



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**REVISIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU
PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA
AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D)
PÁTZCUARO – URUAPAN.**

**TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO CIVIL**

**Presenta:
PIC. Raymundo Miranda Ascencio.**

**Asesor:
Dr. Constantino Domínguez Sanchez**

MORELIA MICHOACÁN, OCTUBRE DE 2020.



AGRADECIMIENTOS.

Dr. Constantino Domínguez Sanchez.

Quien siempre me ha brindado su apoyo incondicional además de darme la confianza, motivación para desarrollarme, asesoramiento académico, así como todas las facilidades que me brindó para la elaboración de este trabajo.

DEDICATORIA.

A mi familia

Quien me ha dado todo su cariño, comprensión y por llenar mi vida de alegría.
Además de ser el motivo de estar mejorando constantemente en el ámbito profesional y personal.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**RESUMEN**

Esta tesina es para obtener el grado de Ingeniero Civil en la cual explico la revisión de la ampliación de obras de drenaje que se extienden a lo largo de toda la ampliación de la carretera federal de cuota 14-D tipo A2 que cuenta con 50.85 km de longitud, esto con el fin de que tenga una correcta operación y funcionamiento, esto se logra con la construcción de un cuerpo nuevo el cual deberá garantizar la continuidad de todas las obras de drenaje, pasos, estructuras, cruces sobre el cuerpo existente.

A continuación, enlisto los tipos de obras de drenaje que se mencionan en la tesina:

- Tipo de Obras de drenaje transversal
- Alcantarillas tubulares de concreto.
- Alcantarillas de lámina corrugada de acero.
- Alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad.
- Alcantarillas de losa de concreto hidráulico.
- Alcantarillas de cajón de concreto hidráulico.
- Alcantarillas de bóveda.
- Obras complementarias.

PALABRAS CLAVE

1. Revisión
2. Adecuación
3. Ampliación
4. Obras de drenaje
5. Construcción

Summary

This thesis is to obtain the degree of Civil Engineer in which I explain the review of the extension of drainage works that extend along the entire extension of the federal highway of quota 14-D type A2 that has 50.85 km in length, this in order to have a correct operation and operation, this is achieved with the construction of a new body which must ensure the continuity of all drainage works, steps, structures, crosses over the existing body.

Here are the types of drainage works mentioned in the thesis:

- Type of Cross Drainage Works
- Concrete tubular sewers.
- Steel corrugated sheet sewers.
- High density polyethylene corrugated pipe sewers.
- Hydraulic concrete sca sewers.
- Hydraulic concrete drawer sewers.
- Vault sewers.
- Complementary works.

Keywords

1. Review
2. Fitness
3. Large
4. Drainage works
5. Construction

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. OBRAS DE DRENAJE EN CAMINOS.....	3
3.1. Tipo de Obras de drenaje transversal.....	3
3.1.1. Alcantarillas tubulares de concreto.....	4
3.1.2. Alcantarillas de lámina corrugada de acero.....	5
3.1.3. Alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad.....	5
3.1.4. Alcantarillas de losa de concreto hidráulico.....	6
3.1.5. Alcantarillas de cajón de concreto hidráulico.....	7
3.1.6. Alcantarillas de bóveda.....	8
3.2. Obras complementarias.....	9
3.2.1. Contracuneta.....	9
3.2.2. Cuneta.....	9
3.2.3. Canales de encauzamiento.....	10
3.2.4. Bombeo.....	10
3.2.5. Bordillos.....	11
3.2.6. Lavadero.....	11
3.2.7. Obras de alivio.....	12
3.2.8. Colectores.....	12
3.2.9. Obras disipadoras de energía.....	12
3.2.10. Cajas desarenadoras.....	12
4. PROYECTO DE AMPLIACIÓN CARRETERA FEDERAL DE CUOTA 14-D PÁTZCUARO – URUAPAN.....	13
4.1. Volumen de terracerías en cuerpo nuevo.....	15
4.2. Volumen obras de drenaje en cuerpo nuevo.....	15
4.3. Estructura de pavimento.....	15
4.4. Entronques que serán modificados.....	15
4.5. Listado de estructuras por ampliar.....	18
4.6. Plazas de cobro.....	19
5. REVISIÓN DE LAS OBRAS EXISTENTES.....	20
5.1. Bóveda de mampostería 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.....	20

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

5.2.	Losa de concreto hidráulico de 3.50 m X 3.00 m km. 12+971.60.....	22
5.3.	Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.....	25
6.	PROYECTO DE AMPLIACIÓN OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES.....	27
6.1.	Bóveda de concreto hidráulico 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.....	27
6.2.	Cajón de concreto hidráulico km. 12+971.60.	32
6.3.	Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.....	36
7.	PROCESO CONSTRUCTIVO AMPLIACIÓN OBRAS DE DRENAJE.....	37
7.1.	Bóveda de concreto hidráulico 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.....	37
7.2.	Cajón de concreto hidráulico km. 12+971.60.	50
7.3.	Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.....	60
8.	CONCLUSIONES.....	67
9.	REFERENCIAS.....	68

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

1. INTRODUCCIÓN.

El proyecto al cual se hace referencia se ubica en el estado de Michoacán, municipios de Pátzcuaro, Salvador Escalante, Tingambato, Ziracuaretiro y Uruapan, y consiste en la ampliación de la carretera federal de cuota 14-D tipo A2, es decir, dos carriles de circulación, cada uno con un ancho de 3.50 m y acotamientos de 2.5 m a una A4 y A4S. Partiendo de lo anterior la ampliación consiste en la construcción de un cuerpo nuevo con un ancho de corona de 10.5 m el cual tendrá una separación variable al cuerpo existente. Dicho cuerpo iniciará de acuerdo al kilometraje de proyecto en el 2+934.11 y finalizará en el 53+790 con una longitud de 50.85 km.



Figura 1. Macro localización del tramo Pátzcuaro – Uruapan.

El cuerpo nuevo se distribuirá tanto al costado izquierdo como derecho del cuerpo existente, según sea necesario estos cambios fueron establecidos en el proyecto geométrico. Una parte fundamental del proyecto consiste en la ampliación de las estructuras existente como son: puentes, pasos vehiculares, obras de drenaje y entronques, por lo cual el cuerpo nuevo requiere de la construcción y adecuación de dichas estructuras en puntos similares.

En específico el drenaje es indispensable para el correcto funcionamiento de la carretera, ya que el objetivo principal es protegerla, asegurando que los elementos del drenaje se encuentren libres de obstáculos y no sean alteradas sus secciones transversales ni su pendiente.

2. ANTECEDENTES.

2.1. Descripción general.

De acuerdo a la concesión del “Paquete Michoacán” en el cual el gobierno federal por conducto de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes otorga a una empresa particular la concesión para construir, operar, conservar y modernizar en un tiempo determinado la autopista Pátzcuaro – Uruapan – Lázaro Cárdenas.

Como cumplimiento a lo anterior se realizan los trabajos de ampliación en el tramo Pátzcuaro – Uruapan, los cuales consisten en la construcción de un cuerpo nuevo el cual deberá garantizar la continuidad de todas las **obras de drenaje, pasos, estructuras, cruces sobre el cuerpo existente**. Cabe mencionar que dicho tramo inicio operaciones en el año 2000 por lo cual han pasado un total de 19 años, lo que hace necesario revisar el correcto funcionamiento de las obras de drenaje existentes como parte de los trabajos para la ampliación.

2.2. Ubicación.



Figura 2. Ubicación del paquete Michoacán y tramo Pátzcuaro – Uruapan (en los municipios de Pátzcuaro, Salvador Escalante, Tingambato, Ziracuaretiro y Uruapan).

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**2.3. Problemática.**

Se realiza la revisión de todas las obras de drenaje existente afectadas por el trazo del nuevo cuerpo de la ampliación, para los alcances de este trabajo se muestran 3 obras de drenaje como una muestra representativa.

2.4. Justificación.

Una vez realizada la revisión de las obras existentes, de acuerdo a las condiciones actuales, se elabora el proyecto constructivo para la ampliación de las mismas. Posteriormente se lleva a cabo la ejecución de las obras nuevas para después continuar con las terracerías y estructura de pavimentos de acuerdo a proyecto.

3. OBRAS DE DRENAJE EN CAMINOS.

La construcción de un drenaje adecuado es un factor importante en la localización y diseño de los caminos.

El drenaje consiste en una serie de obras que captan, conducen y alejan del camino el agua que pudiera causarle problemas. Es tan importante, que modificar durante la operación las condiciones de un escurrimiento puede causar erosión, depósitos, inundaciones, incluso el colapso de alguna sección del camino.

Los factores que afectan los escurrimientos de agua son:

- El área de la cuenca que contribuye al escurrimiento.
- Las características orográficas y topográficas de la cuenca.
- El tipo y uso de suelo de la cuenca.
- El tipo, densidad y dimensiones de la vegetación existente.
- La intensidad de la lluvia, su duración, su distribución en el espacio y tiempo.
- Los almacenamientos naturales o artificiales que puedan existir en la cuenca.

3.1. Tipo de Obras de drenaje transversal.

El drenaje transversal es el que tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien, retirar lo más pronto posible el agua de su corona. En este tipo de drenaje están comprendidos los **tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos y el bombeo.**

Las **obras menores de drenaje** son estructuras bajo terraplenes que conducen aguas de **escurrimiento natural**, se construyen transversales al cruce con el eje de las carreteras en longitudes suficientes sobre caudales de arroyos, cauces, escurrideros, con el propósito de conducir por gravedad caudales a través del

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

cuerpo de terraplén. Se clasifican en rígidas y flexibles y se construyen con claros **máximos horizontales de 6.00 m**, en diferentes secciones geométricas definidas por el área hidráulica necesaria, altura de terraplén, sección hidráulica, pendiente del cauce, capacidad de carga del suelo de desplante y aprovechando los materiales encontrados en la zona.

La clasificación de acuerdo a la normativa de la Secretaria de Comunicaciones y transportes es la siguiente:

3.1.1. Alcantarillas tubulares de concreto.

Son estructuras rígidas que se construyen mediante tubos de concreto reforzado, colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad.

En particular, las obras de tipo tubular contarán con muros de cabeza o cabezotes que confinan las terracerías y las protegen contra erosión. El diseño de los muros de cabeza deberá considerar la altura del terraplén, el esviaje de la obra respecto a la corriente drenada, los taludes de los terraplenes, el ancho del cauce y las dimensiones de la obra.

En general se emplearán tubos de concreto hidráulico reforzado cuando se tengan ambientes de alta humedad y corrosión; cuando los terraplenes no sean muy altos, es decir, que sean de menos de 15 m de altura; cuando el terreno de cimentación sea friccionante o no sea compresible.



Figura 3. Se pueden observar los tubos de concreto en cuerpo existente, como ilustración a la definición de tubulares de concreto.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**3.1.2. Alcantarillas de lámina corrugada de acero.**

Son estructuras flexibles para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad, que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas.

En particular, las obras de tipo tubular contarán con muros de cabeza o cabezotes que confinan las terracerías y las protegen contra erosión. El diseño de los muros de cabeza deberá considerar la altura del terraplén, el esviaje de la obra respecto a la corriente drenada, los taludes de los terraplenes, el ancho del cauce y las dimensiones de la obra.

Se proponen en general las tuberías flexibles cuando el tubo se coloque sobre terreno compresible ya que absorben mejor los asentamientos. También cuando los terraplenes sean alturas mayores de 15 m.



Figura 4. Se muestran tubos de lámina sobre cuerpo existente, como parte de su definición.

3.1.3. Alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad.

Son estructuras flexibles colocadas sobre el terreno en una o varias líneas, para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad.

En particular, las obras de tipo tubular contarán con muros de cabeza o cabezotes que confinan las terracerías y las protegen contra erosión. El diseño de los muros

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

de cabeza deberá considerar la altura del terraplén, el esviaje de la obra respecto a la corriente drenada, los taludes de los terraplenes, el ancho del cauce y las dimensiones de la obra.

Se proponen en general las tuberías flexibles cuando el tubo se coloque sobre terreno compresible ya que absorben mejor los asentamientos. También cuando los terraplenes sean alturas mayores de 15 m.



Figura 5. Se muestran tubos corrugados de polietileno de alta densidad sobre cuerpo existente, como complemento a la definición anterior.

3.1.4. Alcantarillas de losa de concreto hidráulico.

Son estructuras rígidas que se construyen para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad, mediante una losa de concreto hidráulico con refuerzo, apoyada sobre muros de concreto hidráulico reforzado o de mampostería, con aleros en la entrada y la salidas de la obrar de drenaje para evitar la erosión del terraplén del camino y para encauzar el flujo hacia el interior de la obra.

Se elige en carreteras con ubicación orográfica en terreno plano, pendientes moderadas. El material de estribos será el que convenga por materiales de la zona o por su acceso al sitio.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 6. Se presentan losas de concreto hidráulico sobre cuerpo existente, como complemento a la definición anterior.

3.1.5. Alcantarillas de cajón de concreto hidráulico.

Son estructuras rígidas que se construyen para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad mediante un marco cerrado de concreto hidráulico reforzado.

Se utilizan para repartir en un área relativamente grande los esfuerzos ocasionados por las cargas transmitidas por la estructura al suelo de cimentación cuando este tiene una muy **baja resistencia al esfuerzo cortante** y cuando es de **alta compresibilidad**.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 7. Se muestra cajón de concreto hidráulico sobre cuerpo existente, como complemento a la definición anterior.

3.1.6. Alcantarillas de bóveda.

Son estructuras formadas por un cañón de sección rectangular (muros verticales) y un medio círculos, de concreto ciclópeo o de concreto reforzado.

Se utilizan para repartir en un área relativamente grande los esfuerzos ocasionados por las cargas transmitidas por la estructura al suelo de cimentación cuando este tiene una muy **baja resistencia al esfuerzo cortante** y cuando es de **alta compresibilidad**.



Figura 8. Se muestra bóveda de concreto ciclópeo sobre cuerpo existente, como complemento a la definición anterior.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**3.2. Obras complementarias.**

Son obras que tienen como finalidad captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, en este caso se exceptúan las alcantarillas.

Según su propósito y ubicación las obras complementarias de drenaje se clasifican como sigue:

3.2.1. Contracuneta.

Son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, para evitar una saturación hidráulica de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Estas pueden estar o no recubiertas y los bordos pueden ser de **tierra, concreto o suelo-cemento**. (Definición N CTR CAR 1-03-004/00).

Se ubicarán a una distancia mínima de 5 metros del cero del corte, su desarrollo será sensiblemente paralelo al eje de la carretera y transversal al escurrimiento de la ladera. (Definición N PRY CAR 4-02-003-16).



Figura 9. Se muestran las contracunetas construidas aguas arriba de un corte, como complemento a la definición realizada en los párrafos anteriores.

3.2.2. Cuneta.

Son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o terceros (definición N CTR CAR 1-03-003/00)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 10. Se muestran las cunetas en ambos lados de la autopista como complemento a la definición anterior.

3.2.3. Canales de encauzamiento.

En terrenos sensiblemente planos, en donde el escurrimiento es del **tipo torrencial** y no existen cauces definidos, es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que lleguen al camino y la conduzcan a sitios previamente elegidos para efectuar el cruzamiento. (Definición manual de drenaje para caminos rurales, S.A.H.O.P.)



Figura 11. Se muestra un canal encauzamiento construido a un costado de la autopista, como complemento a la definición anterior.

3.2.4. Bombeo.

Consiste en proporcionar a la corona del camino, en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal del centro del camino hacia los hombros y su función es la de dar salida expedita al agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 12. Se muestra una sección tipo, en la cual se considera el bombeo como complemento a la definición anterior.

3.2.5. Bordillos.

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión en los taludes de los terraplenes. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento. (Definición N CTR CAR 1-03-007/00).



Figura 13. Se muestran los bordillos construidos en ambos lados en un tramo tangente y la construcción de bordillo sobre el lado interior de una curva, como complemento a la definición anterior.

3.2.6. Lavadero.

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas, contracunetas, a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos.

Se construyen sobre el talud a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; para terraplenes en curva horizontal se construirán solo en el talud interno del terraplén de preferencia en su parte baja, también en las partes más bajas de las curvas verticales; en las salidas de obras menores de drenaje que lo requieran y en las secciones de corte en balcón en que se haya interceptado un escurrimiento natural. (Definición N PRY CAR 4-02-003/16).

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 14. Se muestra la construcción de lavaderos sobre una tangente y sobre el lado interior de una curva, como complemento a la definición anterior.

3.2.7. Obras de alivio.

Son aquellas obras auxiliares que se utilizan para drenar caudales provenientes de diversas obras complementarias de drenaje como las cunetas, contracunetas y lavaderos. También son obras de alivio aquellas que se utilizan para drenas a través y por debajo de la superficie de rodadura, las aguas que llega a acumularse del lado de aguas arriba de la carretera. (Definición N PRY CAR 4-02-003/16).

3.2.8. Colectores.

Los colectores son obras especiales de drenaje que se utilizan para recibir gastos de obras y de áreas de aportación diversas, conducirlos y desfugarlos a otras obras de drenaje o cauces existentes o también terreno natural. (Definición N PRY CAR 4-02-003/16).

3.2.9. Obras disipadoras de energía.

Las obras disipadoras de energía son obras complementarias que se construyen a la entrada o salida de obras menores de drenaje, e incluso en su interior, cuando existen escurrimientos de fuerte pendiente y se requiere disminuir la velocidad del flujo para evitar problemas de erosión. Las cajas amortiguadoras son obras disipadores de energía comunes.

3.2.10. Cajas desarenadoras.

Son obras complementarias al drenaje que se construyen a la entrada de alguna obra de alivio para recibir y contener sedimentos y evitar acumulación de azolve.

Estas obras suelen construirse a la entrada de obras de alivio de cunetas que se construyen transversalmente a la carretera, debajo de la estructura de pavimento para evitar que la obra de alivio se azolve, generalmente de concreto armado o mampostería.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

4. PROYECTO DE AMPLIACIÓN CARRETERA FEDERAL DE CUOTA 14-D
PÁTZCUARO – URUAPAN.

En marzo de 2012, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgó la concesión para construir, operar, explotar conservar y mantener por un tiempo determinado el libramiento de Morelia; así como la Autopista de Altas Especificaciones Pátzcuaro – Uruapan – Lázaro Cárdenas. Entre los compromisos adquiridos se encuentra la modernización del tramo Pátzcuaro – Uruapan el cual actualmente tiene un carril de 3.50 m por sentido y un acotamiento en ambos lados de 2.50 m.

La carretera concesionada, se observa en la siguiente imagen, en ella se puede distinguir el tramo en el cual se realizará la ampliación a A4 y A4S. Actualmente la carretera federal de cuota es un tipo A2 con un ancho de corona de 12.00 m, el cuerpo nuevo de ampliación tendrá un ancho de corona de 10.50 m.

En esta sección se presentan los datos generales del proyecto de ampliación, como son volúmenes de terracerías, cantidad de obras de drenas, estructuras, entronques, sección tipo, estructura de pavimento y plazas de cobro.



Figura 15. Se muestran los diferentes tramos en los que está dividida la concesión correspondiente al paquete Michoacán, otorgada por la SCT.

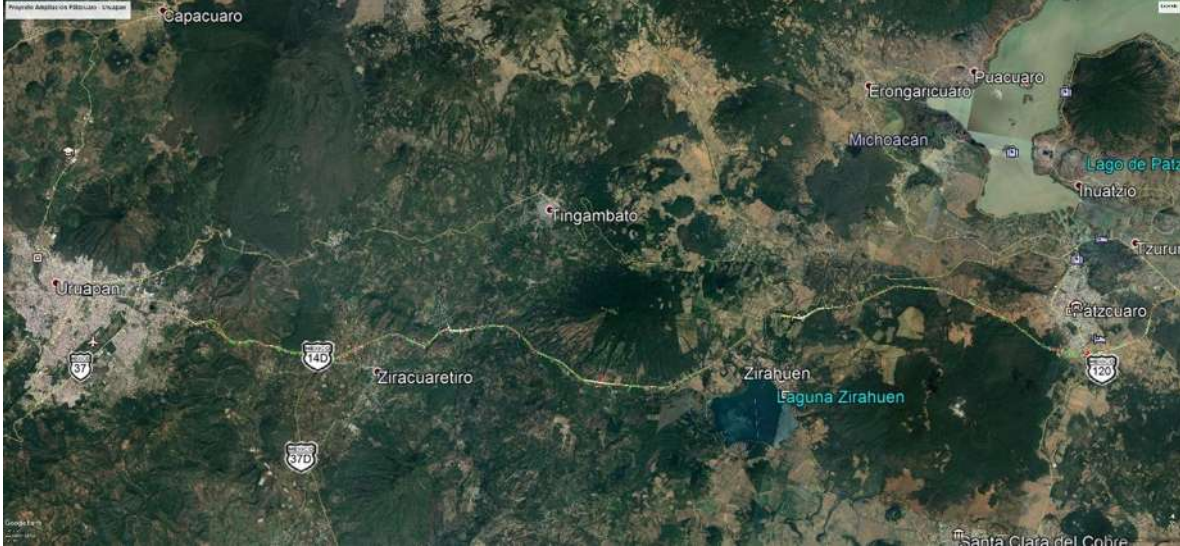


Figura 16. Se muestra el trazo geométrico definitivo autorizado por SCT, para la ampliación del tramo Pátzcuaro – Uruapan.

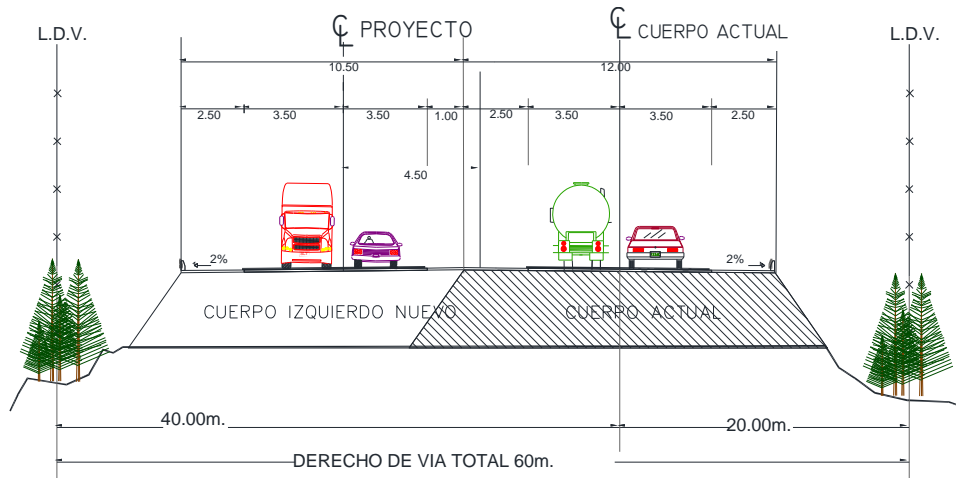


Figura 17. Sección tipo A4, para cuando el trazo geométrico requiere un solo cuerpo.

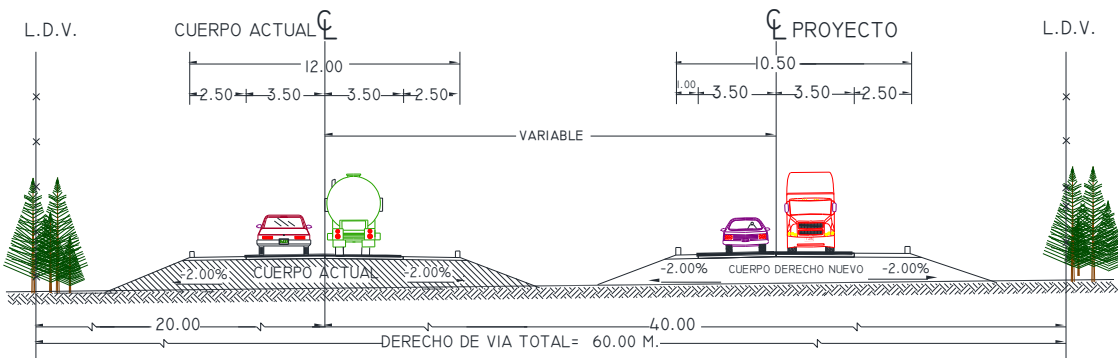


Figura 18. Sección tipo A4S, para cuando el trazo geométrico indica una separación entre cuerpos.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

4.1. Volumen de terracerías en cuerpo nuevo.

Terracerías	Volumen de corte (m3)	Volumen de terraplén (m3)
Total	2,069,145.00	1,702,882.00

4.2. Volumen obras de drenaje en cuerpo nuevo.

Tipo de obra	Cantidad
Cajón de concreto	30
Bóveda de Concreto	25
Losa de concreto	47
Tubo de concreto	137
Tubo de Lamina	12
Total	251

4.3. Estructura de pavimento.

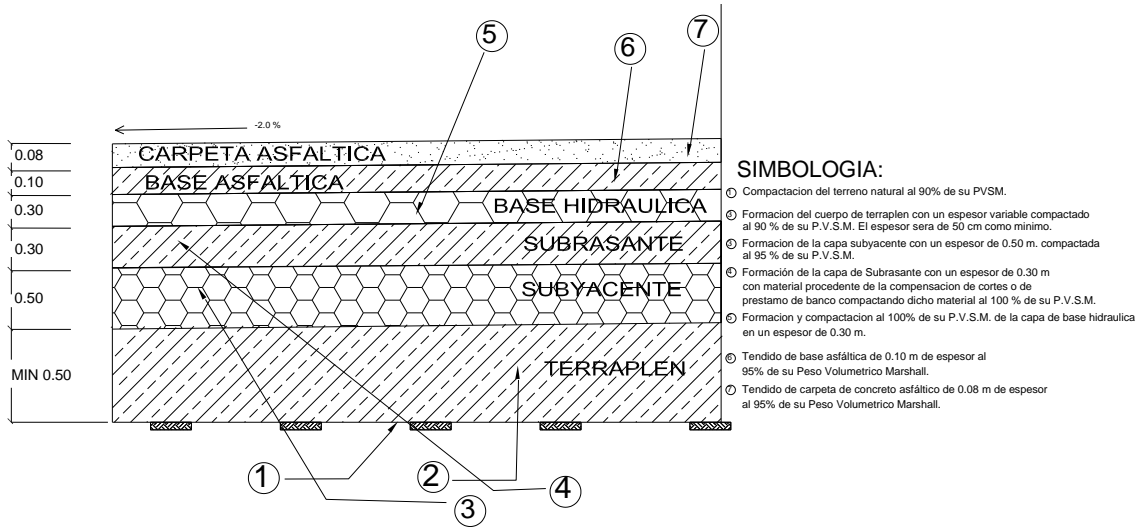


Figura 19. Estructura de pavimento propuesta para el cuerpo nuevo de la ampliación de acuerdo al proyecto aprobado por la SCT.

4.4. Entronques que serán modificados.

No.	Nombre	Kilometraje
1	Pátzcuaro	6+000.00
2	Zirahuén	21+260.00
3	Jujucato	32+290.00
4	San Ángel	40+000.00
5	Caracha	44+800.00
6	Uruapan	53+000.00

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 20. Se muestra la ubicación general de los entronques que requieren trabajos por ampliación en el tramo Pátzcuaro – Uruapan.



Figura 21. Se muestra el trazo definitivo para entronque Pátzcuaro, el cual está aprobado por la SCT. Como se puede observar existen afectaciones en todas sus gasas e incluso la construcción de dos nuevas.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 22. Se muestra el trazo definitivo para entronque Zirahuen, el cual está aprobado por la SCT. En el cual se cómo se puede observar se afectan todas sus gazas.



Figura 23. Se muestra trazo definitivo para entronque Jujucato, el cual está aprobado por la SCT. En el cual como se puede observar se afectan todas las gazas.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 24. Se muestra trazo definitivo para entronque San Ángel Zurumucapio, el cual está aprobado por la SCT. En el cual como se puede observar se afectan gasas y plaza de cobro.



Figura 25. Se muestra el trazo definitivo para entronque Uruapan, el cual está aprobado por la SCT.

Listado de estructuras por ampliar.

Tipo de estructura	Cantidad
Paso Inferior Vehicular	35
Paso Superior Vehicular	6
Viaducto	2
Paso Inferior de Ferrocarril	2
Puente	2
Paso inferior Ganadero	1
Paso Inferior Peatonal	1
Puente Canal	5
TOTAL	54

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

4.5. Plazas de cobro.

Nombre	Kilometraje
Zirahuen	13+500
San Ángel Zurumucapio	40+400



Figura 26. Se muestra la ubicación Plaza de Cobro Zirahuen km. 13+500, la cual es afectada por la ampliación.



Figura 27. Se muestra la ubicación Plaza de Cobro San Ángel Zurumucapio 40+400, la cual es afectada por el trazo de la ampliación.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

5. REVISIÓN DE LAS OBRAS EXISTENTES.

En esta sección se presenta la auscultación realizada para determinar el estado físico que guardan las obras de drenaje existentes y así determinar los detalles que pudieran afectar el sistema de drenaje.

5.1. Bóveda de mampostería 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.



Figura 28. Ubicación de obra existente en tangente y zona de terraplén corresponde a una bóveda de mampostería km. 10+121.69.



INSPECCION VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
 AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
 TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 10+121
 LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
 PAGINA: 1 de 4

TIPO DE ALCANTARILLA: BÓVEDA

ELEMENTOS		REGISTRO DE DAÑOS	ESQUEMA
ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA	GUARNICIÓN	La alcantarilla no presenta ningún tipo de daño que evite que cumpla con su función. Fotos (696, 697, 698, 699, 701, 703). Fotos (705, 706, 707, 708)	
	ALEROS		
	ZAMPEADO		
CUERPO DE LA OBRA	MURO 1	No presentan ningún tipo de daño. Fotos (700, 702, 704, 709)	
	MURO 2		
	LOSA		
	ARRASTRE	Es de zampeado y no presenta ningún tipo de daño	

Observaciones: Como se muestra en el informe fotografico la alcantarilla presenta acumulacion considerable de maleza y grava. Es recomendable hacer la limpieza.
 Debido a la altura es usado como paso ganadero.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan
KM: 10+121
LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
PAGINA: 2 de 4

TIPO DE ALCANTARILLA: BÓVEDA
REPORTE FOTOGRÁFICO ESTRUCTURA DE ENTRADA



Foto 696



Foto 698



Foto 699



Foto 701



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan
KM: 10+121
LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
PAGINA: 3 de 4

TIPO DE ALCANTARILLA: BÓVEDA
REPORTE FOTOGRÁFICO ESTRUCTURA DE SALIDA



Foto 705



Foto 706



Foto 707



Foto 708



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 10+121
LEVANTO: Ing. Francisco López Coca

PAGINA: 4 de 4

TIPO DE ALCANTARILLA: BÓVEDA
REPORTE FOTOGRÁFICO DEL CUERPO DE LA OBRA



Foto 700



Foto 709



Foto 702



Foto 704

5.2. Losa de concreto hidráulico de 3.50 m X 3.00 m km. 12+971.60.



Figura 29. Ubicación de obra existente en tangente y en zona de terraplén, corresponde a una losa de concreto km. 12+971.60.



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
 AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
 TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 12+971
 LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
 PAGINA:

TIPO DE ALCANTARILLA: DE LOSA

ELEMENTOS	REGISTRO DE DAÑOS	ESQUEMA
-----------	-------------------	---------

ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA	GUARNICIÓN	La alcantarilla no presenta ningún tipo de daño que evite que cumpla con su función. Fotos (916, 917, 918, 919). Fotos (907, 908, 909, 910, 911)	
	ALEROS		
	ZAMPEADO		
CUERPO DE LA OBRA	MURO 1	No presenta ningún tipo de daño que evite que cumpla con su función. Foto (912, 913, 914, 915)	
	MURO 2		
	LOSA	Es de concreto hidráulico y no presenta ningún tipo de daño.	
	ARRASTRE		

Observaciones: Como se muestra en el informe fotográfico la alcantarilla presenta acumulación considerable de maleza y grava. Es recomendable hacer la limpieza.



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
 AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
 TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 12+971
 LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
 PAGINA:

TIPO DE ALCANTARILLA: DE LOSA

REPORTE FOTOGRAFICO ESTRUCTURA DE ENTRADA



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 12+971
LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
PAGINA:

TIPO DE ALCANTARILLA: DE LOSA
REPORTE FOTOGRÁFICO ESTRUCTURA DE SALIDA



Foto 907



Foto 908



Foto 909



Foto 911



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 12+971
LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
PAGINA:

TIPO DE ALCANTARILLA: DE LOSA
REPORTE FOTOGRÁFICO DEL CUERPO DE LA OBRA



Foto 915



Foto 914



Foto 913



Foto 912

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

5.3. Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.

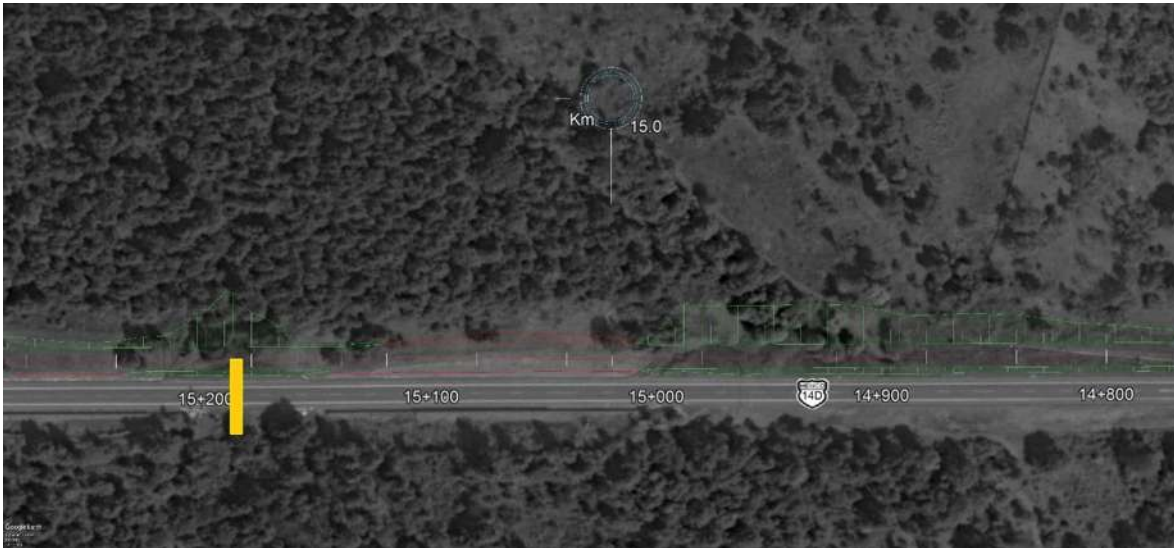


Figura 30. Ubicación de obra existente en tangente y zona de terraplén, corresponde a un doble tubo de concreto km. 14+939.49.



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán
 AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI)
 TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan

KM: 15+163
 LEVANTO: Ing. Francisco López Coca
 PAGINA: 1 de 3

TIPO DE ALCANTARILLA: DOBLE TUBO DE CONCRETO REFORZADO DE 1.60 M

ELEMENTOS		REGISTRO DE DAÑOS	ESQUEMA
ESTRUCTURA DE ENTRADA	MURO CABEZAL	La alcantarilla no presenta ningún tipo de daño que evite que cumpla con su función. Fotos (1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037)	
	TUBERÍA		
	ZAMPEADO		
ESTRUCTURA DE SALIDA	MURO CABEZAL	La alcantarilla no presenta ningún tipo de daño que evite que cumpla con su función. Fotos (1038)	
	TUBERÍA		
	ZAMPEADO		

Observaciones: Como se muestra en el informe fotográfico la alcantarilla presentan acumulación considerable de maleza. Es recomendable hacer la limpieza.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán KM: 15+163
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI) PAGINA: 2 de 3
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan LEVANTO: Ing. Francisco López Coca

TIPO DE ALCANTARILLA: DOBLE TUBO DE CONCRETO REFORZADO DE 1.60 M
REPORTE FOTOGRÁFICO ESTRUCTURA DE ENTRADA



Foto 1032



Foto 1034



Foto 1035



Foto 1037



INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS



UBICACIÓN: Morelia Michoacán KM: 15+163
AUTOPISTA: Pátzcuaro - Lázaro Cárdenas (Siglo XXI) PAGINA: 3 de 3
TRAMO: Pátzcuaro - Uruapan LEVANTO: Ing. Francisco López Coca

TIPO DE ALCANTARILLA: DOBLE TUBO DE CONCRETO REFORZADO DE 1.60 M
REPORTE FOTOGRÁFICO ESTRUCTURA DE SALIDA

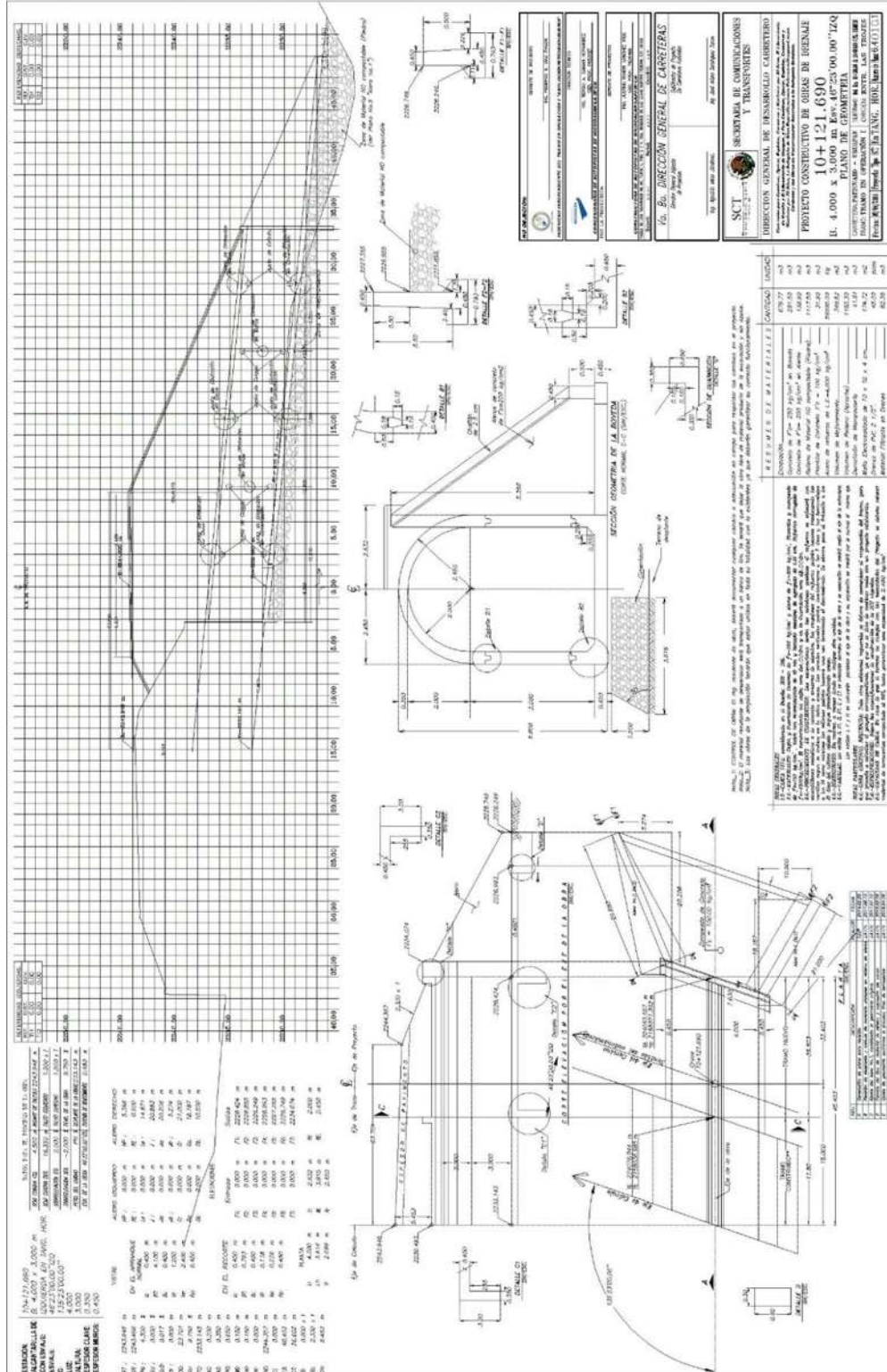


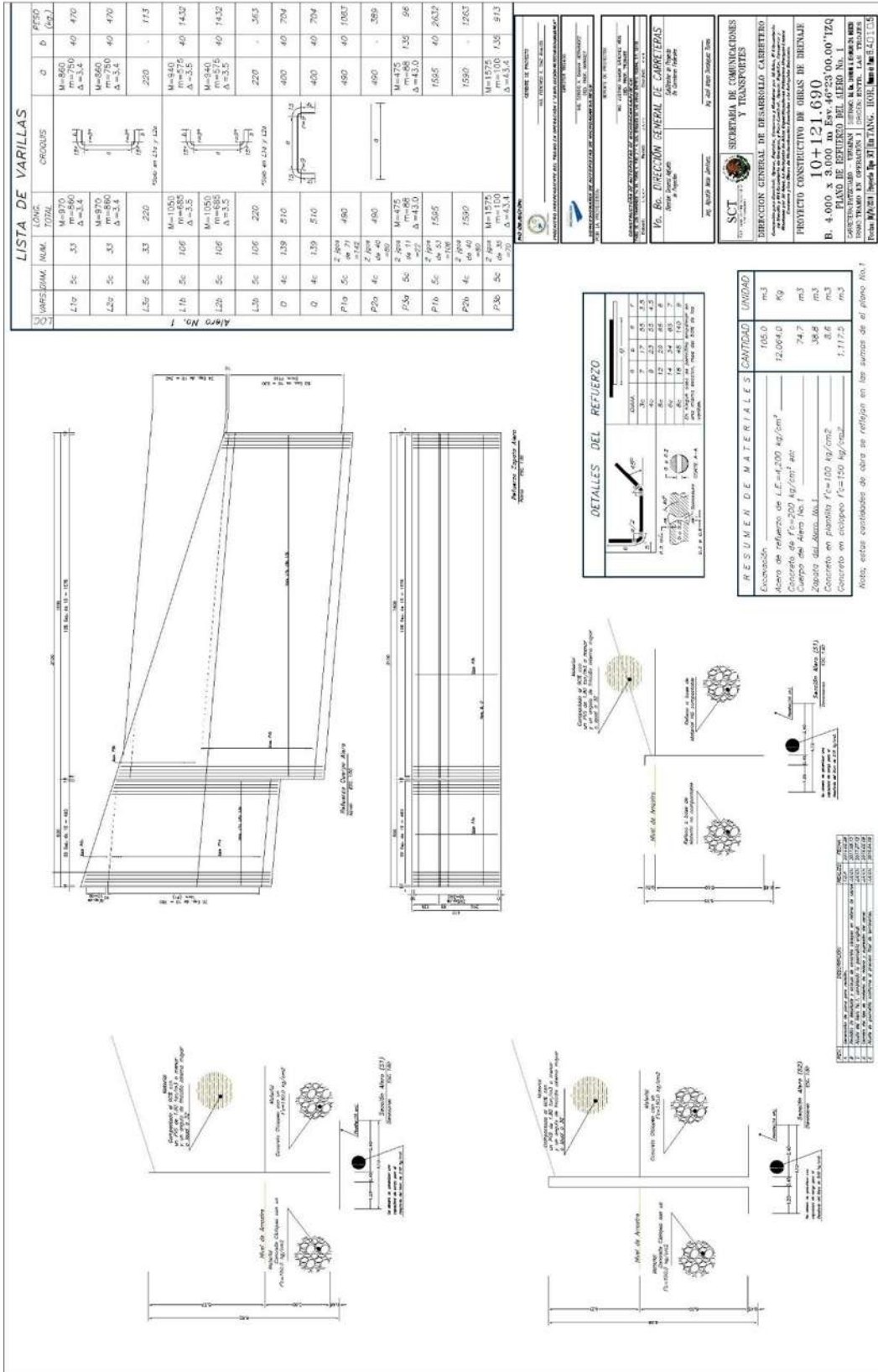
Foto 1038

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

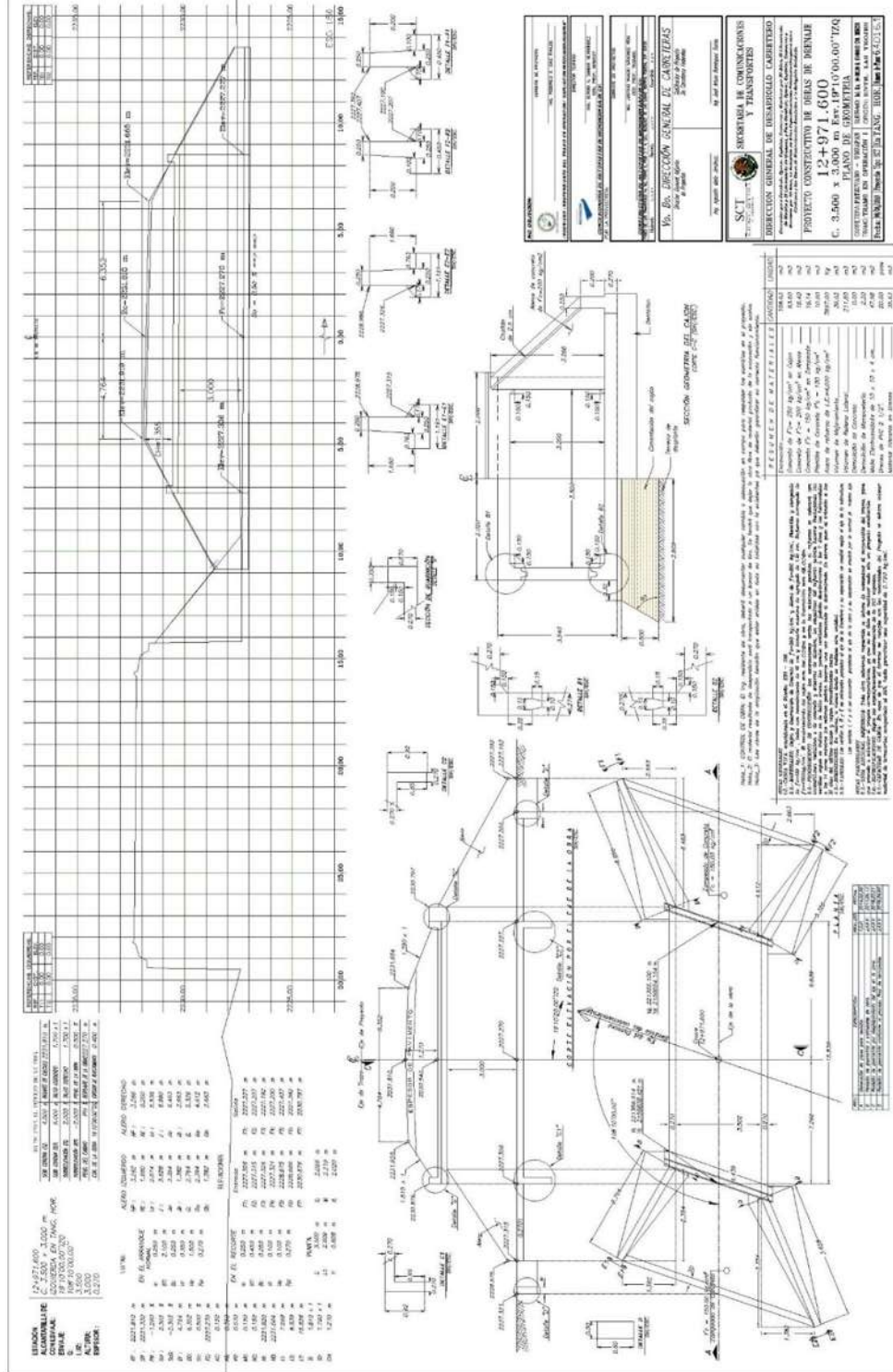
6. PROYECTO DE AMPLIACIÓN OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES.

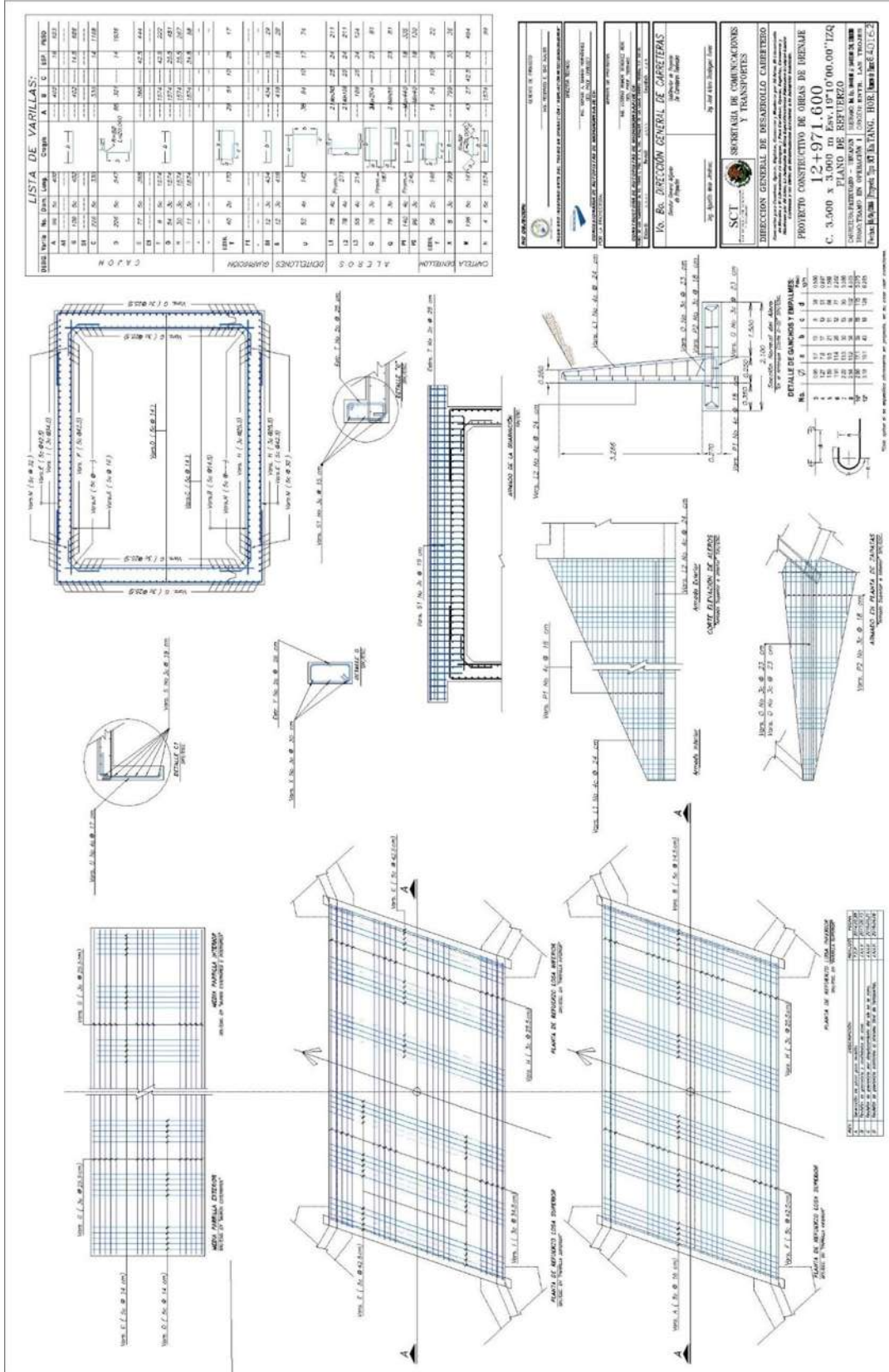
6.1. Bóveda de concreto hidráulico 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.

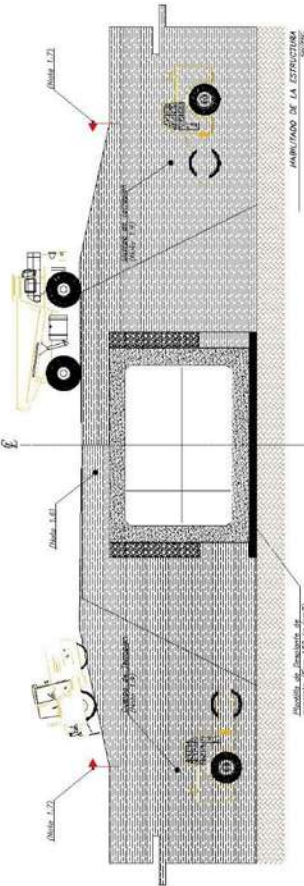




6.2. Cajón de concreto hidráulico km. 12+971.60.







1.0. **OBJETIVO DEL DISEÑO:** El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una estructura de drenaje para la captación y evacuación de las aguas pluviales que caen sobre el área de influencia de la obra, considerando el tipo de terreno, la zona de influencia y el tipo de uso del suelo.

1.1. **ALCANCE DEL DISEÑO:** El presente proyecto comprende el diseño de la estructura de drenaje, la instalación de las tuberías de conducción y la instalación de las bocanillas de salida.

1.2. **REQUISITOS DEL DISEÑO:** El presente proyecto debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Obras de Ingeniería Civil, en el Reglamento de Obras de Drenaje y en el Reglamento de Obras de Estructuras.

1.3. **CONDICIONES DEL TERRENO:** El terreno de la obra es plano y tiene una pendiente del 0.5%.

1.4. **CONDICIONES DEL CLIMA:** El clima de la zona es templado.

1.5. **CONDICIONES DEL AGUA:** El agua de lluvia que cae sobre el área de influencia de la obra es la que se debe considerar en el diseño de la estructura de drenaje.

1.6. **CONDICIONES DEL DISEÑO:** El presente proyecto debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Obras de Ingeniería Civil, en el Reglamento de Obras de Drenaje y en el Reglamento de Obras de Estructuras.

1.7. **CONDICIONES DEL MATERIAL:** El material que se utilizará en la construcción de la estructura de drenaje es el concreto armado.

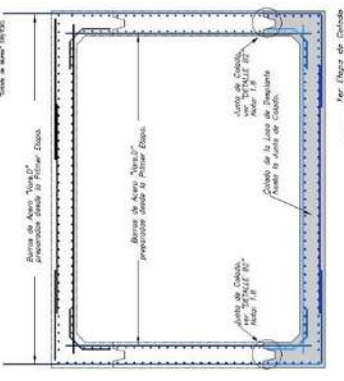
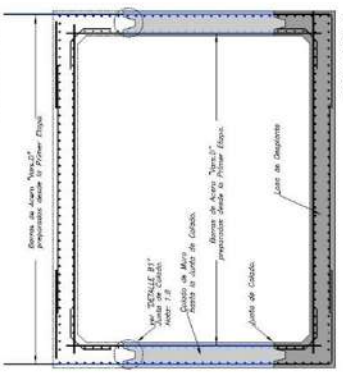
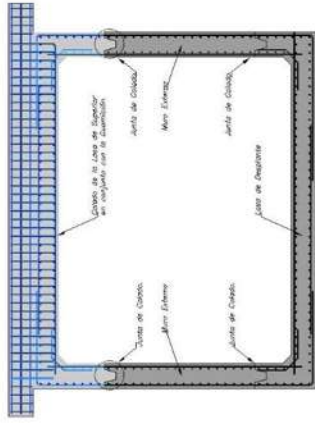
1.8. **CONDICIONES DEL MANTENIMIENTO:** La estructura de drenaje debe ser fácil de mantener y reparar.

1.9. **CONDICIONES DEL COSTO:** El presente proyecto debe ser económico y rentable.

1.10. **CONDICIONES DEL TIEMPO:** El presente proyecto debe ser ejecutado en el menor tiempo posible.

PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO
PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO
PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO
PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	PROYECTISTA ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO	REVISOR ING. RAYMUNDO M. ASCENCIO

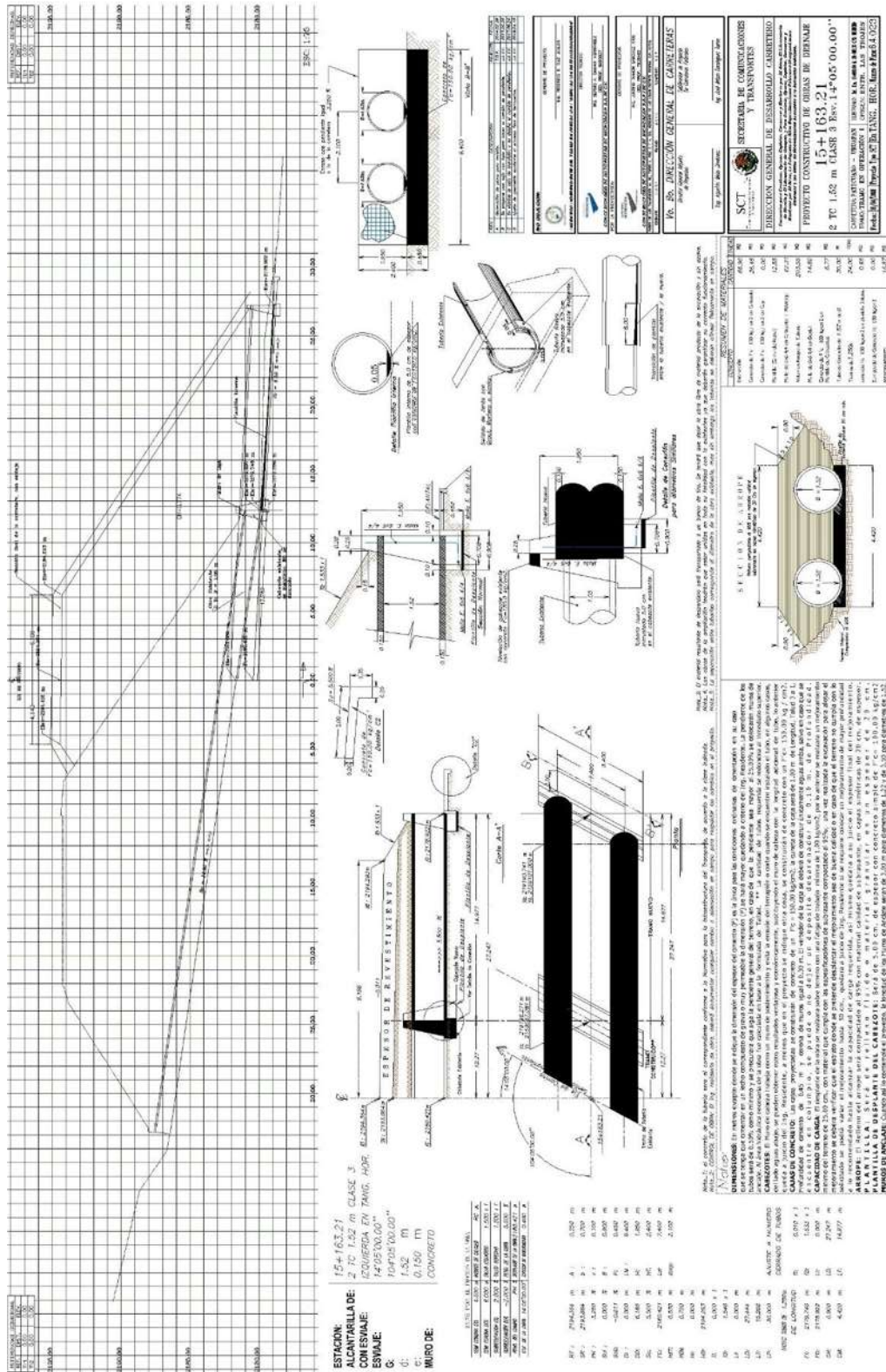
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO CARRETERO
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE OBRAS DE DRENAJE
C. 3,500 x 3,000 m. Esv. 19° 10' 00.00" T2Q
PLANO DE EMBECIMIENTO CONSTRUCTIVO
COPILATERAL - URBANIZADO - SECCION EN TIRADA
Escala: 1:100
Fecha: 15/05/2024



NO.	DESCRIPCION	FECHA
1	REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D) PÁTZCUARO – URUAPAN.	15/05/2024
2	REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D) PÁTZCUARO – URUAPAN.	15/05/2024
3	REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D) PÁTZCUARO – URUAPAN.	15/05/2024
4	REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D) PÁTZCUARO – URUAPAN.	15/05/2024
5	REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y SU PROLONGACIÓN SOBRE EL CUERPO NUEVO DE LA AMPLIACIÓN EN LA CARRETERA FEDERAL DE CUOTA (14-D) PÁTZCUARO – URUAPAN.	15/05/2024

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

6.3. Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**7. PROCESO CONSTRUCTIVO AMPLIACIÓN OBRAS DE DRENAJE.**

En esta sección se presenta el proceso constructivo para la ampliación de acuerdo a los proyectos presentados anteriormente.

7.1. Bóveda de concreto hidráulico 4.00 m X 3.00 m km. 10+121.69.

- Relleno de mejoramiento.

Se retirara el material que quede por debajo del desplante de la estructura hasta el nivel indicado en el plano de geometría, una vez retirado dicho material se realizara un mejoramiento con material granular (características de base hidráulica) inerte el cual deberá de construirse en capas no mayores de 25 cm de espesor, compactado al 100 % de su peso volumétrico seco máximo, determinado por la prueba aashto modificada hasta alcanzar el espesor de proyecto. El tamaño máximo será de setenta y cinco (75) mm (3") obtenido del banco que cumpla con la normativa cmt-4.02.002/11, el material deberá ser cien (100) por ciento producto de la trituración de roca sana.

- Plantilla de desplante.

La estructura se apoyará en una base firme y uniforme formada por una plantilla de concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm. a lo largo de la longitud de la obra. al terminar esta etapa se procederá a realizar los armados de la losa de desplante incluyendo las varillas de los muros laterales.

- Rellenos laterales.

Se formará en capas horizontales de 15 cm. de espesor con el material especificado para subrasante compactadas según se considera en el cuerpo de terraplén con su humedad optima, cuidando que la altura de los rellenos sea la misma en todo momento, esto se logrará colocando simultáneamente cada capa en los apoyos laterales. Este procedimiento se puede llevar a cabo con equipo manual mecánico para los acostillados y de compactación convencional ligero.

- Material filtrante

Se colocará grava en un espesor de 50.00 cm y tamaño de agregado de 3/4" a lo largo de la estructura, iniciando su colocación a una altura de 75 cm medida a partir del nivel de desplante de la estructura, dicho material se colocara a la par con los rellenos laterales.

- Dren de PVC.

drenes de pvc de 2 1/2" de diámetro, se colocaran a una distancia inicial de 75 cm, medida a partir del nivel de desplante de la estructura, y posteriormente a 100 cm de separación en la vertical, quedando el ultimo dren a una distancia de 150 cm por

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

debajo del nivel inferior de la losa superior, la separación a lo largo de la obra será a cada 300 cm, iniciando a 100 cm del paño de la estructura, el dren deberá sobresalir 5 cm del paño interior de los muros, para evitar el escurrimiento sobre los mismos.

- Relleno sobre la estructura.

se realizará en capas horizontales de 30 cm. de espesor, el material será el recomendado para cuerpo de terraplén, capa subyacente o subrasante con densidad máxima de 1.65 ton/m³ y Angulo de fricción interna igual o mayor a 32°, compactado según se tenga considerada esta capa en el proyecto de terracerías con su humedad optima, operación que se deberá llevar a cabo utilizando equipo ligero (equipo manual o mecánico ligero) hasta la altura mínima recomendada (1.50 m.); salvando dicho espesor se procederá a la construcción del cuerpo del terraplén con los materiales, espesores y compactaciones solicitadas en el proyecto constructivo del camino cuidando que la densidad de los materiales nunca será mayor a 1.65 ton/m³. En esta etapa se podrá utilizar equipo de compactación convencional, excepto equipo pesado de construcción hasta 2.00 m, de altura máxima de la losa de la estructura.

- Habilitado de la estructura para el paso de vehículos pesados.

Para el caso cuando el proyecto de la estructura contemple un espesor de 20 cm y/o a nivel de losa, se construirá un terraplén provisional de 90 cm de espesor compactado en capas de 30 cm con equipo ligero, una vez construido dicho terraplén se abrirá paso a vehículos pesados, cuando se transite maquinaria tipo vibratoria estos deberán pasar con el vibro no activo.

- Indicadores del límite del terraplén provisional para el acceso a la estructura.

Se colocaran varillas con una banderilla color rojo a mínimo 500 cm antes y después de la estructura, lo anterior se les comunicara a los operadores de maquinaria pesada en especial a los de equipos vibratorios, para que tomen la precaución de no pasar con el vibro activo dentro de estos límites, el encargado de seguridad deberá ser quien supervise que lo anterior se cumpla en caso de desaparición de los indicadores estos deberán de reponerse cuantas veces sea necesario.

- Junta de colado.

Antes de reanudar el colado de concreto, se limpiara la junta de toda suciedad y/o material que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá de producir alteraciones apreciables en la adherencia entre el concreto y los agregados. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

- Cuerpo de terraplén.

Antes de iniciar el cuerpo del terraplén, se debe de garantizar que la obra quede aprochada correctamente.



Figura 31. Para el caso de la bóveda se realiza el cimbrado con madera dando la geometría, el habilitado de la parrilla de acero de refuerzo y las correspondientes calzas para garantizar el recubrimiento del acero.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 32. Cimbrado de la bóveda respetando la geometría de proyecto.



Figura 33. Cimbrado de la bóveda respetando la geometría de proyecto.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 34. Habilitado de acero.



Figura 35. cimbrado de remates en bóveda.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 36. Colado de bóveda.



Figura 37. Revisión del concreto fresco y elaboración de especímenes para ensayos de resistencia.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 38. Colado de bóveda, mediante bombeo con un concreto de revenimiento 14 cm.



Figura 39. Colado de bóveda.



Figura 40. Curado de la losa al terminar el colado de concreto hidráulico-



Figura 41. Descimbrado de bóveda, e inicio del habilitado y cimbrado de aleros aguas abajo.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 42. Habilitado de acero en aleros nuevos con liga a los aleros existentes.



Figura 43. Colado de aleros aguas abajo.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 44. Colado de aleros aguas abajo.



Figura 45. Colado de zampeado de concreto.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 46. Cimbrado de aleros nuevos con liga a los aleros existentes.



Figura 47. Habilitado de malla electrosoldada y cimbrado para colado de zampeado de concreto aguas abajo.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 48. Descimbrado de aleros nuevos con liga a los aleros existentes.



Figura 49. Vista aguas arriba de la bóveda de concreto terminada.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 50. Vista aguas debajo de la bóveda de concreto terminada.



Figura 51. Vista frontal aguas arriba de la bóveda de concreto terminada.

7.2. Cajón de concreto hidráulico km. 12+971.60.



Figura 52. Trazo del eje de la obra de drenaje y mejoramiento del desplante.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 53. Revisión del grado de compactación en capa de mejoramiento.



Figura 54. Colado de plantilla y habilitado de acero en parrilla de losa inferior.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 55. Habilitado de acero para losa inferior y muros laterales.



Figura 56. Colado de losa inferior, y detalle de junta fría tipo machimbrado entre losa inferior y muros laterales.



Figura 57. Habilitado de acero y cimbrado de muros laterales.



Figura 58. Colado de muros laterales.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 59. Cimbrado, habilitado y colado de losa superior.



Figura 60. Colado de losa superior.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 61. Habilitado de acero y cimbrado en aleros.



Figura 62. Cimbrado de aleros.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 63. Colado de aleros.



Figura 64. Colado de zampeado de concreto.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 65. Colado de aleros nuevos sobre aleros existentes.



Figura 66. Colado de aleros nuevos con liga a los aleros existentes.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 67. Colado de aleros nuevos sobre aleros existentes.



Figura 68. Limpieza de muros laterales e instalación de los drenes de pvc sobre los coples que se dejaron en el cimbrado.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 69. Vista de la obra de drenaje tipo cajón terminada.



Figura 70. Vista frontal de la obra de drenaje terminada, en espera de los trabajos de terracerías.

7.3. Tubo de concreto diámetro 1.52 m (2) km.15+163.21.



Figura 71. Ubicación del eje de proyecto y trazo para el mejoramiento del desplante.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 72. Suministro y colocación de cama de arena para sobre ella colocar los tubos de concreto.



Figura 73. Suministro y colocación de tubos de concreto de acuerdo a lo indicado en el proyecto., sobre la cama de arena.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 74. Se realiza el habilitado de la malla de acero, cimbrado y colado de cabezote.



Figura 75. Se realiza el habilitado de la malla de acero, cimbrado y colado de cabezote (vista lateral).

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 76. Colado del cabezote



Figura 77. Descimbrado de cabezote en vista lateral.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 78. Descimbrado de cabezote en vista anterior.



Figura 79. Colado del delantal aguas abajo.



Figura 80. Inicio de aproches por capas con material calidad subrasante.



Figura 81. Inicio de aproches por capas con material calidad subrasante.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 82. Compactación del material calidad subrasante, en capas para el aproche de los tubos de concreto.



Figura 83. Tubos de concreto aprochados con material de calidad subrasante.

8. CONCLUSIONES.

Para la correcta ejecución de un proyecto de ampliación se vuelve indispensable la revisión del correcto funcionamiento de todos los elementos existentes.

En este caso la revisión y adecuación de los drenajes existentes se convierte en un trabajo importante para garantizar la operación futura de la autopista.

Las obras de drenaje transversal son vitales ya que una falla de las mismas puede comprometer la vida de los usuarios y generar gastos adicionales no contemplados por fallas del cuerpo nuevo derivadas de un mal diseño o incluso el colapso de la autopista en puntos de cruce con cuerpos de agua.

De las obras aquí presentadas se puede observar que a pesar de los 19 años que tiene operando la autopista, solamente se detecta la falta de mantenimiento en cuanto a la conservación de las entradas y salidas de las obras de drenaje.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Los proyectos ejecutados después de la revisión y adecuación a las obras existentes se cree garantizaran la correcta operación de la autopista con un cuerpo nuevo.

Es importante señalar que la calidad en la ejecución de los procesos constructivos garantizan la vida útil de la obra y por tanto disminuyen los costos de operación y mantenimientos que pudieran existir en un futuro.

9. REFERENCIAS.

- N-PRY-CAR-4-01-001-16 “Ejecución del Proyecto de Obras Menores de Drenaje”
- M-PRY-CAR-4-01-002-16 “Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje”
- N-PRY-CAR-4-01-002-16 “Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje”
- M-PRY-CAR-4-01-003-16 “Diseño Estructural de Obras Menores de Drenaje”
- N-PRY-CAR-4-01-003-16 “Diseño Estructural de Obras Menores de Drenaje”
- N-PRY-CAR-4-02-001/16 “Ejecución del Proyecto de Obras Complementarias de Drenaje”
- Guía para el cálculo de obras de drenaje en carreteras, Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, dirección general de carreteras federales. Ing. Carlos Ayala S, Ing. Ricardo Revelo P., Ing. Candido Mondragon R.
- Manual de drenaje para caminos rurales, Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. M. en I. Fernando Olivera B.