0.0111	0.0007	0.0118	0.0000	0.0111
01ene2024	00:04	0.0191	0.0016	0.0269	0.0000	0.0191
01ene2024	00:05	0.0292	0.0031	0.0510	0.0000	0.0292
01ene2024	00:06	0.0409	0.0052	0.0861	0.0000	0.0409
01ene2024	00:07	0.0531	0.0080	1.1331	0.0000	0.0531
01ene2024	00:08	0.0639	0.0115	1.1916	0.0000	0.0639
01ene2024	00:09	0.0746	0.0156	1.2608	0.0009	0.0746
01ene2024	00:10	0.0787	0.0201	1.3355	0.0027	0.0787
01ene2024	00:11	0.0828	0.0248	1.4131	0.0037	0.0828
01ene2024	00:12	0.0814	0.0295	1.4911	0.0045	0.0814
01ene2024	00:13	0.0784	0.0340	1.5991	0.0054	0.0784
01ene2024	00:14	0.0736	0.0382	1.7045	0.0061	0.0736
01ene2024	00:15	0.0673	0.0420	1.8005	0.0067	0.0673
01ene2024	00:16	0.0607	0.0454	1.8860	0.0072	0.0607
01ene2024	00:17	0.0518	0.0484	1.9593	0.0076	0.0518
01ene2024	00:18	0.0466	0.0509	1.0143	0.0079	0.0466
01ene2024	00:19	0.0414	0.0530	1.0503	0.0081	0.0414
01ene2024	00:20	0.0362	0.0549	1.0809	0.0083	0.0362
01ene2024	00:21	0.0322	0.0564	1.1067	0.0084	0.0322
01ene2024	00:22	0.0284	0.0577	1.1285	0.0085	0.0284
01ene2024	00:23	0.0251	0.0588	1.1468	0.0086	0.0251
01ene2024	00:24	0.0221	0.0597	1.1617	0.0087	0.0221
01ene2024	00:25	0.0194	0.0604	1.1738	0.0087	0.0194
01ene2024	00:26	0.0171	0.0610	1.1833	0.0088	0.0171
01ene2024	00:27	0.0149	0.0614	1.1906	0.0088	0.0149
01ene2024	00:28	0.0131	0.0617	1.1958	0.0088	0.0131
01ene2024	00:29	0.0112	0.0619	1.1991	0.0088	0.0112
01ene2024	00:30	0.0099	0.0620	1.2008	0.0089	0.0099
01ene2024	00:31	0.0087	0.0621	1.2012	0.0089	0.0087
01ene2024	00:32	0.0077	0.0620	1.2005	0.0089	0.0077
01ene2024	00:33	0.0068	0.0619	1.1990	0.0088	0.0068
01ene2024	00:34	0.0058	0.0618	1.1964	0.0088	0.0058
01ene2024	00:35	0.0043	0.0616	1.1927	0.0088	0.0043
01ene2024	00:36	0.0029	0.0613	1.1875	0.0088	0.0029
01ene2024	00:37	0.0023	0.0609	1.1813	0.0088	0.0023
01ene2024	00:38	0.0016	0.0605	1.1745	0.0087	0.0016
01ene2024	00:39	0.0012	0.0600	1.1672	0.0087	0.0012
01ene2024	00:40	0.0009	0.0596	1.1596	0.0087	0.0009

Dentro de los resultados que genera el programa esta el reporte minuto a minuto.

En el resumen de resultados, entre otras cosas, observamos cual será el volumen máximo .

En el hidrograma, podemos observar la gráfica del caudal de entrada y el gasto de salida.

Peak Inflow:	0.0828 (M3/S)	Date/Time of Peak Inflow:	01ene2024, 00:11
Peak Discharge:	0.0089 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01ene2024, 00:31
Inflow Volume:	n/a	Peak Storage:	0.0621 (1000 M3)
Discharge Volume:	n/a	Peak Elevation:	1.2012 (M)

- [Volver al menú principal](#)
- [Hidrograma de entrada](#)
- [Método de piscina nivelada](#)
- [Tránsito en HEC-HMS](#)
- [Equipos de bombeo](#)



Teoría de diseño

Equipos de bombeo y aspectos a considerar en su selección



En el capítulo IV.2.3 Características de las estaciones de bombeo sanitarias y obras de regulación pluvial, se definió para las obras de regulación pluvial, las especificaciones que deberán contar las bombas de tipo vertical o sumergible que se instalen en los cárcamos de estas instalaciones.

La experiencia que se tiene en el funcionamiento de ambos equipos, es que las bombas sumergibles son más fáciles de instalar o desinstalar en casos de mantenimiento o reparación., esto, a pesar de que el motor se encuentra sumergido por qué las estructuras de izaje que comúnmente se colocan permiten elevarlo a la superficie. En el caso de las bombas verticales, cuando se tiene algún daño en el motor su desacople puede ser sencillo, al estar a nivel de piso, sin embargo, no resulta así cuando los tazones requieren mantenimiento o ser desatascados, debido a que es necesario izar toda la columna y la longitud de los tramos comúnmente es mayor a la altura de la estructura de izaje, lo que implica para esos casos la renta de una grúa.

Cualquiera de los dos tipos de equipo son validos, pero en caso de emplear bombas verticales se deberán prever y proporcionar las condiciones necesarias para realizar los mantenimientos, como podrían ser izajes de mayor altura y/o un camino hasta la zona donde se alojan las bombas con un patio de maniobras con las dimensiones para acceder con una grúa.

[Volver al menú principal](#)

[Hidrograma de entrada](#)

[Método de piscina nivelada](#)

[Tránsito en HEC-HMS](#)

[Equipos de bombeo](#)

Características	
Sumergibles	Verticales
Impulsores semiabiertos, in-atascable, auto-limpiante con caras endurecidas	Impulsores semiabiertos
Enfriamiento por álabes, glicol o agua	Lubricación por agua o aceite

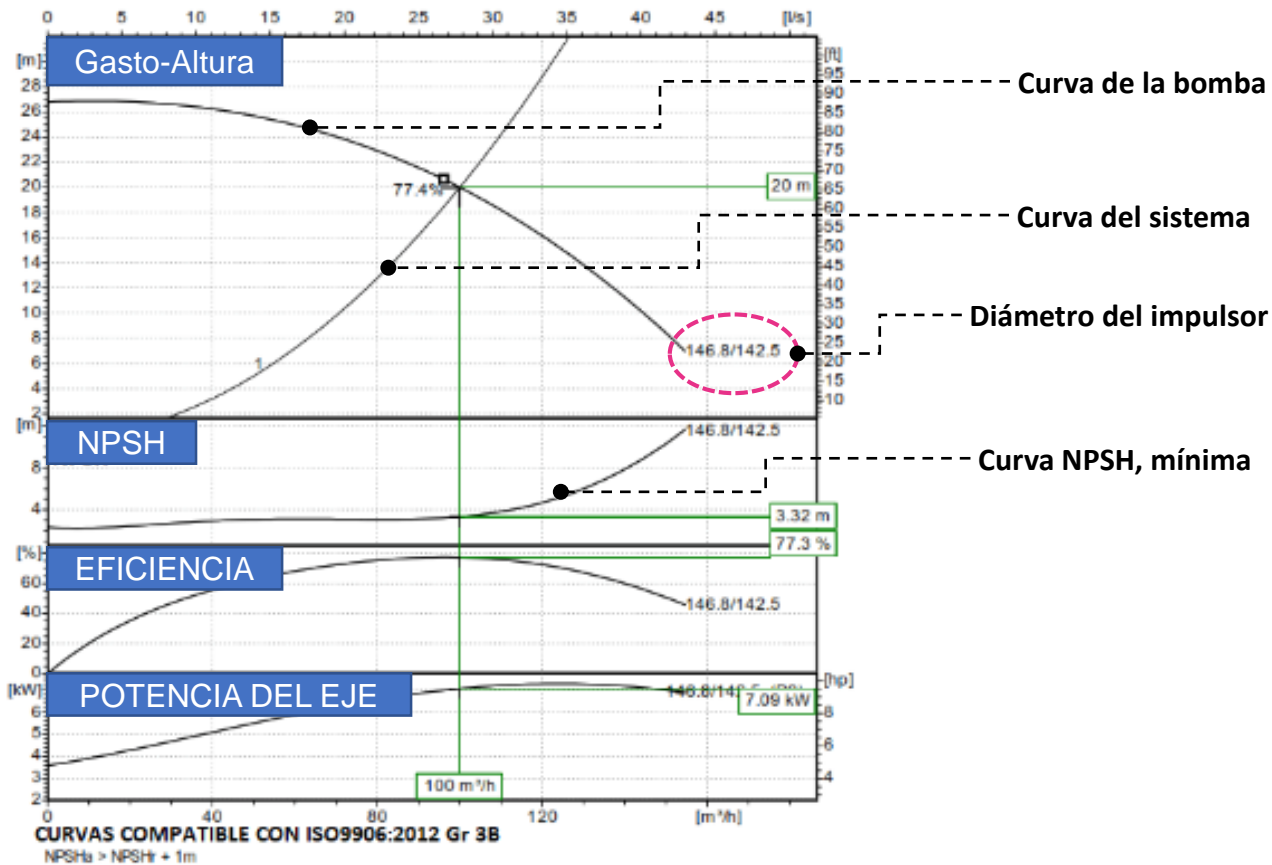


Teoría de diseño

Equipos de bombeo y aspectos a considerar en su selección



Otro punto importante a considerar, será observar en las fichas técnicas de la bomba, el diámetro de la descarga y con ese tamaño cotejar la pérdidas por fricción y velocidades, estimadas



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

Ant

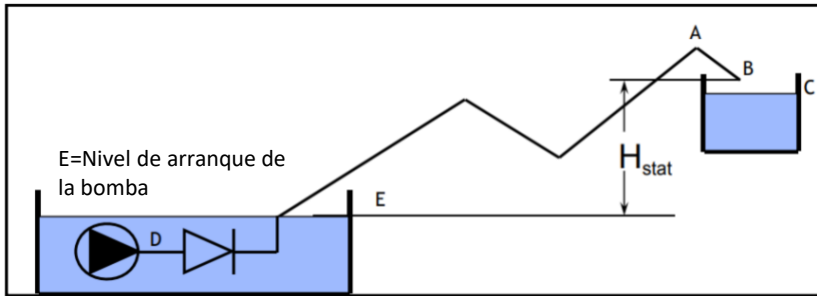
Sig

Teoría de diseño

Gráfica gasto-altura

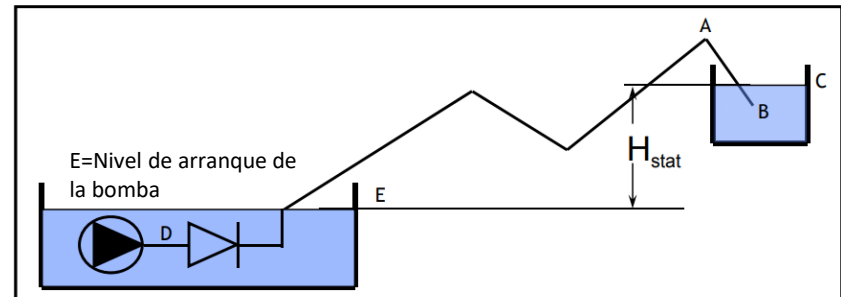
Los datos que debemos tener al momento de seleccionar el punto de operación en la gráfica de gasto-gasto-altura en la ficha de operación de la bomba, será la carga dinámica total a vencer y para ello es necesario realizar una adecuada estimación de la carga estática:

$$CDT = H_{Estática} + H_f(\text{en tubería}) + H_f(\text{secundarias})$$



Descarga abierta

B=final de la tubería



Descarga ahogada

B=NAMO

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Gráfica gasto-altura

1.2.2.3 Pérdidas secundarias o menores

Se entiende por pérdidas secundarias las producidas por ensanchamientos, contracciones, cambios de dirección, entradas, salidas, válvulas y, demás accesorios de las tuberías. Estas pérdidas en algunos casos no son significativas y normalmente se ignoran, salvo que el proyectista considere necesario calcularlas, se emplea la siguiente fórmula.

$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

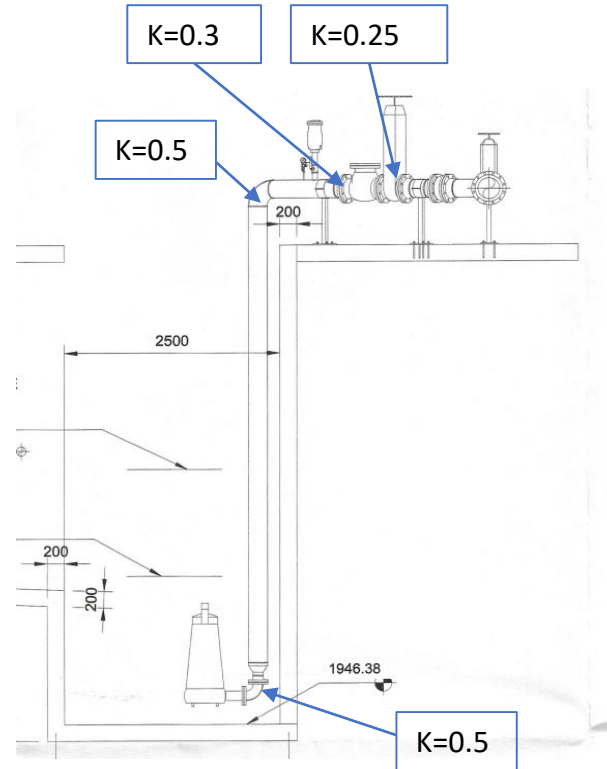
donde:

- h** pérdida secundaria en metros de columna de agua.
- k** Coeficiente de pérdida que depende del accesorio que lo genera (ver Tabla 1.2.b.)
- V** Velocidad del flujo en m/s
- g** Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg.2

Tabla 1.2.b Valores de k coeficiente de pérdida

No	Accesorio	Valor de k
1	Depósito a tubería (pérdida a la entrada):	
	-Conexión a ras de la pared	0.50
	-Tubería entrante	1.00
	-Conexión de tubería abocinada	0.05
2	Pérdida a la salida de un depósito	1.00
3	Unión bridada	0.30
4	Codos de 45°	0.35 a 0.45
5	Codos de 90°	0.50 a 0.75
6	Tee en el sentido lateral	1.80
7	Tee en el sentido recto	0.30
8	Válvulas de compuerta (abierta)	0.25
9	Contracción brusca	Ver Tabla 1.2. b.1.
10	Expansión brusca	Ver Tabla 1.2. b.2.

Fuente Libro 10 de CONAGUA/MAPAS e Hidráulica de Tuberías de Juan G. Saldarriaga.



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

Consulta más a detalle:

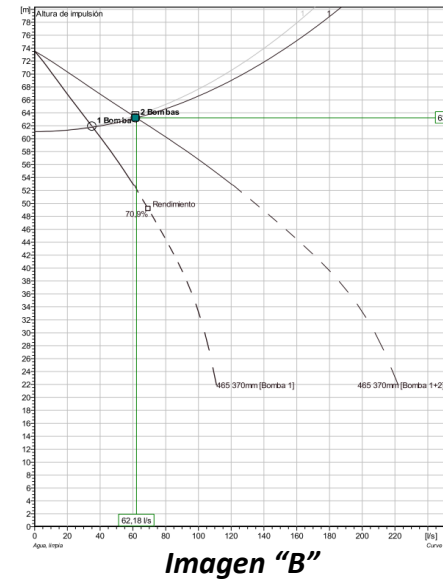
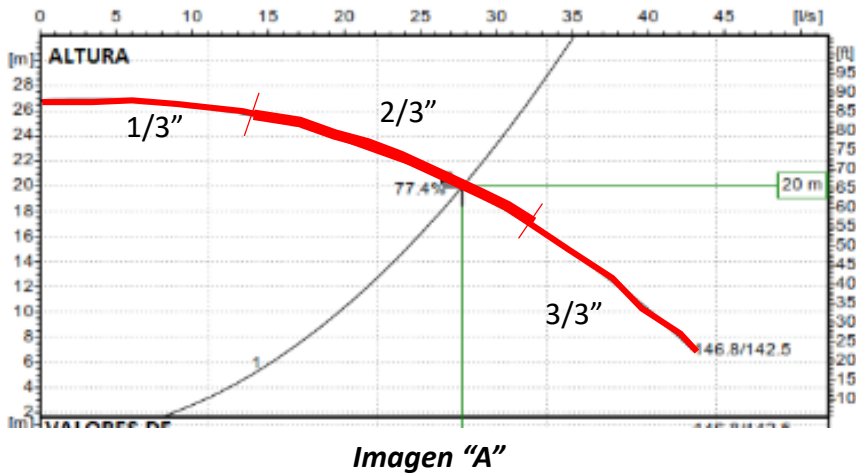
1.2.2.2 Pérdidas de energía por fricción en la conducción en función de "n"



Teoría de diseño

Gráfica gasto-altura

Una vez determinada la carga dinámica total a vencer, es importante observar que el punto de trabajo se encuentre dentro del segundo tercio de la curva de operación (*Imagen "A"*).



La Comisión, para todos los casos donde se requiere de bombas para desalojar el volumen acumulado, solicitará una bomba de respaldo, independientemente del número de equipos que sean necesarios para logra el gasto de diseño, el equipo apoyo funcionará de manera alternada, es decir, no quedará apagado hasta que alguno de los otros deje de funcionar. En caso de curvas en paralelo, es necesario que se presente una gráfica del sistema proporcionada por el proveedor (Imagen "B").

Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo





Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

Teoría de diseño

Gráfica gasto-altura: Consideraciones a tomar en cuenta en sistemas de bombeo en paralelo

- Tomar en cuenta que se generan diferentes pérdidas por fricción.
- Revisar las velocidades cuando funcione más de un equipo.
- Indicar en planos niveles de paro y arranque de cada bomba.
- Presentar el dimensionamiento del cárcamo donde se alojan las bombas validado por el proveedor, garantizando que no se generaran vórtices, o será necesario de incluir mamparas o estructuras para distribuir adecuadamente el gasto a cada equipo.



Teoría de diseño

Gráfica NPSH. Net Positive Suction Head



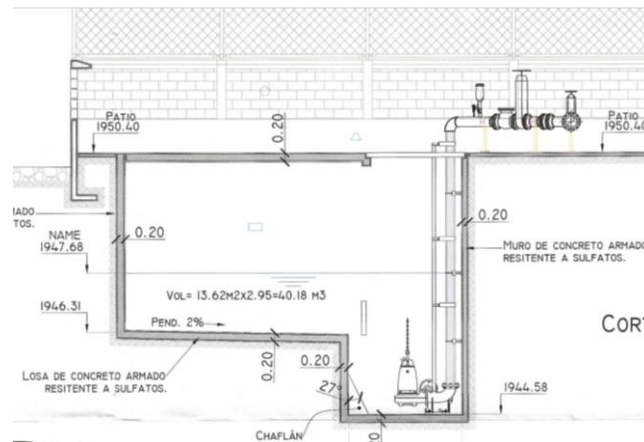
La carga neta de succión positiva, es la carga mínima que deberá existir en la succión de la bomba para evitar la cavitación, ésta varia de acuerdo al caudal y velocidad de giro del motor. Cada fabricante establecerá para los diferentes modelos de bomba cual será el NPSH requerido o mínimo. La fórmula para determinarlo es la siguiente:

$$\text{NPSH disponible} = 10^5 * ((P_l - P_v)/\rho g) + H_A - h_a$$

- P_l = Presión en bares sobre el liquido.
- P_v = Presión de vapor del liquido a la temperatura de bombeo, para agua a $10^\circ\text{C}=0.12$ y a $20^\circ\text{C}=0.24$ (mca)
- ρ = densidad del agua.
- g = aceleración de la gravedad 9.81m/s^2
- H_A = Altura de aspiración.
- h_a = Perdidas por fricción de la tubería hasta el punto alto de la estación de bombeo

Ejemplo:

- $P_l = 0.81689$
- $P_v = 0.24$
- $\rho = 1$
- $P_v = 9.81$
- $H_A = 5.82$
- $h_a = 0.1$



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

Teoría de diseño

Gráfica NPSH. Net Positive Suction Head



$$NPSH_{\text{disponible}} = 10^5 \cdot \frac{(0.81 - 0.24)}{(1 \cdot 9.81)} + 5.82 - 0.1 = 11.53 \text{ m}$$

Para obtener la presión atmosférica que se ejerce sobre el líquido se usa la siguiente fórmula:

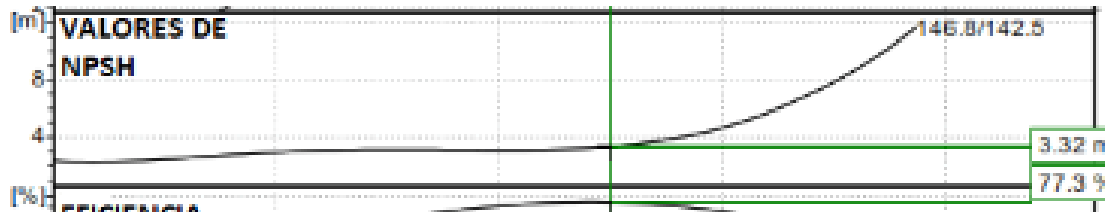
$$P_{\text{atm}} = 10.33 - (\text{altitud en la ciudad} / 900)$$

La elevación promedio en la ciudad de Querétaro es de 1820 m

Por lo tanto:

$$P_{\text{atm}} = 10.33 - (1820 / 900) = 8.31 \text{ mca} = 0.81 \text{ bar}$$

Concluimos que 11.53 m es el NPSH disponible, este valor deberá ser siempre mayor al requerido en la gráfica



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo

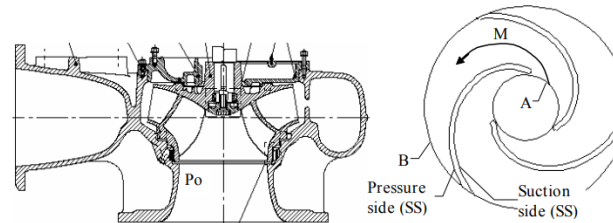


Teoría de diseño

Efectos de cavitación



- Se produce por una Una reducción en la presión localmente en el impulsor a la entrada de los alabes del impulsor.
- Se producen partículas de vapor localmente si la presión disminuye por debajo de la presión de saturación del liquido.
- Las burbujas de vapor ingresan con el flujo, y estas burbujas implosionan una vez que la presión aumenta nuevamente.



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



Teoría de diseño

Gráfica de eficiencia y potencia del eje

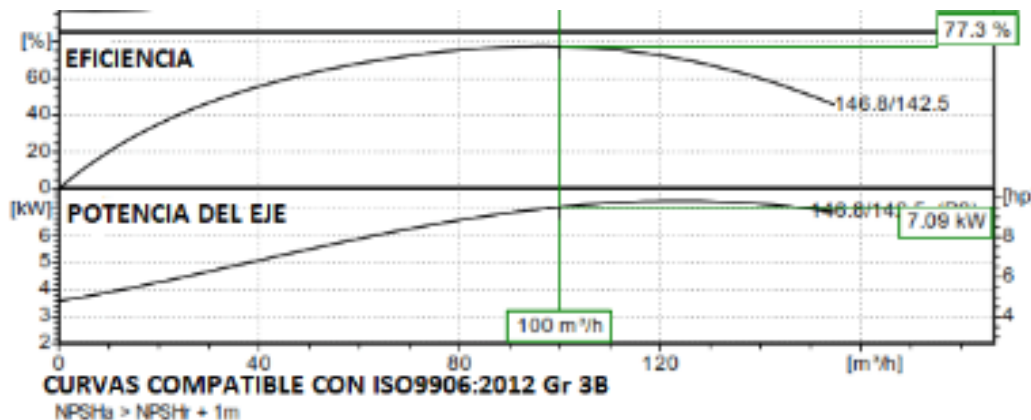


Eficiencia. (%)

La eficiencia de la bomba dependerá del modelo y fabricante, entre más alta sea mejor desempeño se tendrá.

Existen tres tipos de potencia (kw o hp):

- La que comúnmente se muestra en las gráficas de la bomba es la potencia del eje o hidráulica. Indica la cantidad de energía mecánica que la bomba transmite al fluido.
- La potencia nominal, es un parámetro fundamental que proporciona información sobre su capacidad de funcionamiento.
- La potencia total, se calcula considerando varios factores, como el caudal y la presión



Volver al menú principal

Hidrograma de entrada

Método de piscina nivelada

Tránsito en HEC-HMS

Equipos de bombeo



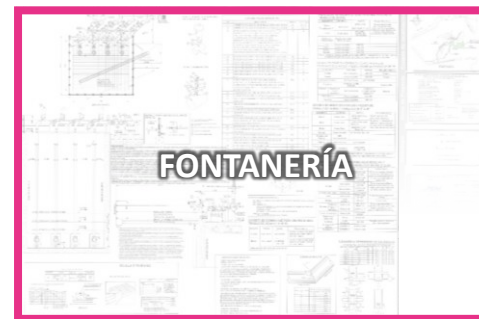
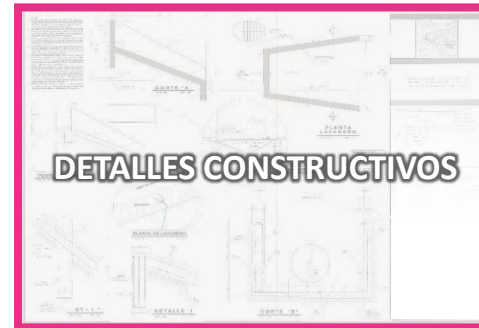
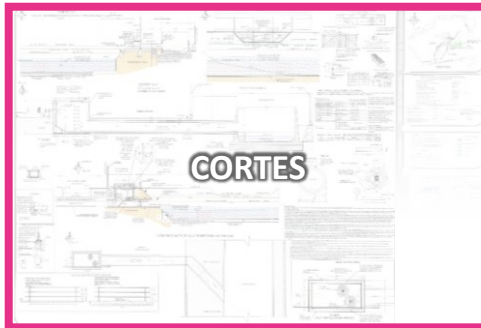
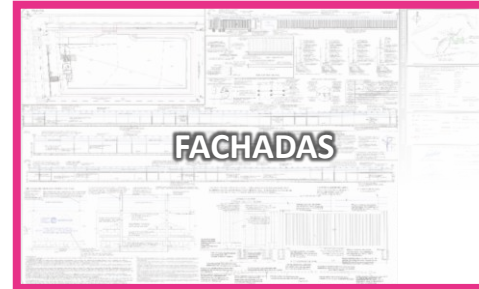
Ant

Pág. 10/10

Presiona Esc para salir

Contenido de los planos

Proyecto civil - arquitectónico



Volver al menú principal

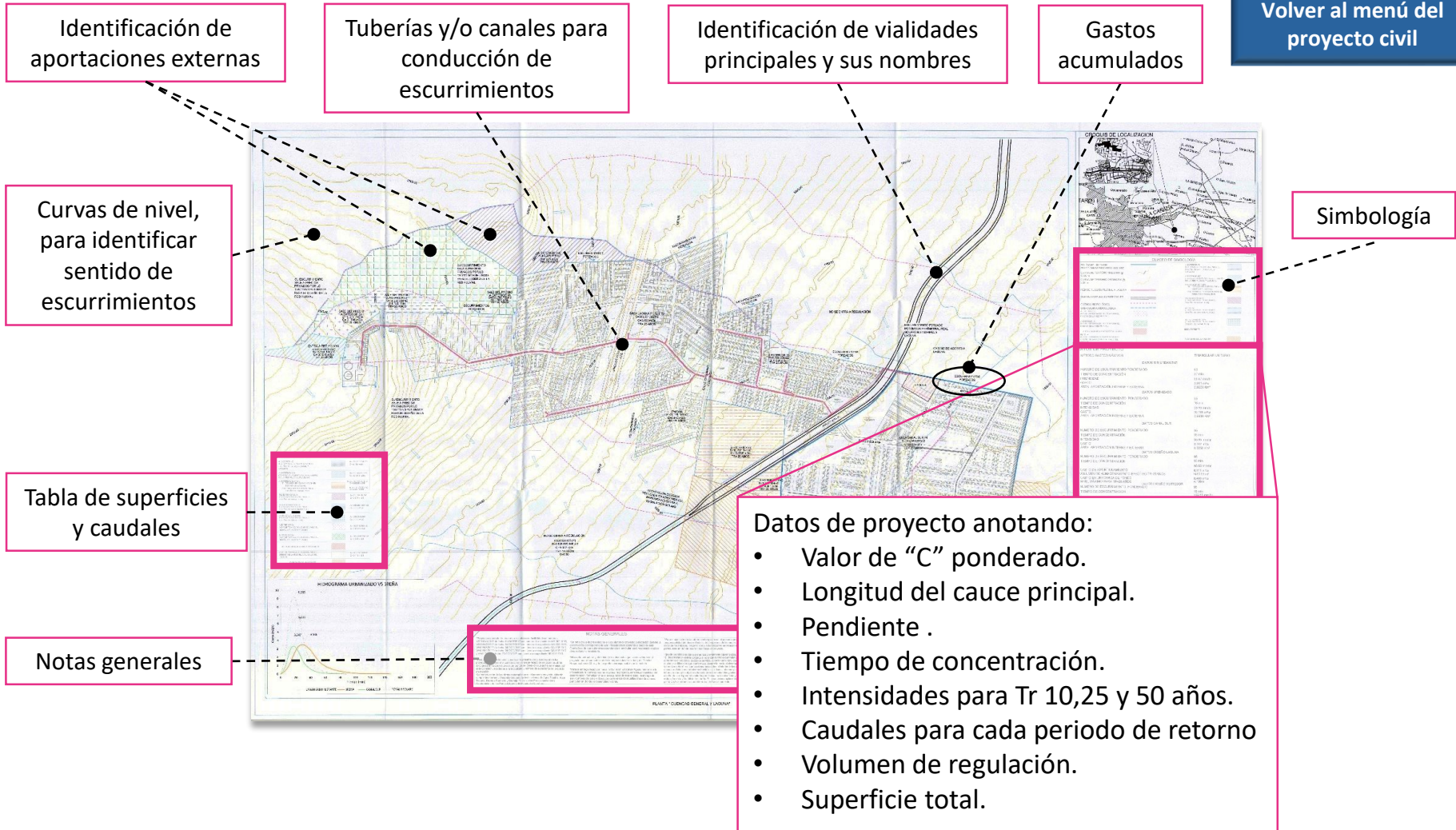
Proyecto civil - arquitectónico

Proyecto estructural

Contenido de los planos

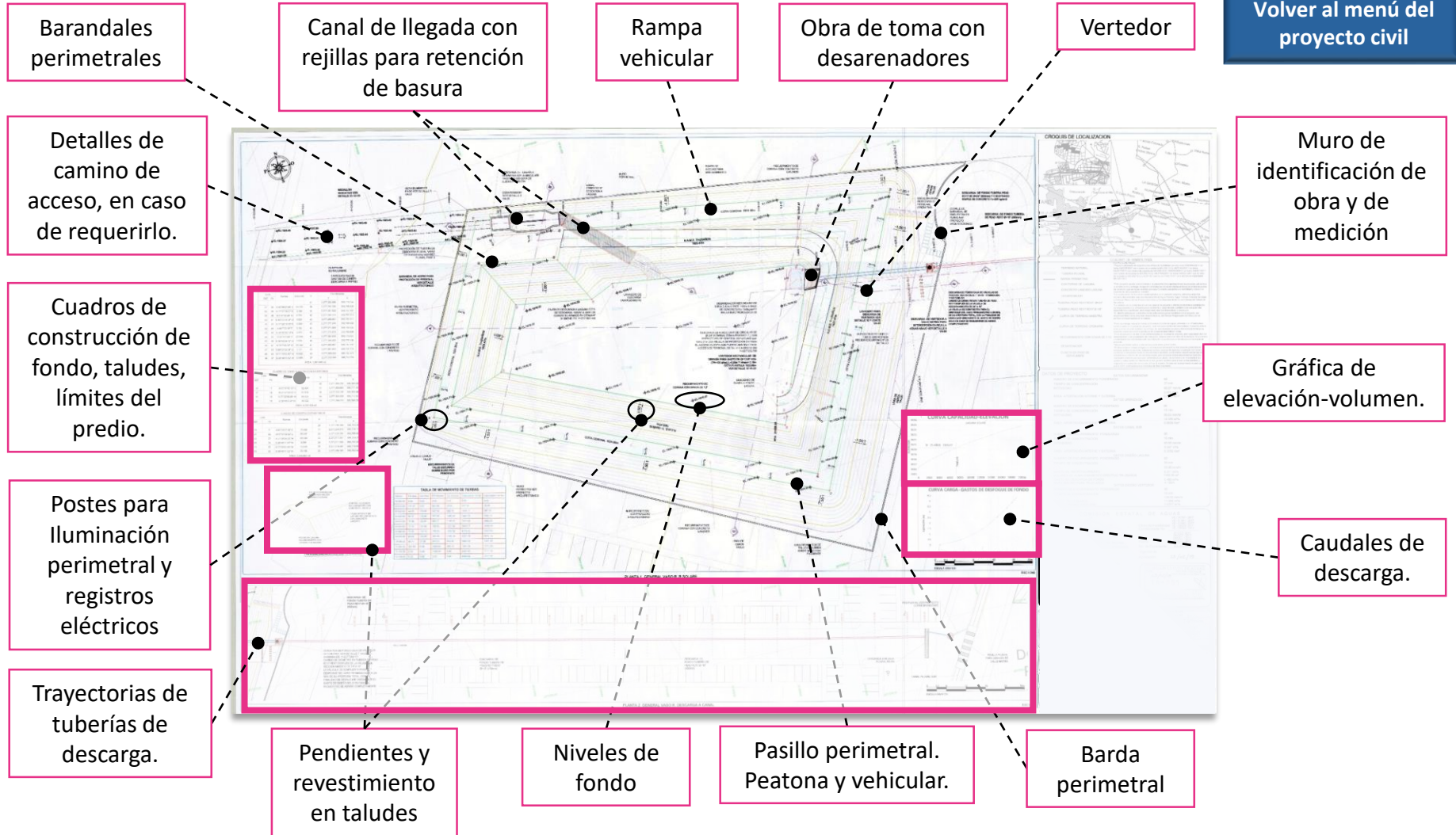
Proyecto civil-arquitectónico: Esquema general

Volver al menú del proyecto civil



Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Arreglo de conjunto



Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Fachadas

Volver al menú del proyecto civil

Planta general identificando la ubicación de cada fachada, muretes de medición o de identificación

Cercados metálicos o de herrería

Fachada principal, identificando muro de medición CFE y de identificación de la obra

Detalles de cimentaciones

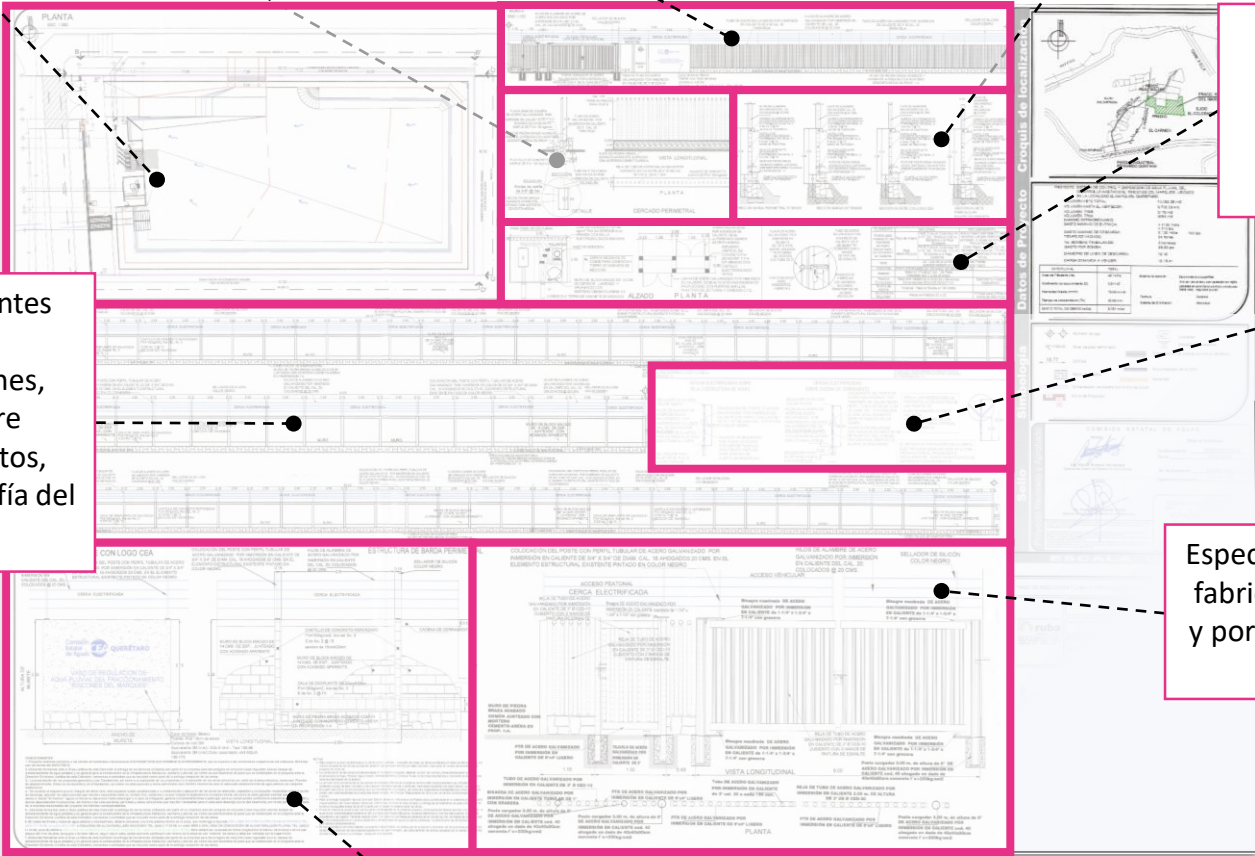
Muros para instalaciones de medidores e interruptores generales.

Alzado de las diferentes fachadas
Anotando elevaciones, separaciones entre castillos, cerramientos, cimentación, topografía del terreno

Detalles de cercados electrificados

Especificaciones para la fabricación de puertas y portones de herrería.

Dibujos constructivos de muretes de identificación de obra.



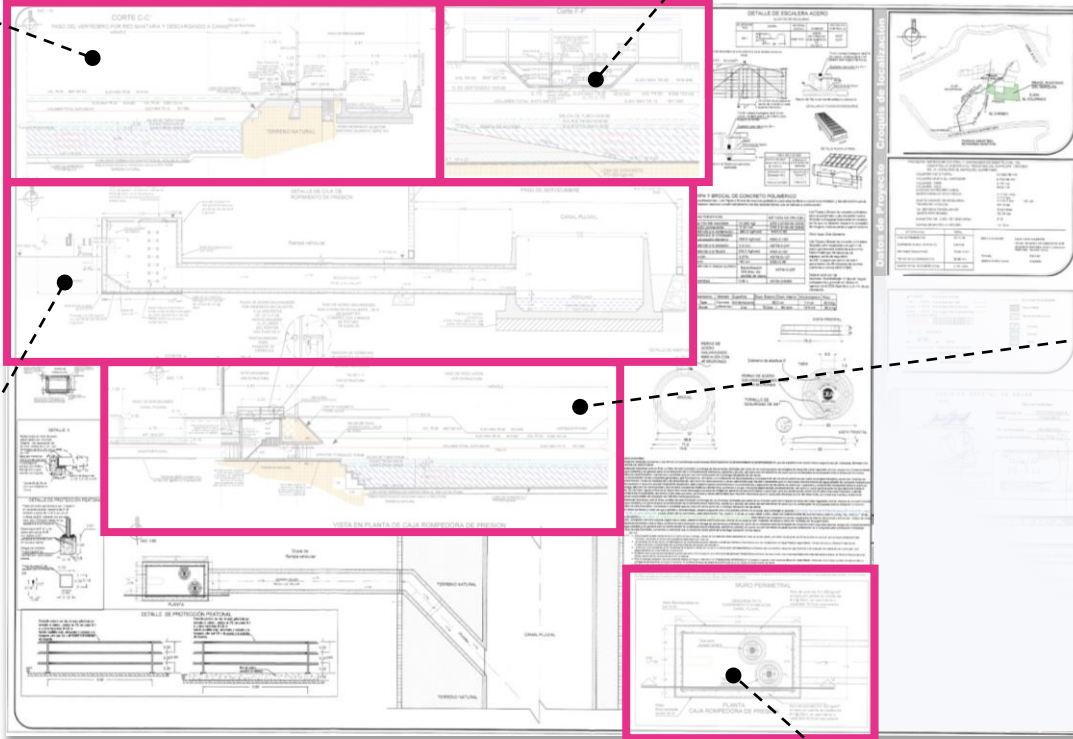
Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Cortes

Volver al menú del proyecto civil

Cortes donde se puedan apreciar los niveles que se general al interior para diferentes periodos de retorno, además de los taludes, bardas, cimentaciones, revestimientos.

Vertedores y niveles de operación



Secciones con información de la descarga a gravedad o mediante tuberías a bombeo hacia una caja rompedora de presión y posteriormente hacia el punto final de descarga

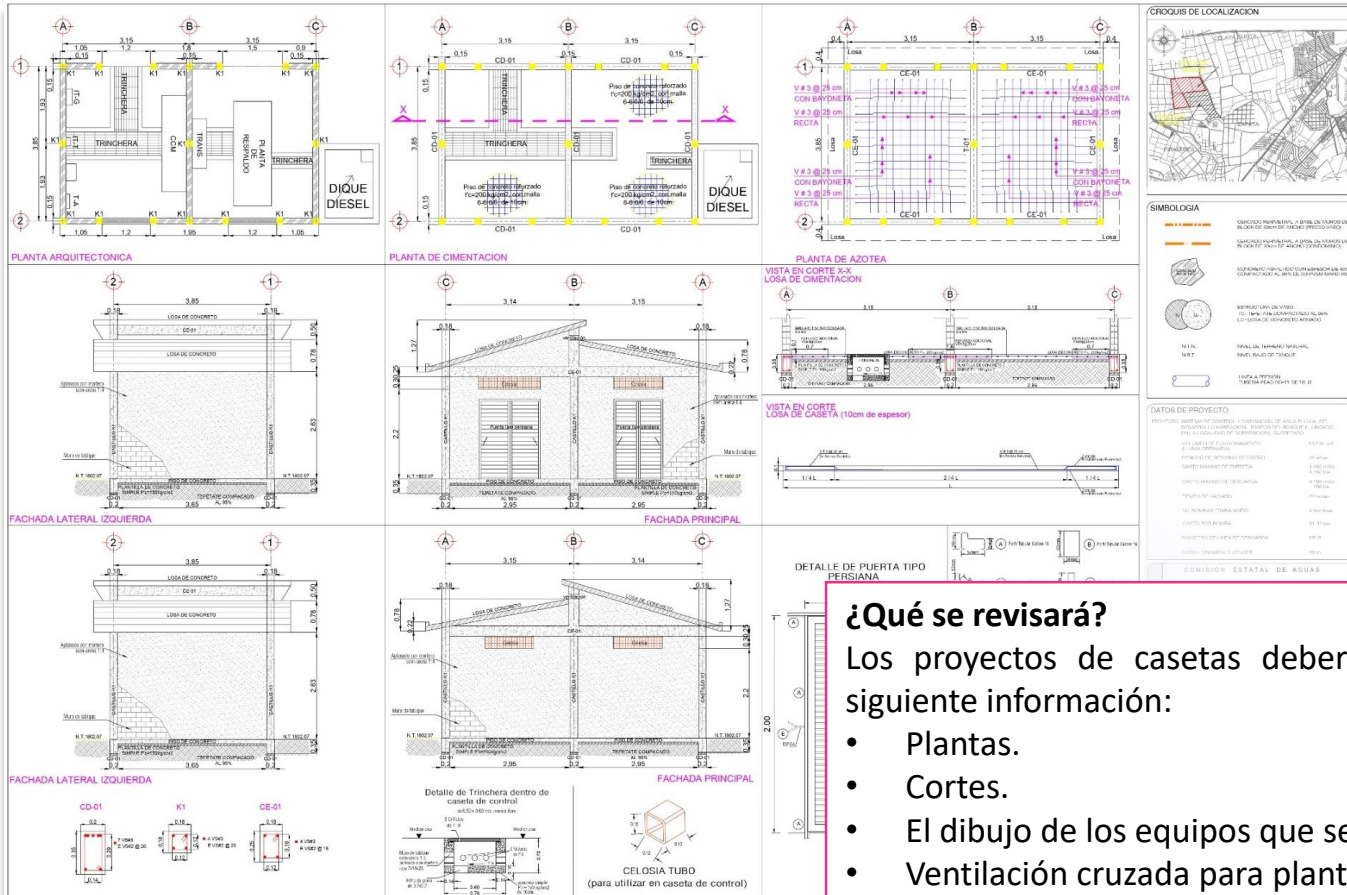
Detalles mostrados elevaciones referentes a las tuberías o canales de llegada a la obra, donde se puedan observar rejillas de limpieza, lavaderos o canales para disminuir y controlar la caída del agua.

Cajas rompedoras de presión

Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Caseta de equipo electromecánico

Volver al menú del proyecto civil



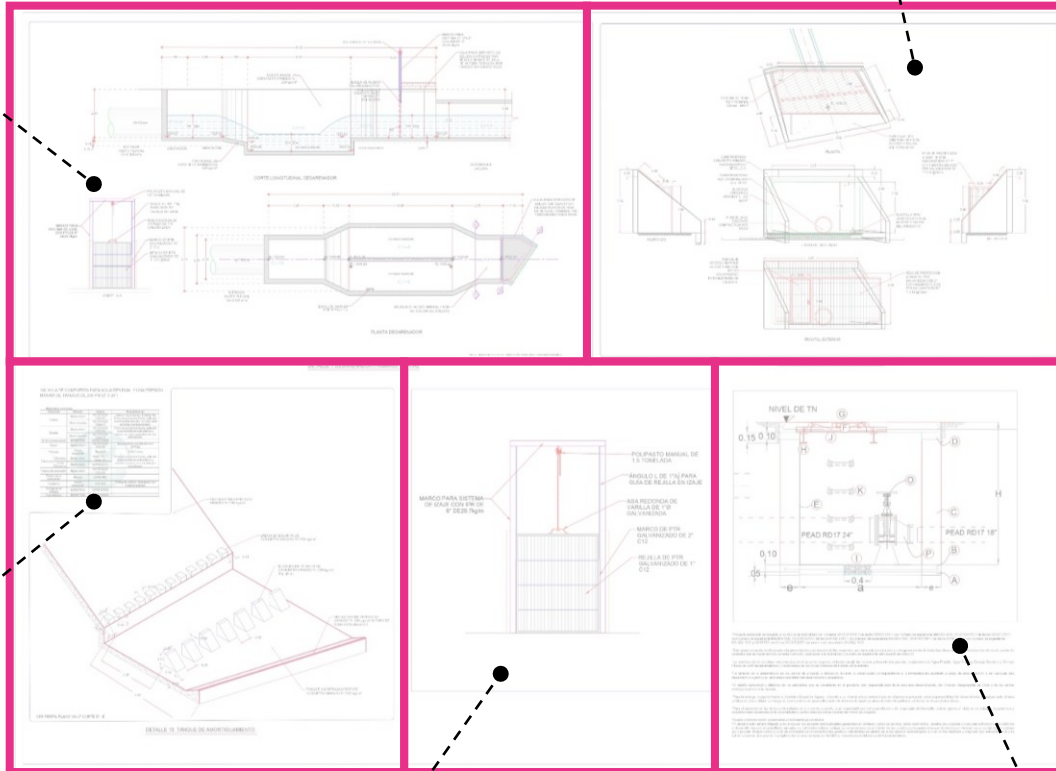
Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Detalles constructivos



Volver al menú del proyecto civil

Cortes donde se puedan apreciar los niveles que se general al interior para diferentes periodos de retorno, además de los taludes, bardas, cimentaciones, revestimientos.



Cabezales de descarga

Canales de descarga para vertedores con diseño para el control de la velocidad de descarga.

Especificaciones para fabricación de rejillas para la retención de basura

Obras de toma con control del caudal de descarga



Contenido de los planos

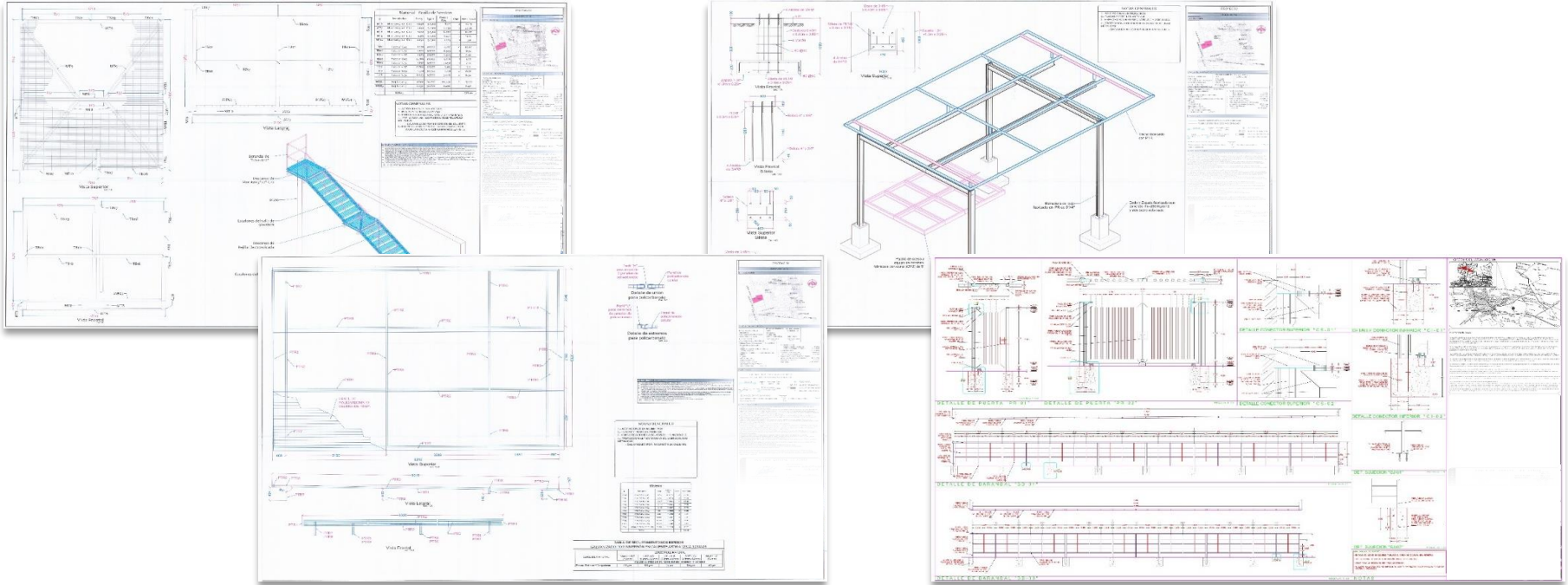
Proyecto civil-arquitectónico: Detalles de herrería o estructuras metálicas



Detalles y especificaciones para la fabricación de diferentes elementos como:

- Estructuras de izaje.
- Barandales.
- Puertas y ventilaciones en casetas.
- Portones vehiculares.
- Plataformas sobre cárcamos de bombeo.

Volver al menú del proyecto civil



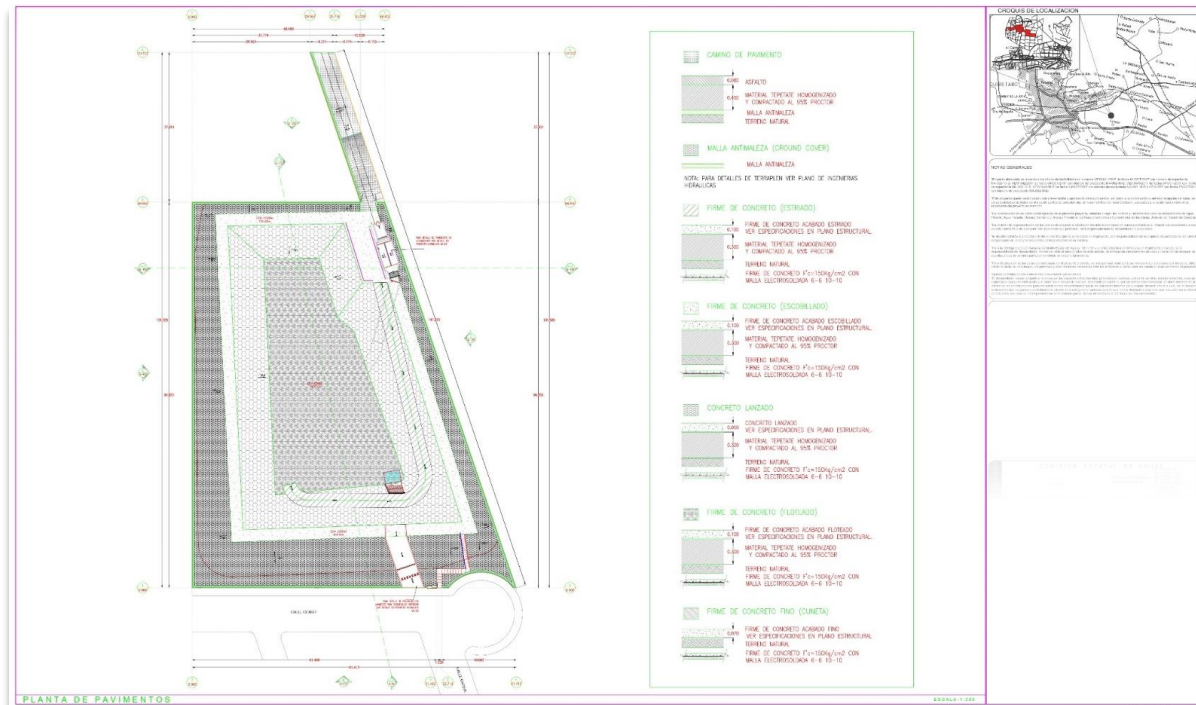
Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Pavimentos o acabados

Volver al menú del proyecto civil

Es importante zonificar en planta como en alzados, así como incluir detalles constructivos para la ejecución de los diferentes acabados en pisos y muros.

Cuidando especificar terraplenes, bases y sub-bases, acabados iniciales, intermedios y finales, espesores, grados de compactación, resistencias, capacidades de carga, armados, etc.



Contenido de los planos

Proyecto civil-arquitectónico: Fontanería

Volver al menú del proyecto civil

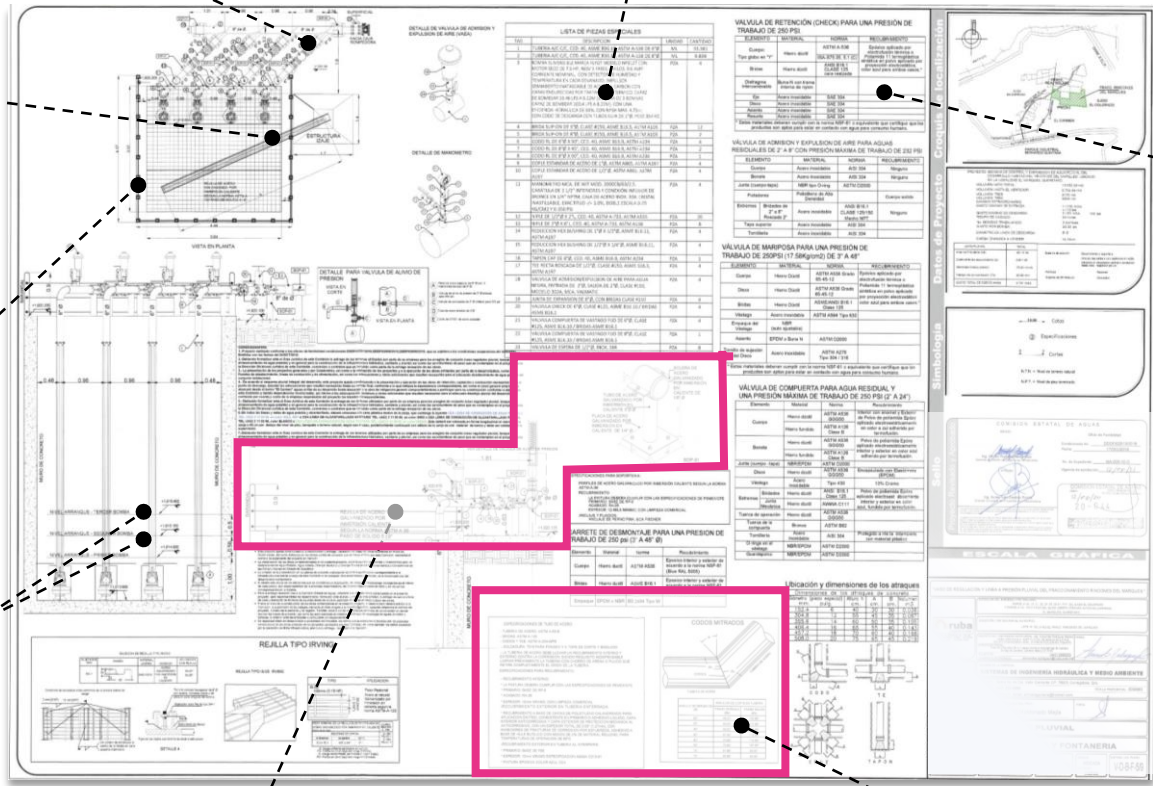
Tuberías para llenado de carros-tanque

Lista de características y cantidades de los diferentes elementos de la fontanería

Estructuras de izaje

Especificaciones técnicas de piezas especiales y válvulas a instalar de acuerdo a normatividad

Planta con despiece de bombas, válvulas y dimensiones



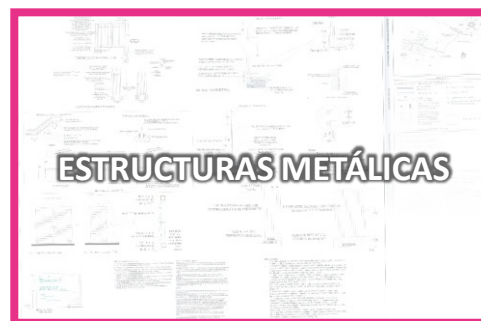
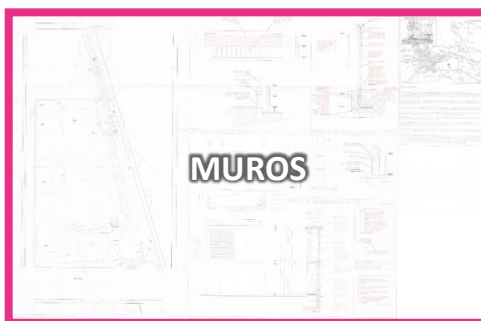
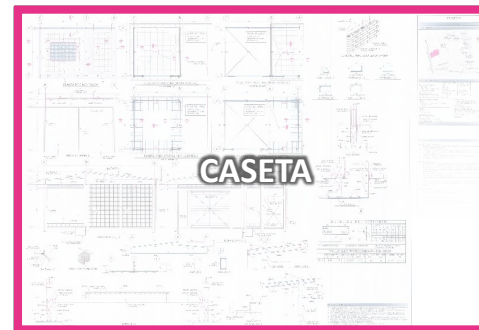
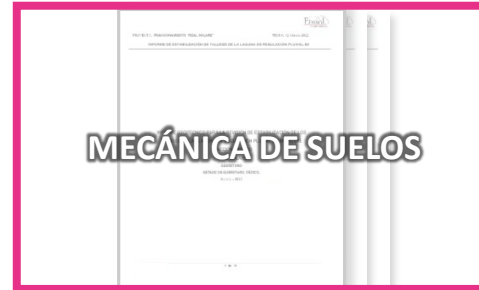
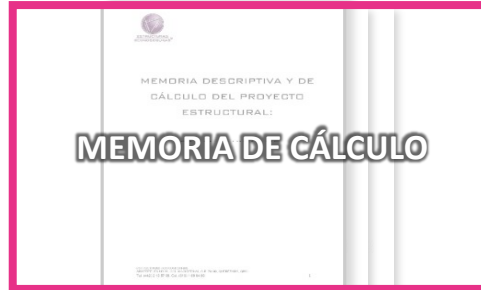
Cortes identificando niveles de para y arranque de cada bomba.

Alzados con detalles de silletas y/o atraques

Recubrimientos y especificaciones de pailería en piezas de acero.

Contenido de los planos

Proyecto estructural



Volver al menú principal

Proyecto civil - arquitectónico

Proyecto estructural

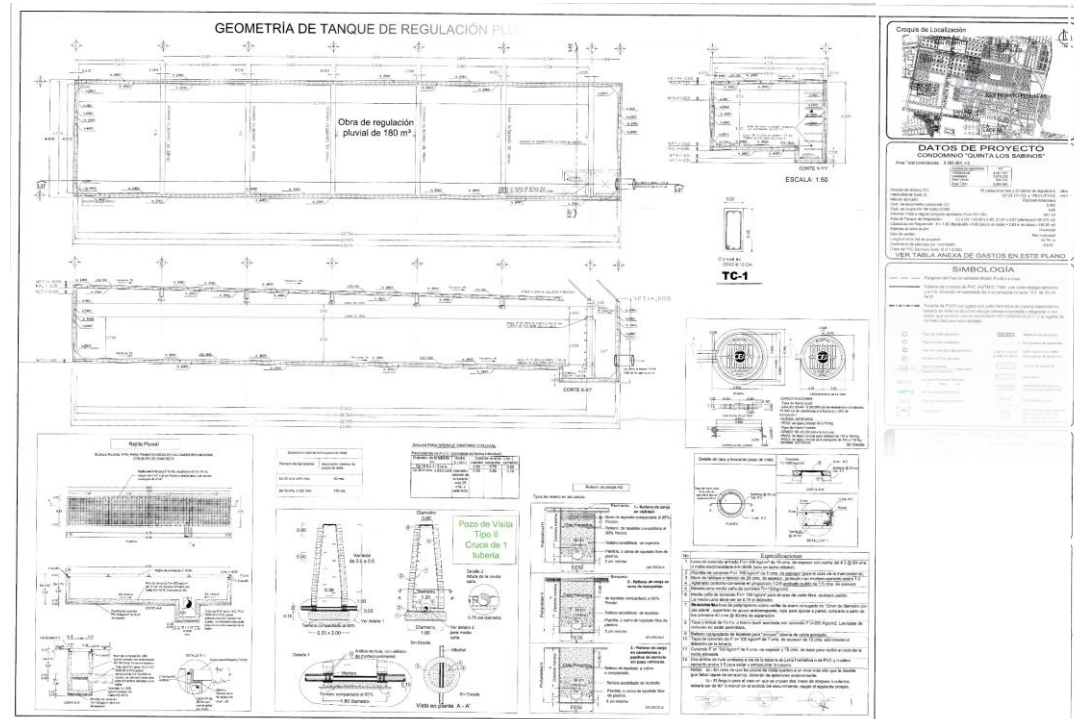
Contenido de los planos

Proyecto estructural

Volver al menú del proyecto estructural

Como se mencionó en las consideraciones generales, en todos los condominios habitaciones verticales u horizontales, así como en cualquier desarrollo en el que las obras de regulación sean operadas por alguna dependencia pública, será necesario presentar proyectos estructurales y eléctricos, observando que al menos se cuente con lo siguiente:

1. Especificaciones de armados de todos los elementos, muros, losas, cajas de fontanería.
2. Uso del pie de plano correcto.
3. Datos y firma del DRO y CSE.



Contenido de los planos

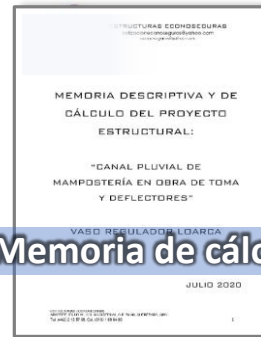
Proyecto estructural: Documentación requerida

Volver al menú del
proyecto estructural



1. Acreditaciones del D.R.O y C.S.E.

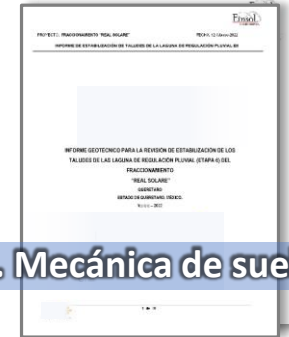
Cualquier proyecto y memoria de cálculo estructural, que forme parte de las obras que serán autorizadas, deberán encontrarse respaldadas por las identificaciones del Director Responsable de Obra y del Co-responsable en seguridad estructural, quienes deberán acreditar estar inscritos en el Colegio correspondiente de ingenieros o arquitectos del estado de Querétaro presentando copia de la cédula de la especialidad y de la identificación vigente emitida por el CAEQ o CICEQ, cuyos datos deberán corresponder y ser plasmados en el pie de plano del proyecto presentado.



2. Memoria de cálculo

Las memorias de cálculo y planos deben presentar el análisis e información constructiva de estructuras de concreto o metálicas, de todos los elementos, como:

- Cajas rompedoras de presión.
- Cajas desarenadoras.
- Vertedores.
- Cárcamos de bombeo.
- Revestimiento de taludes y fondo.
- Rampas vehiculares.
- Bardas perimetrales.
- Estructuras de izaje.
- Muros de contención.
- Caseta o cuarto eléctrico.



3. Mecánica de suelos

Deberá incluirse las recomendaciones para la estabilidad de taludes, ángulos de reposo y recomendaciones del tipo de revestimiento para la obra de regulación, ya sea, en un estudio exclusivo o a manera de adendum en la mecánica de suelos del fraccionamiento.

Contenido de los planos

Proyecto estructural: Revestimientos

Volver al menú del proyecto estructural

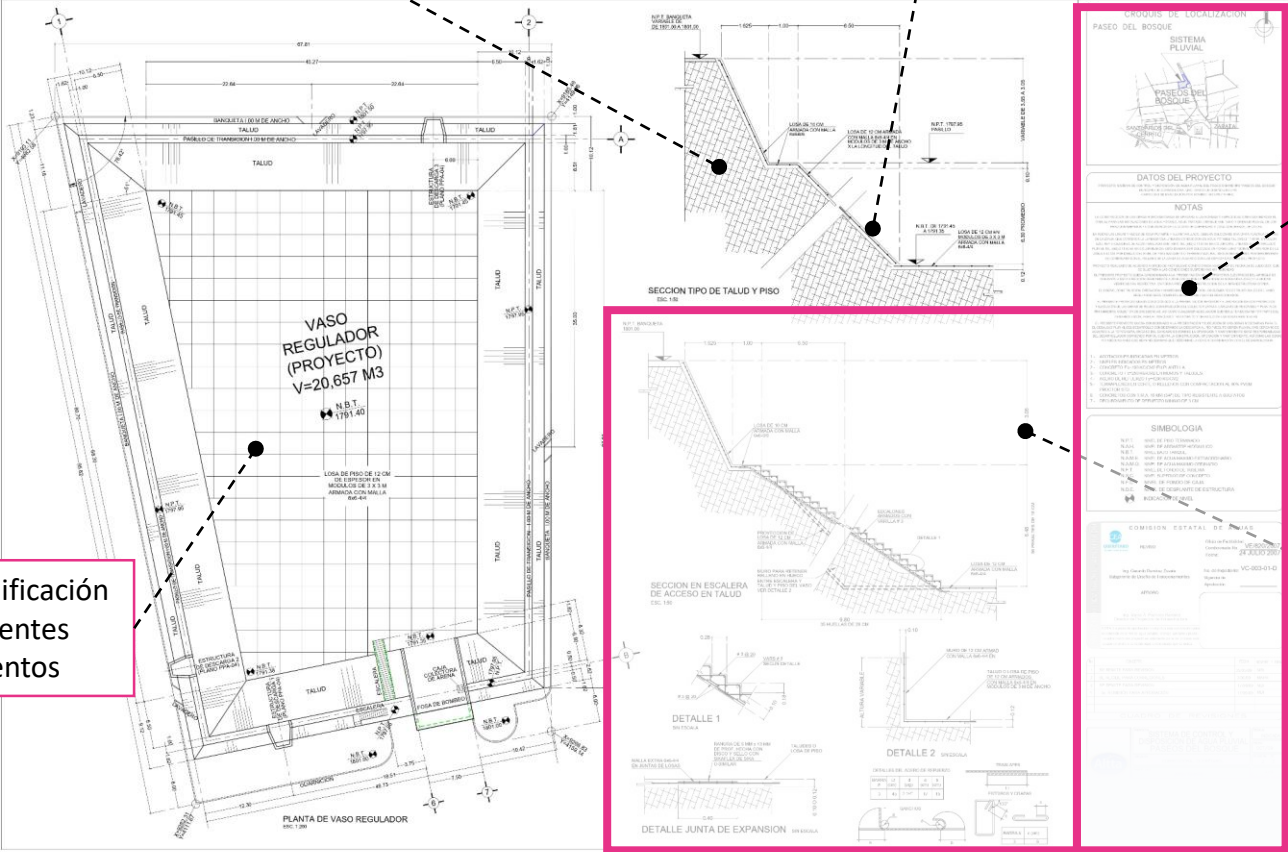
Especificaciones de rellenos para mantener la estabilidad de los taludes

Ángulos a mantener en todos los taludes

Utilizar formato de pie de plano y notas vigentes en todos los planos

Detalles constructivos de armados, resistencia de los recubrimientos, espesores, acabados, juntas constructivas

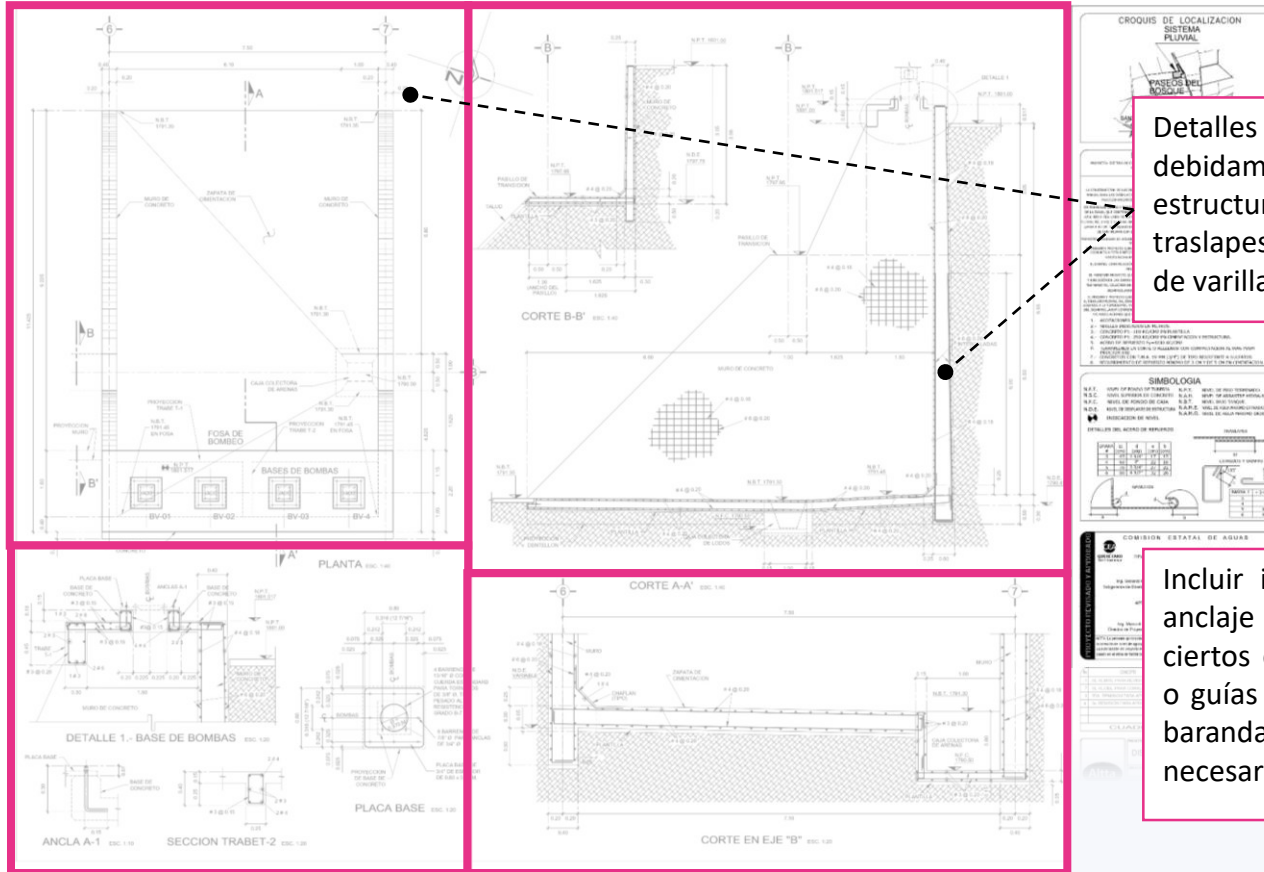
Planta con zonificación de los diferentes recubrimientos



Contenido de los planos

Proyecto estructural: Cárcamo de bombeo

Volver al menú del proyecto estructural



Detalles en planta y en alzado acotados y debidamente referenciados, con la información estructural, indicando dimensiones de espesores, traslapes, recubrimientos, niveles, rellenos, tipos de varilla, resistencia en concretos, etc.

Incluir información o especificaciones sobre el anclaje a elementos estructurales de pernos o ciertos elementos que permitirán el ensamblaje o guías de bombas, estructuras de izaje, postes, barandales, en fin, toda la información que será necesaria para ejecución de obra.

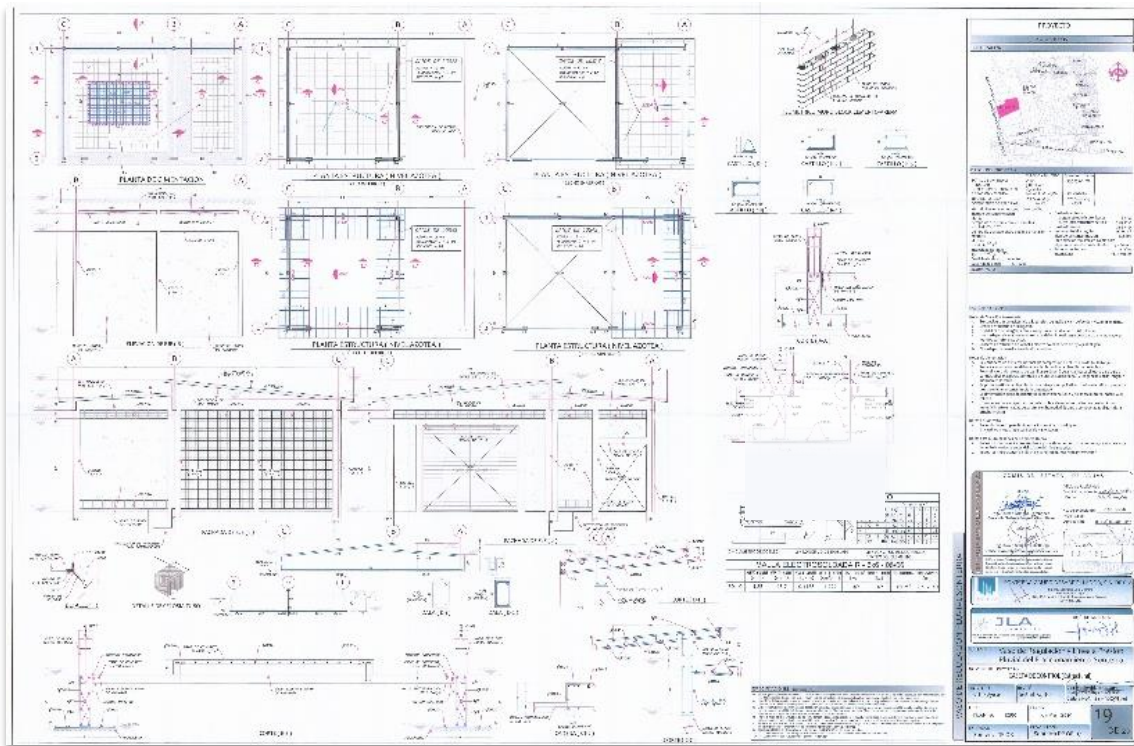
Contenido de los planos

Proyecto estructural: Caseta



Volver al menú del proyecto estructural

Será imprescindible proveer de toda la información estructural en casetas para su ejecución en campo, desde cimentaciones, losas de piso, cadenas, castillos, junteado de muros hasta impermeabilizantes



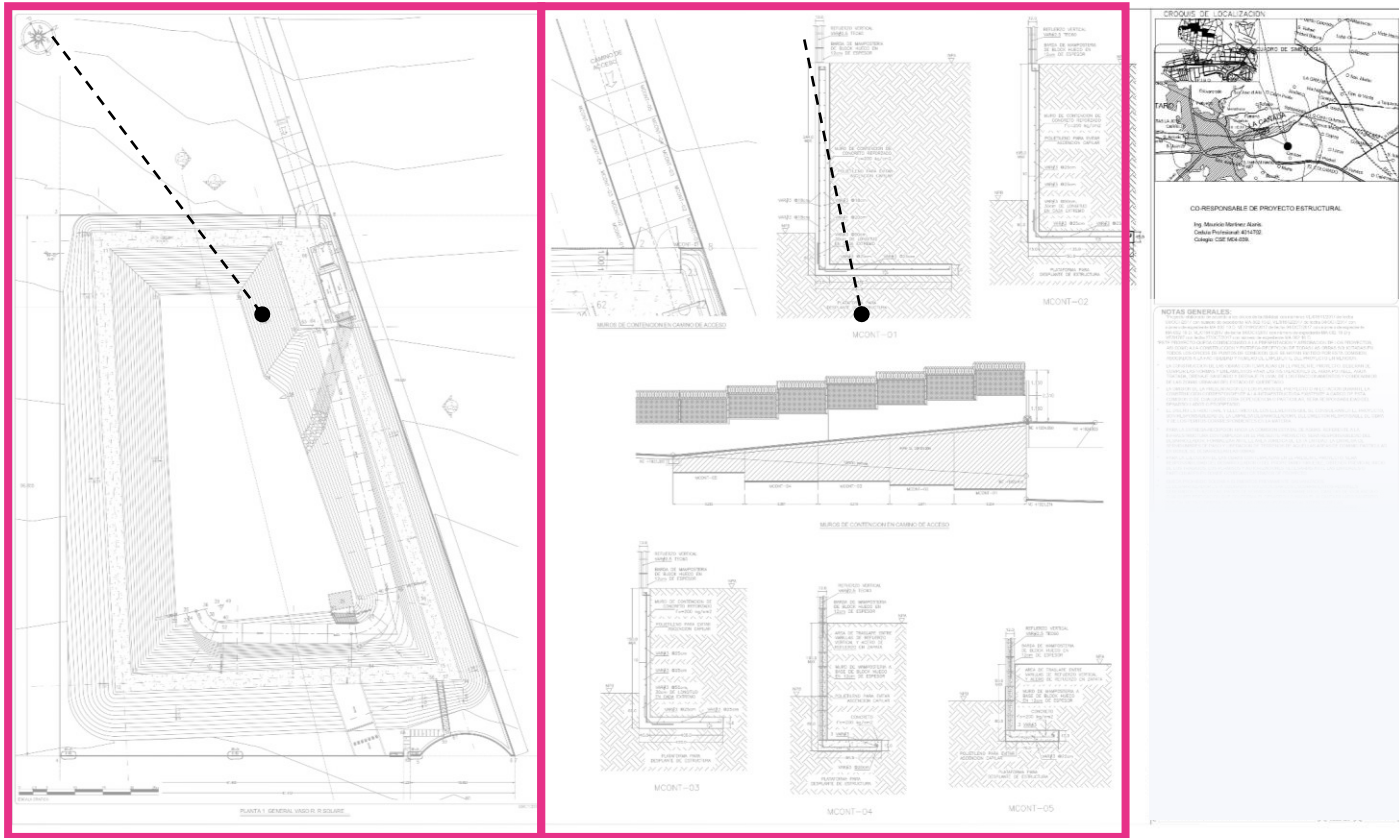
Contenido de los planos

Proyecto estructural: Muros

Volver al menú del proyecto estructural

Planta identificando, en ella, los diferentes tipos de muros o cercados perimetrales.

Alzados y secciones con detalles de rellenos, armados, profundidades de desplante, cadenas, castillos, etc.



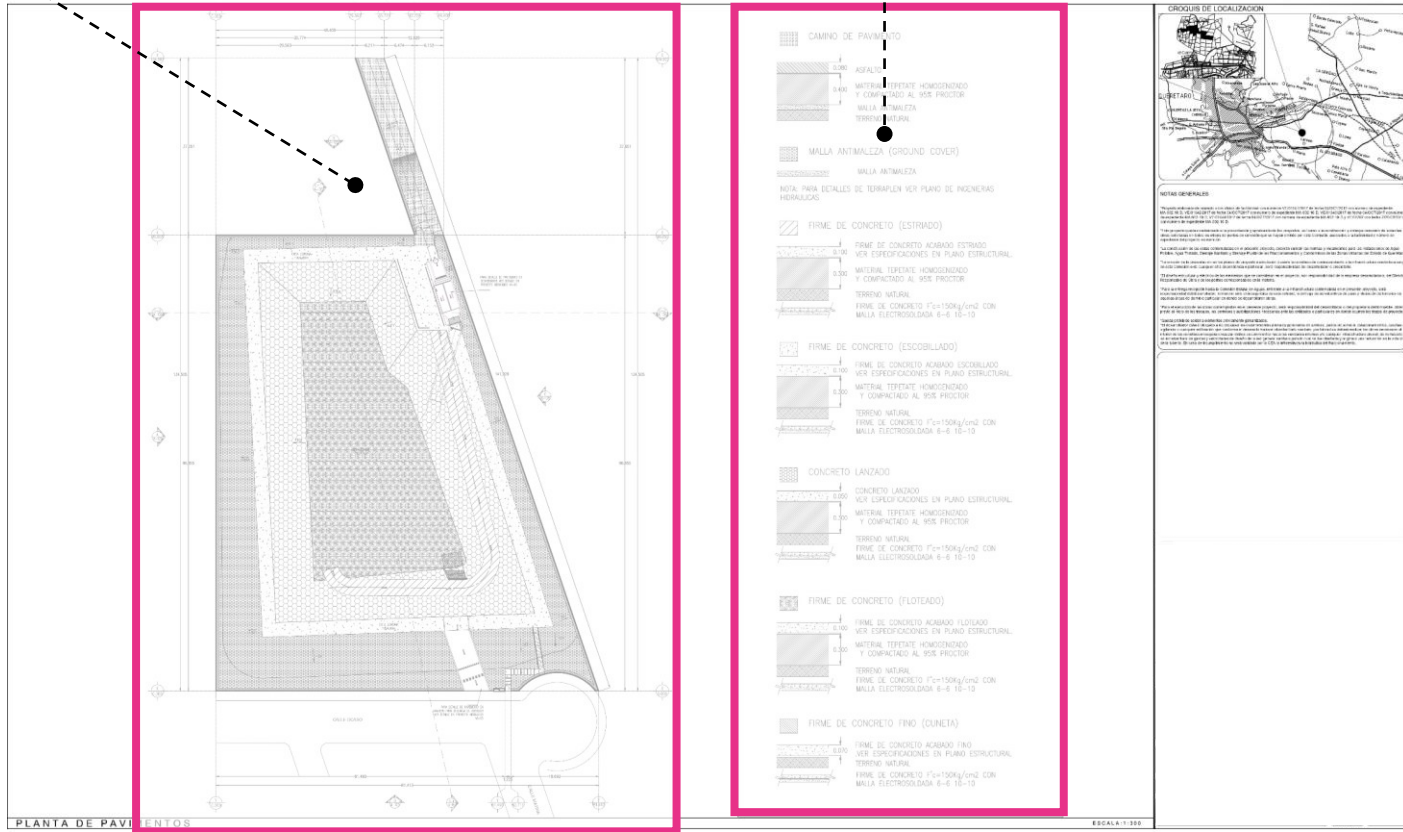
Contenido de los planos

Proyecto estructural: Estructuras metálicas y pavimentos

Volver al menú del proyecto estructural

Planta de la obra, con la zonificación de diferentes pavimentos a emplear.

Detalles constructivos y especificaciones constructivas de todos los tipos de pavimentos.



Comentarios y cuestionario

Enlaces al cuestionario



Volver al menú
principal



¿Estás listo para comenzar tu proyecto?

Hemos preparado un cuestionario que te ayudará a evaluar qué tanto aprendiste a través de esta guía, además de ayudarnos a conocer en qué aspectos se tienen más dudas al momento de realizar un proyecto.

Da clic en el siguiente enlace, o escanea el código QR para acceder al cuestionario.

No olvides dejarnos déjanos un comentario para seguir mejorando.

[Cuestionario: Guía para la presentación de proyectos ante la CEA: Obras de regulación pluvial](#)