

PROYECTO ARROYO CHOCHOCATE

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION DE GAVIONES PARA CONTROL DE AZOLVE Y ESTABILIZACION DEL CAUCE.



BOSQUE LOS COLOMOS

GUADALAJARA, JALISCO

JULIO 2015

PRESA DE GAVIONES

Definición

Las presas de gaviones son estructuras permanentes, flexibles y permeables construidas a base de prismas rectangulares de alambre galvanizado denominados gaviones, los cuales se rellenan de piedra con el objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye la presa de control.

Las mallas de alambre que forman el gavión presentan la forma de un hexágono entrelazado con triple torsión y de peso por metro cúbico de gavión constante.

Objetivos

- Disminuir la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo.
- Reducir la erosión hídrica.
- Retener azolves.
- Estabilizar el fondo de la cárcava ya que evita su crecimiento en profundidad y anchura.
- Evitar el azolvamiento de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas ubicadas aguas abajo de la presa.
- Favorecer la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

Ventajas

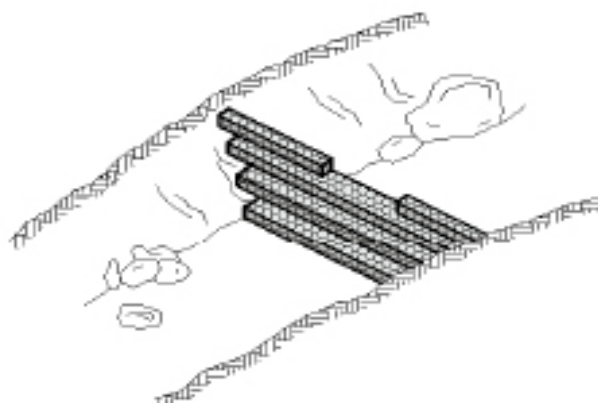
- Presentan una amplia adaptabilidad a diversas condiciones, ya que son fáciles de construir aun en zonas inundadas.
- Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de azolves.
- Son presas flexibles y pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia.
- Debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento.
- Tienen costos relativamente bajos, en comparación con las presas de mampostería.
- Tienen una alta eficiencia y durabilidad (mayor a 5 años).

Características generales de las presas de gaviones

Las presas de gaviones se recomiendan para causes con un mínimo de 2 metros de ancho y una profundidad de 1.5 metros..

La estructura de la presa está formada por una serie de gaviones dispuestos convenientemente y unidos unos a otros por medio de ligaduras de alambre (Figura 1). Los gaviones son una caja en forma de paralelepípedo, construida con malla de alambre de triple torsión galvanizado (Figura 2).

Figura 1. Presa de gaviones para controlar la erosión.



De esta manera, un gavión queda definido por medio de sus dimensiones (largo, ancho y alto), el tamaño de sus mallas y el grueso del alambre que lo constituye. Las dimensiones de los gaviones son variables, pero en general, se utilizan con mayor frecuencia las que aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Medidas comerciales de gaviones.

Codigo	Dimensiones (M)			Volumen (M ³)
	Largo	Ancho	Alto	
A	2.0	1.0	1.0	2.00
B	3.0	1.0	1.0	3.00
C	4.0	1.0	1.0	4.00
D	2.0	1.0	0.5	1.00
E	3.0	1.0	0.5	1.50
F	4.0	1.0	0.5	2.0
G	2.0	1.0	0.3	0.60
H	3.0	1.0	0.3	0.90
I	4.0	1.0	0.3	1.20
J	1.5	1.0	1.0	1.50

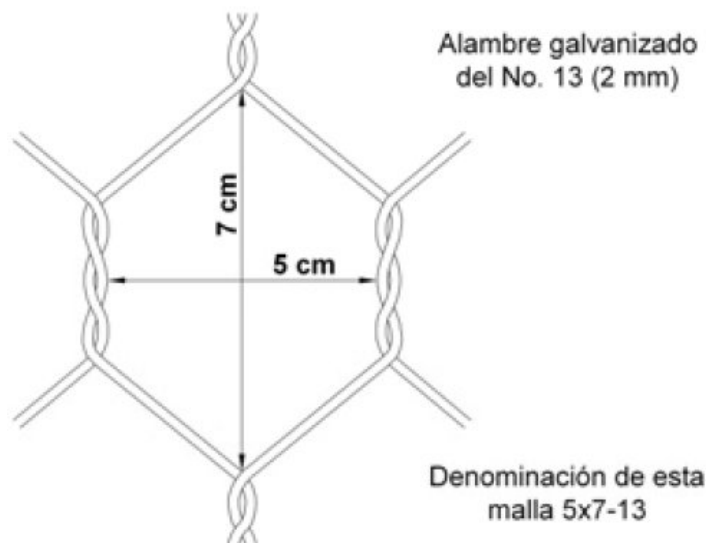
El grosor del alambre que forma la malla está en función del tamaño de la misma, de tal manera que cuanto mayor es el grueso del alambre, mayor será el tamaño de la malla. Las medidas más usuales de estos alambres y las mallas que forman el gavión se muestran a continuación:

Cuadro 2. Dimensiones de malla.

Características de la malla de alambre	
Diámetro del alambre (mm)	Tamaño de la malla (cm)
2.0	5 X 7
2.4	8 X 10
3.0	12 X 14

En la Figura 2 aparece una parte de la malla de alambre, donde el diámetro del alambre es de 2 mm y la dimensión de dicha malla es de 5 X 7 centímetros.

Figura 2. Malla de alambre.



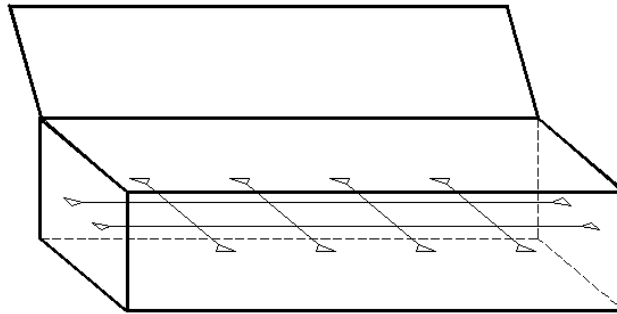
Para realizar los amarres o ligaduras, se usa alambre de 2.4 mm de diámetro y en una cantidad aproximada de 5% del peso del gavión.

Con estas características de los gaviones, se seleccionan los más adecuados en base al tipo de cause por controlar, y se llevan al lugar donde van a ser colocados, donde se procede a llenarlos con piedras.

Cabe señalar, que para obtener el mejor resultado en la construcción de las estructuras en las que se utilizan gaviones, éstos deben tener la forma más perfecta posible, es decir, aproximarse al máximo a la forma de un bloque regular, ya que de esta forma, se evitan las deformaciones y convexidades en sus caras, de tal manera de lograr un buen asentamiento o contacto íntimo entre un gavión y los adyacentes.

Para obtener lo anterior, se aconseja emplear tirantes de alambres que ligen las caras de la caja que forma el gavión, tensados convenientemente, a fin de obtener paralelismo entre las caras (Figura 3).

Figura 3. Ubicación de los tirantes para lograr paralelismo entre las caras opuestas del gavión.

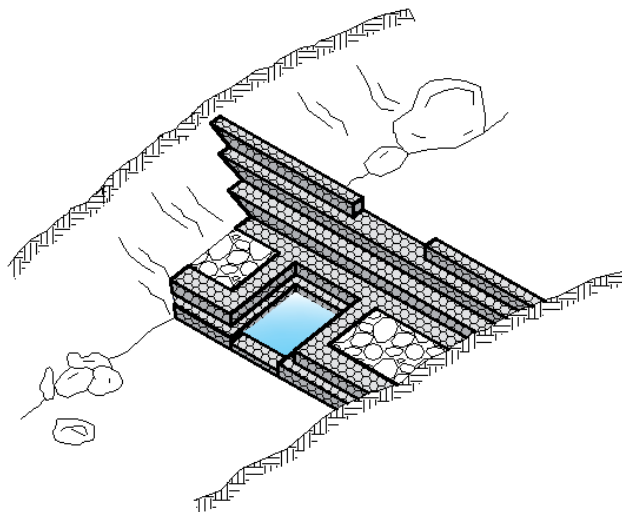


En esta clase de estructuras hay que distinguir dos partes principales, que son: la base de cimentación y el cuerpo de la misma obra o presa.

La base de cimentación es necesaria para proteger la obra entera contra las socavaciones en el lecho de la cárcava, ocasionadas por el escurrimiento de la misma, ya que puede poner en peligro la estabilidad de la estructura.

El espesor del delantal está constituido por una hilera de gaviones terminados en un escalón de salida o bien un colchón hidráulico (Figura 4).

Figura 4. Presa de gaviones con colchón hidráulico para amortiguar la caída del agua del vertedor.



El cuerpo de la estructura queda constituido por una o varias hiladas de gaviones, de acuerdo con la altura que se desee dar a la presa de control.

Para este tipo de estructura, resulta de gran importancia vigilar el debido empotramiento de la presa de control, tanto en los taludes del cauce, como en el lecho de la misma, y además hay que procurar la formación de un vertedor, capaz de conducir el gasto máximo que se calcule, en base a ciertos eventos de lluvia. Debe considerarse además, la separación entre cada una de las estructuras.

Los materiales que estas obras requieren son: Piedra, alambre, gaviones y herramientas de trabajo. Debe considerarse asimismo la construcción de caminos de acceso y la mano de obra que generalmente se forma por una brigada de seis personas.

Ejecución de la obra

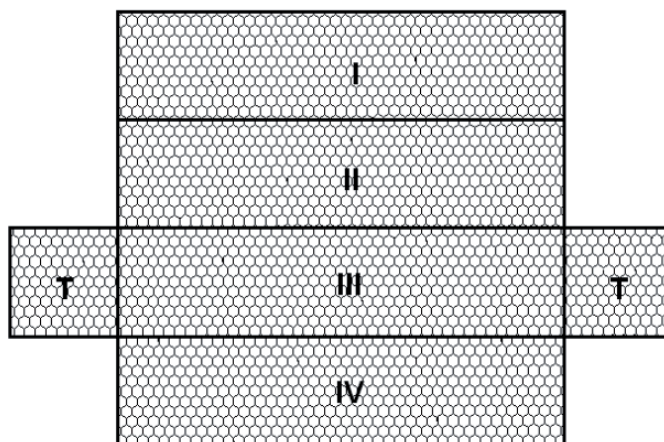
La ejecución de la obra es la etapa que contempla los siguientes conceptos a realizarse en el orden indicado:

1. Excavación
2. Armado y cosido de los gaviones
3. Colocación y punteado
4. Llenado y atirantado
5. Tapado y cosido
6. Operación de armado de gaviones

Etapas de la operación de armado de gaviones

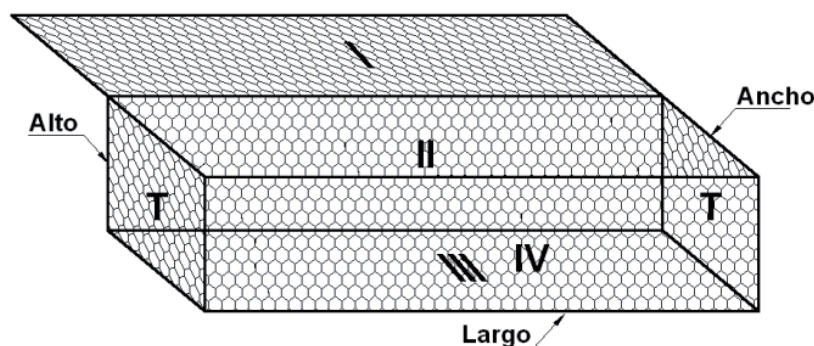
Primera etapa. Despliegue y enderezado de los gaviones (Figura 5).

Figura 5. Plantilla de un gavión.



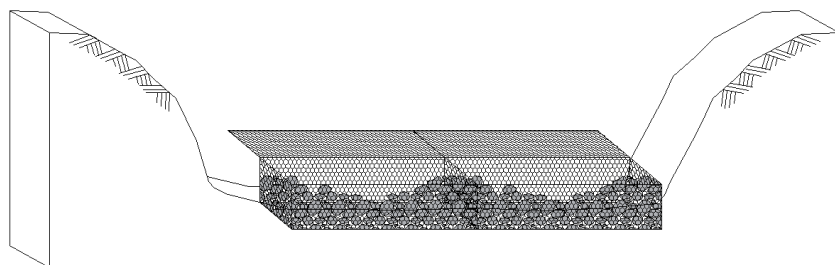
Segunda etapa. Armado y cosido. Esta parte implica levantar las caras frontales II y IV y coserlas con alambre galvanizado del número 13 con las caras laterales (T) hasta formar un paralelepípedo (Figura 6).

Figura 6. Armado y cosido de un gavión a partir de una plantilla.



Tercera etapa. Colocado y punteado. En esta etapa el gavión se coloca en el sitio seleccionado donde se va a levantar la presa. Con objeto de unir un gavión con otro se lleva a cabo el punteado, el cual consiste en amarrar las superficies de contacto entre gaviones (Figura 7).

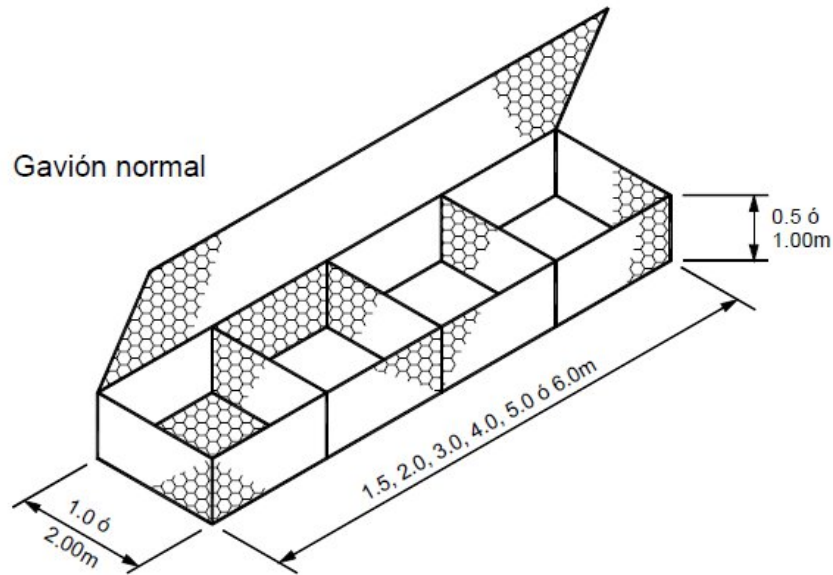
Figura 7. Colocado y punteado de un gavión.



Todas las unidades deben estar tejidas conformando cajones separados.

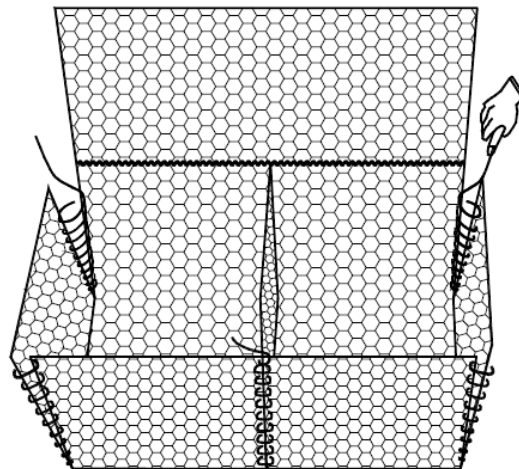
- Cuando la longitud de los gaviones excede 1.5 veces, el ancho horizontal el gavión debe dividirse con diafragmas de la misma malla y calibre del cuerpo del gavión, en celdas cuya longitud no debe exceder el ancho horizontal (Figura 8).
- Al colocar las unidades primero una las esquinas, cosiéndolas correctamente y luego coloque los diafragmas.

Figura 8. División con diafragmas.



- Todas las aristas de todas las unidades de los gaviones deben coserse con alambre, en tal forma que el alambre pase cosiendo todos y cada uno de los espacios del gavión alternando costuras sencillas y dobles (Figura 9).
- Los gaviones deben anclarse dentro de la corriente para asegurar que la socavación no destruya la cimentación del gavión. Se recomienda mínimo profundizar un metro por debajo del nivel del fondo de la corriente.

Figura 9. Unión de aristas con alambre.



- Prepare la cimentación excavando hasta lograr una fundación dura y uniforme.
- Excave siempre la cimentación con una pendiente hacia atrás en tal forma que los muros en gaviones tengan un ángulo hacia adentro del talud.
- Antes de llenar los gaviones estos deben estirarse adecuadamente para asegurar uniones cerradas en todas sus aristas y todas sus caras.

Cuarta etapa. Llenado y atirantado. El llenado de los gaviones debe realizarse buscando el ángulo de reposo de la piedra, de tal manera que se logre una mejor colocación. Cuando el llenado alcanza cierta altura, es conveniente atirantarlo mediante alambres horizontales. (Figura 10).

- Coloque la primera capa de piedra hasta 30 centímetros de altura e inmediatamente coloque conectores de alambre internos que unan las caras opuestas de cada gavión. Se recomienda colocar conectores cada 30 centímetros de longitud de gavión. Coloque los tirantes uniendo las caras de los gaviones y los tirantes diagonales, conformando las esquinas.

- Coloque la segunda capa de 30 centímetros y nuevamente coloque conectores de alambre. Luego puede proceder a colocar la tercera capa.

•**Material de relleno:** Utilice rocas de tamaños apropiados, de materiales duros, de acuerdo a los diseños. El tamaño de las piedras debe ser de 70 a 130 milímetros de diámetro, cuyo tamaño mínimo deberá ser, por lo menos, treinta milímetros (30 mm) mayor que las aberturas de la malla de la canasta y un máximo que se encuentre en el orden del doble mínimo..

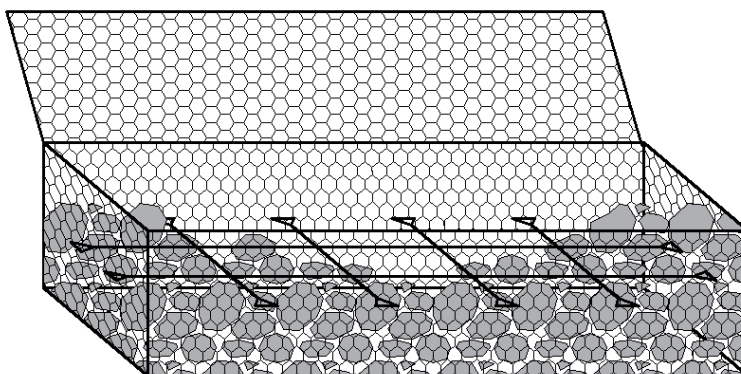
Podrá consistir de canto rodado, material de cantera o material de desecho adecuado, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro con excesiva alcalinidad con compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material deberá ser, cuando menos, de un mil doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (1250 kg/m³).

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso

El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina denominada de Los Angeles, deberá ser inferior a cincuenta por ciento (50%).

Figura 10. Llenado y atirantado de un gavión.

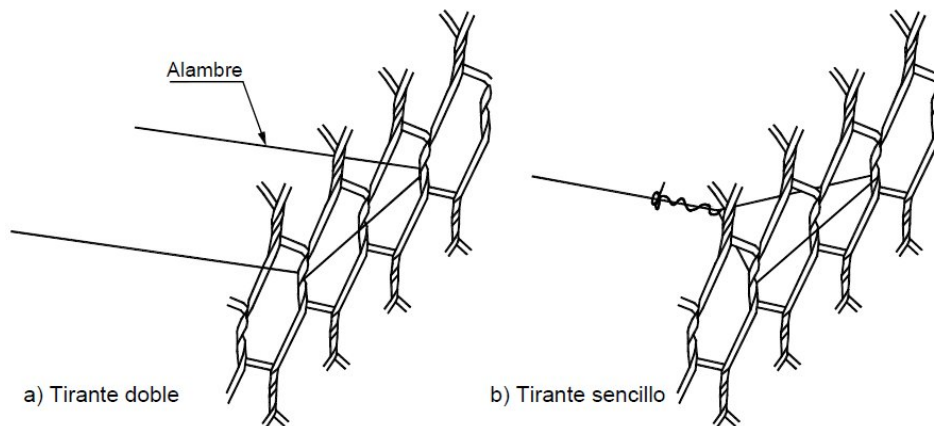


Cada unidad puede estar dividida por una serie de diafragmas que ayudan a la rigidez y permite el conservar su forma durante el llenado (Figura 8). El gavión se convierte en un bloque grande, flexible y permeable.

A medida que se colocan los cantos y a cada 30 cms aproximadamente, es conveniente disponer tirantes de alambres horizontales y de un diámetro adecuado (se recomienda el mismo diámetro de la malla); los cuales ayudan a mantener solidarias las caras opuestas, a fin de evitar la deformación por la presión del material que se retiene dentro del gavión en sentido longitudinal.

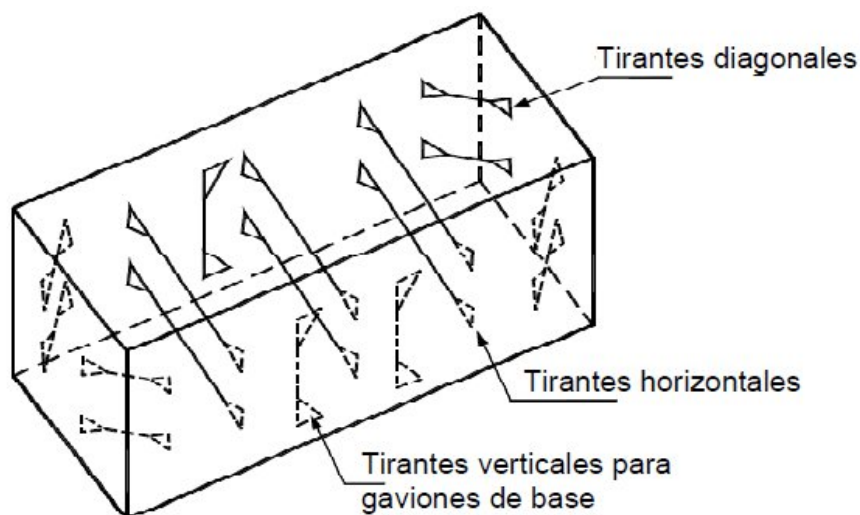
También se colocan tirantes en sentido vertical similares a los tirantes empleados en los colchones caseros. Se recomienda que estos tirantes sean atados a las mallas por ligaduras que alcancen varios alambres (Figura 11).

Figura 11. Detalle de tirantes en un gavión.



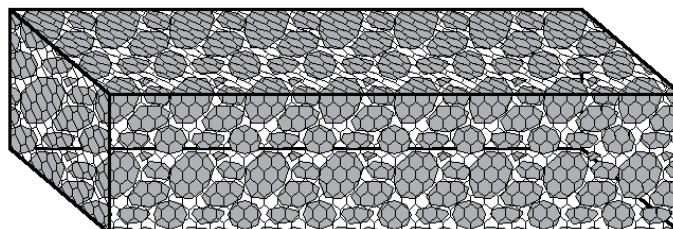
Se utilizan además de los tirantes horizontales y verticales, unos diagonales especialmente en los gaviones que ocupan los extremos de cada hilada de la estructura (Figura 12).

Figura 11. Distribución de tirantes en un gavión.



Quinta etapa. Tapado y cosido. Esta etapa implica cerrar el gavión una vez que ha sido llenado convenientemente mediante el cosido de la tapa, logrando un bloque rectangular de mampostería gavionada (Figura 12).

Figura 12. Tapado y cosido de un gavión



Para el cosido del gavión se observa que se gasta el 5% en peso de alambre con respecto al peso del alambre del gavión.

El factor mano de obra afecta en forma importante el costo del gavión. Se estima una cantidad de personas de seis hombres para armar trece metros cúbicos de gavión en una jornada laboral de ocho horas, con piedra disponible al pie de la obra.

Finalmente, una vez construida la obra es necesario realizar su evaluación para conocer su impacto y el cumplimiento de los objetivos para los cuales fue construida.

Uniones entre unidades

La unión debe poseer una resistencia ligeramente inferior a la de la malla a fin de garantizar la resistencia del complejo, y al mismo tiempo impedir la rotura de la malla, haciendo de la unión el punto más débil.

Como una regla general el refuerzo de las uniones debe ser del setenta y cinco por ciento el de la malla.

Existen dos tipos de unión:

1. Unión tejida. Cosiendo todos y cada uno de los espacios, alternando costuras sencillas y dobles.

2. Unión aislada independiente. Uniones cada espacio o alternando.

La unión aislada presenta mejores condiciones de resistencia pero se requiere un número tal de uniones que el refuerzo sumado de una cara sea el setenta y cinco por ciento del refuerzo de la malla. Se recomiendan las uniones tejidas.

Diseño de la presa de gaviones

Aspectos topográficos

1. Espaciamiento entre presas. El espaciamiento entre dos presas consecutivas depende de la pendiente de los sedimentos depositados, de la altura efectiva de las presas y del tratamiento que se pretenda en el control.

El espaciamiento se determina en función de la siguiente relación y considerando los elementos de la Figura 12:

$$E = \frac{H}{P_s} (100) = \frac{2 \text{ metros}}{2\%} (100) = 100 \text{ metros}$$

donde:

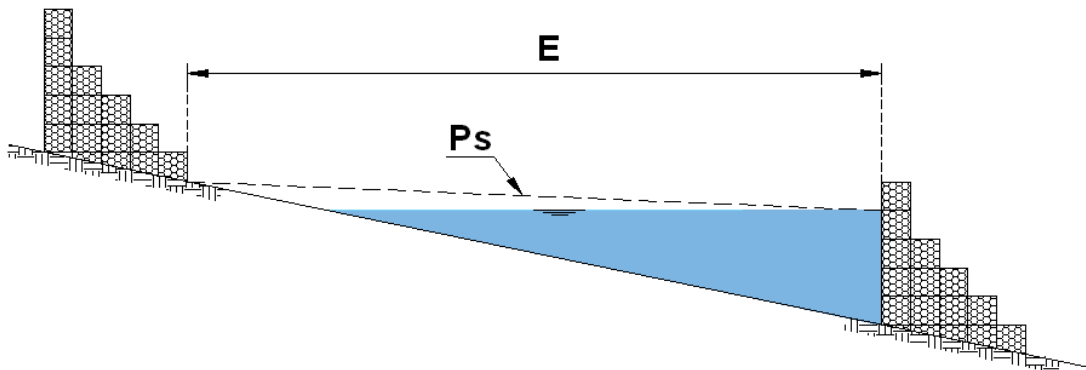
E = Espaciamiento entre dos presas consecutivas (m)

H = Altura efectiva de la presa (m)

P_s = Pendiente de compensación (%)

Por lo tanto la separación entre dos presas de gaviones será de doble espaciamiento, resultando a cada 200 m.

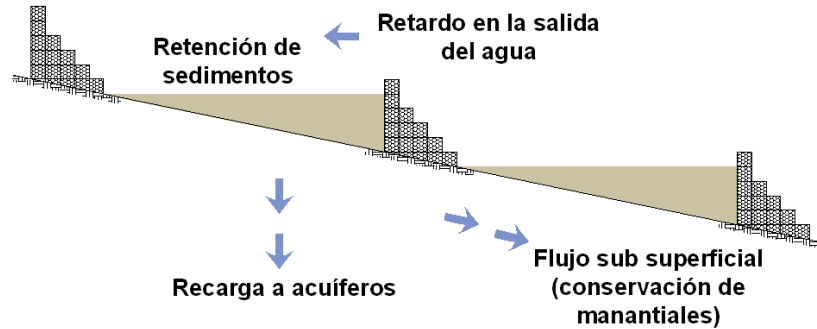
Figura 12. Espaciamiento entre dos presas consecutivas



Se considera que el espaciamiento más eficiente se obtiene cuando una presa se construye en la parte donde terminan los sedimentos depositados por la presa anterior, lo que se denomina como criterio cabeza-pie, pudiendo las presas quedar a un espaciamiento unitario si el objetivo es estabilizar la pendiente del terreno.

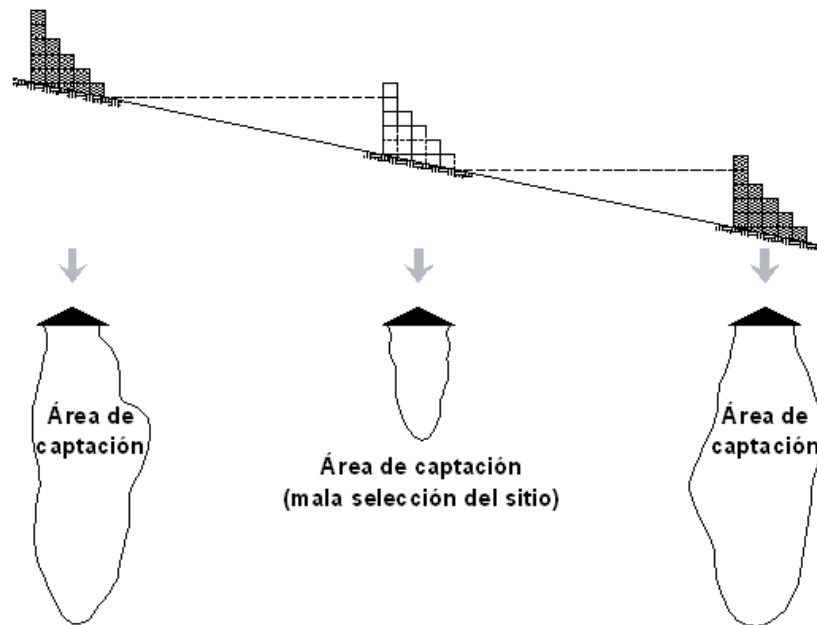
Usando presas de baja altura o a doble espaciamiento si el objetivo es retener mucho sedimento para lo cual se requieren presas más altas y un mayor espaciamiento, como es el caso que nos ocupa (Figura 13).

Figura 13. Arreglo de presas de gaviones sobre los cauces principales (esquema según criterio cabeza-pie)



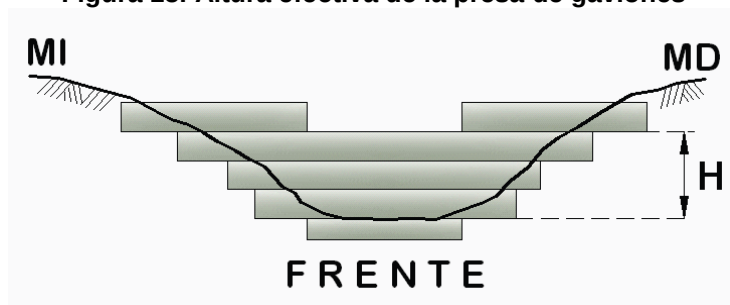
Si el objetivo es la retención de azolves y se requiere optimizar la inversión por realizar conviene utilizar el criterio de doble espaciamiento con lo cual se incrementa el área de captación de las presas de gaviones (Figura 14).

Figura 14. Espaciamiento entre presas de gaviones y área de captación



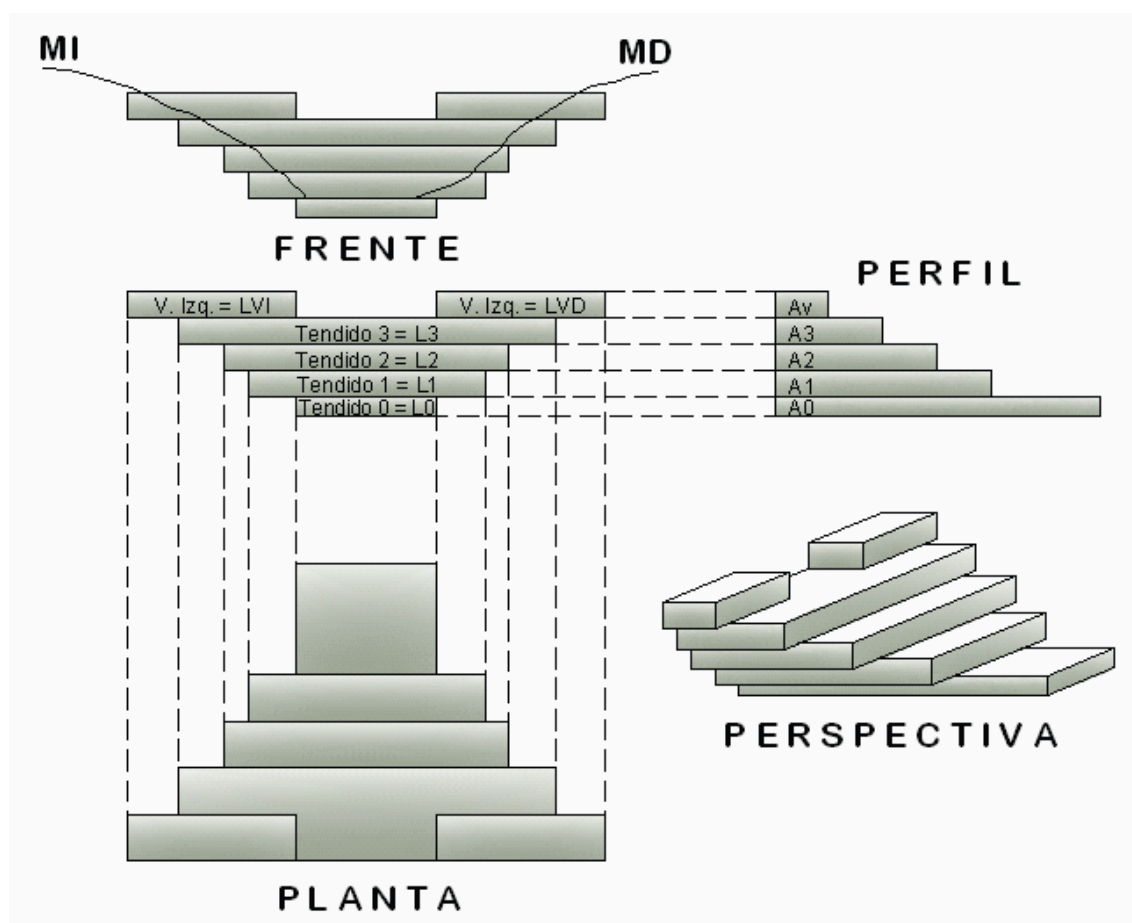
2. Altura efectiva de la presa (H). Se determina en base a la sección transversal del cauce, considerando que la presa debe cubrir la profundidad total del cauce y tomando en cuenta las dimensiones del vertedor y las medidas comerciales de los gaviones (Figura 15).

Figura 15. Altura efectiva de la presa de gaviones



3. Diseño de la colocación de los gaviones. Finalmente, se propone la colocación de los gaviones en función de la sección transversal del cauce, la altura efectiva de la presa y el tamaño del vertedor, con lo cual se define el número y el tamaño de los gaviones a utilizar para construir la presa de gaviones (Figura 16).

Figura 16. Esquema de la colocación de gaviones



Cuadro 3. Número, tamaño y volumen de gaviones de acuerdo con su arreglo en la sección transversal

Número de gaviones	Tamaño del gavión (largo, ancho y altura)	Volumen (m ³)
4	3.0x1.0x0.5	6.0
13	1.5x 1.0x1 0	19.5
6	3.0x1.0x1.0	18.0
3	2.0x1.0x1.0	6.0
Total = 26		Total = 49.5

Volumen proyectado roca = 49.50 m³

Coefficiente de abundamiento = 0.33

Volumen aparente roca = 49.50 x 0.33= 16.50 m³

Volumen real roca = 49.50 + 16.50 = 66.00 m³

Figura 17. Vista en planta del tamaño y colocación de los gaviones.

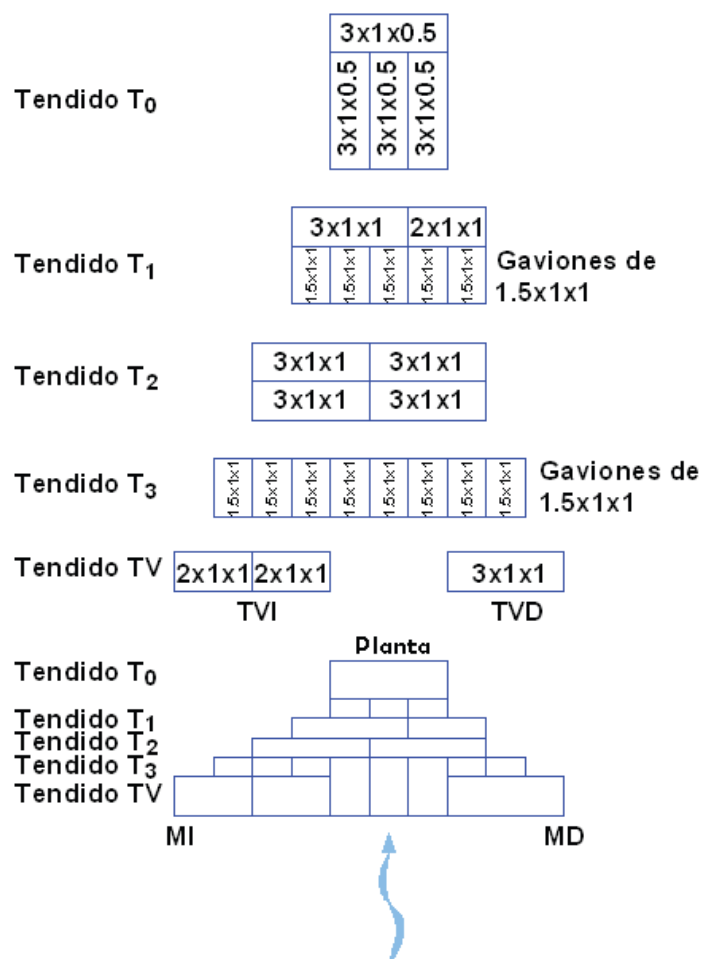
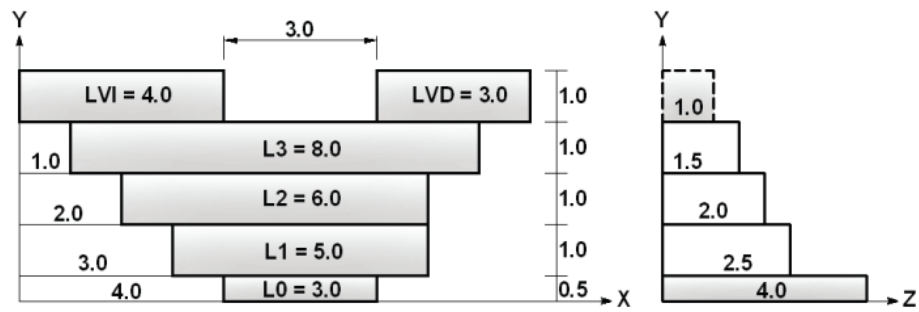


Figura 18. Vista de frente y de perfil de la sección crítica.



VOLUMETRIA PROYECTADA POR CADA GAVIÓN

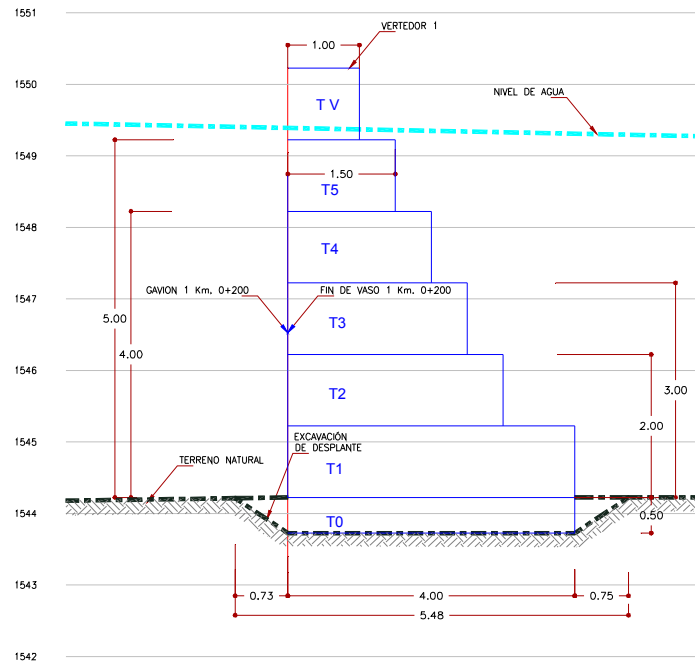
Gavión 1

Volumen proyectado roca = 70.50 m³

Coefficiente de abundamiento = 0.33

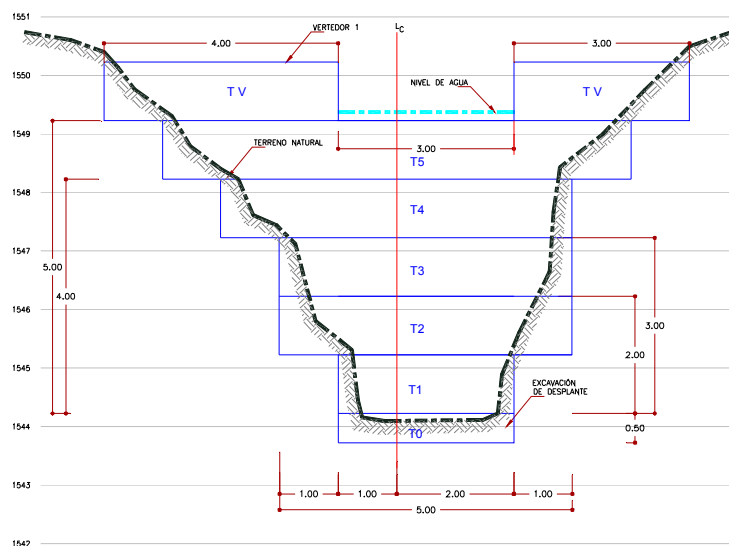
Volumen aparente roca = 70.50 x 0.33 = 23.26 m³

Volumen real roca = 70.50 + 23.26 = 93.76 m³



VERTEDOR 1 CORTE A-A'

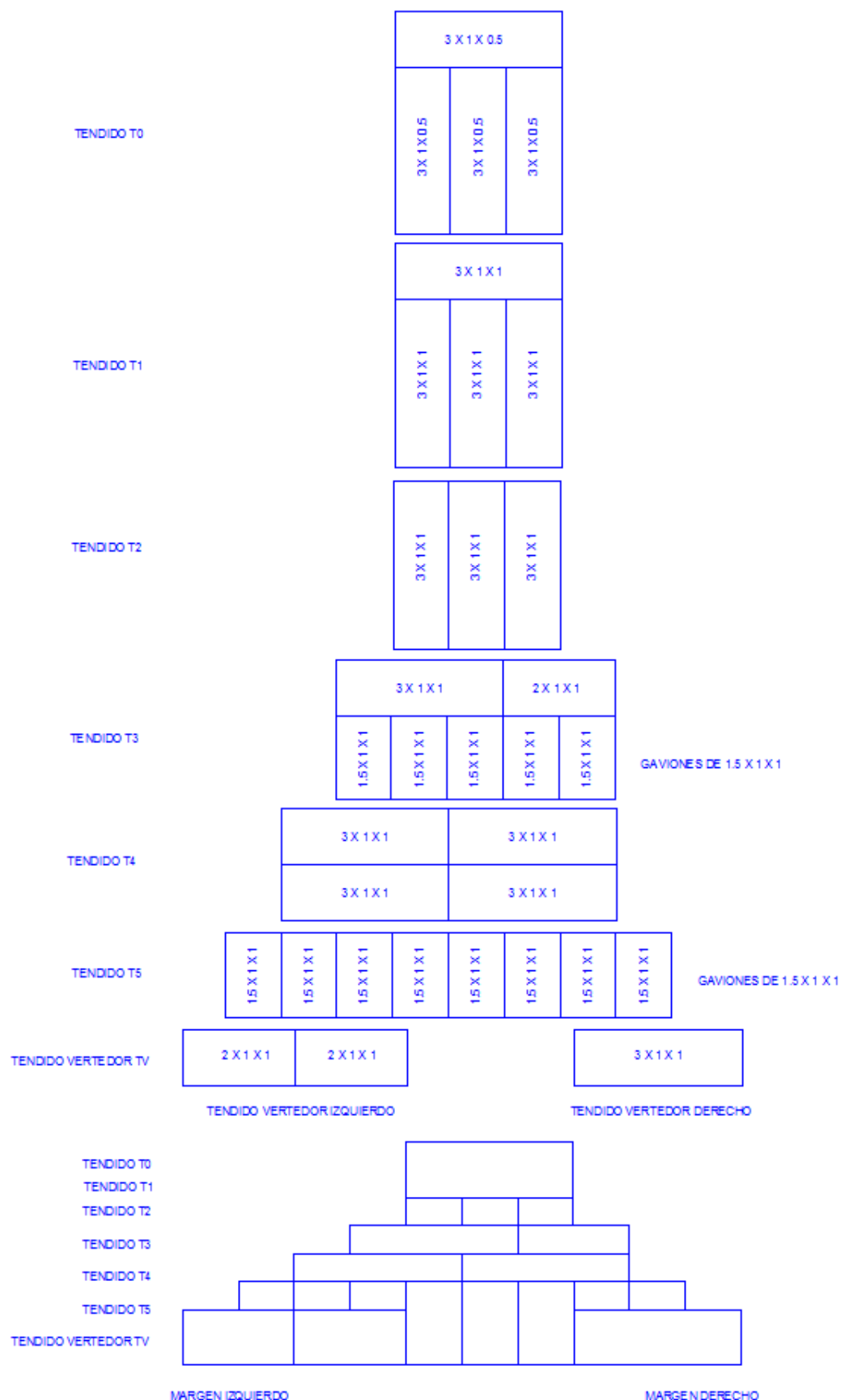
ESCALA SIN



VERTEDOR 1 CORTE B-B'

ESCALA SIN

PROYECTO BOSQUE LOS COLOMOS



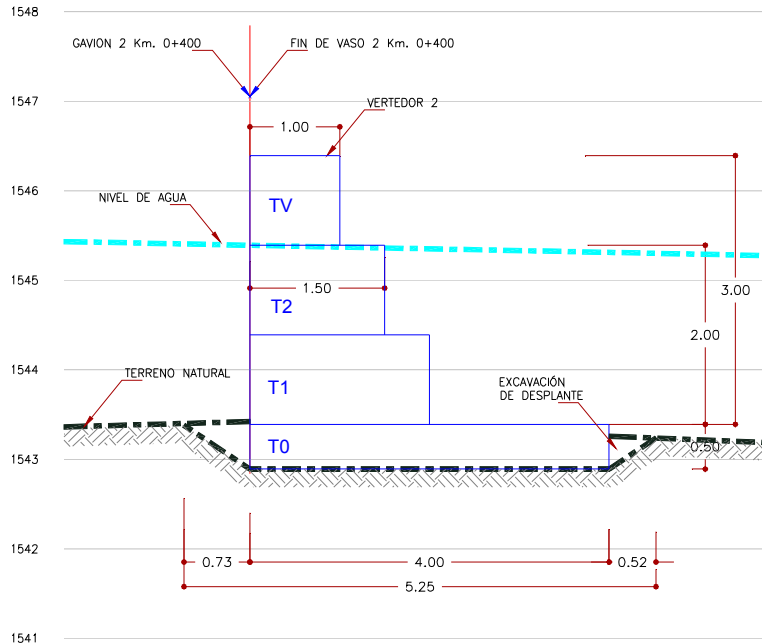
Gavión 2

Volumen proyectado roca = 37.00 m³

Coeficiente de abundamiento = 0.33

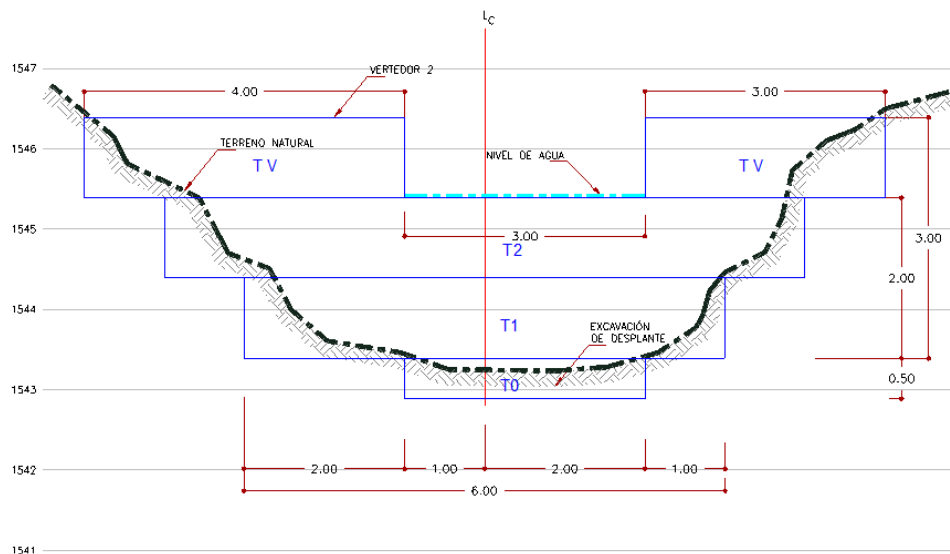
Volumen aparente roca = 37.00 x 0.33 = 12.21 m³

Volumen real roca = 37.00 + 12.21 = 49.21 m³



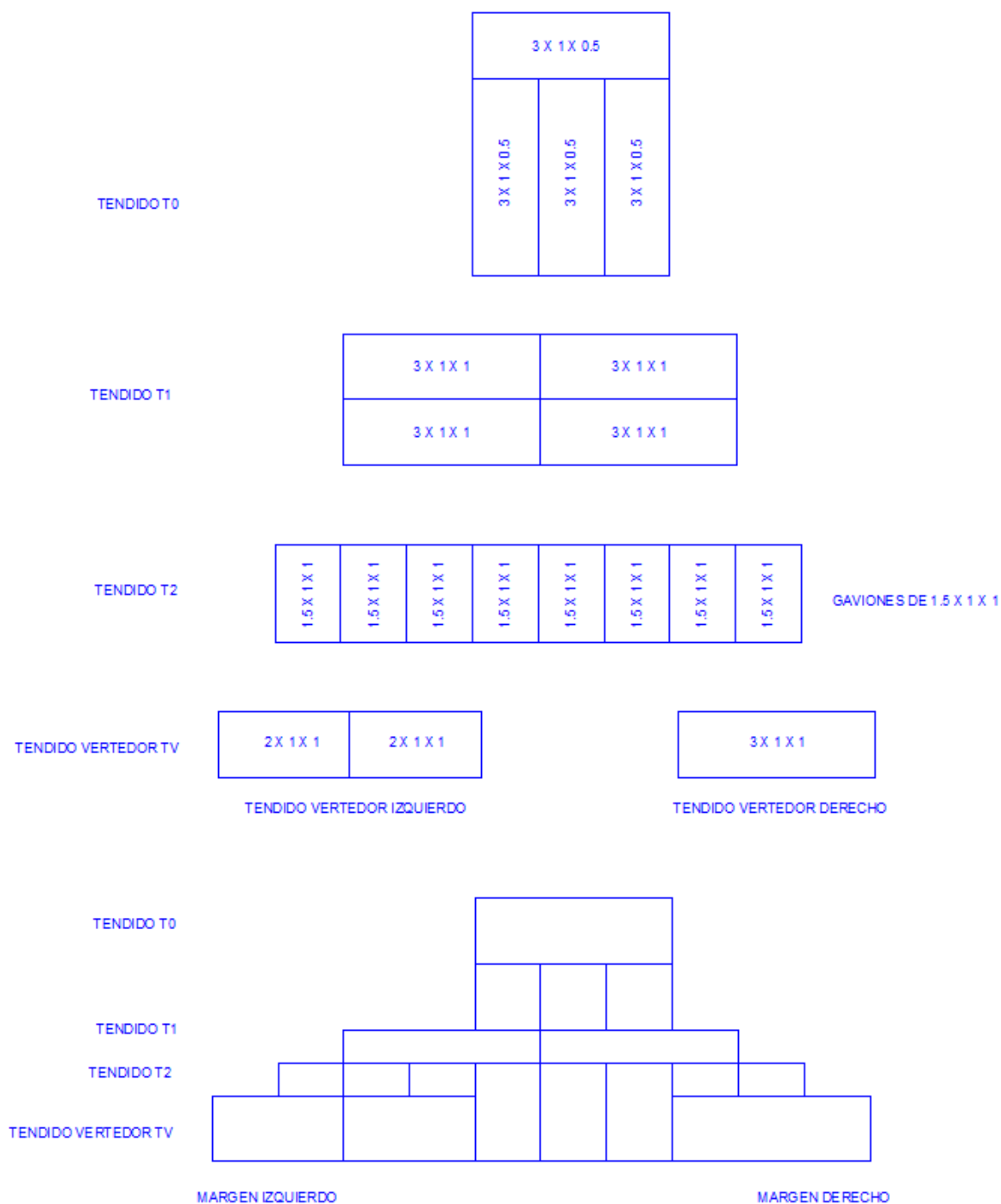
VERTEDOR 2 CORTE A-A'

ESCALA SIN



VERTEDOR 2 CORTE B-B'

ESCALA SIN



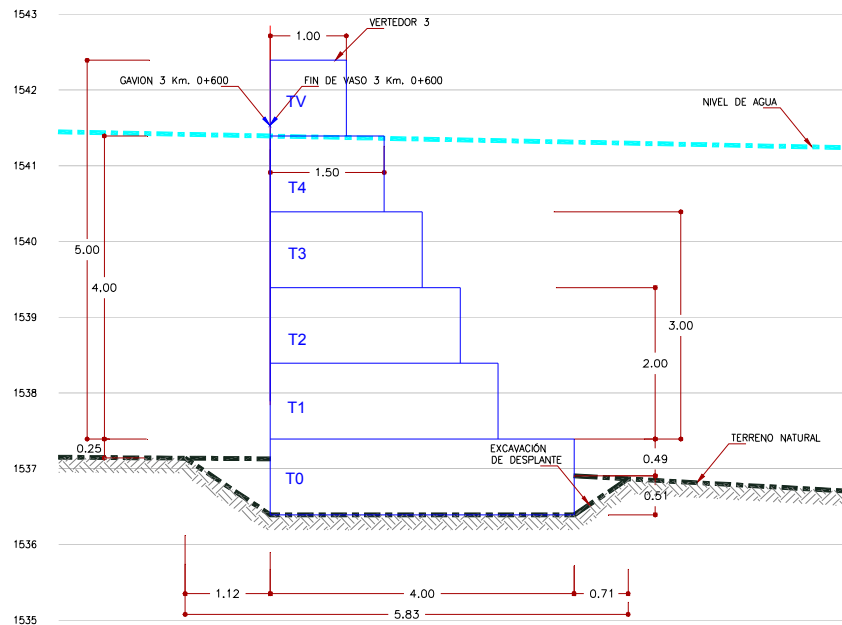
Gavión 3

Volumen proyectado roca = 70.50 m³

Coefficiente de abundamiento = 0.33

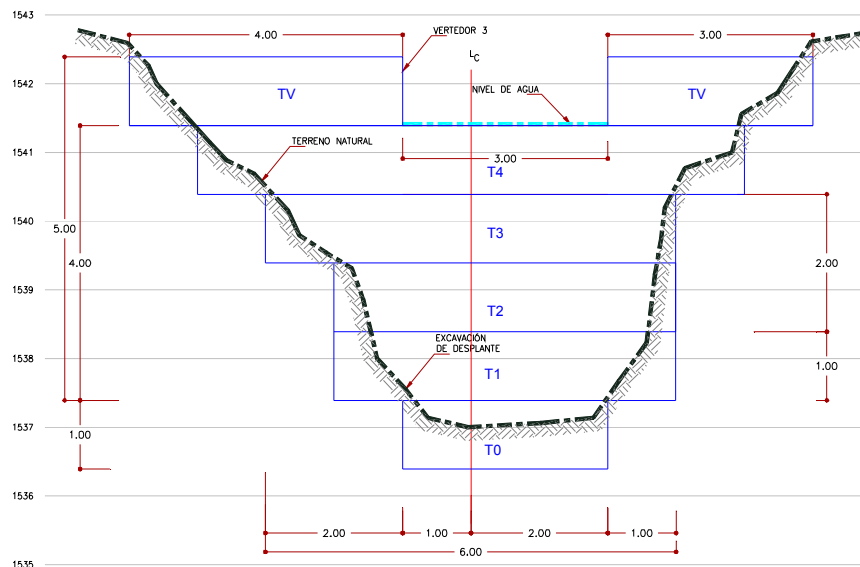
Volumen aparente roca = 70.50 x 0.33 = 23.26 m³

Volumen real roca = 70.50 + 23.26 = 93.76 m³



VERTEDOR 3 CORTE A-A'

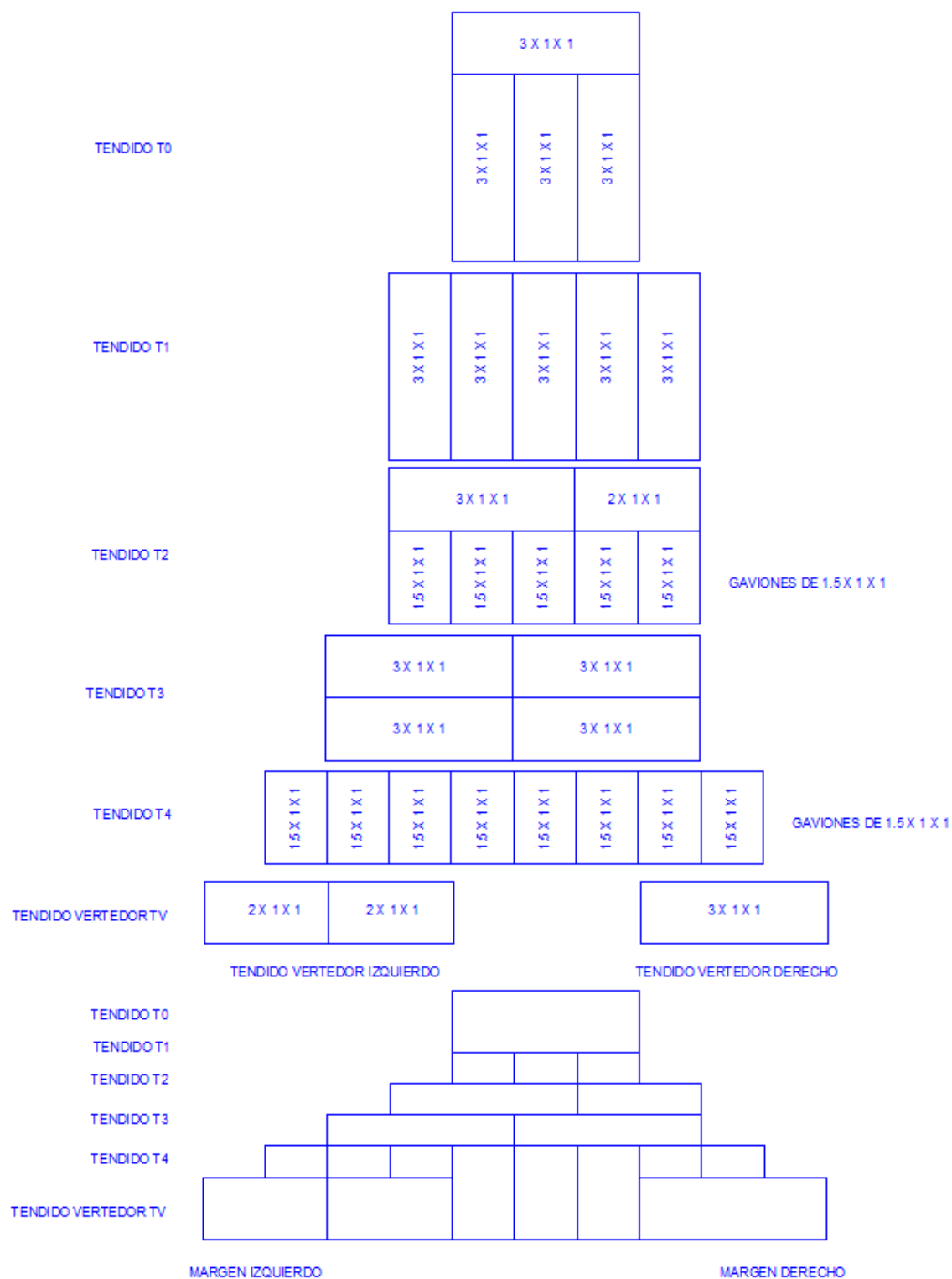
ESCALA SIN



VERTEDOR 3 CORTE B-B'

ESCALA SIN

PROYECTO BOSQUE LOS COLOMOS



Volumen real roca = 55.50 + 18.31 = 73.81 m3





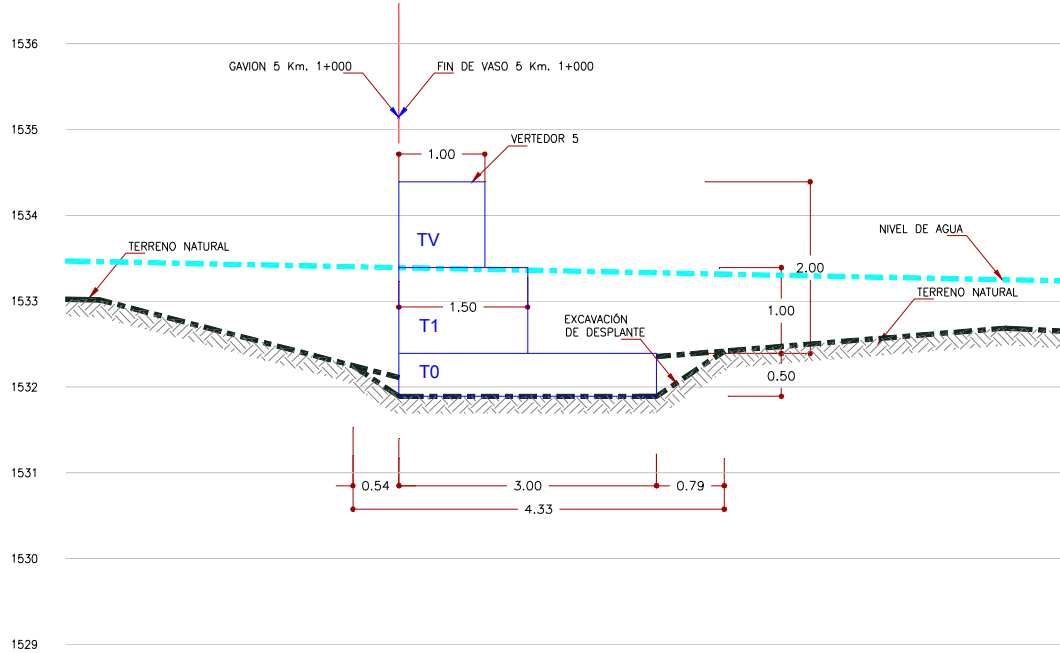
Gavión 5

Volumen proyectado roca = 23.50 m³

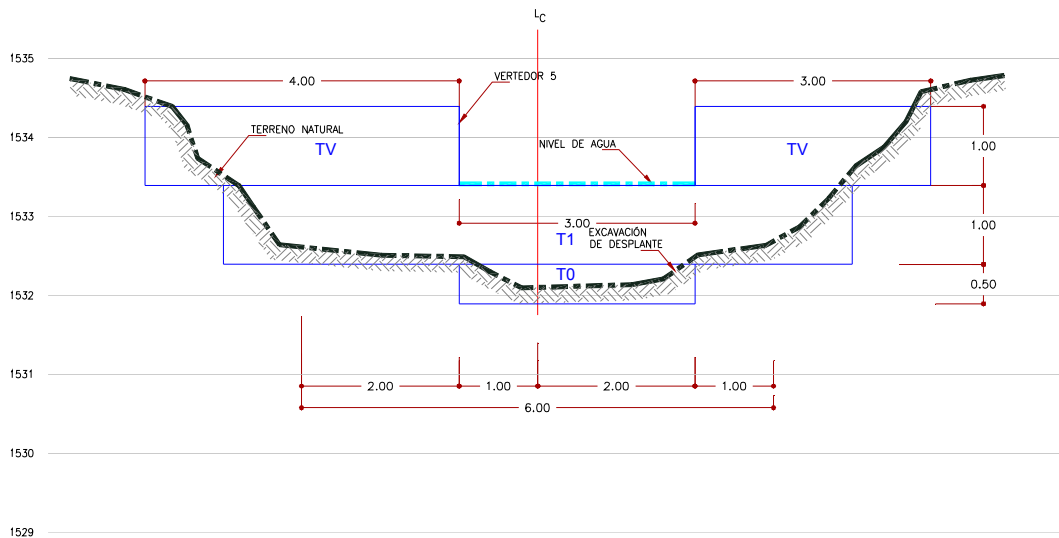
Coefficiente de abundamiento = 0.33

Volumen aparente roca = 23.50 x 0.33 = 7.75 m³

Volumen real roca = 23.50 + 7.75 = 66.00 m³

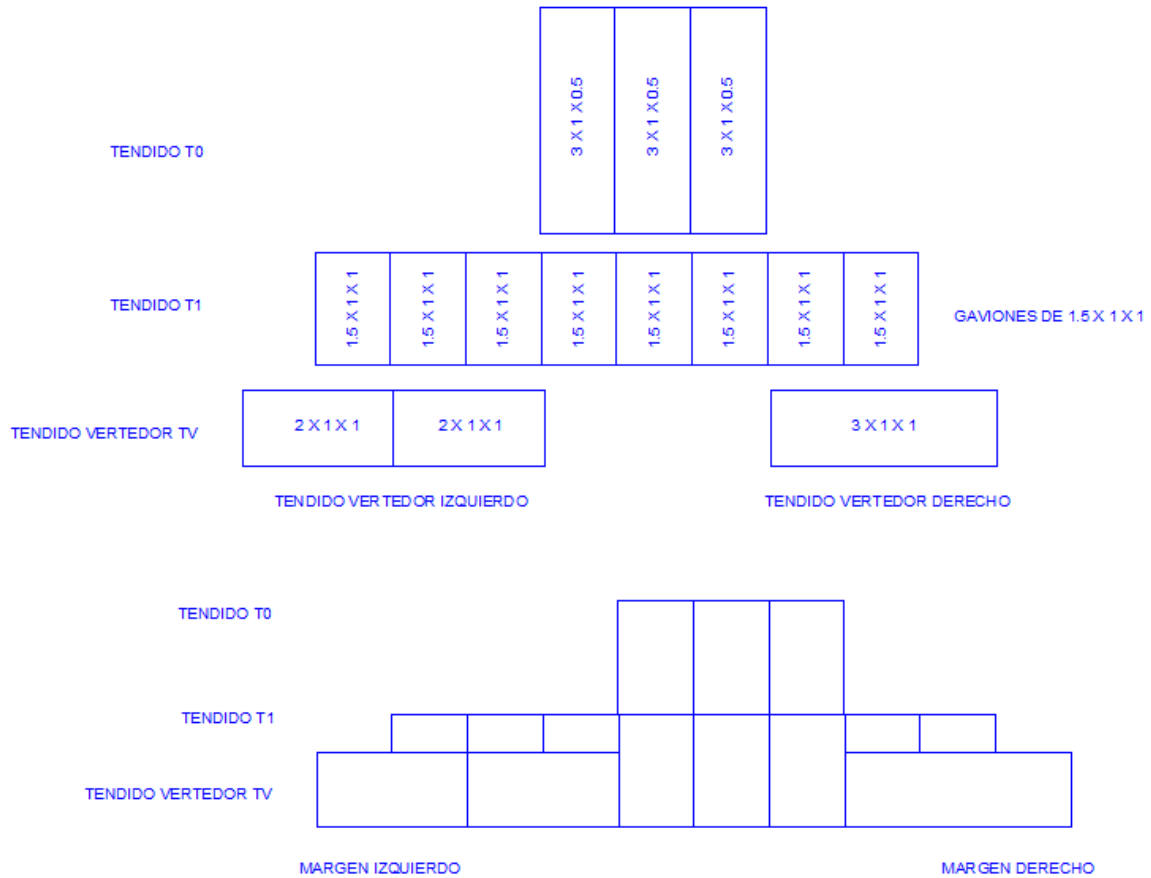


VERTEDOR 5
CORTE A-A'
ESCALA SIN

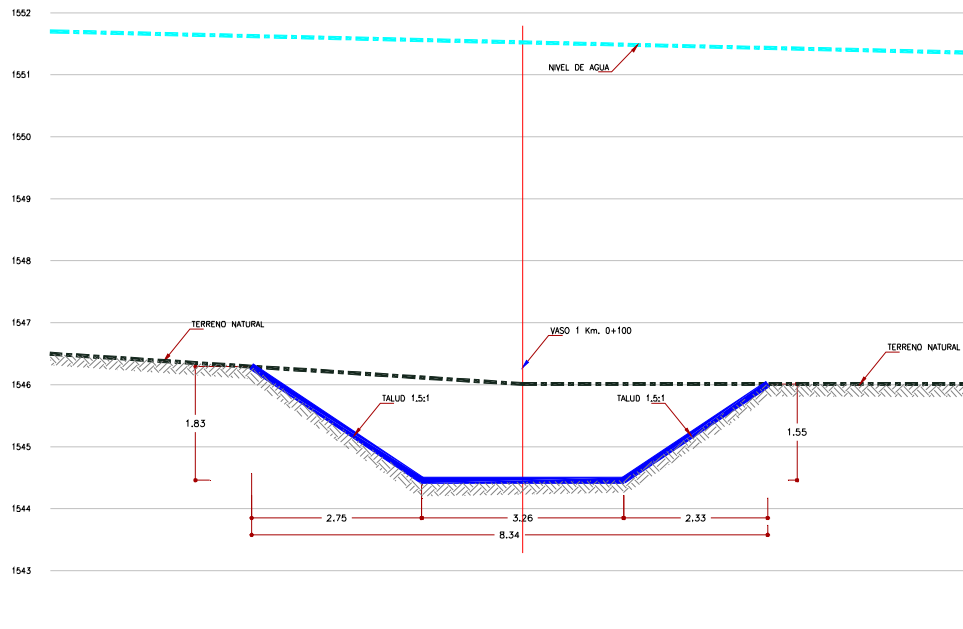


VERTEDOR 5
CORTE B-B'
ESCALA SIN

PROYECTO BOSQUE LOS COLOMOS

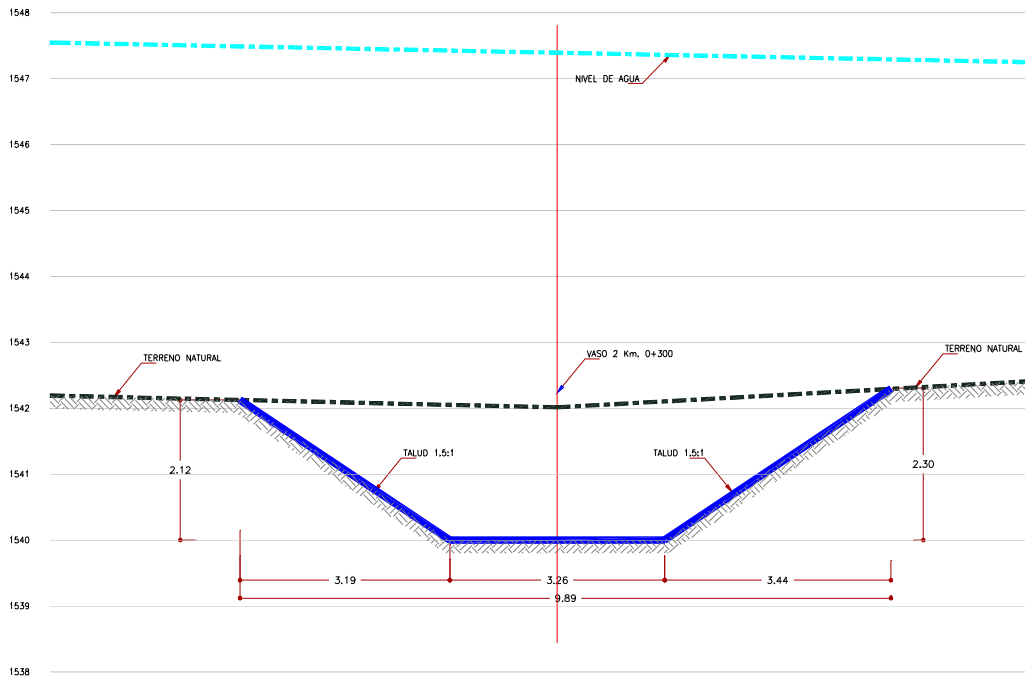


Fosa de Sedimentación 1



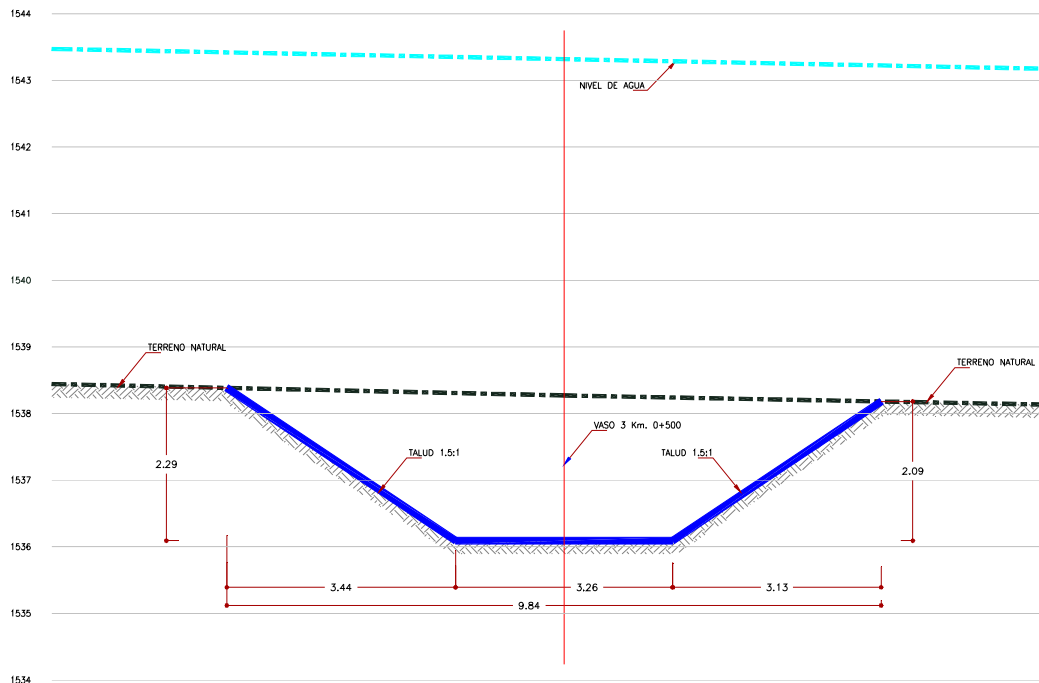
FOSA DE SEDIMENTACION 1
CORTE A-A'
ESCALA SIN

Fosa de Sedimentación 2



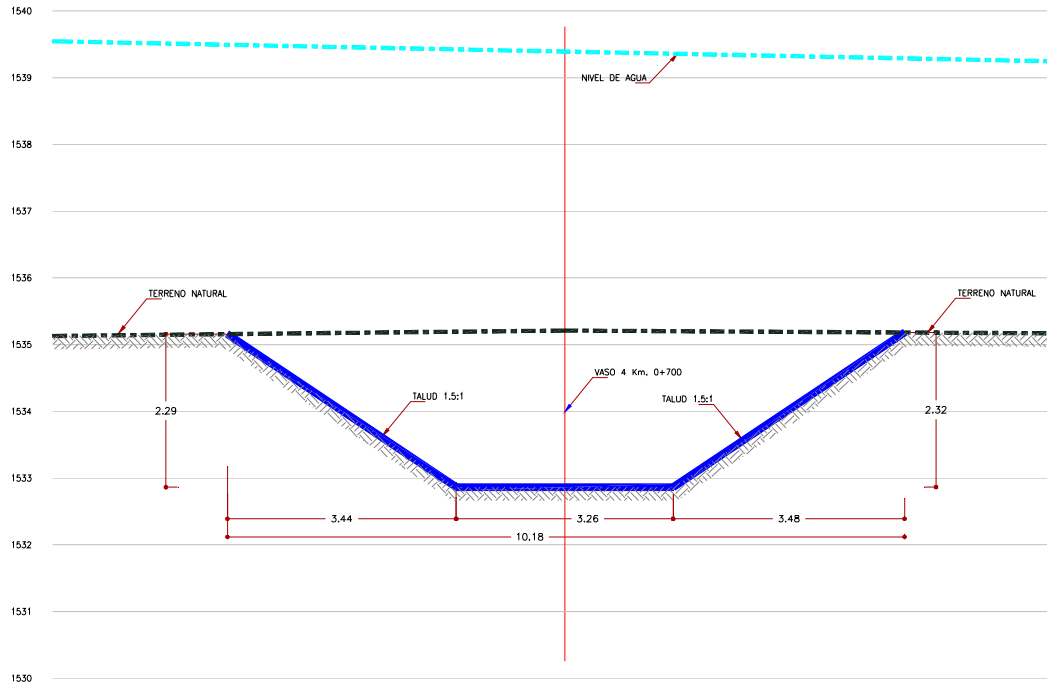
FOSA DE SEDIMENTACION 2
CORTE A-A'
ESCALA SIN

Fosa de Sedimentación 3



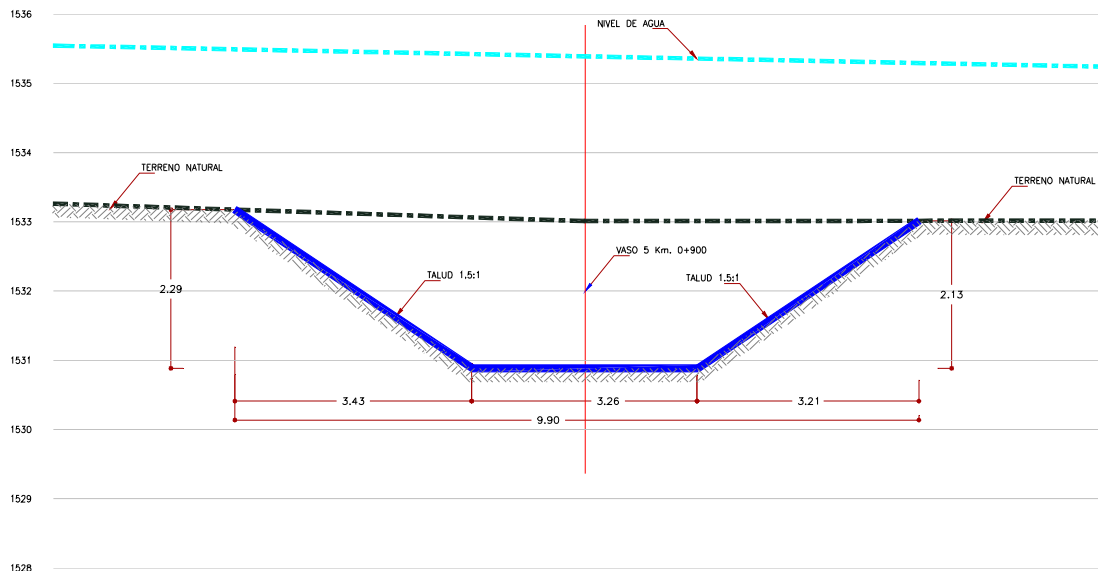
FOSA DE SEDIMENTACION 3
CORTE A-A'
ESCALA SIN

Fosa de Sedimentación 4



FOSA DE SEDIMENTACION 4
CORTE A-A'
ESCALA SIN

Fosa de Sedimentación 5



FOSA DE SEDIMENTACION 5
CORTE A-A'
ESCALA SIN

MEMORIA DE CÁLCULO DE PUENTE Y SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Análisis de cargas

a) cargas muertas

ELEMENTO	VOLUMEN UNITARIO m ³ /m ²	P.V. kg/m ³	P.U. kg/m ²
Losa llena de concreto, armada en dos direcciones	0.20 cm	2400	480
	0.25 cm	2400	600
Artículo 1637 del Reglamento de Guadalajara			40 kg/m ²
(para el camino) espesor total = 20 cm		carga muerta	$w_m = 520 \text{ kg/m}^2$
(para el puente) espesor total = 25 cm		carga muerta	$w_m = 640 \text{ kg/m}^2$

b) cargas vivas

	carga viva uniforme	$w_v = 330 \text{ kg/m}^2$
(para el camino)	carga de servicio	$w_s = 850 \text{ kg/m}^2$
(para el puente)	carga de servicio	$w_s = 970 \text{ kg/m}^2$

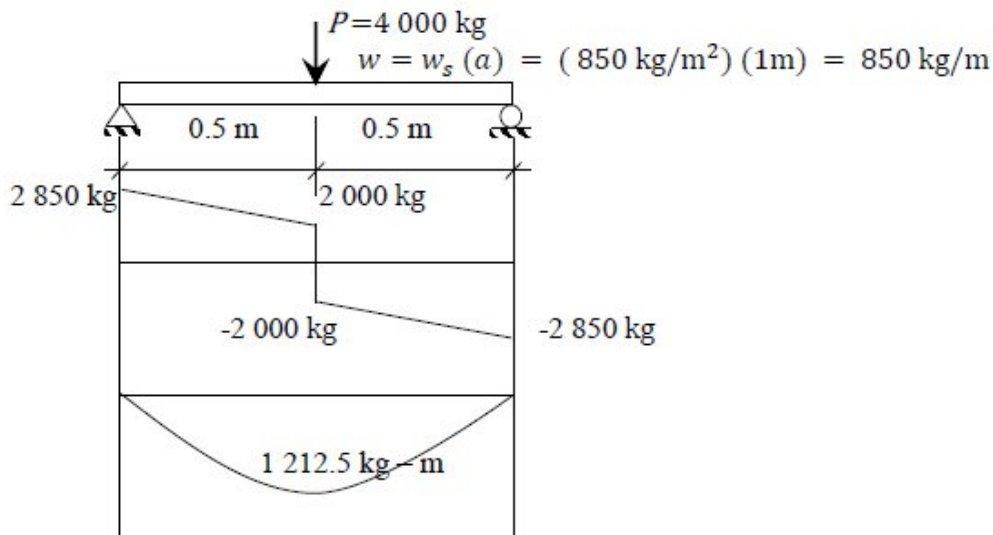
factor de seguridad $\mu = (1.4 w_m + 1.7 w_v) / w_s = [(1.4 \times 520) + (1.7 \times 330)] / 850 = 1.516$

carga viva concentrada (para el camino) P = peso del vehículo mayor que podría circular en este camino (pipa de agua de 2 toneladas, con capacidad de 14000 litros), dividido entre el número de ejes del vehículo y entre los extremos de cada eje.

$$P = (\text{peso del vehículo} + \text{capacidad de la pipa}) \div (\text{número de ejes} \times \text{extremos de cada eje})$$

$$P = (2\,000 \text{ kg} + 14\,000 \text{ kg}) \div (2 \times 2) = 4\,000 \text{ kg}$$

Considerando una falla de un metro como máximo en las capas de sustentación de la losa, se supone para los armados en ambas direcciones y en ambas capas el siguiente diagrama de cuerpo libre representativo para un ancho tributario (a) de un metro.



Area de acero por flexión

$$A = \frac{7.56 f_c' b M \mu}{f_y^2}$$

$$B = \frac{1.7 f_c' b d}{f_y}$$

$$A_s = \frac{B - \sqrt{B^2 - A}}{2}$$

$$A = \frac{7.56 (250)(100)121\,250(1.516)}{4200^2} = 1969.45$$

$$B = \frac{1.7 (250)(100)(17.3)}{4200} = 175.06$$

$$A_s = \frac{175.06 - \sqrt{175.06^2 - 1015.2}}{2} = 2.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} (b)(h) = 0.0018 (100 \text{ cm})(20 \text{ cm}) = 3.6 \text{ cm}^2 > 2.86 \text{ cm}^2$$

1ª Propuesta: 1 # 3 @ 15

$$N_o \text{ de varillas} = \frac{100 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 6.67 \text{ varillas} \approx 7 \text{ varillas} \rightarrow A_r = 7 \times 0.71 \text{ cm}^2 = 4.97 \text{ cm}^2 > 3.6 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.0153 \quad \rho_{\text{min}} = 0.0018$$

$$\rho = \frac{A_r}{(b)(h)} = \frac{4.97}{(100)(20)} = 0.002485$$

$$\text{condición:} \quad \rho_{\text{min}} \leq \rho \leq \rho_{\text{max}} \quad 0.0018 < 0.002485 < 0.0153 \quad \therefore \text{se acepta}$$

Revisión por cortante

$$v_d = V - w d = 2\,850 \text{ kg} - \left(850 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 0.173 \text{ m}\right) = 2\,703 \text{ kg}$$

$$v_\mu = \frac{v_d \mu}{b d \phi} = \frac{2\,703}{100 (17.3)} \frac{1.516}{0.85} = 2.79 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c = 0.53 \sqrt{f_c'} = 0.53 \sqrt{250} = 8.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{condición:} \quad v_\mu \leq v_c \quad 2.79 \text{ kg/cm}^2 < 8.38 \text{ kg/cm}^2 \quad \therefore \text{se acepta por cortante}$$

Momento nominal

$$a = \frac{A_r f_y}{0.85 f_c' b} = \frac{4.97 (4\,200)}{0.85 (250)(100)} = 0.982 \text{ cm}$$

$$M_n = \frac{\phi}{\mu} \left[A_r f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] = \frac{0.9}{1.516} \left[4.97 (4\,200) \left(17.3 - \frac{0.982}{2} \right) \right] = 208\,300 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_n = 2\,083 \text{ kg} - \text{m} > 1\,212.5 \text{ kg} - \text{m} \quad \therefore \text{se acepta la cantidad y el área de las varillas.}$$

Aun teniendo el armado mínimo por temperatura, la losa soporta $2\,083/1\,212.5 = 1.72$ veces el peso del vehículo máximo considerado para el diseño (no se puede reducir el área de acero porque ya no cumpliría con el porcentaje mínimo por temperatura).

CONCRETO PARA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL CAMINO

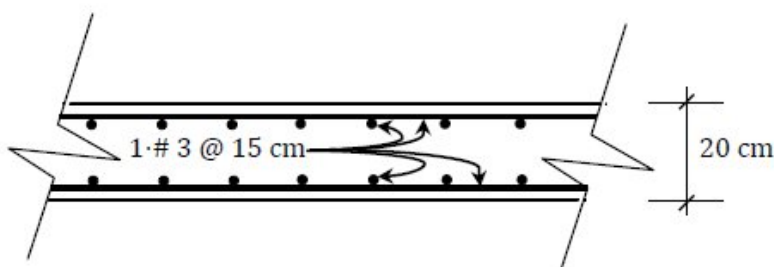
LOSA DE CONCRETO LLENA EN DOS DIRECCIONES, EN AMBAS CAPAS

Varillas AR – 42 de 3/8 de pulgada a cada 15 centímetros: ($f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$)

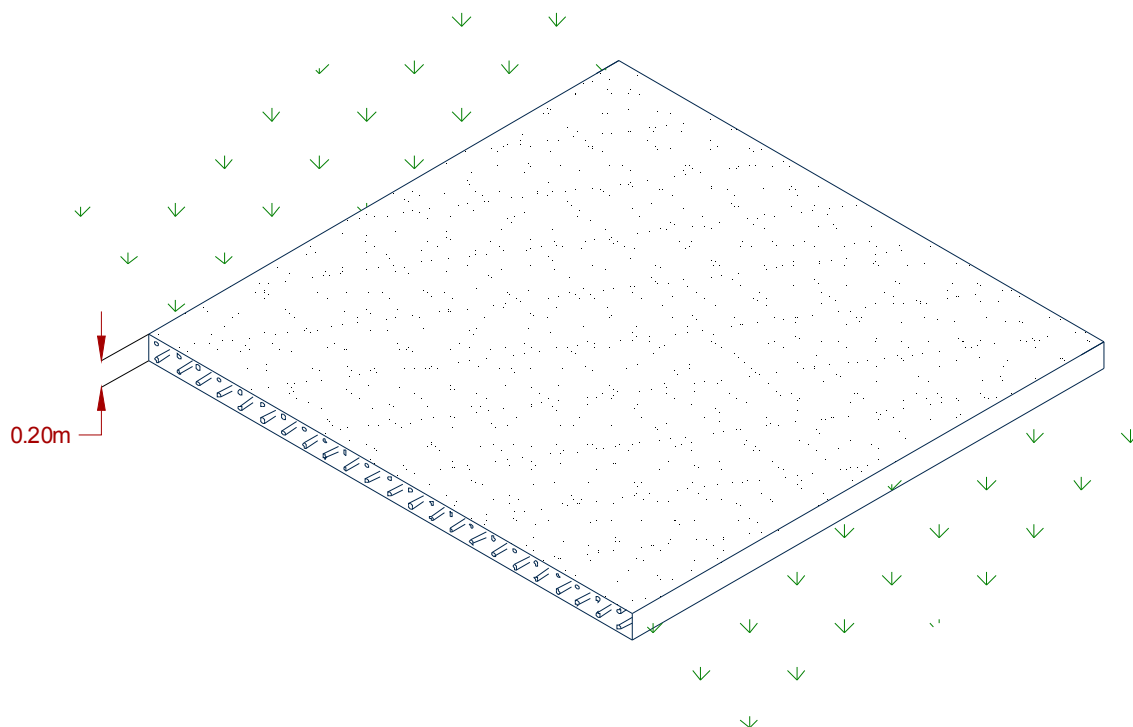
Concreto: ($f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$)

Revenimiento: 8 – 11 cm

Tamaño máximo de la grava: 2 cm



Nota: Dejar juntas de dilatación a una distancia máxima de 3.30 metros en ambos sentidos y en las intersecciones dejar juntas de construcción separadas con fexpan o celotex.



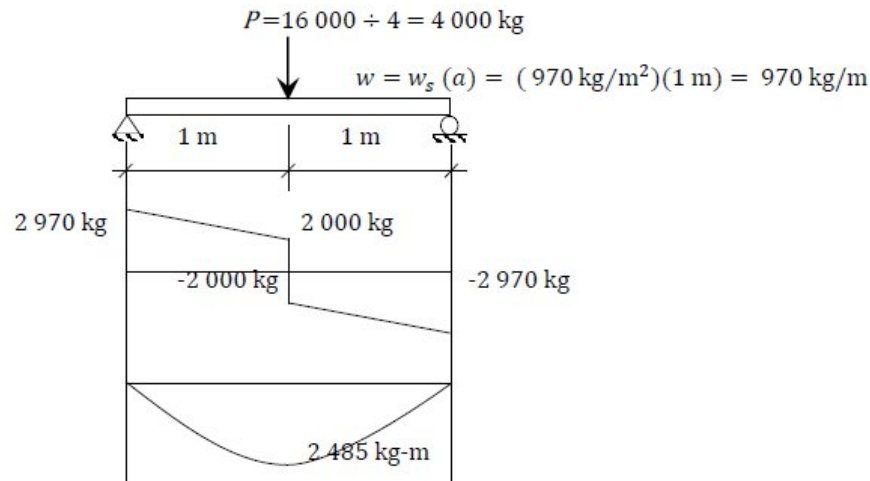
ISOMETRICO DEL CAMINO

ESCALA SIN

CALCULO DE LA LOSA DE CONCRETO PARA PUENTE SOBRE CANAL

La carga concentrada más crítica será para este caso el peso de uno de los cuatro puntos de apoyo de una pipa cargada al centro del claro (porque no cabe la longitud total de la pipa sobre el puente).

La longitud del puente es de 2 metros de largo (aprox.). El presente análisis es para un ancho representativo de 1 metro, el cual se puede repetir las veces que se requiera (el ancho es indefinido).



Se propone una losa de 25 cm con 1 # 3 @ 10

$$N_o \text{ de varillas} = \frac{100 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 10 \text{ varillas} \rightarrow A_r = 10 \times 0.71 \text{ cm}^2 = 7.1 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{max} = 0.0153 \quad \rho_{min} = 0.0018$$

$$\rho = \frac{A_r}{(b)(h)} = \frac{7.1}{(100)(25)} = 0.00284$$

condición:

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max} \quad 0.0018 < 0.00284 < 0.0153 \quad \therefore \text{se acepta}$$

Momento nominal

$$a = \frac{A_r f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{7.1 (4200)}{0.85 (250)(100)} = 1.403 \text{ cm}$$

$$M_n = \frac{\phi}{\mu} \left[A_r f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] = \frac{0.9}{1.516} \left[7.1 (4200) \left(22.08 - \frac{1.403}{2} \right) \right] = 378464 \text{ kg-cm}$$

$$M_n = 3784.65 \text{ kg-m} > 2485 \text{ kg-m} \quad \therefore \text{se acepta}$$

Revisión por cortante

$$v_d = V - w d = 2\,970 \text{ kg} - (970 \times 0.2208) = 2\,756 \text{ kg}$$

$$v_\mu = \frac{v_d \mu}{b d \phi} = \frac{2\,756}{100 (22.08)} \frac{1.516}{0.85} = 2.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c = 0.53 \sqrt{f'_c} = 0.53 \sqrt{250} = 8.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{condición: } v_\mu \leq v_c \quad 2.23 \text{ kg/cm}^2 < 8.38 \text{ kg/cm}^2 \quad \therefore \text{ se acepta por cortante}$$

Revisión por deflexión

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{100 (25^3)}{12} = 130\,208.33 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_i = \frac{M l^2}{9.6 E I} = \frac{248\,500 (200^2)}{9.6 (1.85 \times 10^5) (130\,208.33)} = 0.04 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{2}{1 + 50(A'_s/b d)} = \frac{2}{1 + 50 \left(\frac{7.1}{100 \times 22.08} \right)} = 1.723$$

$$\Delta_{lp} = \Delta_i(\lambda) = 0.04 (1.723) = 0.074 \text{ cm}$$

$$\Delta = \Delta_i + \Delta_{lp} = 0.04 + 0.074 = 0.114 \text{ cm} \approx 0.5 \text{ cm}$$

$$\Delta_{lim} = l/480 = (200)/480 = 0.417 \text{ cm}$$

$$\text{condición: } \Delta \leq \Delta_{lim} \quad 0.114 \text{ cm} < 0.417 \text{ cm} \quad \therefore \text{ se acepta por deflexión}$$

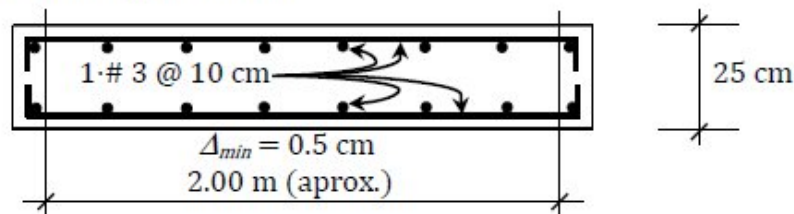
LOSA DE CONCRETO LLENA EN DOS DIRECCIONES, EN AMBAS CAPAS

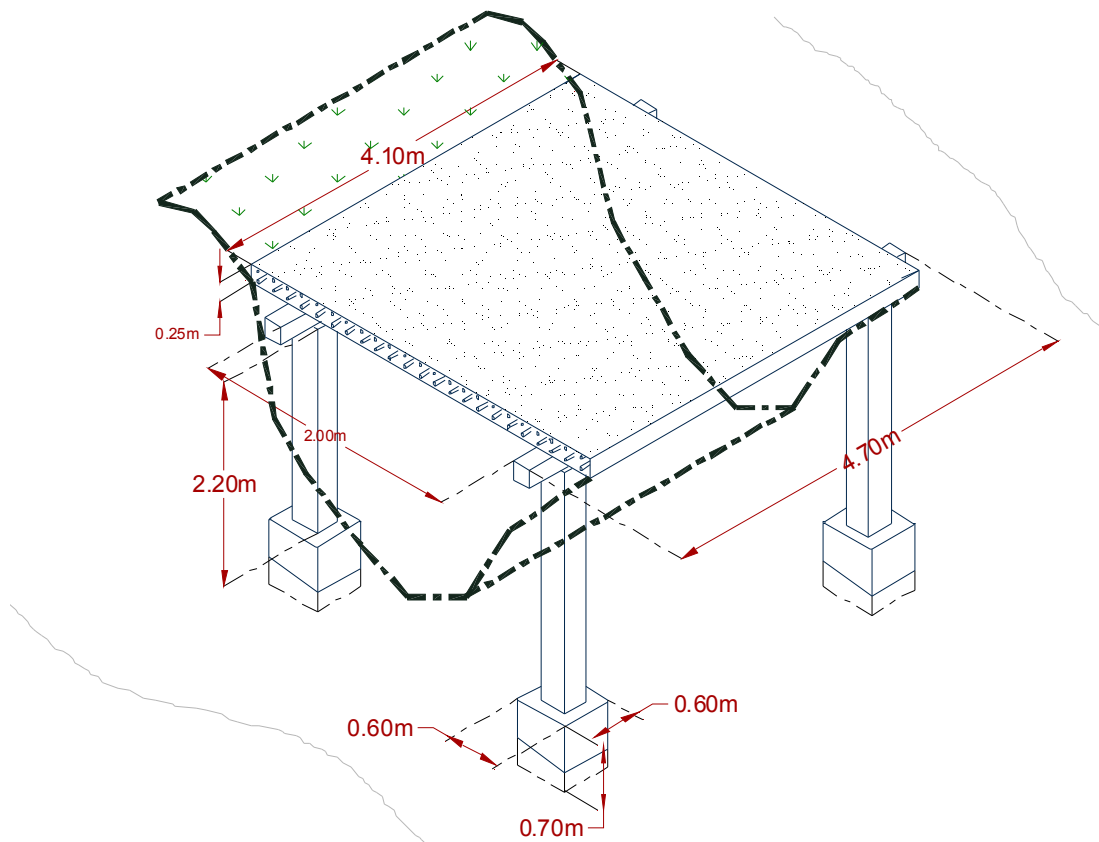
Varillas AR – 42 de 3/8 de pulgada a cada 10 centímetros: ($f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$)

Concreto: ($f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$)

Revenimiento: 8 – 11 cm

Tamaño máximo de la grava: 2 cm





ISOMETRICO DEL PUENTE
ESCALA SIN