



**UNIVERSIDAD
MICHOCANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“CARRETERA CHUPÍCUARO-JÉRUCO”

TRAMO: CHUPÍCUARO-JÉRUCO

DEL KM 0.000 AL 3.878.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

Presenta:

JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ LARA

Asesor:

M. C. PATRICIA ARAIZA CHÁVEZ

MORELIA, MICHOCÁN, ENERO DEL 2019





DEDICATORIA:

A mis familia y amigos que en todo momento me han brindado de su apoyo incondicional y que me han motivado siempre a salir adelante.

AGRADECIMIENTOS:

A mi padre **Rigoberto Sánchez Montes de Oca** que siempre me ha guiado por el buen camino y me ha convertido en el hombre que hoy soy.

A mi madre **Alejandra Lara Nateras** es una persona muy honesta y cariñosa me ha enseñado que siempre se debe de estar bien con las personas y con dios para ser feliz.

A mis hermanas **Adriana Sánchez Lara y Alejandra Sánchez Lara** que desde que éramos pequeños nos cuidamos entre nosotros y que sé que en cualquier momento puedo darles y pedirles de su apoyo.

A mi novia **Estefanía Melissa Medina Navarro** que desde que llegó a mi vida me ha convertido en una mejor persona, más humana y sensible.

A TODOS USTEDES GRACIAS POR TODO, LOS QUIERO MUCHO.....



Contenido

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
1.-ANTECEDENTES.....	9
UBICACIÓN.....	9
ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.....	9
• CUITZEO DEL PORVENIR.....	12
TOPONOMÍA.....	12
DEMOGRAFÍA.....	14
ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	15
MICHOACÁN EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	15
TABLA DE LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS DE MICHOACÁN.....	17
ACTIVIDAD ECONOMICA EN CUITZEO.....	18
OROGRAFÍA.....	18
• MICHOACÁN DE OCAMPO.....	18
PRINCIPALES CERROS EN MICHOACÁN.....	20
TOPOGRAFÍA EN MICHOACÁN.....	22
OROGRAFÍA DE CUITZEO DEL PORVENIR.....	23
LAGO DE CUITZEO.....	25
2.-PROYECTO GEOMETRICO.....	26
CARRETERAS.....	26
PROYECTO GEOMÉTRICO.....	27
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	27
DESCRIPCION DEL RELIEVE DEL AREA EN ESTUDIO.....	28
CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO.....	30
CARACTERÍSTICAS QUE SE DEBEN DE CUMPLIR PARA SATISFACER UN CAMINO TIPO C.....	31
VELOCIDAD DE PROYECTO.....	32
3.-ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	34
CURVAS HORIZONTALES.....	37
FÓRMULAS PARA CALCULAR LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES.....	39
CÁLCULO DE CURVAS HORIZONTALES.....	41
4.-ALINEAMIENTO VERTICAL.....	44



ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL.....	45
PENDIENTE GOBERNADORA.....	46
PENDIENTE MÁXIMA.....	46
PENDIENTE MÍNIMA.....	46
PENDIENTE TRANSVERSAL.....	46
CURVAS VERTICALES.....	46
CÁLCULO DE CURVAS VERTICALES.....	49
3ER CURVA DEL PROYECTO.....	49
5.-SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN.....	52
Elementos que conforman la sección transversal.....	52
• CORONA.....	52
• RASANTE.....	53
• PENDIENTE TRANSVERSAL.....	53
• BOMBEO.....	53
• SOBREVACION.....	53
• TRANSICIÓN DE BOMBEO A SOBREVACIÓN.....	53
• CALZADA.....	53
• ACOTAMIENTO.....	54
• SUB-CORONA.....	54
• CUNETAS Y CONTRA-CUNETAS.....	55
• CUNETAS.....	55
• TALUD.....	57
Partes complementarias de la sección transversal.....	57
• GUARNICIONES Y BORDILLOS.....	57
• LAVADEROS.....	59
• OBRAS DE ALIVIO.....	61
6.-CURVA MASA.....	63
PROCEDIMIENTO PARA ELABRAR LA CURVA MASA.....	63
PROPIEDADES DE LA CURVA MASA.....	63
7.-ALCANTARILLAS.....	74
DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA.....	75
CÁLCULO DE ÁREAS HIDRÁULICAS PARA OBRAS DE DRENAJE.....	75
CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS.....	76



MÉTODOS PARA DETERMINAR GASTO DE DISEÑO.....	78
Método Americano	78
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	79
8.-CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS.....	92



RESUMEN.

EL presente trabajo es la elaboración del proyecto geométrico carretero con categoría camino Tipo "C", (camino vecinal) que se llevó a cabo en el municipio de Cuitzeo del Porvenir en las localidades de Chupícuaro y Jéruco con una meta de 3.878 km. En la elaboración del proyecto se consideraron todos los factores para validar el proyecto ante la SCT; Tales como: Levantamiento Topográfico, TPDA, Estudio Geotécnico, Estudio Hidrológico, Estudio del Impacto Ambiental para que arrojará datos confiables para posteriormente calcular la infraestructura del camino.

Todos se apegó a las normas establecidas por la SCT para su correcta validación.

El camino representa una ruta alterna para los usuarios que van de la carretera federal No. 43 y que desean integrarse a la carretera estatal No.23 del estado de Michoacán de Ocampo evitando pasar por el pueblo mágico de Cuitzeo del Porvenir teniendo un ahorro en tiempo estimado de 20 minutos.

- **TIEMPO.**
- **ESTUDIO.**
- **TOPOGRÁFICO.**
- **CAMINO.**
- **CUITZEO.**



ABSTRACT.

The present work is the elaboration of the road geometric project with categorical way "C", (local road) that took place in the municipality of Cuitzeo del Porvenir in the towns of Chupicuario and Jeruco with a goal of 3,878 km. In the elaboration of the project, all the factors to validate the project before the SCT were considered; Such as: Topographic Survey, TPDA, Geotechnical Study, Hydrological Study, Environmental Impact Study to yield reliable data to later calculate the infrastructure of the road.

Everyone followed the rules established by the SCT for its correct validation.

The road represents an alternate route for users who go from the federal highway No. 43 and who wish to join the state highway No.23 avoiding passing through the magical town of Cuitzeo del Porvenir having an estimated time savings of 20 minutes.



INTRODUCCIÓN.

La importancia de los caminos es llevar a sus usuarios de un lugar **A** a un lugar **B** principalmente en un tiempo adecuado y de modo seguro.

En este proyecto se optó por las dos características antes mencionadas; la realización de cualquier camino tiene un proceso ya establecido por la SCT para generar correctamente la elaboración de un Proyecto Geométrico Carretero. Se tiene que tener la información del terreno natural para después poder procesar un eje de proyecto, considerando las restricciones técnicas que dictaminan las normas para que el camino sea cómodo y seguro al momento de transitarlo.

En la elaboración de un Proyecto hay que tener el conocimiento previo de las partes de un camino como los son: la calzada, los acotamientos, las cunetas, guarniciones, bordillos, lavaderos, obras de alivio, alcantarillas curvas horizontales y verticales, la pendiente máxima y mínima al igual que la pendiente gobernadora; saber identificar los cortes, así como la elaboración de terraplenes.

Teniendo el conocimiento de lo anterior mencionado se puede proseguir a proyectar un camino; Cabe mencionar que un camino se rige principalmente por dos cuestiones técnicas:

- Velocidad de Proyecto
- Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

A tendiendo a estas dos cuestiones se puede clasificar un camino como camino tipo "A", camino tipo "B" y camino tipo "C".

Cada camino tienes sus alcances, así como sus restricciones técnicas que nos recomienda la normatividad de la SCT.

EL camino en estudio se trata de un camino Tipo "C", con una velocidad máxima de 50 km/hr. y un tránsito diario de entre 500 a 1500 vehículos diarios.



1.-ANTECEDENTES.

UBICACIÓN.

ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

El Estado de Querétaro se encuentra ubicado en el centro oeste geográfico de la República Mexicana sus coordenadas geográficas extremas son: Al Norte 20° 23' 40", al Sur 17° 54' 54" de latitud Norte, Al Este 100°03' 47" y al Oeste 103° 44' 17"de longitud Oeste.

Michoacán de Ocampo colinda al norte con Jalisco, Guanajuato y Querétaro; al este con Querétaro, México y Guerrero; al sur con Guerrero y el Océano Pacifico; al oeste con el Océano Pacifico, Colima y Jalisco.

El Estado de Michoacán representa el 2.99 % de la superficie del país y ocupa el lugar 16 de acuerdo a la extensión territorial con un área de 59,928 km².



Figura 1. Mapa de la República Mexicana y Michoacán



**División geoestadística municipal
 y coordenadas geográficas de las cabeceras municipales**

Cuadro 1.2

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (mnm)
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
001	Acuitzio	Acuitzio del Canje	19	29	34	101	19	57	2 075
002	Aguilla	Aguilla	18	44	10	102	47	15	920
003	Álvaro Obregón	Álvaro Obregón	19	49	24	101	02	18	1 844
004	Angamacutiro	Angamacutiro de la Unión	20	09	01	101	42	31	1 702
005	Angangueo	Mineral de Angangueo	19	37	04	100	17	08	2 579
006	Apatzingán	Apatzingán de la Constitución	19	05	19	102	21	03	325
007	Aporo	Aporo	19	40	11	100	24	35	2 280
008	Aquila	Aquila	18	35	57	103	30	15	200
009	Ario	Ario de Rosales	19	12	26	101	42	29	1 910
010	Arteaga	Arteaga	18	21	27	102	17	21	837
011	Brisas	Brisas de Matamoros	20	16	07	102	33	41	1 528
012	Buenavista	Buenavista Tomatlán	19	12	34	102	35	11	452
013	Carácuaro	Carácuaro de Morelos	19	01	00	101	07	34	538
021	Charapan	Charapan	19	39	02	102	15	12	2 360
022	Charo	Charo	19	44	46	101	02	41	1 898
023	Chavinda	Chavinda	20	00	26	102	27	33	1 587
024	Cherán	Cherán	19	41	12	101	57	17	2 377
025	Chilchota	Chilchota	19	50	47	102	07	07	1 777
026	Chinicilla	Villa Victoria	18	45	27	103	22	03	677
027	Chucándiro	Chucándiro	19	54	01	101	19	54	1 850
028	Churintzio	Churintzio	20	08	59	102	03	49	1 867
029	Churumuco	Churumuco de Morelos	18	39	41	101	38	47	200
014	Coahuayana	Coahuayana de Hidalgo	18	41	48	103	39	43	23
015	Coalcomán de Vázquez	Coalcomán de Vázquez							
	Pallares	Pallares	18	46	39	103	09	36	1 020
016	Coeneo	Coeneo de la Libertad	19	49	16	101	35	03	2 030
074	Cojumatlán de Régules	Cojumatlán de Régules	20	07	06	102	51	03	1 544
017	Contepec	Contepec	19	57	14	100	09	49	2 497
018	Copándaro	Copándaro de Galeana	19	53	32	101	12	49	1 837
019	Cotija	Cotija de la Paz	19	48	36	102	42	17	1 640
020	Cuitzeo	Cuitzeo del Porvenir	19	58	09	101	08	24	1 837
030	Ecuandureo	Ecuandureo	20	09	43	102	11	31	1 570
031	Epitacio Huerta	Epitacio Huerta	20	08	05	100	17	34	2 480
032	Erongarícuaro	Erongarícuaro	19	35	16	101	43	14	2 071

(Continúa)

<1/3>

Michoacán de Ocampo cuenta con 113 municipios



. Tabla 1.1 Municipios de Michoacán de Ocampo

División geostatística municipal
 y coordenadas geográficas de las cabeceras municipales

Cuadro 1.2

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (msnm)
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
033	Gabriel Zamora	Lombardía	19	09	29	102	03	04	648
034	Hidalgo	Ciudad Hidalgo	19	41	30	100	33	13	2 080
036	Huandacábaro	Huandacábaro	19	59	24	101	16	32	1 846
037	Huánuco	Huánuco de Morelos	19	53	57	101	30	17	2 044
038	Huelamo	Huelamo de Núñez	18	37	37	100	53	50	301
039	Huiramba	Huiramba	19	32	42	101	26	11	2 101
040	Indápetaro	Indápetaro	19	47	16	100	58	07	1 921
041	Irímbo	Irímbo	19	41	57	100	28	42	2 167
042	Itáim	Itáim de los Hervores	20	10	12	102	23	54	1 664
043	Jacona	Jacona de Plascencia	18	57	20	102	18	10	1 577
044	Jiménez	Villa Jiménez	19	55	23	101	44	48	2 018
045	Jiquilpan	Jiquilpan de Juárez	19	59	39	102	43	02	1 542
113	José Sixto Verdugo	Pastor Ortiz	20	18	10	101	35	48	1 294
046	Juárez	Benito Juárez	19	16	51	100	26	00	1 321
047	Jungapeo	Jungapeo de Juárez	19	27	30	100	29	36	1 300
035	La Higuera	La Higuera	18	57	44	101	48	23	479
069	La Piedad	La Piedad de Cabadas	20	20	21	102	01	30	1 689
048	Lagunillas	Lagunillas	19	33	45	101	24	57	2 100
062	Lázaro Cárdenas	Ciudad Lázaro Cárdenas	17	57	22	102	11	32	10
075	Los Reyes	Los Reyes de Salgado	18	35	24	102	28	27	1 306
049	Madero	Villa Madero	19	23	28	101	16	48	2 182
060	Masaviata	Masaviata de Ocampo	19	53	38	100	28	34	2 020
051	Marcos Castellanos	San José de Gracia	19	59	21	103	01	32	1 671
063	Morelia	Morelia	19	42	08	101	11	08	1 920
064	Morelos	Villa Morelos	20	00	12	101	24	52	2 299
065	Múgica	Nueva Italia de Ruiz	19	01	30	102	05	38	418
066	Nahuatzen	Nahuatzen	18	39	13	101	54	57	2 414
067	Nocupétaro	Nocupétaro de Morelos	18	02	37	101	09	45	664
058	Nuevo Parangaricutiro	Nuevo San Juan Parangaricutiro	19	25	00	102	07	43	1 877
068	Nuevo Urecho	Nuevo Urecho	19	09	56	101	52	05	741
080	Numarán	Numarán	20	15	21	101	58	53	1 883
061	Ocampo	Ocampo	19	34	58	100	20	20	2 300
062	Pajacuán	Pajacuán	20	07	04	102	34	00	1 521
063	Panindícutaro	Panindícutaro	19	59	04	101	45	40	1 819
065	Paracho	Paracho de Verdugo	18	38	38	102	02	54	2 220
064	Parícutaro	Parícutaro	19	08	47	102	13	10	600
066	Pátzcuaro	Pátzcuaro	19	30	59	101	36	35	2 140
067	Peribán	Peribán de Degollado	20	06	14	101	56	00	1 700
068	Peribán	Peribán de Ramos	19	31	15	102	24	54	1 633
070	Purépero	Purépero de Echáiz	19	54	38	102	00	25	2 008
071	Purisimilco	Purisimilco	20	05	17	101	30	57	1 857
072	Queréndaro	Queréndaro	19	48	35	100	53	38	1 840
073	Quiroga	Quiroga	19	39	57	101	31	23	2 080
075	Sahuayo	Sahuayo de Morelos	20	03	27	102	43	26	1 543
079	Salvador Escobedo	Santa Clara del Cobre	19	24	19	101	38	18	2 227
077	San Lucas	San Lucas	18	35	22	100	47	08	302
078	Santa Ana Moya	Santa Ana Moya	20	00	26	101	01	16	1 835
080	Senguío	Senguío	19	43	58	100	21	08	2 268
061	Susupulco	Susupulco de Guerrero	19	12	53	100	24	24	1 262
082	Tacámbaro	Tacámbaro de Codallos	19	14	08	101	27	25	1 654
083	Tancitaro	Tancitaro	19	20	15	102	21	47	2 064
084	Tangamandapio	Santiago Tangamandapio	19	57	23	102	25	58	1 658
085	Tangiacuaro	Tangiacuaro de Arriba	19	53	20	102	12	18	1 709
086	Tanhuato	Tanhuato de Guerrero	20	16	55	102	18	55	1 543
087	Taretán	Taretán	19	20	02	101	55	06	1 140
088	Tarímbaro	Tarímbaro	19	47	37	101	10	38	1 869
089	Tepalcatepec	Tepalcatepec	19	11	21	102	50	45	370
090	Tingambato	Tingambato	19	30	07	101	51	08	1 981

{Continúa}

<2/3>

. Tabla 1.2 Municipios de Michoacán de Ocampo



**División geoestadística municipal
y coordenadas geográficas de las cabeceras municipales**

Cuadro 1.2

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (msnm)
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
091	Tingüindín	Tingüindín	19	44	19	102	28	56	1 683
092	Tiquicheo de Nicolás Romero	Tiquicheo	18	54	02	100	44	15	378
093	Tlalpujahuá	Tlalpujahuá de Rayón	19	48	18	100	10	28	2 585
094	Tlazazalca	Tlazazalca	19	58	14	102	03	20	1 803
095	Tocumbo	Tocumbo	19	42	10	102	31	19	1 604
096	Tumbiscatio	Tumbiscatio de Ruiz	18	31	29	102	22	36	900
097	Turicato	Turicato	19	03	13	101	25	14	738
098	Tuxpan	Tuxpan	19	34	00	100	27	46	1 728
099	Tuzantla	Tuzantla	19	12	27	100	34	25	598
100	Tzitzuntzan	Tzitzuntzan	19	37	42	101	34	44	2 047
101	Tzitzio	Tzitzio	19	35	08	100	55	23	1 541
102	Uruapan	Uruapan	19	25	10	102	03	30	1 620
103	Verustilano Carranza	Verustilano Carranza	20	06	43	102	39	52	1 527
104	Villamar	Villamar	20	01	10	102	35	46	1 525
105	Vista Hermosa	Vista Hermosa de Negrete	20	16	22	102	28	50	1 530
106	Yurécuaro	Yurécuaro	20	20	15	102	16	59	1 540
107	Zacapu	Zacapu	19	49	00	101	47	27	1 980
108	Zamora	Zamora de Hidalgo	19	59	08	102	16	59	1 577
109	Zináparo	Zináparo	20	10	23	101	59	51	1 831
110	Zinapécuaro	Zinapécuaro de Figueroa	19	51	31	100	49	38	1 887
111	Ziracuaretiro	Ziracuaretiro	19	24	55	101	54	48	1 340
112	Zitácuaro	Heróica Zitácuaro	19	26	17	100	21	32	1 942

<3/3>

. Tabla 1.3 Municipios de Michoacán de Ocampo

- CUITZEO DEL PORVENIR.

TOPONOMÍA.

Cuitzeo, proviene de la palabra tarasca CUISEO que significa "lugar de tinajas". En documentos posteriores al siglo XVI ya aparece escrito CUITZEO, con lo que se incorpora a "cuis", tinaja, "itzi" que tiene el significado de agua, con el que Cuitzeo viene a significar "lugar de tinajas de agua", o mejor Cuitzeo de la laguna.

Reseña Histórica

Durante la época prehispánica, recibió la influencia de varias culturas, como la de Chupícuaro, Teotihuacana y Tolteca. Más tarde formó parte de los pueblos conquistados por el señorío tarasco.

Con el dominio español, Cuitzeo pasa a ser encomienda de Gonzalo López y posteriormente, a finales del siglo XVI, se constituye en "República de Indias". En la época colonial, Cuitzeo recibe la conquista espiritual a través de los frailes agustinos Francisco de Villafuerte y Miguel de Alvarado, quienes inician la construcción del convento en el año de 1550, considerándose el 1º. de Noviembre, la fundación de Cuitzeo colonial.



En la primera Ley Territorial de 1825, aparece como partido del Departamento Norte y el 10 de diciembre de 1831, es elevado a la categoría de municipio. Perteneció al partido de Puruándiro y en 1863 al Distrito de Morelia. En 1861, se denominó a su cabecera "Villa de Cuitzeo del Porvenir".

Localización

Está situado entre los paralelos 19°52' y 20°06' de latitud norte; los meridianos 101°01'y 101°13' de longitud oeste; altitud entre 1 900 y 2 500 m. Colinda al norte con el estado de Guanajuato y el municipio de Santa Ana Maya; al este con los municipios de Santa Ana Maya y Álvaro Obregón; al sur con los municipios de Álvaro Obregón, Tarímbaro y Copándaro; al oeste con los municipios de Copándaro y Huandacareo y el estado de Guanajuato. Ocupa el 0.43% de la superficie del estado.

Cuenta con una población de 28 227 habitantes de acuerdo al último censo del INEGI 2010 ; siendo una mayoría de mujeres con 14, 974 y 13,253 de hombres.

Cuitzeo del Porvenir cuenta con 37 localidades

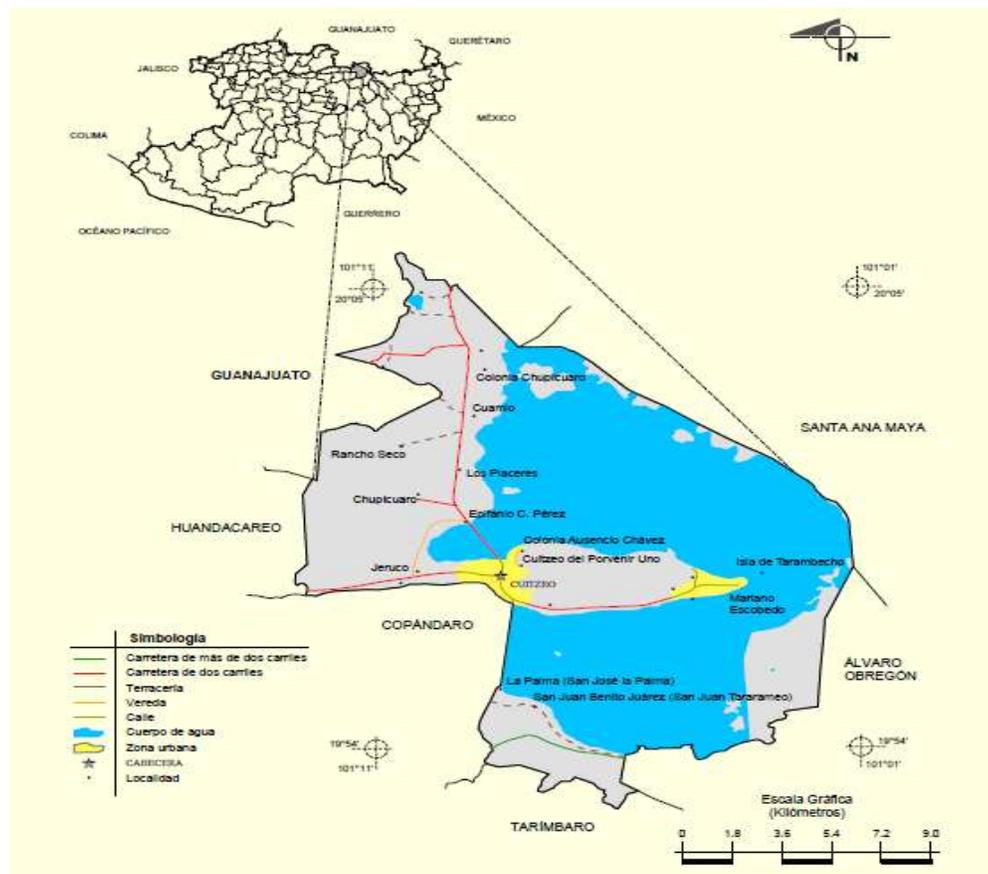


Figura 2. Mapa de Cuitzeo del Porvenir.



DEMOGRAFÍA.

Considerando demografía como el conjunto de personas que residen en el país en el momento de la entrevista, ya sean nacionales o extranjeros. Se incluye a los mexicanos que cumplen funciones diplomáticas fuera del país y a los familiares que vivan con ellos; así como a los que cruzan diariamente la frontera para trabajar en otro país, y también a la población sin vivienda. No se incluye a los extranjeros que cumplen con un cargo o misión diplomática en el país ni a sus familiares.

Michoacán de Ocampo cuenta según datos del INEGI al 2010 con 4 351 037 habitantes siendo un total de mujeres de 2 248 928 y un total de hombres de 2 102 109. ; Teniendo una población mayormente joven entre la edad de 15 a 19 años teniendo un total de 453 827 jóvenes.

**Población total por grupo quinquenal de edad según sexo
 Al 12 de junio de 2010**

Cuadro 3.1

Grupo quinquenal de edad	Total	Hombres	Mujeres
Total	4 351 037	2 102 109	2 248 928
0 a 4 años	425 698	215 617	210 081
5 a 9 años	434 860	220 017	214 843
10 a 14 años	443 721	223 553	220 168
15 a 19 años	453 827	224 452	229 375
20 a 24 años	392 338	185 190	207 148
25 a 29 años	322 064	150 160	171 904
30 a 34 años	303 108	141 058	162 050
35 a 39 años	290 448	136 834	153 614
40 a 44 años	247 704	115 521	132 183
45 a 49 años	212 627	99 106	113 521
50 a 54 años	188 305	88 214	100 091
55 a 59 años	147 873	71 049	76 824
60 a 64 años	122 961	58 031	64 920
65 a 69 años	96 347	45 789	50 558
70 a 74 años	83 990	39 343	44 647
75 a 79 años	58 813	28 096	30 717
80 a 84 años	40 032	18 583	21 449
85 a 89 años	23 160	10 696	12 464
90 a 94 años	8 949	4 017	4 932
95 a 99 años	3 839	1 652	2 187
100 y más años	1 048	451	595
No especificado	49 337	24 680	24 657

n 2011.5

Tabla 2. Habitantes en Número



Con respecto al municipio en estudio Cuitzeo se tiene el dato por parte de INEGI siendo el censo del año 2015, una población de 28 227, siendo un total de mujeres de 14 974 y un total de hombres de 13 253.

ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Las actividades económicas son procesos productivos que a través del uso de factores de producción crean bienes y servicios para satisfacer las necesidades de los consumidores en una economía.

Tipos de actividad económica:

- Actividades económicas primarias: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, caza y minería.
- Actividades económicas secundarias: industrias manufactureras, construcción y generación y distribución de agua, electricidad y gas.
- Actividades económicas terciarias: comercio al por menor, bienes raíces, actividades gubernamentales y judiciales, seguros y servicios financieros, servicios de salud, medios de comunicación, transporte y almacenamiento, servicios educativos, hoteles y restaurantes, telecomunicaciones.

MICHOACÁN EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA

La economía michoacana se basa en gran medida de la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y artesanía. Destacan sus cultivos de aguacate, los más productivos del país y mundiales. El estado también es un gran productor de garbanzo, ajonjolí y sorgo. Destaca nacionalmente por su liderazgo en frutos, principalmente el mencionado aguacate o palta, durazno, fresa, guayaba, limón, mango, melón, papaya, toronja y zarzamora.

En cuanto a ganadería se distingue por ser un importante productor de ganado bovino y en cuanto a la minería 32 de sus municipios tienen yacimientos importantes de oro, plata, plomo, zinc, barita y cobre.

También está presente la industria siderúrgica establecida en el Puerto de Lázaro Cárdenas, en el Pacífico, sede de Sicartsa, el mayor complejo siderúrgico del país y de América Latina además de ser el puerto industrial que recibe mayor volumen y tonelaje, debido a que es el único a nivel nacional que cuenta con un calado de 18 metros, lo que le permite recibir barcos de hasta 185,000 toneladas de desplazamiento, buques «quinta generación» o cape size, que por sus dimensiones no pueden pasar por el Canal de Panamá.



Con respecto al estado de Michoacán se desempeña en la actividad económica con un aporte al PIB en 2015 del 2.4 %, siendo las actividades terciarias entre las que se encuentran el comercio y los servicios corporativos aportaron el 71 % del PIB estatal siguiéndoles las actividades secundarias con un 18% y finalizando con las actividades primarias con un 11 %

ESTRUCTURA DEL PIB DE MICHOACAN,
2015

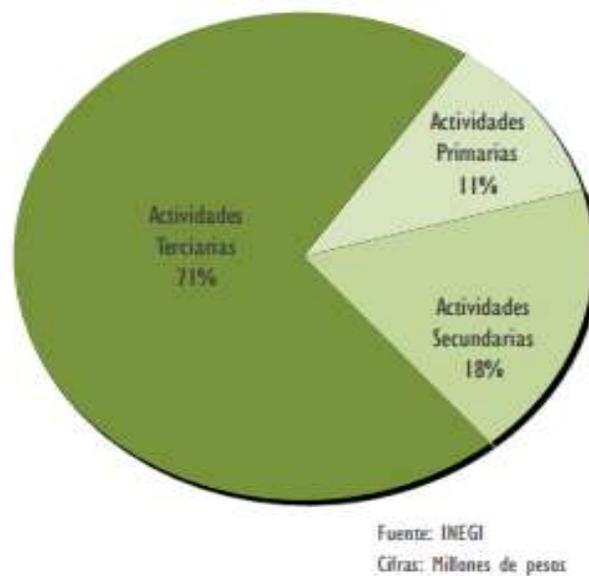


Figura 3. Actividad económica en actividades.



TABLA DE LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS DE MICHOACÁN

PIB 2015	Michoacán	Nacional	% Part. A/B
	Total (A)	Total (B)	
Total	415,290	17,463,436	2.4%
Actividades Primarias	46,299	593,233	7.8%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	46,299	593,233	7.8%
Actividades Secundarias	75,849	5,558,108	1.4%
Minería	2,428	732,529	0.3%
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	6,923	286,317	2.4%
Construcción	25,689	1,367,965	1.9%
Industrias manufactureras	40,809	3,171,297	1.3%
Actividades Terciarias	293,143	11,312,096	2.6%
Comercio	104,189	3,296,595	3.2%
Transportes, correos y almacenamiento	28,207	1,133,828	2.5%
Información en medios masivos	2,572	331,390	0.8%
Servicios financieros y de seguros	11,683	627,866	1.9%
Serv. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	56,631	2,028,380	2.8%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2,640	352,689	0.7%
Corporativos	281	109,452	0.0%
Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	6,036	624,279	1.0%
Servicios educativos	30,117	758,928	4.0%
Servicios de salud y de asistencia social	9,959	423,027	2.4%
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1,826	79,899	2.3%
Hoteles y restaurantes	6,873	421,488	1.6%
Otros servicios excepto actividades del gobierno	10,877	376,888	2.9%
Actividades del gobierno	21,250	747,386	2.8%

Tabla3. Actividad económica en porcentaje



ACTIVIDAD ECONOMICA EN CUITZEO

En el municipio de Cuitzeo se destacan las siguientes actividades económicas.

- 1.-Agricultura
- 2.-Gandaderia
- 3.-Turismo
- 4.-Comercio
- 5.-Forestal
- 6.-Pesca

OROGRAFÍA.

- MICHOACÁN DE OCAMPO

El eje No. 37 recorre a la entidad de norte a sur y atraviesa las dos provincias fisiográficas que la conforman - Eje Neo volcánico y Sierra Madre del Sur. Toca ciudades asentadas en las mismas, como La Piedad Cabadas, Purépero, Uruapan, Nueva Italia, Arteaga y Playa Azul.

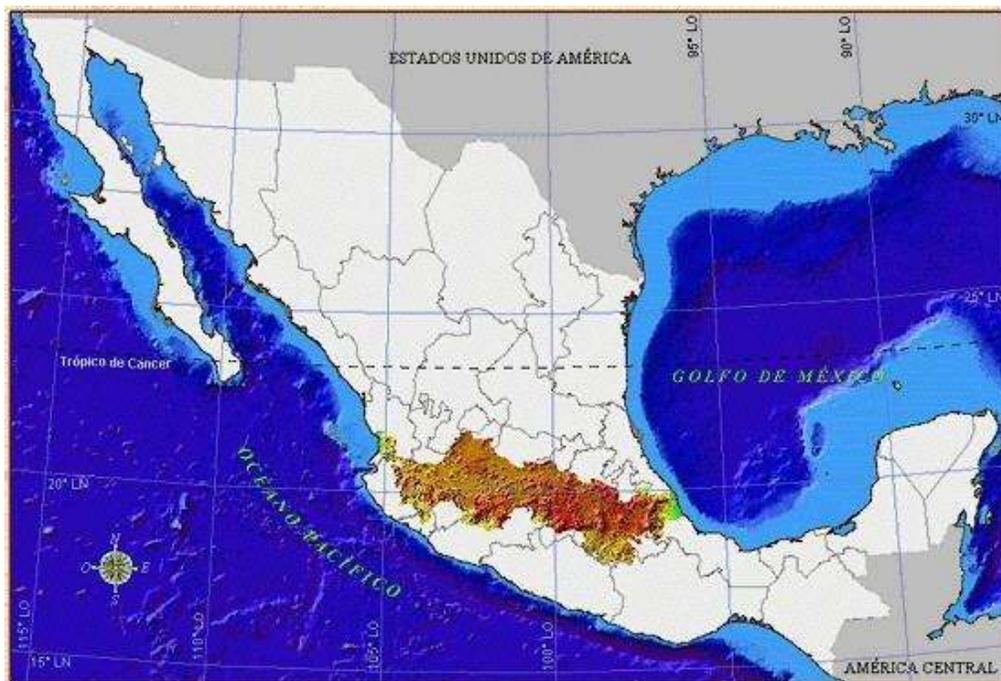


Figura4. Mapa del Eje Neo volcánico



Michoacán comparte con los estados de Colima, Jalisco, Guerrero y México los terrenos de la provincia geológica y fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur.

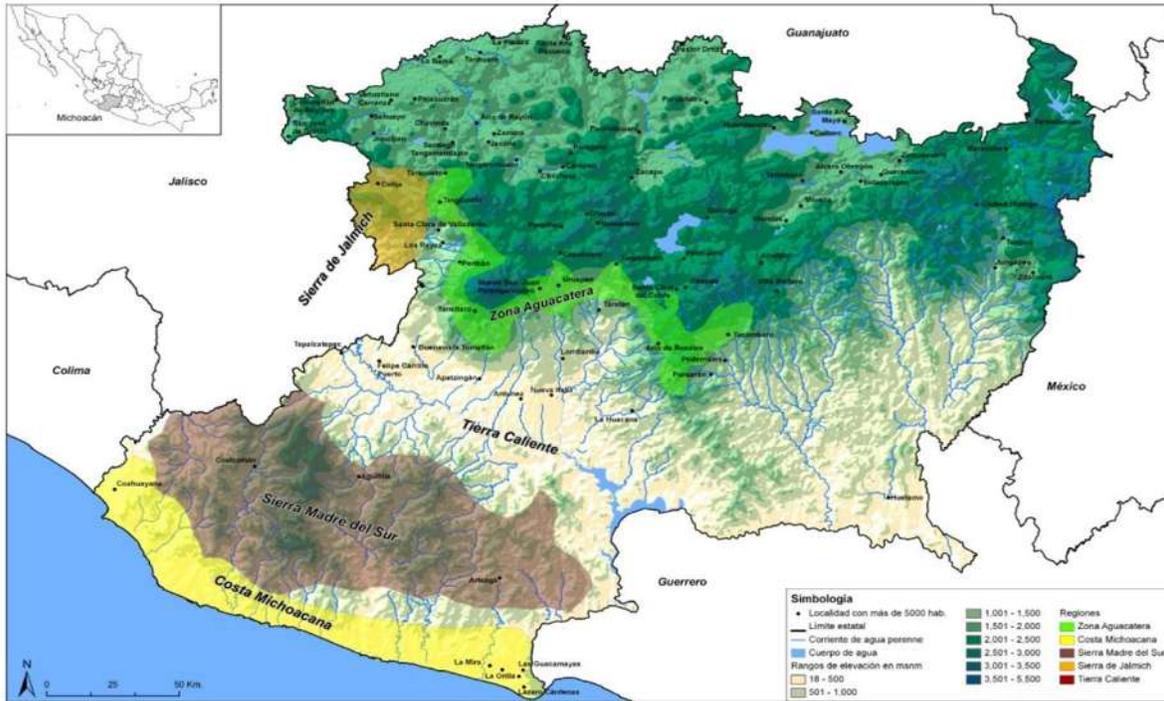


Figura 5. Mapa de la Orografía de Michoacán



PRINCIPALES CERROS EN MICHOACÁN

Elevaciones principales R/

Cuadro 1.3

Nombre	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (msnm)
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
Cerro Tancítaro (Pico de Tancítaro)	19	24	58	102	19	11	3 840
Cerro San Andrés	19	48	20	100	35	47	3 800
Cerro Patamban (Cerro Grande)	19	45	14	102	20	20	3 500
Cerro La Nieve	19	26	54	101	25	07	3 440
Cerro El Tecolote	19	46	29	101	52	35	3 360
Cerro El Zirate	19	43	48	101	30	50	3 340
Cerro de Enmedio	19	47	58	100	35	19	3 320
Cerro El Cacique	19	23	14	100	18	51	3 200
Cerro El Águila	19	37	18	101	21	58	3 080
Cerro Uipiti Juata	19	45	42	102	22	12	3 000
Cerro Azul	19	51	03	102	19	05	2 780
Volcán Parícutín	19	29	34	102	15	04	2 760
Cerro Quinceo	19	45	20	101	15	27	2 740
Cerro Grande (La Joya)	20	05	29	101	38	02	2 800
Cerro La Bufa	18	29	57	102	58	54	2 560
Cerro Punhuato	19	41	59	101	07	47	2 320
Cerro Blanco	20	04	33	101	46	49	2 250
Cerro La Magueyera	18	23	06	102	34	47	2 040
Sierra Los Picachos	18	46	56	101	26	31	1 730
Cerro de Mariana	19	04	52	101	15	23	1 840

Fuente: INEGI. *Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.*
 INEGI. *Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta Topográfica Escala 1: 50 000.*



Figura6. Altitud Cerro Pico de Tancítaro



Figura7. Cerro Pico de Tancítaro

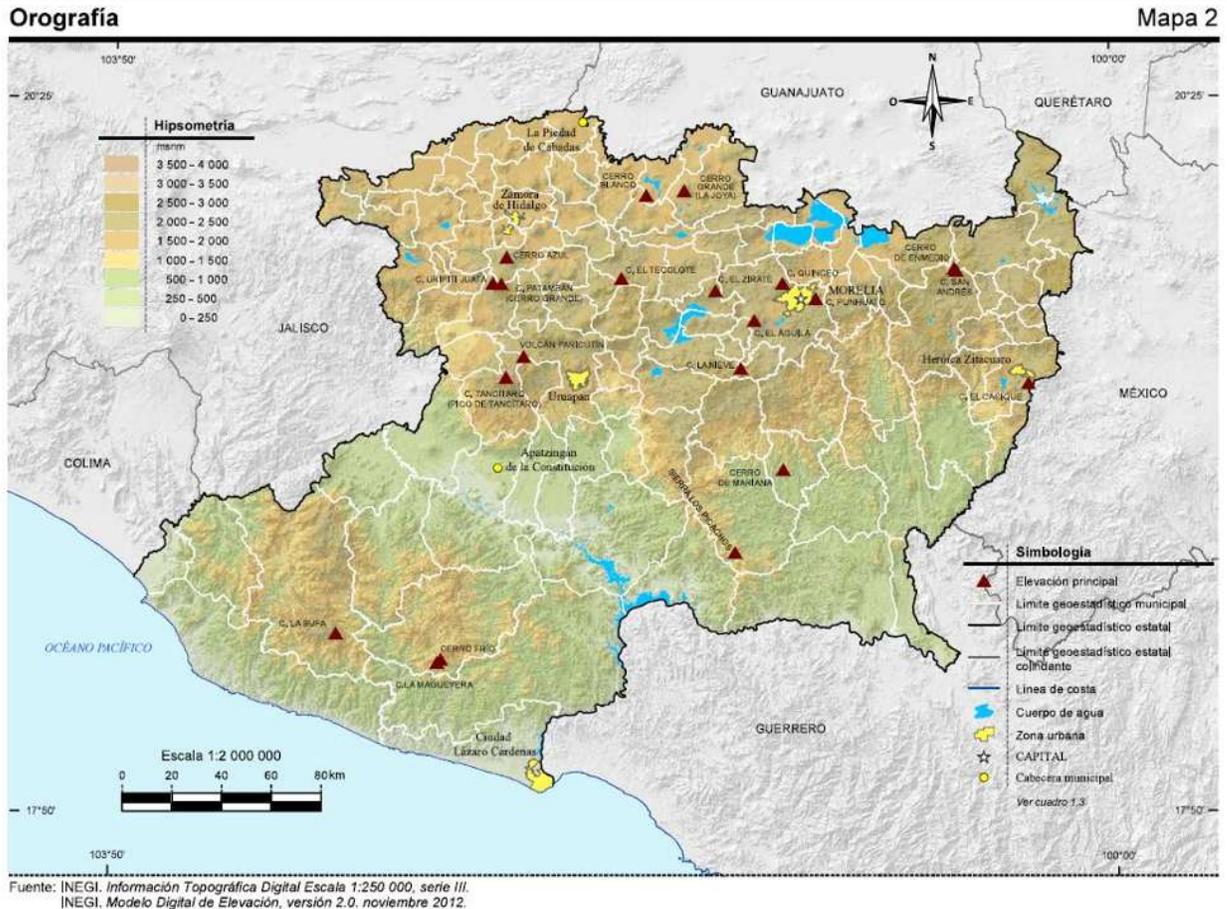


Figura8. Mapa de orografía en Michoacán de Ocampo

TOPOGRAFÍA EN MICHOACÁN

El relieve estructural original de la provincia del Eje Neovolcánico está constituido esencialmente por rocas volcánicas jóvenes (del Cenozoico Superior). El paisaje de esta región conserva en su mayor parte, rasgos estructurales originales.

En esta provincia, hay una región orográfica, representada por la Sierra de Tancítaro, que se conecta en el Noroeste con la de Peribán y se enlaza con las Sierras de San Ángel y Tarécuaro, y por el Este con las de Paracho y Carapan (en esta zona se ubica la Meseta Tarasca donde se localiza el Volcán Parícutín).

En Michoacán son muy importantes las zonas lacustres. Geológicamente están relacionadas con una serie de eventos tectónicos relativamente recientes asociados con los fenómenos volcánicos.

Por sus características geológicas, el estado presenta dos porciones bien definidas:



La zona norte, que forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y que está constituida por rocas basálticas y andesíticas intercaladas en los valles con sedimentos lacustres y aluviales de edad Terciaria y Reciente.

La porción austral, integrante de la Sierra Madre del Sur, está constituida por rocas metamórficas muy antiguas y formaciones calcáreas de edades Jurásicas y Cretácicas.

OROGRAFÍA DE CUITZEO DEL PORVENIR

La topografía a lo largo del camino en estudio presenta las características Montaña en un 35% y lomeríos en un 65% lomerío, consecuentemente las secciones de construcción corresponderán aproximadamente a terraplén, corte y balcón.

2.2 GEOLOGÍA SUPERFICIAL

2.2.1.-LOCALIZACIÓN DE EL AREA DEL CAMINO. -

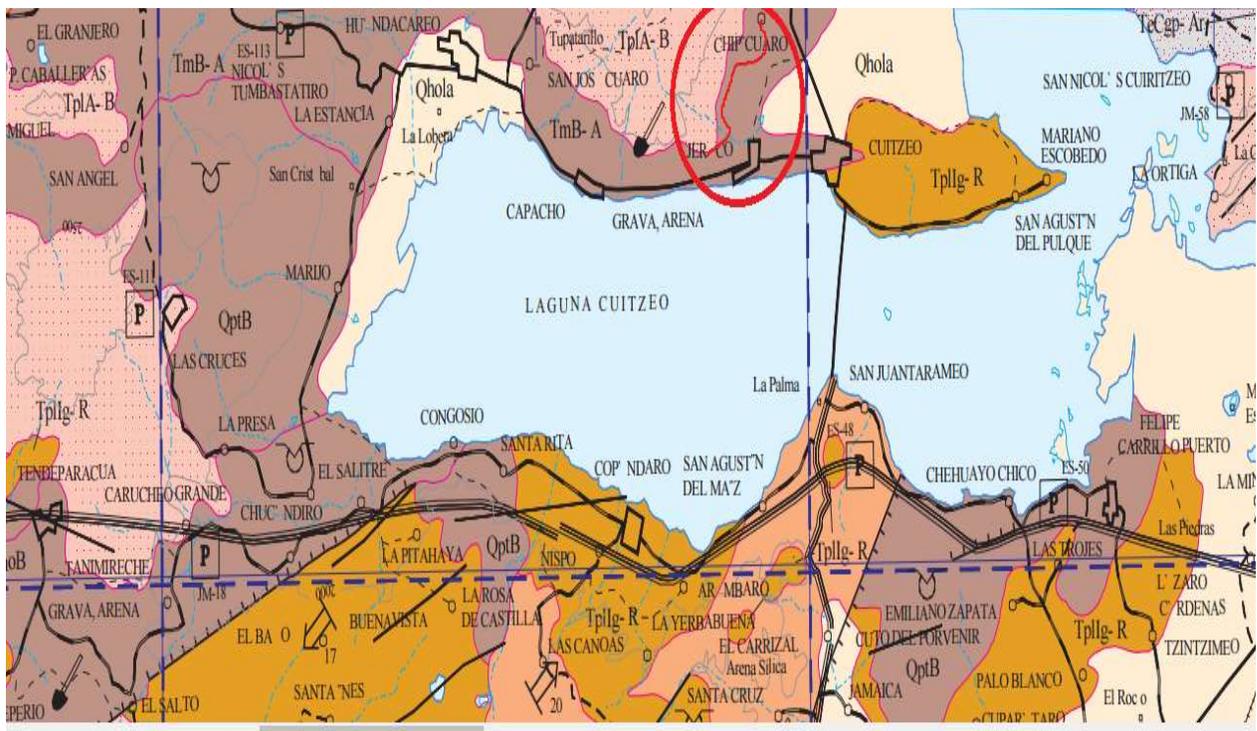


Figura 9. Carta Geológica, escala 1:250000, fuente:SGM.



Se localiza en las localidades de Chupícaro y Jéruco, municipio de Cuitzeo al Noroeste del estado, en las coordenadas 20°0'2.81"de latitud norte y 101°10.5'5.22" de longitud oeste, a una altura de 1855 metros sobre el nivel del mar.

Geología:

Periodo: Neógeno (14.37%),Piloceno- Cuaternario (13.49%) y Cuaternario (13.28%)

Roca: Ígnea extrusiva: basalto (16.19%), toba ácida (9.86%), andesita (1.14%), riolita-toba ácida (0.49%) y basalto-brecha volcánica básica (0.18%),Suelo: lacustre (7.46%) y aluvial (5.82%)

Suelo dominante: Vertisol (32.48%), Solonchak (4.97%), Phaeozem (3.86%) y Leptosol (1.63%)

Hidrografía

Región hidrológica: Lerma - Santiago (100%)

Cuenca: L. de Pátzcuaro-Cuitzeo y L. de Yuriria (100%)

Subcuenca: L. de Pátzcuaro (99.75%) y L. de Yuriria (0.25%)

Corrientes de agua: Perenne: Viejo de Morelia

Intermitentes: Agua Fría, Cuanamuco, El Moral, El Timbinal y Rancho Nuevo

El rio grande es el principal alimentador del lago de cuitzeo sus principales escurrimientos del ríos son el arroyo de Lagunillas, los arros de Tirio y la barranca de San Pedro

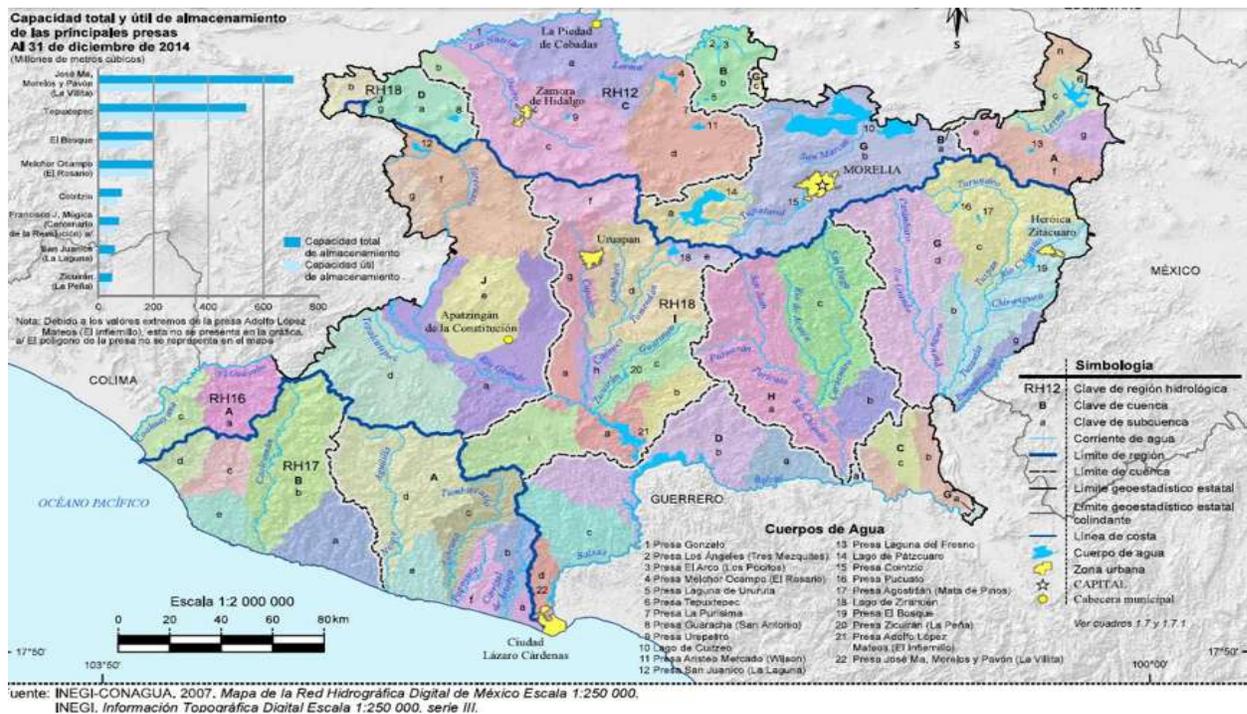


Figura10. Mapa Hidrográfico de Michoacán de Ocampo

LAGO DE CUITZEO

El lago de Cuitzeo inicio su formación hace siete millones de años pertenece a la cuenca del Lago de Cuitzeo se ubica en la parte norte de Michoacán entre las coordenadas 19° 30` y 20° 05` de la latitud norte y 100° 35` y 101° 30` de longitud oeste y abarca una extensión aproximada de 4000 km². El lago y las zonas de inundación cubren alrededor de 400 km², los cuales producen varios beneficios para la región; regulan el clima de la cuenca.

El clima de la cuenca es templado con temperatura media del mes más frio menor a 18 °C y la temperatura media del mes más caliente es superior a 10 °C. La cantidad de lluvia aumenta de las partes altas del norte hacia el sur de la cuenca.

El lago recibe aguas de tres ríos principales: el Grande de Morelia, el Queréndaro y Zinapécuaro además el lago cuenta con las aportaciones de numerosos arroyos de temporal y cuerpos termales que se localizan en la parte baja de la cuenca. Las zonas de mayor infiltración y recarga se encuentran en la parte poniente de Capula y Cuto de la Esperanza, Irapeo y la zona de Mil Cumbres.



2.-PROYECTO GEOMETRICO

CARRETERAS

Las carreteras se clasifican, atendiendo a la Norma Oficial Mexicana, NOM-012-SCT-2-2014, "Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal" y a su reglamento, como sigue:

CARRETERA TIPO A

Son aquellas cuyas características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados en la normativa vigente, con las máximas dimensiones, capacidad y peso. Pueden ser de 2, 4 o más carriles por sentido de circulación.

CARRETERA TIPO B

Son aquellas cuyas características geométricas y estructurales permiten la circulación de los vehículos autorizados en la normativa vigente para este tipo de carreteras.

CARRETERA TIPO C

Son carreteras de dos carriles que conforme a sus características geométricas y estructurales permiten la circulación de los vehículos autorizados en la norma NOM-012-SCT-2-2014, para este tipo de carreteras.

CARRETERA TIPO D

Red alimentadora; son carreteras de dos carriles que atendiendo a sus características geométricas y estructurales permiten la circulación de los vehículos autorizados en la norma NOM-012-SCT-2-2014, para este tipo de carreteras.

En caso del proyecto pertenece a una red local.

Red Local: Está constituida por carreteras que sirven al transporte al interior de las localidades de las regiones. Comunican las poblaciones medianas o pequeñas entre sí o con propiedades colindantes, por lo que los volúmenes de tránsito son relativamente bajos a medios y no tienen control de acceso. Por su naturaleza, en los segmentos de esta red no suelen circular los vehículos de mayores dimensiones, por lo que deben restringirse.

Podría parecer lógico que las carreteras tomaran el nombre de la red de que forman parte; sin embargo, como no todas las carreteras que forman una red tienen las mismas características de operación, conviene establecer una tipología que las distinga por tipo y nombre. El tipo indica la jerarquía de la carretera. El nombre trata de reflejar la percepción del usuario sobre las características principales de las carreteras federales, que son como sigue:



Tipo de Camino.			Red a la que pertenece.		
Camino	Característica	Control de Accesos	Eje de Transporte	Primaria	Secundaria
ET4-A4	Carretera de cuota (Autopista)	Total	✓		
ET2-A2		Total	✓		
A4	Autopista/carretera libre	Parcial		✓	
A2		Parcial		✓	✓
B2	Carretera libre	Sin control de accesos		✓	✓
C					✓
D			Camino rural		

Tabla 4. Control de Accesos y Red de Carreteras.

PROYECTO GEOMÉTRICO.

El proyecto geométrico es una parte del proyecto constructivo de carreteras que comprende la ejecución de estudios de ingeniería necesarios para ordenar y dimensionar los elementos de la sección transversal, y de los alineamientos horizontal y vertical, para que cumplan su función con eficiencia y calidad, bajo las condiciones de la demanda vehicular en el horizonte de proyecto. Incluye la elaboración de los planos, especificaciones y documentos en los que se establezcan las características geométricas, de materiales y de acabados de cada uno de los elementos, a fin de proporcionar al constructor la información que le permita su correcta ejecución.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El camino en cuestión "Chupicuaro- Jeruco" con una meta de 3+800 km es quitar carga vehicular a la cabecera municipal de Cuitzeo del porvenir debido a que los usuarios que utilizan la carretera Mex 43 y desean ir por la carretera estatal 23 es forzoso transitar por el pueblo de Cuitzeo haciendo que en horas picos sea imposible transitar por dicho pueblo; Haciendo que los atractivos culturales y turísticos se vean opacados por el caos vial. Recalcando que recientemente en 2006 Cuitzeo del Porvenir fue nombrado "PUEBLO MAGICO" con este proyecto se podría apreciar las bellezas Arquitectónicas, culturales y turísticas que Cuitzeo tiene por ofrecer.



Este camino tendría un ahorro en minutos de aproximadamente 20 min, haciendo que los usuarios lleguen más rápido a sus destinos y detonando una derrama económica en las localidades de Chupicuaro y Jeruco y sus alrededores.

LOCALIZACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

El camino en cuestión " Chupícuaro- Jeruco", con una meta de 3+878 Km, del tramo del Km. 00+000 al Km. 3+800, ubicado en el Estado de Michoacán. Tiene las siguientes referencias geográficas:

Tramo: Chupícuaro- Jeruco

Km. 0+000 al Km. 3+878



Figura 11. Carta Topográfica E14A13 (1:5000), Fuente: INEGI

DESCRIPCION DEL RELIEVE DEL AREA EN ESTUDIO.

La ruta del camino **Chupícuaro- Jeruco** . con una meta de **3.878 Km**, del tramo del Km. **0+000** al Km. **3+878**, ubicado en el Estado de **Michoacán.**; cuya su topografía es de un planicie 80%, suave escurrimientos sobre la superficie de rodamiento, que consta de un revestimiento a base de material de banco de brechas volcánicas intemperadas, el cual no se observa deformado, únicamente en condiciones de transitabilidad media.



Hidrografía

Región hidrológica: Lerma - Santiago (100%)

Cuenca: L. de Pátzcuaro-Cuitzeo y L. de Yuriria (100%)

Subcuenca: L. de Pátzcuaro (99.75%) y L. de Yuriria (0.25%)

Corrientes de agua: Perenne: Viejo de Morelia

Intermitentes: Agua Fría, Cuanamuco, El Moral, El Timbinal y Rancho Nuevo

Vías de Comunicación

La zona urbana está creciendo sobre Arcillas en un Valle; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Andosoles; tiene clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados pastizales.

2.3 CONDICIONES AMBIENTALES

Clima

Rango de temperatura: 16 – 18°C

Rango de precipitación: 600 – 1 100 mm

Clima: Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (80.31%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (19.69%)

Uso de Suelo y vegetación

Uso de suelo Agricultura (25.94%) y zona urbana (21.11%)

Vegetación: Selva (5.61%), Tular (5.01%), Pastizal (3.89%) y Bosque (2.41%)

Uso potencial de la tierra

Agrícola: Para la agricultura mecanizada continua (25.05%)

Para la agricultura de tracción animal continua (0.04%)

Para la agricultura de tracción animal estacional (5.20%)

Para la agricultura manual estacional (0.65%)

No apta para la agricultura (69.06%)



Pecuario: Para el desarrollo de praderas cultivadas (25.05%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (5.24%)

Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (12.44%)

No aptas para uso pecuario (57.27%).

CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO

La carretera es una obra construida para el tránsito de vehículos automotores. Su proyecto geométrico es el proceso para ordenar y dimensionar sus componentes para cumplir su función con eficiencia y calidad.

La ordenación de los elementos de la carretera, se refiere a la disposición de sus componentes entre sí y con respecto al terreno natural en que se apoyan. El dimensionamiento consiste en definir los parámetros característicos de cada uno de los elementos. El resultado de este proceso es la definición de las características de la carretera en el espacio con relación al terreno natural. El proyecto geométrico se expresa en planta, en perfil y en corte, a los que se denomina alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal.

La función de la carretera es permitir el tránsito de vehículos para cumplir los objetivos del transporte; esto es, satisfacer las necesidades de movilidad que se generan cuando se realizan las actividades humanas, sean sociales, económicas o políticas. La eficiencia y calidad en el cumplimiento de la función puede medirse por la manera en que se cumplen ciertos atributos considerados deseables por la sociedad. Estos atributos son, en orden de importancia, la seguridad, la economía y el impacto ambiental; otros atributos complementarios como la comodidad, la rapidez y la apariencia, se satisfacen cuando se proporciona un nivel aceptable de los tres antes mencionados. Como algunos de los atributos suelen contraponerse, es necesario hacer transacciones entre ellos a través de procedimientos de evaluación. ("Manual de Proyecto Geométrico CAPÍTULO III Elementos Básicos de Proyecto Geométrico")



El proyecto del camino corresponde a un camino tipo "C", con las características principales siguientes:

DATOS DE PROYECTO

LONGITUD TOTAL _____	3.878 Km.
ANCHO DE CORONA _____	7.0 m.
ANCHO DE CALZADA _____	7.0 m.
PENDIENTE MAXIMA _____	3%
GRADO MAXIMO DE CURVATURA _____	30 GRADOS
VELOCIDAD DE PROYECTO _____	40 KM/HR

El camino sigue un desarrollo que se aproxima al eje del camino actual, pero rectificado en algunas curvas para que el alineamiento horizontal del proyecto geométrico se ajuste a lo que se establece a la normatividad S.C.T.

CARACTERÍSTICAS QUE SE DEBEN DE CUMPLIR PARA SATISFACER UN CAMINO TIPO C

Son carreteras de dos carriles que conforme a sus características geométricas y estructurales permiten la circulación de los vehículos autorizados en la norma NOM-012-SCT-2-2014, para este tipo de carreteras.

CLASIFICACIÓN TECNICA OFICIAL

esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo (20 años) y las especificaciones geométricas aplicadas. En México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) clasifica técnicamente a las carreteras de la manera siguiente:

Tipo especial: para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de T.P.D.) estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.



Tipo A: para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

Tipo B: para un tránsito promedio diario anual de 1000 a 2,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de T.P.D.)

Tipo C: para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)

En la clasificación técnica anterior, que ha sufrido algunas modificaciones en su implantación, se ha considerado un 50% de vehículos pesados igual a tres toneladas por eje. El número de vehículos es total en ambas direcciones y sin considerar ninguna transformación de vehículos comerciales a vehículos ligeros. (En México, en virtud a la composición promedio del tránsito en las carreteras nacionales, que arroja un 50% de vehículos comerciales, de los cuales un 15% está constituido por remolques, se ha considerado conveniente que los factores de transformación de los vehículos comerciales a vehículos ligeros en caminos de dos carriles, sea de dos para terreno plano, de cuatro en lomeríos y de seis en terrenos montañosos.)

VELOCIDAD DE PROYECTO

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada Velocidad de Proyecto o Velocidad Directriz que no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional. La velocidad de proyecto es un factor de primordial importancia que determina normalmente el costo del camino y es por ello por lo que debe limitarse para obtener costos bajos. Todos los elementos del proyecto de un camino deben calcularse en función de la velocidad de proyecto. Al hacer esto, se tendrá un todo armónico que no ofrecerá sorpresas al conductor. Las velocidades de proyecto recomendadas por la S.C.T. son las siguientes:



VELOCIDADES DE PROYECTO RECOMENDABLES				
TIPO DE CAMINO	PLANA O CON POCO LOMERIO	CON LOMERIO FUERTE	MONTAÑOSA, PERO POCO ESCARPADA	MONTAÑOSA, PERO MUY ESCARPADA
Tipo especial	110 km/h	110 km/h	80 km/h	80 km/h
Tipo A	70 km/h	60 km/h	50 km/h	40 km/h
Tipo B	60 km/h	50 km/h	40 km/h	35km/h
Tipo C	50 km/h	40 km/h	30 km/h	25 km/h

Tabla. 5 Velocidad de Proyecto de Caminos.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE CARRETERA TIPO "C"										
CONCEPTO		UNIDAD	VALORES CARRETERA TIPO C							
TDPA en el horizonte de proyecto		Veh/Dia	de 500 A 1500 Vehiculos							
Velocidad de Proyecto		Km/Hr	40	50	60	70	80	90	100	
Distancia de visibilidad		m	40	55	75	95	115	135	155	
Distancia de rebase		m	180	225	270	315	380	405	450	
Grado de Curvatura		°	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	
CURVAS VERTICALES	K	Cresta	m %	4	8	14	20	31	43	57
		Columpio	m%	7	10	15	20	25	31	37
	Longitud mínima		m	30	30	40	40	50	50	60
Pendiente Gobernadora		%	de 5 a 6							
Pendiente Máxima		%	5--7--8							
Ancho de Calzada		m	6							
Ancho de Corona		m	6							
Ancho de acotamientos		m	0.5							
Bombeo		%	2							
Sobreelevación Máxima		%	10							

Tabla 6. Características de un Camino tipo C



3.-ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa.

Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal es necesario colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de vía y se acerca o se aleja del rumbo general que se requiere para unir un punto inicial con el final. Este cambio de dirección es necesario realizarse por los siguientes factores:

- Topográfico: Con el fin de acomodar el alineamiento a la topografía y evitar cortes o llenos excesivos, minimizando costos y evitando inestabilidades en los cortes o en los llenos.
- Construcciones existentes y futuras: Para lograr salvar obstáculos derivados de la utilización que tienen los terrenos por donde pasa la vía.
- Hidráulico: Permitiendo cruzar una corriente de agua mediante una estructura (puente) de modo que quede construida en un buen sitio o ponteadero. Se llama ponteadero al lugar en el cual, tenidas en cuenta todas las variables hidráulicas, de cimentaciones, de diseño estructural, de los alineamientos de la vía, etc., resulta más económico y estable desde todo punto de vista la construcción del puente en referencia.
- Vial: Con la finalidad de hacer menos conflictivo para los usuarios el cruce con cualquier otra vía terrestre (carretera, ferrocarril, etc.) que cruce la ruta que se está diseñando, sea a nivel o a desnivel.
- Técnico: Cuando se quiere evadir un área con problemas de tipo geológico o geotécnico, y cuya solución podría ser demasiado costosa o compleja.

Se llama tangente horizontal a la recta que une dos curvas horizontales consecutivas; principia al final de la curva y termina al empezar la siguiente curva. Se caracterizan por su dirección y longitud. La dirección está determinada por el azimut o ángulo, medido hacia la derecha en grados, entre una línea imaginaria norte-sur que pasa al principio de la tangente y la tangente misma. Las prolongaciones, más allá de las curvas que une, de dos tangentes consecutivas, se llaman sub tangentes y se intersectan en un punto característico del alineamiento. Al ángulo que forma la prolongación de una tangente con respecto a la siguiente, dado por la diferencia de azimutes, se llama deflexión. Un punto específico sobre una tangente puede ser característico del alineamiento.

La longitud mínima de una tangente queda definida por la longitud necesaria para hacer una transición conveniente de la sobre elevación y ampliación de las curvas extremas. La longitud máxima está condicionada por la seguridad, pues cuando las tangentes son muy largas pueden ser causa potencial de accidentes por la



somnolencia que producen al conductor al mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón conviene limitar la longitud de las tangentes a la distancia recorrida en 72 segundos (0.02 horas) a la velocidad de proyecto. En su caso, las tangentes de mayor longitud deben sustituirse con tangentes de menor longitud y curvas horizontales de gran radio.

El promedio pesado, respecto a la longitud, de las deflexiones de las tangentes horizontales, medido en grados/km, es un parámetro característico del alineamiento horizontal en su conjunto, al que se le llama direccionalidad. Una carretera es más direccional cuanto menor sea este parámetro. En general, este parámetro depende de la jerarquía de la carretera (ET-A, B, C, D) y del tipo de terreno que atraviesa (plano, lomerío, montañoso).

El alineamiento horizontal es la representación del plano en planta del eje del camino que se va a proyectar, cadeneando a cada 100 metros por motivo de las grandes distancias que se tienen en el proyecto y tener mayor facilidad de lectura a la hora de imprimir los planos, y dibujando el derecho de vía que le corresponda; primero se trazan las tangentes cuidando el desnivel o pendientes, para que el camino tenga la longitud económica del proyecto, para el proyecto ya se encuentran trazadas puesto a que se basara en el eje de la carretera ya existente sobre el cual se va a realizar la ampliación.

La planta contiene curvas de nivel con una equivalencia de 10 metros por lo ya mencionado de las grandes medidas que se tienen del proyecto, la escala adecuada para un proyecto es de 1: 5,000. Estos planos contienen información de poblaciones, corrientes de agua, predios rústicos, presas y vías de comunicación que serán de gran utilidad al realizar la propuesta del trazo.

La longitud mínima entre una curva horizontal y la siguiente será de 60 metros, con la finalidad de que las secciones transversales en la zona de transición no se traslapen.

Los radios de las curvas están en función del tipo de camino y de la velocidad de proyecto y esos datos se encuentran en las normas tácticas de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

El levantamiento topográfico que se efectuó en la zona de trabajo fue basándose en la carretera ya existente donde la finalidad es representar el trabajo ya realizado con anterioridad como lo son las curvas, pendientes, alcantarillas, puentes, y cada una de las características pertenecientes a la carretera ya existente, así mismo poder incluir todas las características naturales de la zona y con ello poder visualizar todos y cada uno de los detalles que permitan realizar las modificaciones pertinentes para poder realizar la ampliación de una manera más precisa, correcta y eficaz.



La finalidad del levantamiento topográfico es proporcionar toda la información necesaria para llegar a realizar la ampliación con los siguientes datos, un camellón central de 7.00 m de ancho que prácticamente ocupará el espacio en el que se encuentra actualmente el asfalto. De cada lado de este camellón se construirán dos calzadas con 2 carriles de 3.65 m de ancho cada uno, más 0.60 m que es el espacio entre la línea blanca y el camellón en proyecto. Además, la calzada contará con un acotamiento de 2.80 m al lado derecho en ambos sentidos. Como se muestra en la siguiente imagen.

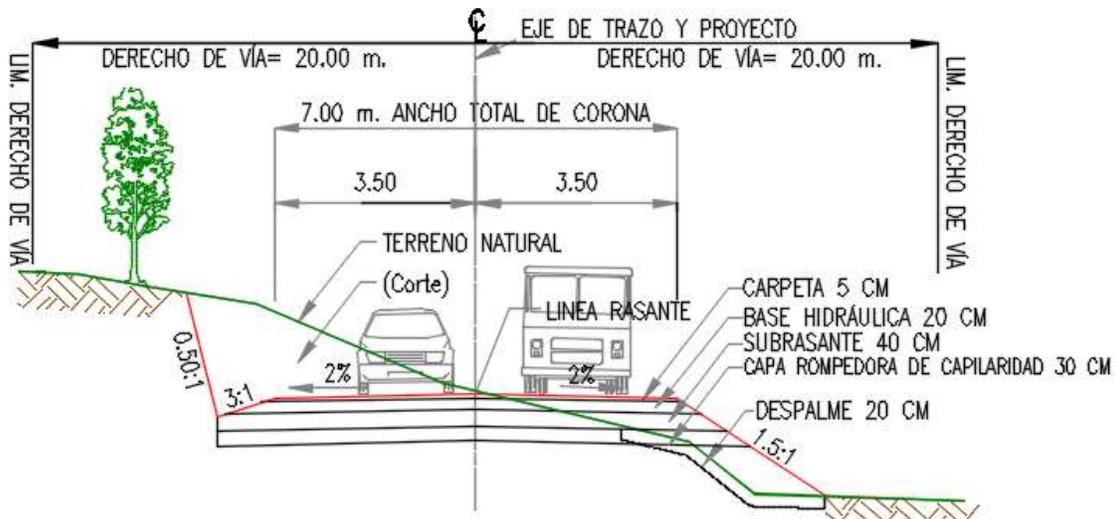


Figura 12. Croquis vertical del proyecto

DATOS DE PROYECTO	
TRNASITO PROMEDIO ANUAL	500 VEHICULOS
CARRETERA TIPO	"C"
CURVATURA MÁXIMA	30° 00`
ANCHO DE CORONA	7.00 M
ESPESOR DE PAVIMENTO	0.05 M
VELOCIDAD DE PROYECTO	40 Km /Hr
PENDIENTE GOBERNADORA	6%
ANCHO DE CALZADA	7.00M
PENDIENTE MÁXIMA	8%

Tabla 7. Datos generales del proyecto



CURVAS HORIZONTALES.

Las curvas horizontales se forman cuando dos tangentes consecutivas cambian de dirección, una con respecto a la otra. Los caminos son poligonales abiertas que al cambiar de dirección se tiene un ángulo que conocemos como deflexión que puede ir hacia la derecha (ΔD) que indica una curva derecha y también (ΔI) que será una curva hacia el lado izquierdo del camino, por lo tanto, las deflexiones son parte importante de las curvas horizontales.

Las normas de servicios técnicos de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México), en sección de proyecto geométrico de carreteras, indica las siguientes normas de cálculo para las curvas horizontales:

Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut.

a.- Longitud mínima

1. Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones
2. Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero
3. Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
4. Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

b.- Longitud máxima. - la longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado. Pero Burbano recomienda que máxima de tangente (m) = 15 veces velocidad específica menor (km/h). Es preferible usar curvas de grandes radios (5000-10000) antes que alineamientos rectos de más de 1.5 km a fin de mantener la atención del conductor.

c.- Azimut.- el azimut definirá la dirección de las tangentes.

Otro criterio importante a tener en cuenta en el momento de definir el radio de una curva es el de la uniformidad ya que lo ideal es que el valor asumido no difiera demasiado de los ya especificados evitando cambios bruscos en la velocidad. Cuando se cambia de tipo de terreno esto obliga normalmente a un cambio en la velocidad de diseño y si el cambio es mayor de 20 Km/h es necesario especificar un tramo de transición que permita a los conductores adaptarse de manera segura al cambio de curvatura.

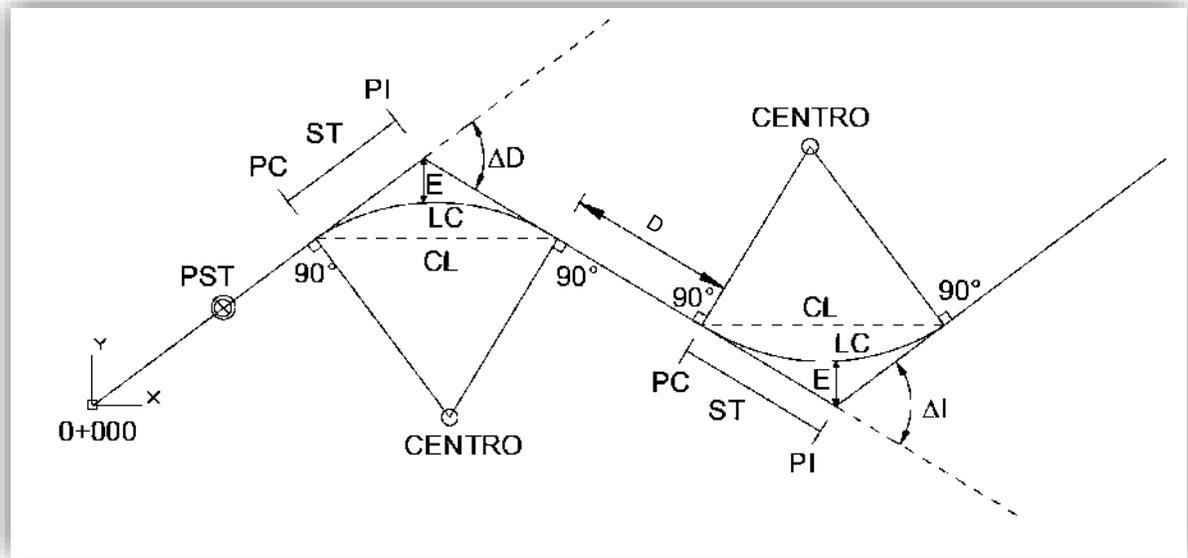


Figura 13. Elementos principales que forman las curvas horizontales

Donde:

PC: Principio de curva

PI: Punto de Inflexión

PT: Principio de Tangente

RC: Radio de Curva

ST: Sub-tangente

D: Distancia permitida entre una
Curva y otra.

PST: Punto Sobre Tangente

PSST: Punto Sobre Sub-tangente

LC: Longitud de la Curva

CL: Cuerda Larga

E: Externa



FÓRMULAS PARA CALCULAR LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES.

$$R_c = \frac{1,145.92}{G_c}$$

Donde:

R_c : radio de la curva

G_c : Grado de curvatura

El grado de curvatura lo tomaremos de acuerdo al que nos indica la velocidad de proyecto y nos tenemos que adecuar a que ya hay una brecha establecida que se pretende mejorar con la infraestructura del camino que se está proponiendo.

Por lo cual el trazo se restringirá solamente a el derecho de vía que corresponde que es del eje 20m a cada lado del camino.

$$L_c = 20 \frac{\Delta}{G_c}$$

Donde:

L_c : Longitud de la Curva

Δ : Angulo de Deflexión de las tangentes

G_c : Grado de curvatura

$$S_T = R_c * \tan \frac{\Delta}{2}$$

Donde:

S_T : Sub-tangente

R_C : Radio de Curva

Δ : Angulo de Deflexión de las tangentes



$$P_C = P_I - S_T$$

Donde:

PC: Principio de curva

PI: Punto de Inflexión

ST: Sub-tangente

$$P_T = P_C + L_C$$

Donde:

PT: Principio de Tangente

PC: Principio de curva

L_C: Longitud de la Curva

$$E = \longrightarrow R_C \left(\left(\frac{1}{\left(\cos \frac{\Delta}{2} \right)} \right) - 1 \right)$$

Donde:

E: Externa

RC: Radio de Curva

Δ: Angulo de Deflexión de las tangentes

$$CL = 2R_C * \text{sen} \frac{\Delta}{2}$$

Donde:

CL: Cuerda Larga

RC: Radio de Curva

Δ: Angulo de Deflexión de las tangentes



CÁLCULO DE CURVAS HORIZONTALES

Datos de la 2er. Curva horizontal

Camino tipo C

Velocidad de Proyecto de 40 km/h

PI= 0+111.29

$\Delta = 53^{\circ}31'49.87''$ D

$G_c = 30^{\circ}0'00''$

OPERACIONES

✚ Radio de Curva

$$R_c = \frac{1,145.92}{G_c}$$

$$R_c = \frac{1,145.92}{30^{\circ}0'00''}$$

$$R_c = 38.1973$$

✚ Longitud de la Curva

$$L_c = 20 \frac{\Delta}{G_c}$$

$$L_c = 20 \frac{53^{\circ}31'49.87''}{30^{\circ}00'00''}$$

$$L_c = 35.687M$$

✚ Subtangente

$$S_T = R_c * \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$S_T = 38.1973 * \tan \frac{53^{\circ}31'49.87''}{2}$$



$$S_T = 19.266 M$$

✚ Principio de curva

$$P_C = P_I - S_T$$

$$P_C = 111.29m - 19.266m$$

$$P_C = 0 + 092.02$$

✚ Principio de Tangente

$$P_T = P_C + L_C$$

$$P_T = 92.02 + 35.687$$

$$P_T = 0 + 127.707$$

✚ Externa

$$E = R_C \left(\left(\frac{1}{\left(\cos \frac{\Delta}{2} \right)} \right) - 1 \right)$$

$$E = 38.197 \left(\left(\frac{1}{\left(\cos \frac{53^\circ 31' 49.87''}{2} \right)} \right) - 1 \right)$$

$$E = 4.5835M$$

✚ Cuerda Larga

$$CL = 2R_C * \text{sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$CL = 2 * 38.197 * \text{sen} \frac{53^\circ 31' 49.87''}{2}$$

$$CL = 34.40 M$$



AMPLIACIÓN DE CURVA.

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la S.C.T. del 2016 la ampliación en calzada de un curva (A_c) que tiene un grado de curvatura de $30^\circ 00' 00''$ correspondería a 4.33 m y un ancho de calzada en curva (A_{cc}) de 11.33 m.

Por lo cual no se consideraran estos valores debido a que no los necesita en cada curva se tomara el criterio necesario para dar un A_c adecuado teniendo primordialmente en cuenta la seguridad del usuario.

Lo anterior se puede realizar debido a que se trata de un camino vecinal, Tipo C con una velocidad de Proyecto de 40 Km/hr y se puede apoyar de una adecuada señalización para que en ningún instante el usuario tenga algún problema.

Sin embargo se tendrá en cuenta que el valor mínimo de A_c permitido es de 0.60 m.

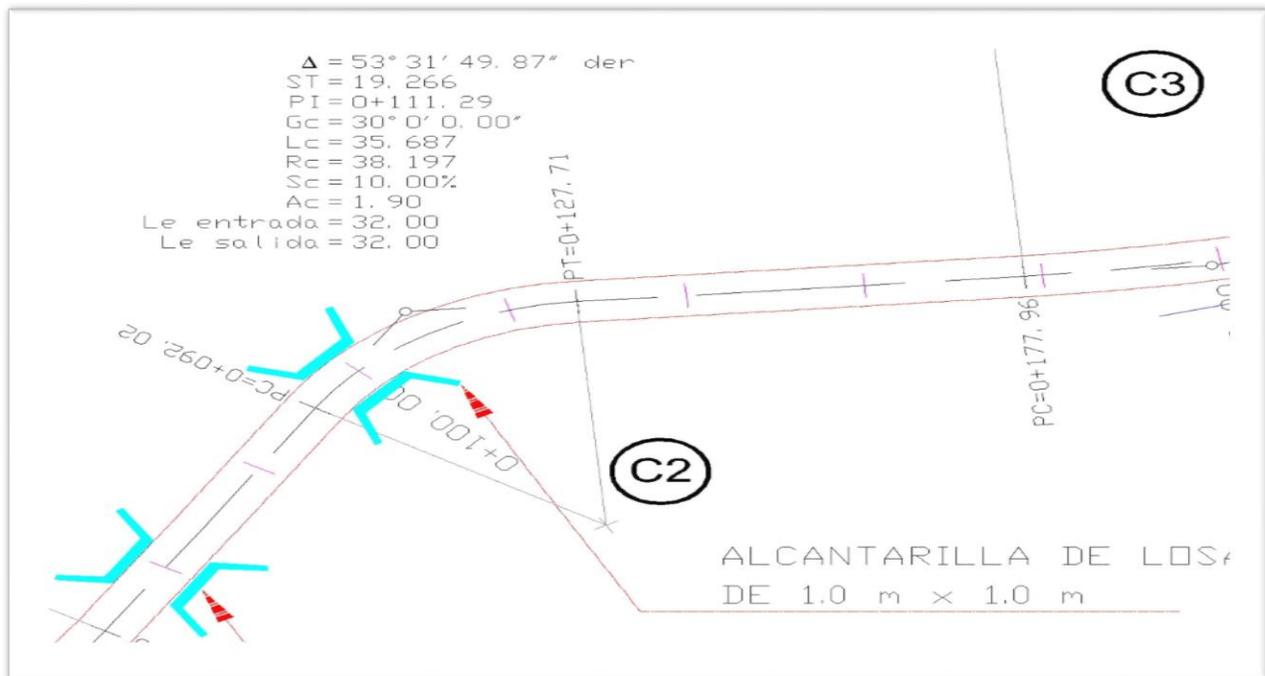


Figura 14. Curva Horizontal con sus elementos



4.-ALINEAMIENTO VERTICAL

Este alineamiento se representa en los planos con el perfil de construcción, en él se ubican las elevaciones del terreno natural a cada 20 metros de distancia y se unen con líneas rectas estos puntos. Sobre este plano se proponen las pendientes o rasantes del camino que se recomienda tengan valores cercanos a las pendientes gobernadoras.

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos.

Al cambiar de pendientes se formarán curvas verticales que pueden ser en cresta o columpio.

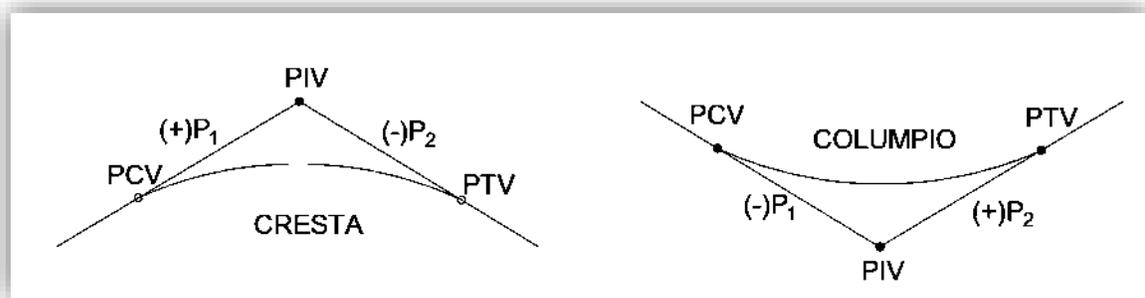


figura. Elementos principales que forman las curvas verticales.

Elementos de una curva vertical.

PCV = Principio de curva vertical.

PIV = Punto de intersección vertical.

PTV = Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical.

P1 = Pendiente inicial o de llegada.

P2 = Pendiente final o de salida.

(+) = Positiva.

(-) = Negativa.



Las curvas en columpio tienen mejor visibilidad para el usuario que se traduce en menor número de accidentes.

Siempre se evitará que las curvas verticales coincidan con las curvas horizontales, porque el trazo de las secciones transversales y su construcción presenta gran dificultad.

En el perfil de construcción en la parte superior se dibuja el trazo en planta para comprobar las ubicaciones de las curvas horizontales y en la parte inferior perpendicular al eje de las X se anotará lo siguiente:

- 1.- *Cadena miento*
- 2.- *Elevación del T.N.*
- 3.- *Elevación Rasante*
- 4.- *Espesor de Corte*
- 5.- *Espesor de Terraplén*

ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL.

Estos elementos son las tangentes y las curvas verticales.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente; la longitud de una tangente es la distancia media horizontalmente entre principio de tangente de la curva anterior y el principio de curva de la siguiente.

La pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Las pendientes además de indicar los espesores de corte y terraplén son parte importante del drenaje longitudinal de un camino.

El agua que permanece estancada es el peor enemigo de un camino.

Las pendientes se clasifican de la siguiente forma:

- a) *Pendiente Gobernadora*
- b) *Pendiente Máxima*
- c) *Pendiente Mínima*
- d) *Pendiente Transversal*



PENDIENTE GOBERNADORA

Es la pendiente media que estará en función de las características en tránsito y la configuración del terreno, es aquella que nos permite la construcción más económica de un camino al tener espesores de corte y terraplén en la mayoría de los casos menores a los 8 metros y también resulta adecuado al tenerse los menores costos en construcción y operación.

PENDIENTE MÁXIMA

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y que se determina por el volumen y composición del tránsito y la configuración del terreno; solo se empleara para salvar ciertos obstáculos locales como fallas geológicas, barrancas, zonas de inundación, y se procura que no rebase la longitud crítica.

PENDIENTE MÍNIMA

Nunca será igual a cero o nula. Se recomienda como mínimo 0.5% para garantizar el buen funcionamiento del drenaje principalmente en las cunetas. Se recomienda calcular la longitud máxima de las cunetas de acuerdo al gasto que puedan transportar, para evitar que el agua regrese al camino, las cunetas solo se construyen en zona de cortes.

PENDIENTE TRANSVERSAL

Se trata del bombeo que se da a cada carril para desalojar el agua del camino su valor vario del 2% al 3% y este último solo se construye en caminos tipo D y E. El bombeo se mide a partir del eje del camino hacia el lado derecho o lado izquierdo en tramos de tangente, en curvas se tendrá una sobreelevación en el lado externo para evitar o disminuir los efectos de las fueras centrifugas y centrípetas.

CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales enlazan 2 tramos en tangente consecutivos del perfil de construcción. De preferencia la longitud de la curva permitirá un paso gradual de la pendiente de entrada a la pendiente de salida, dando como resultado un camino de operación segura y confiable.

Las curvas verticales se manejarán como parábolas y la fórmula utilizada para su cálculo incluye correcciones por apariencia, para evitar al usuario la impresión de un cambio brusco de pendiente por drenaje, para que el agua desaloje rápida y fácilmente el camino, por seguridad para que la visibilidad sea adecuada.



Fórmulas para calcular los elementos de las curvas verticales.

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	VALORES DEL PARAMENTO K(m/%)				LONGITUD ACEPTABLE	MINIMA (m)
	CURVAS EN CRESTA		CURVAS EN COLUMPIO			
	CARRETERA	T I P O	CARRETERA	T I P O		
	E	D, C, B, A	E, D, C, B, A			
30	4	3	4		20	
40	7	4	7		30	
50	12	8	10		30	
60	23	14	15		40	
70	36	20	20		40	
80	-	31	25		50	
90	-	43	31		50	
100	-	57	37		60	
110	-	72	43		60	

Tabla 8. Valores mínimos del parámetro k y la longitud mínima aceptable de las curvas verticales.

Donde:

Se obtendrán los valores de k y Lmin para curvas en columpio y en cresta.

k= Parámetro de la curva.

L= Longitud mínima propuesta por la SCT con respecto a los datos del proyecto.

$$L = (k) (A)$$

Donde:

L= Longitud de la Curva.

K= Parámetro de la curva cuyo valor es obtenido de la tabla anterior.

A= Diferencia algebraica de las pendientes.



$$A = P_1 - P_2$$

Donde:

A: Diferencia algebraica de las pendientes.

P₁ = Pendiente de entrada.

P₂ = Pendiente de salida.

$$PCV = PIV - \frac{L}{2}$$

Donde:

PCV = Principio de curva vertical.

PIV = Punto de intersección vertical.

L = Longitud de la curva

$$PTV = PIV + \frac{L}{2}$$

Donde:

PTV = Principio de tangente vertical. (Final de la curva vertical).

PIV = Punto de intersección vertical.

L = Longitud de la curva

$$Z_x = Z_0 + \left[P_1 - \frac{A(x)}{2L} \right] (x)$$



Donde:

Z_x = Elevación buscada.

Z_0 = Elevación del PVC.

P_1 = Pendiente de entrada (representada en decimales).

A = Diferencia algebraica de las pendientes (representada en decimales).

X = Distancia del punto buscado (medida desde el PVC).

L = Longitud de la curva.

CÁLCULO DE CURVAS VERTICALES.

3ER CURVA DEL PROYECTO

Datos:

Camino tipo C.

Velocidad de Proyecto de 40 km/h.

Curva vertical en cresta.

Datos de curva (3)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
2.940	-2.150	0+400.000	1855.3826	120.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 5.090%				Tipo de curva: En cresta	

Tabla 9 Datos de Curva 3

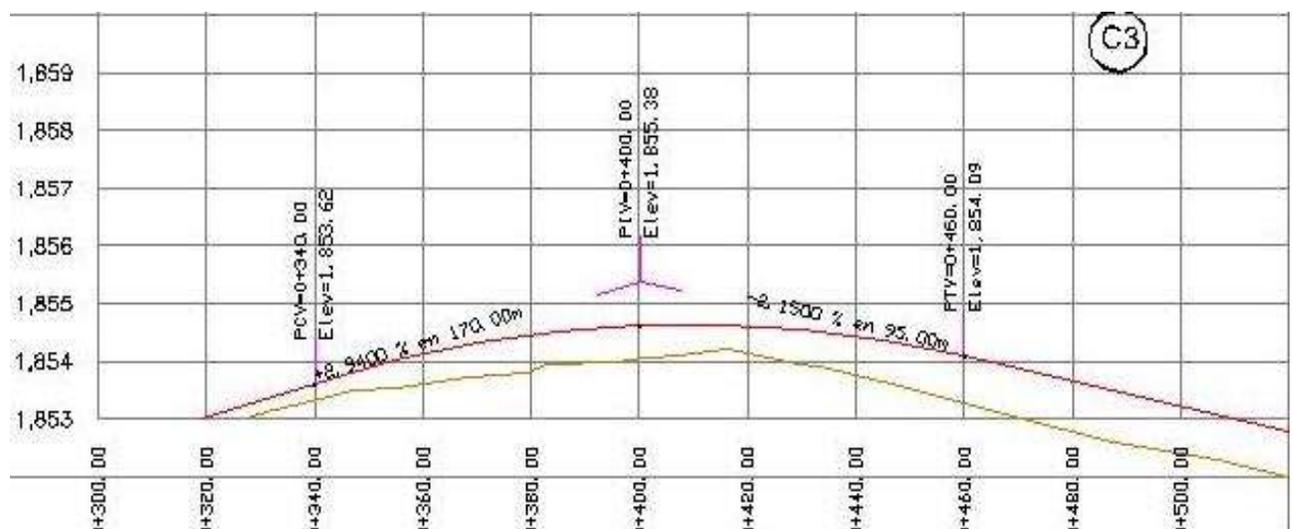




Figura 15. Elementos de una curva vertical.

Para determinar las curvas en columpio o cresta se tiene que acudir a las Normas de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Como primer paso se determina la longitud admisible entre una curva y otra de acuerdo a la velocidad de proyecto y tipo de camino.

Para nuestro caso nuestra longitud aceptable es igual $L_{min}=30m$. se considera un cadenamiento de 120m de longitud de curva

- Diferencia de pendientes

$$A = P_1 - P_2$$

$$A = 2.940 - (- 2.150)$$

$$A = 5.090\%$$

- Cadenamiento del PCV

$$PCV = 400 - \frac{L}{2}$$

$$PCV = 400 - \frac{120}{2}$$

$$PCV = 400 - \frac{120}{2}$$

$$PCV = 0 + 340$$

- Cadenamiento del PTV

$$PTV = PIV + \frac{L}{2}$$

$$PTV = 400 + \frac{120}{2}$$

$$PTV = 0 + 460 m$$



- Elevaciones del PCV, PTV y estaciones dentro de la curva.

Para encontrar el PCV Y PTV se encontrarán las elevaciones por el método de triángulos semejantes

Y para las estaciones dentro de la curva se considerará un punto a cada 10 m

$$Z_x = Z_0 + \left[P_1 - \frac{A(x)}{2L} \right] (x)$$

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+340.000	1853.619	1853.619
1		0+350.000	1853.913	1853.891
2		0+360.000	1854.207	1854.122
3		0+370.000	1854.501	1854.310
4		0+380.000	1854.795	1854.455
5		0+390.000	1855.089	1854.558
6		0+400.000	1855.383	1854.619
7		0+410.000	1855.168	1854.637
8		0+420.000	1854.953	1854.613
9		0+430.000	1854.738	1854.547
10		0+440.000	1854.523	1854.438
11		0+450.000	1854.308	1854.286
12	PTV	0+460.000	1854.093	1854.093

Tabla 10. Elevaciones dentro la curva.



5.-SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN

La Sección Transversal de un camino en un punto cualquiera es un corte vertical perpendicular al eje del camino. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente.

Cuando además se representan las pendientes transversales y las diferentes capas del pavimento, se le llama Sección Transversal de Construcción.

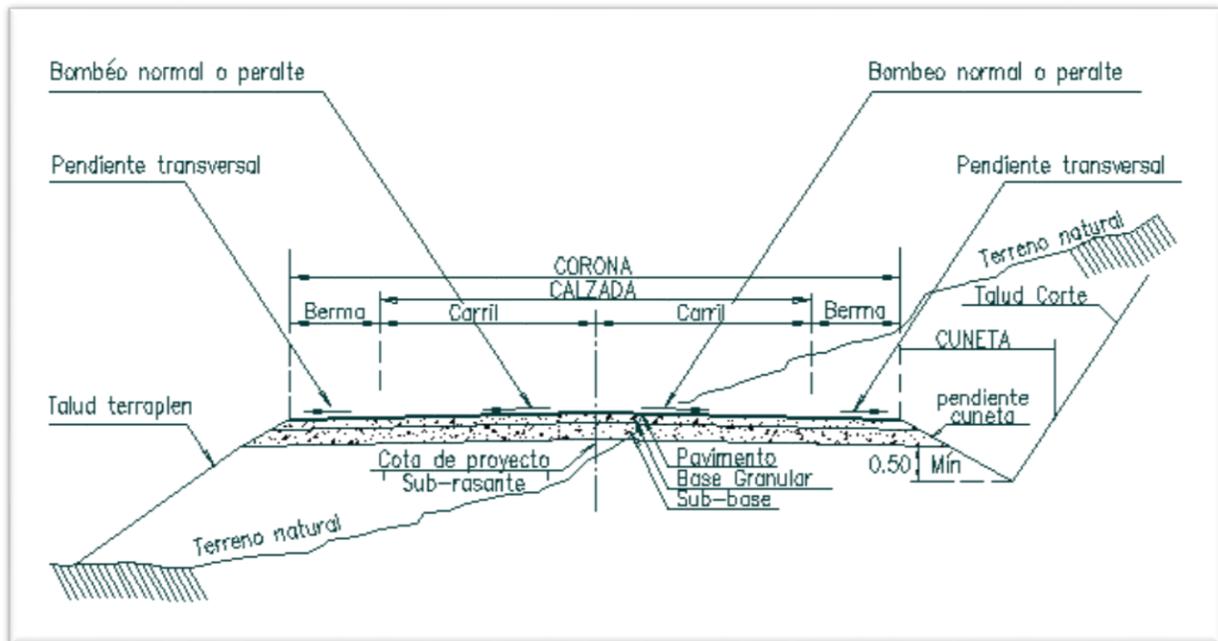


Figura 16. Elementos principales que forman las secciones de construcción.

Elementos que conforman la sección transversal.

- CORONA.

Es la superficie del camino terminado que está comprendida entre los hombros del camino; los elementos que la definen son: la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.



- RASANTE.

Es la línea o pendiente longitudinal que se traza en el perfil de construcción y que representa el desarrollo del eje del camino. En la sección transversal es un punto con la elevación de la carpeta.

- PENDIENTE TRANSVERSAL.

Es la pendiente de la corona perpendicular al eje del camino y se representan 3 casos, Bombeo, Sobreelevación y Transición de bombeo a la sobreelevación.

- BOMBEO.

Es la pendiente que se da a los carriles y acotamientos para eliminar el agua de la corona en un tramo en tangente su valor es de -2%.

- SOBREVACION.

Es la pendiente que se le da a la corona en tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de fuerza centrífuga. Su valor es mayor que el bombeo siendo la máxima de 12%, en el lado interior de la curva tiene signo negativo y en el lado exterior positivo.

- TRANSICIÓN DE BOMBEO A SOBREVACIÓN.

Al pasar de una sección en tangente a otra en curva se requiere cambiar el bombeo de la corona a la sobreelevación en forma gradual, por lo tanto, se calculan los kilometrajes de los puntos de control para también obtener el valor intermedio de la sobreelevación y la ampliación hasta que el inicio de la curva (PC) y después de finalizar esta (PT) esta información se entrega al topógrafo y al supervisor para cuidar las elevaciones y las distancias en esa zona de transición.

- CALZADA.

Es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles. El ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización en el alineamiento horizontal.



En secciones en tangente el ancho de carril varia de 3.05 a 3.65 m y normalmente son 2, 4 o 6 por sentido; el ancho de carril más común es de 3.5 metros y determina el volumen y nivel de operación o de servicio del camino o vialidad.

- **ACOTAMIENTO.**

Son espacios contiguos a la calzada, comprendidos entre la orilla de la carpeta y los hombros del camino, su ancho depende del volumen de tránsito y del nivel de servicio que se requiera y varia de 0.50 m a 3 m; solo llevan un revestimiento de material asfáltico.

Sus ventajas son las siguientes:

- 1) Dan seguridad al usuario al contar con un ancho adicional fuera de la calzada y sirve para eludir accidentes o reducir su severidad.
- 2) Protegen contra la humedad y posibles erosiones a la calzada.
- 3) Facilitan los trabajos de conservación.
- 4) Mejoran la visibilidad en tramos de curva
- 5) En caso de accidentes, averías mecánicas o emergencias pueden usarse como estacionamientos temporales.

- **SUB-CORONA.**

Es la parte superior de las terracerías sobre la cual se apoyarán las capas del pavimento.

Se entiende por terracerías el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la sub-corona, queda definida por los espesores de corte y terraplén en cada estación del camino y que se calcula en el perfil de construcción.

Los puntos del perfil donde el terreno natural tiene la misma elevación sub-rasante no existen espesores de corte y terraplén, se les llama puntos de paso.

Se entiende por pavimento a las capas de material seleccionado y/o tratado comprendidos entre la sub-corona y la corona que tienen como objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos que se transmitan a las terracerías causen deformaciones mínimas.



Las capas de pavimento más usuales son: Carpeta, Base, Sub-Base, Sub-rasante y Filtro, su espesor se incrementa de arriba hacia abajo.

Elementos que definen la Sub-corona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino:

a) Sub-rasante.

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub-corona y sirve para determinar los espesores de corte y terraplén.

b) Pendiente Transversal.

Puede ser el bombeo o la sobre elevación y siempre será la misma que la sub-corona.

c) Ancho.

Es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intercepción de la sub-corona con los taludes de terraplén, cuneta o corte, siempre se incluirá un sobre-ancho o ensanche que sirve para la compactación de las terracerías y posteriormente de las capas del pavimento.

- **CUNETAS Y CONTRA-CUNETAS.**

En las terracerías también deben de construirse las obras de drenaje como cunetas y contra- cunetas para que el agua se desaloje de la sección transversal, además que en muchos caminos rurales de México los caminos a nivel de terracerías son los más comunes y deben ser transitados durante todo el año.

Las brechas son caminos que se hacen por usos y costumbres, que no cuentan con obras de drenaje y que en época de lluvia son intransitables.

- **CUNETAS.**

Son canales o zanjas con sección triangular que se construyen en tramos de corte junto a la corona con el objeto de recibir el agua que llega al camino y la que escurre por el talud del corte, su ancho es de 1 metro, su talud de 3:1 y su profundidad máxima es de 33 centímetros.

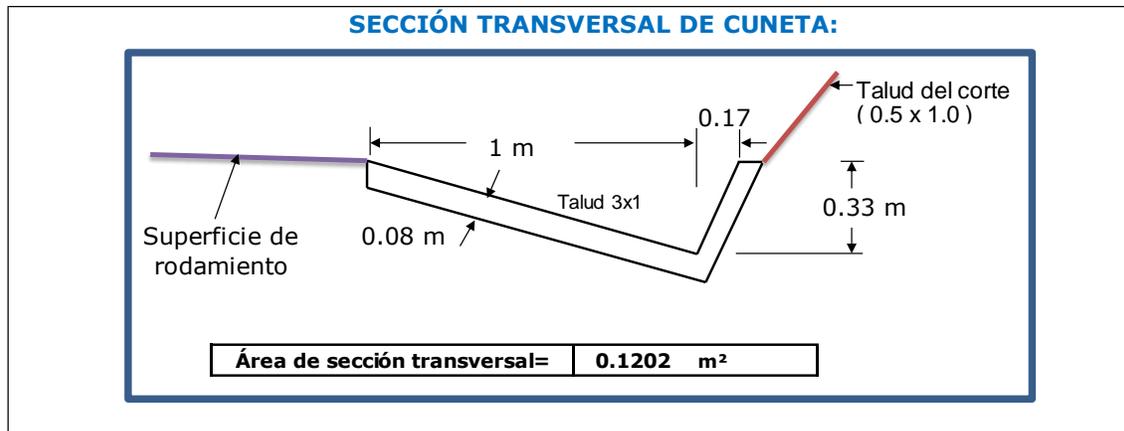


Figura 17. CUNETA

En los sub-tramos de corte que indican los planos de secciones transversales de construcción, del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, se construirán las cunetas con la sección y dimensiones indicadas. Cuando las longitudes de las cunetas sean muy grandes, se colocarán obras de drenaje de alivio en intervalos de longitud máxima de 500 metros para terreno plano y 250 metros para terreno montañoso. Las cunetas tendrán la continuidad apropiada, sin ser interrumpidas antes de descargar el agua apropiadamente, con su respectivo lavadero de salida. No quedarán localizadas en los sitios de accesos a otros caminos o a casas y predios, en cuyo caso se construirá una cuneta con estructura especial.

TRAMOS DONDE SE CONSTRUIRÁN CUNETAS									
LADO IZQUIERDO					LADO DERECHO				
TRAMO		LONGITUD	ÁREA	VOLUMEN	TRAMO		LONGITUD	ÁREA	VOLUMEN
DE KM	A KM	M	M ²	M ³	DE KM	A KM	M	M ²	M ³
0+000	0+050	50.00	0.1202	6.0	0+090	0+130	40.0	0.1202	4.8
3+790	3+870	80.00	0.1202	9.6					
SUBTOTAL		130.00		15.63	SUBTOTAL		40.00		4.81
					LONGITUD TOTAL:		170.00 m		
					VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO f'c=150 Kg/cm²:		20.43 m³		

Tabla 11. Cuantificación de Cunetas



- **TALUD.**

Es talud es la inclinación del pavimento de los cortes o de los terraplenes expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

Se le llama también talud a la superficie que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

En terraplenes dado el control que se tiene en la extracción, colocación, compactación del material que formará el terraplén el talud empleado siempre será 1,5:1.

En cortes debido a la gran variedad de materiales, es indispensable hacer un estudio geotécnico para dar el talud adecuado, por ejemplo:

1. Granito sano masivo o en bloque, talud 0.25:1.
2. Granito fracturado y medianamente alterado, talud 0.25:1.
3. Dioritas, Riolitas, Andesitas fracturadas en grandes bloques, talud 0.25:1.
4. Basalto triturado y sano, talud 0.25:1.
5. Tobas (canteras), lutitas, talud 0.5:1.
6. Limos, arcilla, talud 1:1.
7. Areniscas, conglomerados, calizas y pizarras, talud 0.75:1.

Estos taludes son recomendables para alturas menores o iguales a 8 metros de altura.

Partes complementarias de la sección transversal.

Son aquellos elementos de la sección transversal que se construyen sobre ella o junto a ella para mejorar la operación y conservación del camino, entre ellos tenemos.

- **GUARNICIONES Y BORDILLOS.**

Las guarniciones son los elementos prácticamente enterrados, generalmente de concreto hidráulico que se emplean para limitar banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.

El tipo y la ubicación de las guarniciones influye en las reacciones del conductor y por lo tanto en la seguridad y la utilidad del camino.



- **LAVADEROS.**

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas, contra cunetas y guarniciones, 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 y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes de menos altura; para terraplenes en curva horizontal se construirán sólo en el talud interno del terraplén, de preferencia en su parte más baja; también en las partes más bajas de las curvas verticales; en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran.

CROQUIS:

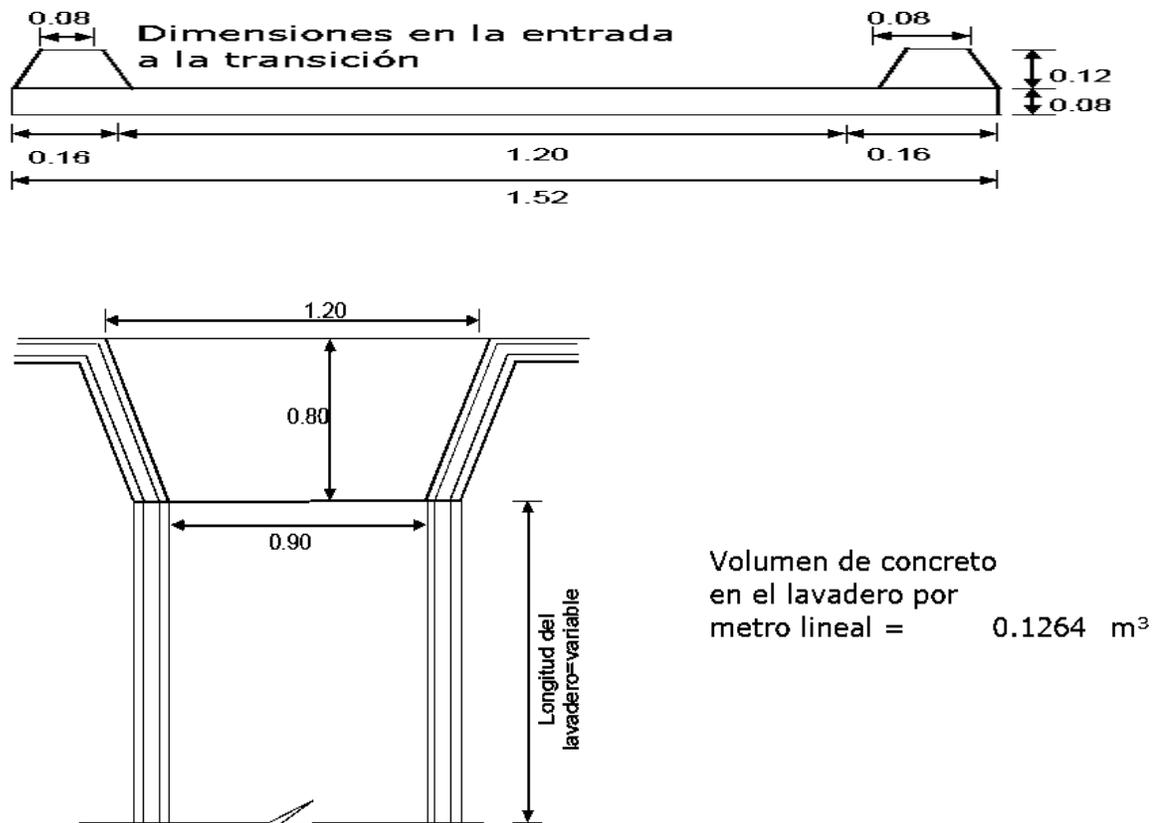


Figura 19. Croquis de Lavaderos.

El lavadero se recomienda utilizar cuando las alturas de los terraplenes sean considerables y mayores a 0.50 m; tienen el propósito de recolectar el agua de la corona, por la captación y la conducción de los bordillos y en algunos casos de las mismas cunetas, así como en las salidas de algunas obras de drenaje (casos



especiales y en los otros tramos indicados en el proyecto y/o lo que indique el supervisor de obra. Se recomienda construir a cada 80 metros de longitud.

A continuación, se muestra los lavaderos considerados en el proyecto, así como los volúmenes de concreto que se tienen que considerar para el análisis de precio unitario.

TRAMOS DONDE SE CONSTRUIRÁN LAVADEROS

LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO			
KM	LONGITUD	VOLUMENES		KM	LONGITUD	VOLUMENES	
		TRANSICIÓN	TOTAL			TRANSICIÓN	TOTAL

TRAMOS DONDE SE CONSTRUIRÁN LAVADEROS

LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO			
KM	LONGITUD	VOLUMENES		KM	LONGITUD	VOLUMENES	
		TRANSICIÓN	TOTAL			TRANSICIÓN	TOTAL
0+090	2.66	0.110	2.461	0+090	2.66	0.110	2.461
0+130	2.66	0.110	2.461	0+130	2.66	0.110	2.461
0+210	2.66	0.110	2.461	0+250	2.66	0.110	2.461
0+270	2.66	0.110	2.461	0+330	2.66	0.110	2.461
0+430	2.66	0.110	2.461	0+410	2.66	0.110	2.461
0+490	2.66	0.110	2.461	0+490	2.66	0.110	2.461
0+550	2.66	0.110	2.461	0+550	2.66	0.110	2.461
0+730	2.66	0.110	2.461	0+630	2.66	0.110	2.461
0+810	2.66	0.110	2.461	0+710	2.66	0.110	2.461
0+890	2.66	0.110	2.461	0+770	2.66	0.110	2.461
0+970	2.66	0.110	2.461	0+850	2.66	0.110	2.461
1+030	2.66	0.110	2.461	0+910	2.66	0.110	2.461
1+100	2.66	0.110	2.461	1+070	2.66	0.110	2.461
1+170	2.66	0.110	2.461	1+150	2.66	0.110	2.461
1+220	2.66	0.110	2.461	1+350	2.66	0.110	2.461
1+290	2.66	0.110	2.461	1+430	2.66	0.110	2.461
1+370	2.66	0.110	2.461	1+500	2.66	0.110	2.461
1+430	2.66	0.110	2.461	1+570	2.66	0.110	2.461
1+510	2.66	0.110	2.461	1+630	2.66	0.110	2.461
1+570	2.66	0.110	2.461	1+700	2.66	0.110	2.461
1+650	2.66	0.110	2.461	1+830	2.66	0.110	2.461
1+780	2.66	0.110	2.461	1+910	2.66	0.110	2.461
1+830	2.66	0.110	2.461	1+970	2.66	0.110	2.461
1+910	2.66	0.110	2.461	2+030	2.66	0.110	2.461
2+170	2.66	0.110	2.461	2+110	2.66	0.110	2.461
2+250	2.66	0.110	2.461	2+190	2.66	0.110	2.461
2+330	2.66	0.110	2.461	2+270	2.66	0.110	2.461



2+410	2.66	0.110	2.461	2+350	2.66	0.110	2.461
2+470	2.66	0.110	2.461	2+430	2.66	0.110	2.461
2+650	2.66	0.110	2.461	2+510	2.66	0.110	2.461
2+740	2.66	0.110	2.461	2+590	2.66	0.110	2.461
2+790	2.66	0.110	2.461	2+650	2.66	0.110	2.461
2+850	2.66	0.110	2.461	2+830	2.66	0.110	2.461
2+930	2.66	0.110	2.461	2+910	2.66	0.110	2.461
3+010	2.66	0.110	2.461	2+290	2.66	0.110	2.461
3+170	2.66	0.110	2.461	3+060	2.66	0.110	2.461
3+240	2.66	0.110	2.461	3+110	2.66	0.110	2.461
3+330	2.66	0.110	2.461	3+190	2.66	0.110	2.461
3+390	2.66	0.110	2.461	3+410	2.66	0.110	2.461
3+470	2.66	0.110	2.461	3+490	2.66	0.110	2.461
3+650	2.66	0.110	2.461	3+570	2.66	0.110	2.461
3+730	2.66	0.110	2.461	3+650	2.66	0.110	2.461
3+790	2.66	0.110	2.461	3+730	2.66	0.110	2.461
				3+810	2.66	0.110	2.461
LONGITUD=	114.38	VOLUMEN=	105.82	LONGITUD=	117.04	VOLUMEN=	108.29
CANTIDAD DE LAVADEROS = 87							
LONG. TOTAL DE LAVADEROS DE CONCRETO = 231.42							
VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO F'c=150 km/cm2= 214.11							

Tabla 13. Cuantificación de lavaderos.

- OBRAS DE ALIVIO.

Las obras de alivio son aquellas obras auxiliares que se utilizan para drenar caudales provenientes de diversas obras complementarias de drenaje como las cunetas, contra-cunetas y lavaderos. También son obras de alivio aquellas que se utilizan para drenar a través y por debajo de la superficie de rodadura, las aguas que llegan a acumularse del lado de aguas arriba de la carretera.

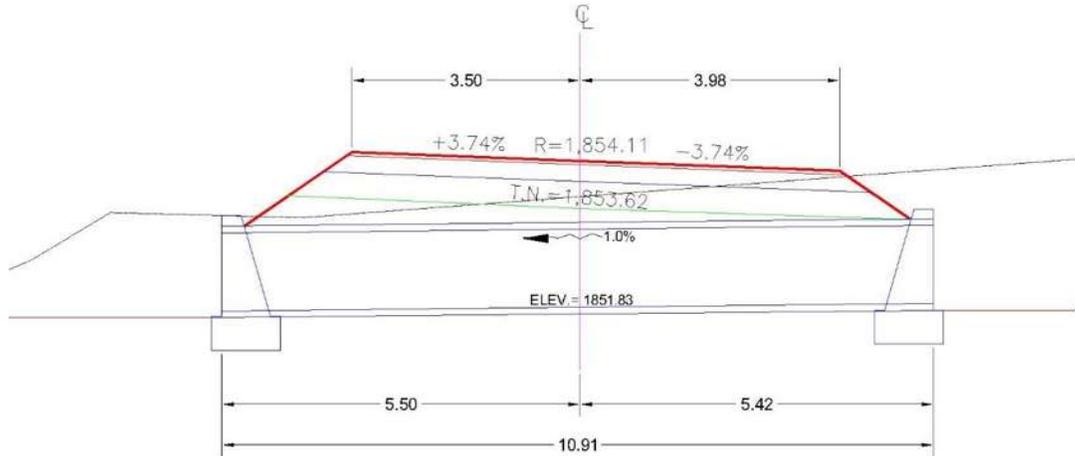


Figura 20. Sección transversal de Obra de Alivio 1.1

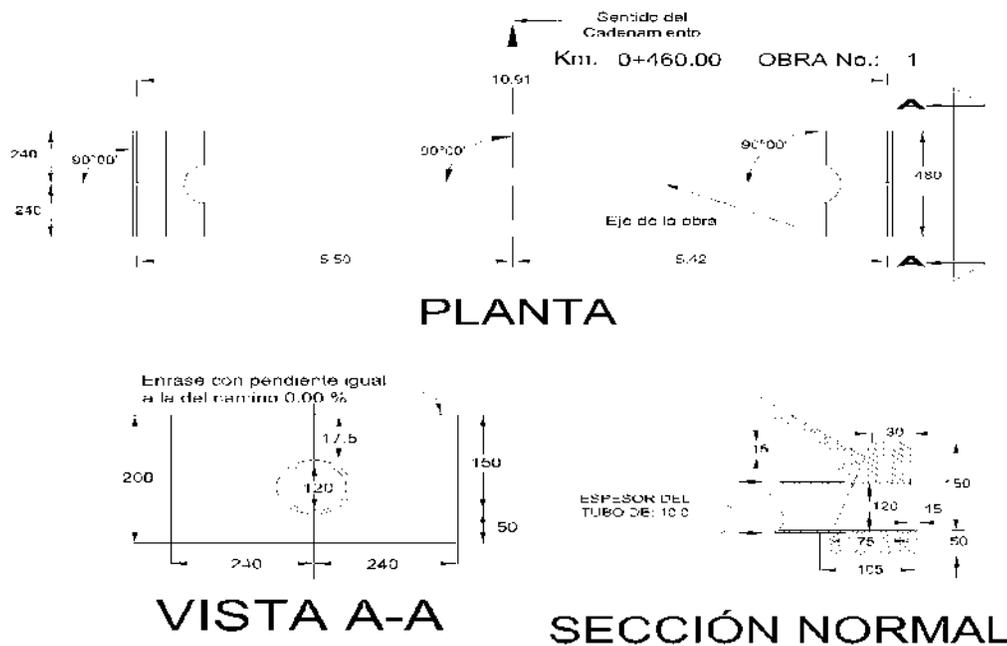


Figura 21. Sección transversal de Obra de Alivio 1.2

Para las obras de alivio se considera como mínimo un tubo PAD de 120 cm y un cabezal de 480 cm; dichas obras se deben considerar a cada 500 m una de la otra al menos que se trate de una alcantarilla donde pase una corriente de agua constante.

En el proyecto se consideran solamente dos alcantarillas, las demás se consideran obras de alivio.



6.-CURVA MASA

La curva masa es una gráfica dibujada en un plano x,y donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación o relleno(en terracerías) y las abscisas los cadenamientos de un camino

La curva masa permite determinar todos los movimientos de cortes y terracerías y establecer el esquema más eficiente, al cual corresponden los costos mínimos de movimientos de tierra.

El único impedimento para compensar los rellenos y excavaciones será la calidad de los materiales de la zona.

El objetivo de la curva masa es aprovechar el material de excavación para construir el terraplén, logrando una compensación total sin que exista sobrante o faltante de material; también es aprovechar los cortes para compensar los terraplenes con las menores distancias posibles de acarreo y reducir al mínimo los desperdicios provenientes de los cortes y los préstamos de material para construir los terraplenes.

PROCEDIMIENTO PARA ELABRAR LA CURVA MASA

A continuación, se explica una forma (la más utilizada) de obtener correctamente la Curva masa y así poderla representar en el perfil del proyecto.

- Se proyecta la sub-rasante sobre el dibujo del perfil del terreno.
- Se determina en cada estación o en los puntos que lo ameriten, espesores de corte o terraplén.
- Se dibujan las secciones transversales topográficas con los taludes escogidos según el tipo de material.
- Se calculan las áreas transversales del camino por cualquiera de los métodos.
- Se calculan los volúmenes abundado los cortes o haciendo la reducción de los terraplenes según el tipo de material escogido.
- Se dibuja la curva masa con los datos anteriores.

PROPIEDADES DE LA CURVA MASA.

- La curva crece cuando pasa por un corte y la curva tendera a decrecer cuando pase por un terraplén.
- Cualquier línea horizontal (compensable) que atraviesa la curva masa marcara 2 puntos entre los cuales hay compensación de volumen, es decir, el volumen de corte es igual al de terraplén.
- La diferencia de ordenadas entre 2 puntos representa el volumen de terracerías. Dentro de la distancia comprendida entre esos puntos.



- Cuando la curva masa esta sobre la línea compensadora, el acarreo de material será hacia delante y si la curva queda por debajo de la curva masa el acarreo será hacia atrás.

Con el anterior procedimiento se obtienen resultados muy confiables que pueden ayudar a bajar los costos en los volúmenes de suministro y retiro de material del proyecto.

Se recomienda que el proyectista tenga una visita de campo para tener una completa visualización del camino y así poder tomar decisiones en gabinete.

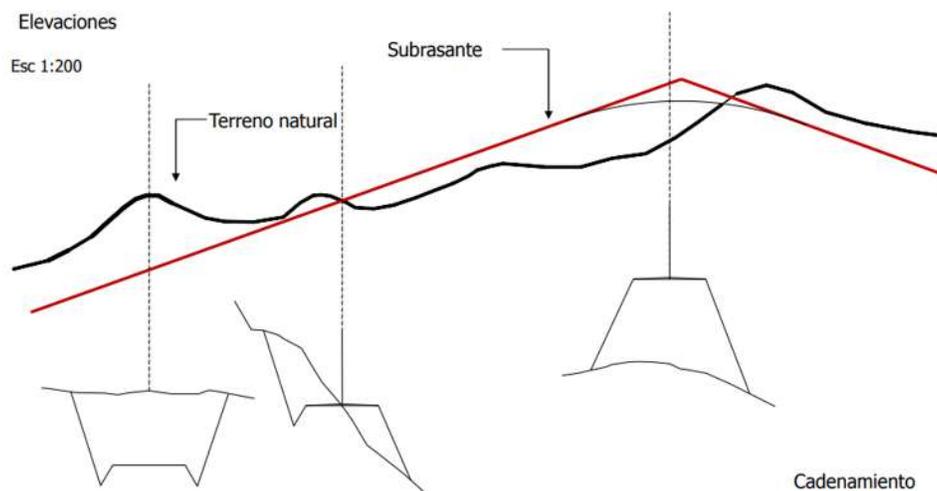


Figura 22. Perfil que representa movimientos de tierra.

El proyecto en estudio los cortes en taludes serán mínimos solo se contemplará el despalme y el material producto del despalme es una arcilla de alta plasticidad (CH) por lo que no es adecuado utilizar el material para las terracerías; por lo que las terracerías se tendrán que suministrar de un banco de préstamo que se encuentre en la zona.

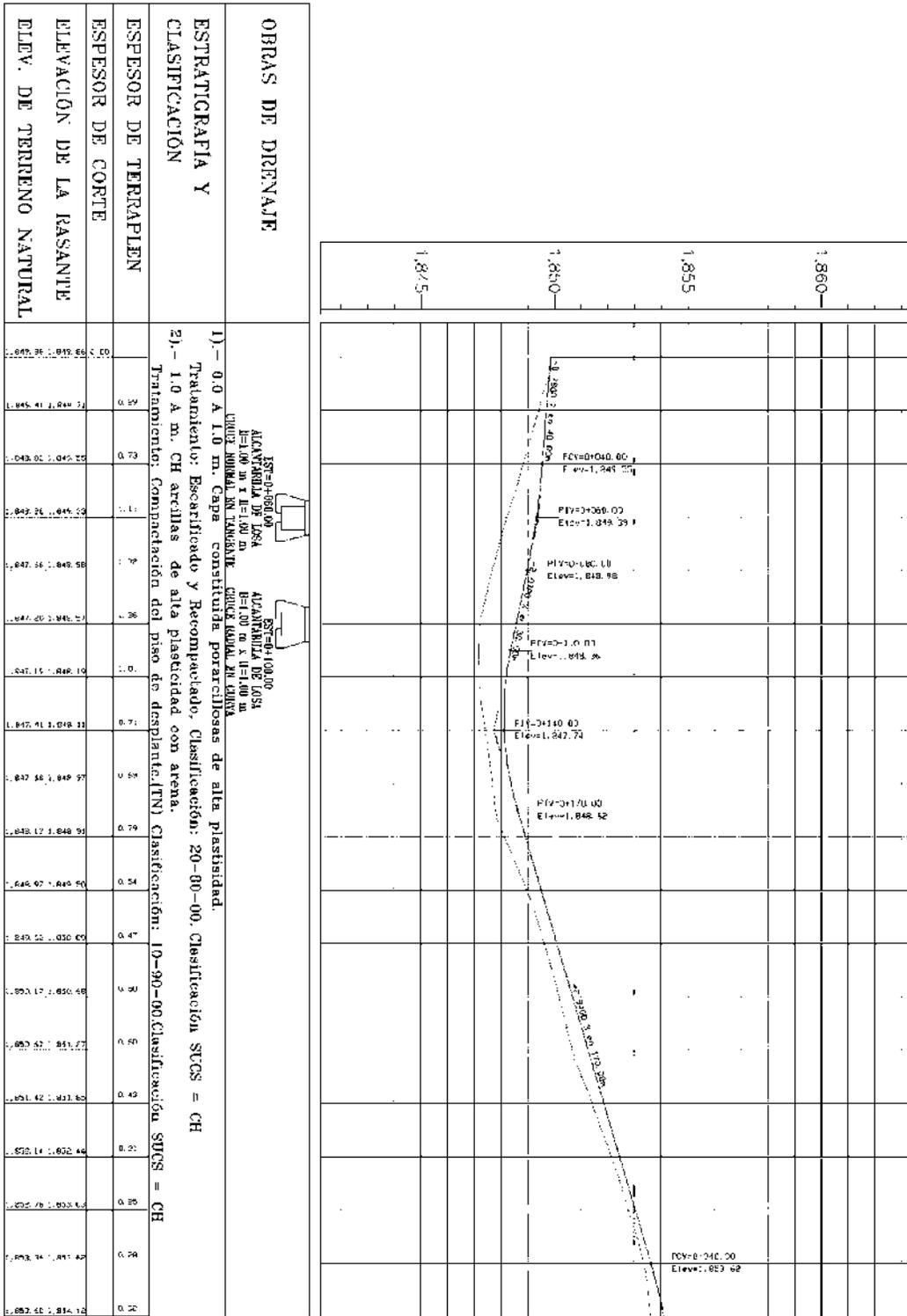


Figura 23. Perfil de Proyecto que representa poco movimiento de tierra.



Calculo de la Curva Masa.

Los cálculos de la curva masa son depositados en una tabla que nos permite apreciar el cadenamiento, así como las elevaciones, los volúmenes de cortes y terraplenes del camino, factor de abundamiento en corte y terraplén.

TABLA

COORDENADA INICIAL DE CURVA MASA= 10,000				AREAS A1 + A2 (m2)				SEMI-DISTANCIA	VOLUMENES				VOLUMENES ABUNDADOS		OCM	
CABENAMIENTO	ELEVACIONES		ESPEORES		C	I	C		I	C	I	Factor de abundamiento en corte	Factor de abundamiento en terraplen	C		I
	TN	SUBRASANTE	C	T												
0+000																
0+020																
0+040																
0+060																
0+080																
0+100																

Tabla 14. Tabla Para Calculo De Curva Masa. 1.1

COORDENADA INICIAL DE		10,000.00					
SECCIONES DE TN LEVANTADAS EN CAMPO	ELEVACIONES		ESPEORES		C	T	
	TN	SUBRASANTE	C	T			
0+000.000	1849.863	1849.863	0.00	0.00	4.39	0.01	
0+020.000	1849.413	1849.467	0.00	0.05	6.16	0.01	
0+040.000	1848.822	1849.071	0.00	0.25	3.63	0.02	
0+060.000	1848.212	1848.676	0.00	0.46	1.43	0.00	
0+080.000	1847.659	1848.280	0.00	0.62	0.33	0.64	
0+100.000	1847.205	1847.926	0.00	0.72	1.85	1.54	
0+120.000	1847.181	1847.867	0.00	0.69	1.45	1.63	
0+140.000	1847.408	1848.144	0.00	0.74	0.34	0.61	
0+160.000	1848.200	1848.716	0.00	0.52	1.62	0.02	
0+180.000	1849.129	1849.329	0.00	0.20	3.16	0.00	
0+200.000	1849.184	1849.943	0.00	0.76	0.36	0.47	
0+220.000	1849.785	1850.556	0.00	0.77	0.09	0.71	
0+240.000	1850.255	1851.170	0.00	0.92	0.09	1.97	
0+260.000	1850.703	1851.783	0.00	1.08	0.00	3.09	
0+280.000	1851.421	1852.397	0.00	0.98	0.12	2.28	
0+300.000	1852.318	1853.010	0.00	0.69	0.56	1.45	

Tabla 15. Tabla para cálculo de curva masa. 1.2



Las áreas de corte y terraplén corresponden a las secciones transversales de cada estación con estas áreas se tomarán para multiplicarlas por la semidistancia del cadenamiento que es la distancia entre un coadunamiento y otro en este caso nuestro cadenamiento es a cada 20 m por lo cual la semidistancia corresponderá a un valor de 10 y con este valor se determinará los volúmenes de corte y terraplén.

Para determinar los volúmenes de corte y terraplén basta con multiplicar la suma de las áreas por la semidistancia respectivamente de cada uno.

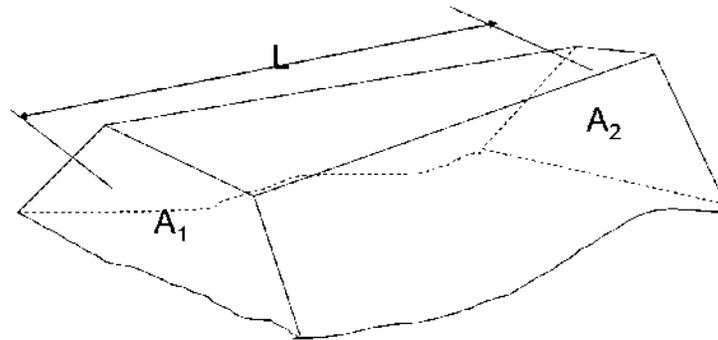


Figura 24. Suma De Secciones En Corte O Terraplén.

Ya obtenido los volúmenes de los cortes y terraplén se procede a calcular la curva masa, usualmente se considera un valor alto para empezar la curva masa en este caso es un valor de 10,000.

Formula:

$$CV = 10,000 + (C_1 - T_1) + (C_2 - T_2) + (C_n - T_n) + \dots$$

Ejemplo:

estación 0+020 a la estación 0+060

$$CV = 10,000 + (105.49 - 0.20) + (97.87 - 0.31) + (50.61 - 0.21)$$

$$CV = 10,253.26$$



COORDENADA INICIAL DE			10,000.00				VOLUMEN					
SECCIONES DE TN LEVANTADAS EN CAMPO	ELEVACIONES		ESPESORES		C	T	Factor de abundamie nto en corte	SEMI- DISTANCIA	C	T	RESUMEN (ORDENADAS DE LA CURVA MASA)	
	TN	SUBRASANTE	C	T								
0+000.000	1849.863	1849.863	0.00	0.00	4.39	0.01					0+000.000	10,000.00
0+020.000	1849.413	1849.467	0.00	0.05	6.16	0.01	1.00	10.00	105.49	0.20	0+020.000	10,105.29
0+040.000	1848.822	1849.071	0.00	0.25	3.63	0.02	1.00	10.00	97.87	0.31	0+040.000	10,202.86
0+060.000	1848.212	1848.676	0.00	0.46	1.43	0.00	1.00	10.00	50.61	0.21	0+060.000	10,253.26
0+080.000	1847.659	1848.280	0.00	0.62	0.33	0.64	1.00	10.00	17.60	6.35	0+080.000	10,264.50
0+100.000	1847.205	1847.926	0.00	0.72	1.85	1.54	1.00	10.00	21.79	21.76	0+100.000	10,264.54
0+120.000	1847.181	1847.867	0.00	0.69	1.45	1.63	1.00	10.00	32.95	31.74	0+120.000	10,265.75
0+140.000	1847.408	1848.144	0.00	0.74	0.34	0.61	1.00	10.00	17.86	22.47	0+140.000	10,261.13
0+160.000	1848.200	1848.716	0.00	0.52	1.62	0.02	1.00	10.00	19.57	6.38	0+160.000	10,274.33
0+180.000	1849.129	1849.329	0.00	0.20	3.16	0.00	1.00	10.00	47.81	0.24	0+180.000	10,321.90
0+200.000	1849.184	1849.943	0.00	0.76	0.36	0.47	1.00	10.00	35.19	4.73	0+200.000	10,352.36
0+220.000	1849.785	1850.556	0.00	0.77	0.09	0.71	1.00	10.00	4.48	11.88	0+220.000	10,344.97
0+240.000	1850.255	1851.170	0.00	0.92	0.09	1.97	1.00	10.00	1.87	26.84	0+240.000	10,320.00
0+260.000	1850.703	1851.783	0.00	1.08	0.00	3.09	1.00	10.00	0.94	50.61	0+260.000	10,270.33
0+280.000	1851.421	1852.397	0.00	0.98	0.12	2.28	1.00	10.00	1.20	53.72	0+280.000	10,217.81
0+300.000	1852.318	1853.010	0.00	0.69	0.56	1.45	1.00	10.00	6.80	37.26	0+300.000	10,187.36

Tabla 16. Tabla Para Calculo De Curva Masa.

DIBUJO DE CURVA MASA

A continuación, se darán las recomendaciones para dibujar la curva masa en el perfil de proyecto:

- Se dibuja la curva masa con los volúmenes en el sentido vertical y el cadenamiento en el sentido horizontal utilizando el dibujo del perfil
- Cuando está trazada la curva masa, se traza la línea compensadora que se coloca en forma horizontal y corta la curva en varios puntos.
- Podrán dibujarse varias líneas compensadoras para mejorar los movimientos, teniendo en cuenta que se compensan más los volúmenes cuando la línea compensadora corta más veces a la curva masa.

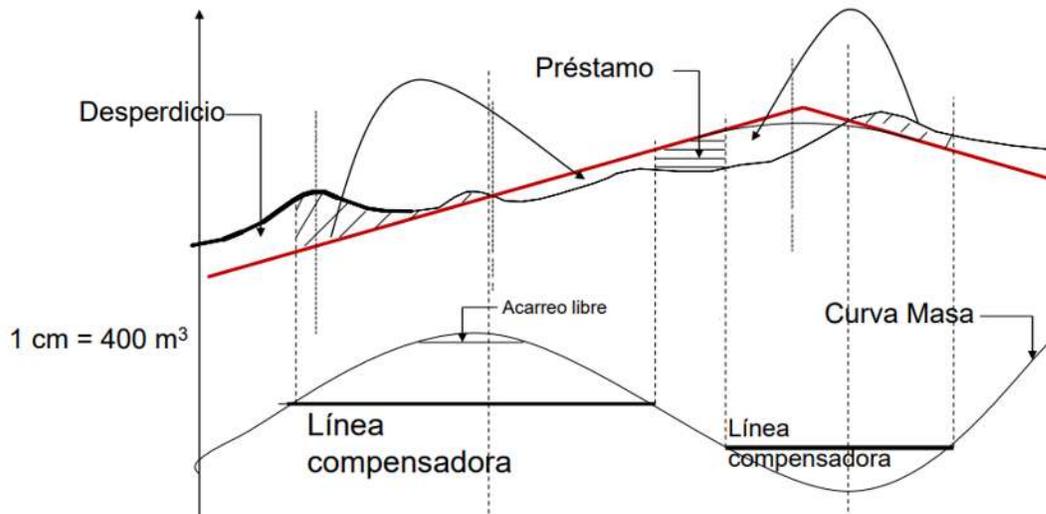


Figura 25. Línea compensadora

A continuación, se darán unas recomendaciones para la curva masa.

- Entre los límites de una excavación, la curva crece de izquierda a derecha y decrece cuando hay terraplén.
- En las estaciones donde hay cambio de excavación a relleno habrá un máximo y viceversa.
- Cualquier línea horizontal que corte a la curva masa en dos puntos, marcará cadenamamientos consecutivos entre los cuales habrá compensación.
- La diferencia de ordenadas entre dos puntos, representará el volumen de terracería dentro de la distancia comprendida entre esos dos puntos.
- Cuando la curva masa queda encima de la compensadora, los acarreo se harán hacia adelante.
- El área comprendida entre la curva masa y la compensadora, es el producto de un volumen por una distancia.

De acuerdo con las características estratigráficas y geotécnicas observadas a lo largo del camino, se considera que hay tramos de compensación longitudinal de consideración, por lo que se deberá de calcular el volumen para los acarreo necesarios. El terreno natural tiene principalmente Arcillas por lo tanto solo se puede



utilizar para arropar taludes de acuerdo a normativa SCT vigente y lo que la supervisión determine en el proceso construcción.

DATOS PARA EL CALCULO DE LA CURVA MASA

CAMINO	CHUPÍCUARO -JÉRUCO
TRAMO	0+000 AL 3+878
SUBTRAMO	
ORIGEN	

KILOMETRO DESDE HASTA	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	EFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRI				CLASIFICACION PRESUPUESTO A B C	CORTE		TERRAPLEN		OBSERVACIONES
	N°	ESPESOR (M)			90%	95%	100%	BANDEADO		ALTURA MAXIMA	TALUD	ALTURA MAXIMA	TALUD	
0+000 al 1+000	1	0.15	Capa de Revestimiento, constituido por material granular (roca intemperizada) a gravas arcillosas (GC).	Escarificado y recompactado.	1.03	0.98	0.91		20-80-00	2	0,5:1	1	1,5:1	Se sugiere el aprovechamiento de dicha capa para estabilizar el tn de desplante.
	2	1.5	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.93		10-90-00	2	0,5:2	1	1,5:2	Se sugiere retirar y estabilizar con material Filtro y formar una capa rompedora de capilaridad.
	3	0.5	CL Arcillas inorganicas de baja plastisidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.99	0.93		15-85-00	2.5	0,5:2	2	1,5:2	Se sugiere retirar y estabilizar con material Filtro y formar una capa rompedora de capilaridad.
1+000 al 2+000	1	0.1	Capa de Revestimiento, constituido por material granular en menosr espesor(roca intemperizada) a gravas arcillosas (GC).	Escarificado y recompactado.	1.03	0.98	0.91		20-80-00	3.5	0,5:1	2	1,5:1	Se sugiere el aprovechamiento de dicha capa como arrope de talud o cuerpo de terraplen
	2	1.2	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.92		10-90-00	3.5	0,5:2	2	1,5:2	Retirar y usar como Arrope de talud.
	3	2	CL Arcillas inorganicas de baja plastisidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.93		10-90-00	3.5	0,5:2	2	1,5:2	Retirar y usar como Arrope de talud.

Tabla 17. Tabla General de Curva Masa 1.1



Estas tablas son un resumen del estudio Geotécnico del camino y se utilizan para facilitar la información a utilizar porque permite conocer la profundidad de los estratos al igual que identificar en porcentaje la presencia de distintos suelos al igual que se hace una recomendación para estructurar el camino. Se realizan tomando en cuenta el estudio de laboratorio que hace el sondeo en campo con los PCA que se deben de realizar a cada 500 m.

DATOS PARA EL CALCULO DE LA CURVA MASA

CAMINO	CHUPÍCUARO -JÉRUCO
TRAMO	0+000 AL 3+878
SUBTRAMO	
ORIGEN	

KILOMETRO DESDE HASTA	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	EFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRI				CLASIFICACION PRESUPUESTO A B C	CORTE		TERRAPLEN		OBSERVACIONES
	Nº	ESPESOR (M)			90%	95%	100%	BANDEADO		ALTURA MAXIMA	TALUD	ALTURA MAXIMA	TALUD	
2+000 al 3+000	1	0.15	Capa de Revestimiento, constituido por material granular (roca intemperizada) a gravas arcillosas (GC).	Escarificado y recompactado.	1.03	0.98	0.91		20-80-00	2	0,5:1	1	1,5:1	Se sugiere el aprovechamiento de dicha capa para estabilizar el tn de desplante.
	2	1.2	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.93		10-90-00	2	0,5:2	1	1,5:2	Se sugiere retirar y estabilizar con material Filtro y formar una capa rompedora de capilaridad.
	3	1.5	CH Arcillas inorganicas de alta plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.99	0.93		10-90-00	2.5	0,5:2	2	1,5:2	Se sugiere retirar y estabilizar con material Filtro y formar una capa rompedora de capilaridad.
3+000 al 3+878	1	0.1	Capa de Revestimiento, constituido por material granular en menosr espesor(roca intemperizada) a gravas arcillosas (GC).	Escarificado y recompactado.	1.03	0.98	0.91		20-80-00	3.5	0,5:1	2	1,5:1	Se sugiere el aprovechamiento de dicha capa como arroje de talud o cuerpo de terraplen
	2	1.2	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.92		20-80-00	3.5	0,5:2	1.5	1,5:2	Retirar y usar como Arroje de talud.
	3	2	CL Arcillas inorganicas de baja plasticidad	Compactación del piso de desplante (TN)	1.02	0.98	0.93		20-80-00	3.5	0,5:2	2	1,5:2	Retirar y usar como Arroje de talud.

OBSERVACIONES: Zonas inestables constituidas por arcillas (CH), que en presencia de agua presenta cambios volumétricos importantes que pueden dar origen a la formación de Baches, Trabajarlas de condiciones húmedas y no saturadas para lograr una capacidad de desplante optima.

Tabla 18. Tabla General de Curva Masa 1.2



Obtenido los anteriores datos se tiene que buscar los bancos más cercanos al centro del camino; dichos bancos deberán estar registrados en el inventario de bancos de materiales de la SCT; para que el material tenga un adecuado control de calidad. En este caso el banco el "Melón" que cumple con los requerimientos para la sub-rasante y el banco la "roka" que satisface las necesidades de una base hidráulica.

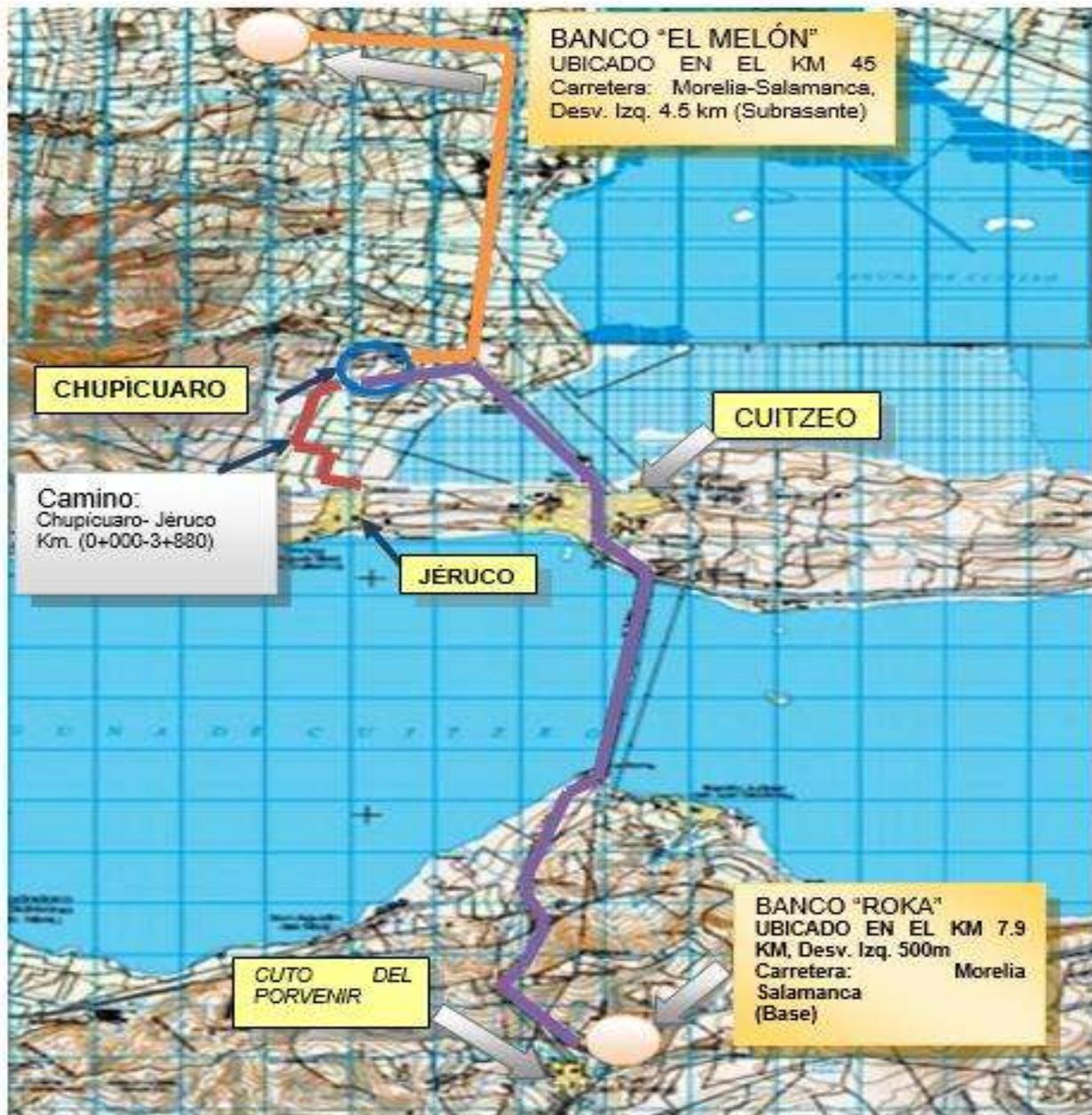


Figura 26. Ubicación de los Bancos de Material.



CARRETERA: E.C. (MORELIA – SALAMANCA) – PUERTA DEL SALTO

0041	EL MELÓN	003+300	D 00700	JUN-95	ABR-13	PART.	TEZONTLE	TPC	0050	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
------	----------	---------	---------	--------	--------	-------	----------	-----	------	------	-------	-----	------------	--------

NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- FECHA DE ACTUALIZACION (FECHA DE ACT.)	- TIPO DE MATERIAL CONG.- CONGLOMERADO VOLC.- VOLCANICO	- TRATAMIENTO NR.- NO REQUIERE D.- DISGREGACION C.- CRIBADO	TTC.- TRITURACION TOTAL Y CRIBADO CL.- CRIBADO Y LAVADO TPL.- TRITURACION PARCIAL Y LAVADO TTL.- TRITURACION TOTAL Y LAVADO TPCL.- TRITURACION PARCIAL, CRIBADO Y LAVADO EA.- ESTABILIZACION CON ASFALTO ECP.- ESTABILIZACION CON CEMENTO PORTLAND	- USOS PROBABLES 1.- REVESTIMIENTO 2.- SUB-BASE 3.- SUB-BALASTO 4.- BALASTO 5.- BASE 6.- CONCRETO ASFALTICO 7.- MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR	8.- SELLO 9.- MAMPOSTERIA 10.- CONCRETO HIDRAULICO 11.- ESCOLLERAS
- TIPO DE PROPIEDAD FED.- FEDERAL MPL.- MUNICIPAL PART.- PARTICULAR EJID.- EJIDAL	- USO DE EXPLOSIVOS EXPL.- EXPLOSIVOS NR.- NO REQUIERE SR.- SIN RESTRICCIONES	TP.- TRITURACION PARCIAL TT.- TRITURACION TOTAL L.- LAVADO TPC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO			

Tabla 19. Tabla Inventario de Bancos de Material de la SCT

La distancia de él Banco de Material “Roka” a el camino: Chupícuaro- Jéruco es de 16.420 km como se indica en con la línea morada en la carta topográfica.

La distancia de él Banco de Material “EL Melón” a el camino: Chupícuaro- Jéruco es de 9.500 km como se indica en con la línea naranja en la carta topográfica.



7.-ALCANTARILLAS

Son ductos que permiten el paso del agua de un lado a otro de la vía. Las alcantarillas deben clasificarse principalmente desde el punto de vista de su ubicación. Capacidad (diseño hidráulico) y resistencia (diseño estructural). Se requiere la ayuda de personal calificado para escoger debidamente la alcantarilla de acuerdo con los factores mencionados.

Las alcantarillas pueden tener forma circular, rectangular o elíptica. Las alcantarillas pueden prefabricarse o construirse en el sitio, a criterio del encargado. Por lo general, aquellas construidas en el sitio tienen forma cuadrada o rectangular, mientras que las prefabricadas son circulares o elípticas. A menudo se construyen pasos de dos o tres ductos en forma cuadrada o rectangular una al lado de la otra, o "baterías de tubos" unos al lado de los otros.

Las alcantarillas de sección cuadrada o rectangular se fabrican de concreto armado, las de forma circular se hacen con tubos de concreto o de acero corrugado. Las secciones elípticas se fabrican, por lo general, con planchas de hierro corrugado y las recomendaciones técnicas son las siguientes:

- Diámetro mínimo 30"
- Pendiente tubería 2 a 3 %, pudiendo aumentar según topografía del terreno
- Compactar primero los lados sin tocar el tubo
- La compactación sobre el tubo se debe hacer una vez que este tenga una capa de 20 cm. sobre su corona.



DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA

El diseño de una alcantarilla parte de un estudio hidrológico de la zona y se realiza para calcular el gasto asociado a un periodo de retorno en este caso se tiene considerado a un periodo de retorno de 25 años de las corrientes que cruzan el eje de proyecto en dos partes del camino en cuestión.

Para lo anterior es necesario comenzar por el estudio de las cuencas, de las corrientes antes mencionadas.

CÁLCULO DE ÁREAS HIDRÁULICAS PARA OBRAS DE DRENAJE

El principio a utilizar, se basa en el cálculo del área hidrológica de las corrientes y en función de está, la propuesta de un área hidráulica para el paso de la corriente de agua, por razones de seguridad el área hidráulica siempre será mayor al área hidrológica.

Por norma el menor diámetro que se utilizará para un cruce será de 1.20 m, en este caso con tubo de polietileno de alta densidad.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Para la elección de las estaciones meteorológicas fue necesario identificar las más cercanas y que contaran con la suficiente información para poder ser utilizadas en la determinación de las características hidrológicas de la zona de estudio.

Dicha búsqueda de las estaciones se llevó acabo en los registros de CONAGUA, donde cuenta con los registros de las alturas de precipitación diarias por año de la región.

Después de analizar las estaciones cercanas a la cuenca en estudio y la cantidad de información con la que contaba cada una de ellas, se optó por elegir solamente una debido a que se encuentra en el lugar de proyecto, con lo cual podemos estar seguros de representar las características hidrológicas del sitio.



NOMBRE	MUNICIPIO	CLAVE	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
CUITZEO	CUITZEO	16027	19.9561	-101.1381



Localización de la estación climatológica a utilizar y ubicación del tramo de proyecto.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS

Para llevar a cabo el estudio hidrológico correctamente es necesario conocer varias características de las cuencas de las corrientes que pasan por el eje de proyecto.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS					
UBICACIÓN	ÁREA	PERIMETRO	LONGITUD DE CAUCE PRINCIPAL	DESNIVEL DEL CAUCE PRINCIPAL	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE
	m ²	m	m	m	%
1+791.30	2590000	6189.81	3177	417	13.13%
3+820.00	7180000	11359.53	6242	444	7.11%

Tabla 20. Características de la Cuenca

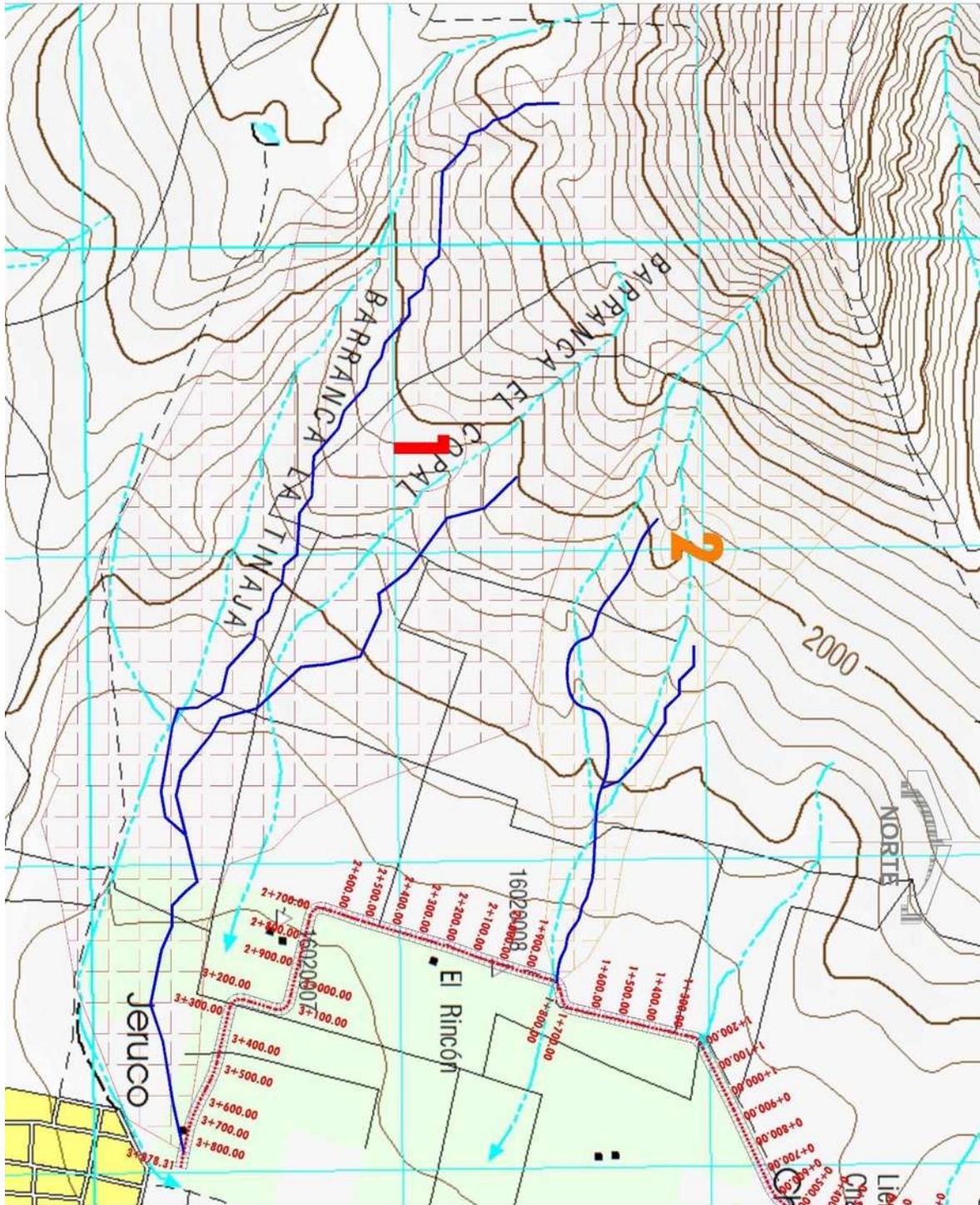


Figura 27 . Cuencas de las Corrientes existentes.



MÉTODOS PARA DETERMINAR GASTO DE DISEÑO

Para determinar el gasto de diseño se procede a utilizar 3 metodologías y se elige de acuerdo a criterio:

- Método americano
- Método de Manning
- Método empírico o de Talbot

Método Americano

GASTO DE DISEÑO

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se utilizarán varias fórmulas de diversos orígenes para calcular el tiempo de concentración de la cuenca, se utilizará el tiempo de concentración más desfavorable, dicho valor será el más pequeño que arrojen los métodos utilizados:

Método de Kirpich:

$$t_c = (0.01947) \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Método de Teméz:

$$t_c = 0.30 * \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Método de U.S.B.R.:

$$t_c = (0.066) \times \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Método de Rowe:

$$t_c = \left(\frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Método de Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{SL}}$$

Método de SCS

$$t_c = \frac{L^{1.15}}{3085 * H^{0.38}}$$

Para fines de diseño se utilizará el método SCS.



INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La tormenta de diseño, es uno de los datos de partida para el cálculo de las avenidas máximas. Por lo que es evidente la necesidad de tener una buena exactitud. La única manera de obtener información de la cantidad de precipitación que ocurre en una determinada cuenca, es el análisis de las tormentas que se hayan producido en la zona.

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD A PARTIR DE DATOS DE PRECIPITACIÓN.

Se hará el cálculo de avenidas de diseño a partir de los datos de precipitación y posteriormente se calculará la intensidad asociada a un periodo de retorno, la cuenca no cuenta con estaciones hidrométricas por tanto el cálculo de la altura de precipitación asociada a un período de retorno se realizará a partir de la precipitación registrada en las estaciones (altura de precipitación) lo anterior se hará con la estación base.

AJUSTE A DIVERSAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS

En este apartado se realizaron los cálculos con ayuda de software AX, (Ajustes Funciones de Probabilidad versión 1.05) creado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, Facultad de Ingeniería de la UNAM, dicho software analiza los datos históricos y los ajusta a una distribución probabilística. En la siguiente figura se presenta la caratula de resumen de resultados con la función de distribución de mejor ajuste.



Resumen de errores estándar Archivo analizado: JER6.aju				
Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	13,585	-----	13,585	-----
Lognormal	10,392	10,200	11,985	12,587
Gumbel	10,567	-----	12,657	-----
Exponencial	9,551	-----	22,824	-----
Gamma	11,152	10,209	12,641	10,677
Doble Gumbel	8,047			

Mínimo error estándar: 8,047
Calculado por la función: Doble Gumbel

Errores estándar de las funciones de distribución ajustada a la estación base **Cuitzeo** .

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN QUE MEJOR AJUSTA

La función de distribución que mejor ajusta es la DOBLE GUMBEL con lo cual se obtienen las siguientes alturas de precipitación asociadas a un periodo de retorno.

No	Tr	Dato cal
1	2,	51,37
2	5,	77,32
3	10,	104,62
4	25,	129,37
5	50,	158,83
6	100,	180,07
7	200,	200,92
8	500,	228,19
9	1000,	248,81
10	2000,	269,42
11	5000,	296,15
12	10000,	316,09

Precipitación máxima 24 horas en mm, para la estación base



Para el diseño de las obras hidráulica en cuestión se utilizará un periodo de retorno de **25 años**, por lo tanto, la intensidad de precipitación se calcula de la siguiente manera:

$$i = hp / tc$$

Dónde:

i= Intensidad de precipitación, mm/hr.

hp= Altura de precipitación, mm.

tc= Tiempo de concentración, hrs.

UBICACIÓN	MÉTODO USADO	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	ALTURA DE PRECIPITACIÓN	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN
		hr	mm	mm/hr
1+791.30	MÉTODO DE SCS	0.3487	129.370	371.007
3+820.00	MÉTODO DE SCS	0.7402	129.370	174.777

Tabla 21. Intensidad de Precipitación.

DETERMINACIÓN DEL GASTO

Para determinar el gasto se aplicara el método de la formula racional ya que contamos con una cuencas pequeñas menores de 250 Km² y por lo tanto de esta forma obtenemos valores muy certeros.

FORMULA RACIONAL

$$Q_p = 0.278 * C * i * A_c$$

Dónde:

C= Coeficiente escorrentía, adimensional (0.15).

A_c= Área de la cuenca, m².

i= Intensidad de precipitación, m/seg.



UBICACIÓN	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	ÁREA DE LA CUENCA	GASTO
		m/seg	m ²	m ³ /seg
1+791.30	0.15	0.0001031	2590000.000	11.131
3+820.00	0.15	0.0000485	7180000.000	14.536

Tabla 22. Gasto de Diseño

CÁLCULO DE VELOCIDAD DE CORRIENTE

La determinación de la velocidad de corriente es de suma importancia debido a que con ella y el gasto previamente obtenido se calculara el área hidráulica necesaria para las obras de drenaje en cuestión.

Para el cálculo de la velocidad se utilizará el método de Manning, Se proponen tubos de PAD con un diámetro de 1.20 m y se utilizará una pendiente hidráulica del 2%, que será la mínima y por ende el caso más desfavorable.

El método de Manning establece que la velocidad del flujo para cada tramo de una sección hidráulica es:

$$V_j = \frac{R_{hj}^{2/3} \bar{S}^{1/2}}{n_j}$$

Donde:

V_j = Velocidad de la corriente en el tramo j , (m/s)

R_{hj} = Radio hidráulico del tramo j , (m)

\bar{S} = Pendiente hidráulica media aguas arriba del sitio donde se ubique la sección hidráulica, adimensional con aproximación al diezmilésimo

n_j = Coeficiente de rugosidad de Manning del tramo j , adimensional



CÁLCULO DEL RADIO HIDRÁULICO

DATOS

Área Hidraulica= 35.599
 Perimetro Mojado= 25.043

$$R_h = A_h / P_m$$

$R_h = \underline{1.42151} \text{ m}$

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING (n)

Tipo de paso de Agua	Rugosidad del corrugado	Valor "n" de Manning
Tubo de Concreto	Liso	0.010 – 0.011
Cajón de Concreto	Liso	0.012 – 0.015
Tubo de Metal de Costilla Espiral	Liso	0.012 – 0.013
Tubo de Metal Corrugado, Caja y Arco del tubo (Corrugación Anular y Helicoidal – ver la figura B-3, página 130, el valor "n" de Manning varía con el tamaño del cuerpo del tubo)	68 x 13 mm Anular	0.022 – 0.027
	68 x 13 mm Helicoidal	0.011 – 0.023
	150 x 25 mm Helicoidal	0.022 – 0.025
	125 x 25 mm	0.025 – 0.026
	75 x 25 mm	0.027 – 0.028
	150 x 50 mm Placa Estructural	0.033 – 0.035
Polietileno corrugado	Liso	0.009 – 0.015
	Corrugado	0.018 – 0.025

Tabla. Coeficientes de Rugosidad de Manning



MÉTODO DE MANNING

DATOS

Radio Hidraulico= 1.4215
Pendiente hidráulica= 0.0328
Coef. de Rugosidad= 0.0350

$$V_j = \frac{R_{hj}^{2/3} S^{1/2}}{n_j}$$

$$V_j = 6.539 \text{ m}^3/\text{seg}$$

MÉTODO EMPÍRICO DE TALBOT

El método consiste en aplicar una fórmula empírica, publicada en 1887 por el profesor A.N. Talbot de la Universidad de Illinois, E.U.A., la cual dedujo basado en los datos de escurrimiento de un gran número de observaciones efectuadas en el Oeste Medio de aquel país, sobre corrientes tributarias del Río Mississippi. La fórmula de Talbot es:

$$a = 0.183 C \sqrt[3]{A^3}$$

Dónde:

a=Área hidráulica que deberá tener la alcantarilla, m.

A=Área de la cuenca por drenar, Ha.

C=Coeficiente de escurrimiento que depende de la topografía de la cuenca. (Tabla).



Características topográficas de la cuenca.	Valor de C
Montañosa y escarpada	1.00
Con mucho lomerío	0.80
Con lomerío	0.60
Muy ondulada	0.50
Poco ondulada	0.40
Casi plana	0.30
Plana	0.20

Tabla 23. Coeficientes C de la Formula Talbot.

Esta fórmula por estar basada en las características de precipitación particulares de una región, no permite tomar en cuenta la variación en la intensidad de precipitación, factor de frecuencia y velocidad del flujo cuando se aplica a otras localidades.

El valor de la intensidad de precipitación asociadas con las observaciones que sirvieron de base para la deducción de la fórmula fue del orden de 100 mm/hr, y la velocidad del agua dentro de la obra de drenaje fue de alrededor de 3m/s.

Utilizando el nomograma de Talbot, en función del área drenada A y el coeficiente C, se obtiene el área hidráulica necesaria en la alcantarilla y, si se trata de un tubo, se encuentra su diámetro.

En el caso del lugar en estudio utilizaremos el valor de C asignado al tipo de cuenca POCO ONDULADA, por lo tanto:

UBICACIÓN	ÁREA Ha.	COEFICIENTE	ÁREA HIDRÁULICA m ²
1+791.30	259.000	0.40	4.726
3+820.00	718.000	0.40	10.153



Tabla 24. Área Hidráulica Método Tablot

Después de los métodos utilizados, se opta por elegir los valores obtenidos por el Método empírico de Talbot, debido a que da valores más desfavorables, con lo anterior le damos un factor de seguridad extra a las obras de drenaje.

Los estudios hidrológicos hechos, son solo para las corrientes de agua que cruzan el camino en cuestión, pero adicionalmente se construirán más obras de drenaje para el alivio de cunetas y conservación del camino, a continuación, una lista de dichas obras:



PROPUESTA FINAL (TALBOT)		
UBICACIÓN	ÁREA HIDRÁULICA	PROPUESTA
0+450.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
0+900.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
1+190.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
1+581.86	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
1+791.30	4.726	ALCANTARILLA-PUENTE
2+150.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
2+583.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
2+690.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
3+116.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
3+520.00	OBRA DE ALIVIO	1 TUBO PAD DE 1.20 m
3+820.00	10.153	ALCANTARILLA-PUENTE

Tabla 25. Propuesta de Alcantarillas y Puentes.

Por lo anterior se consideran dos alcantarillas-puente una en el km 1+791.30 y la otra en el km 3+820.00

La SCT para alcantarillas- puentes de un ancho de corona de 7 m. tiene ya prestablecidos una serie de alcantarillas- puente tipo que facilitan el diseño estructural ya que viene la distribución y del acero y el espesor de losa; así como la dimensión de los cabezales y la cuantificación aproximada de los mismos.

Por la parte de excavación para las alcantarillas- puente se tendrá que analizar por caso específico.

Una vez analizado se reporta volúmenes materiales, niveles de rasante, dirección de pendiente en un plano donde se localiza la sección transversal del camino y el puente alcantarilla.

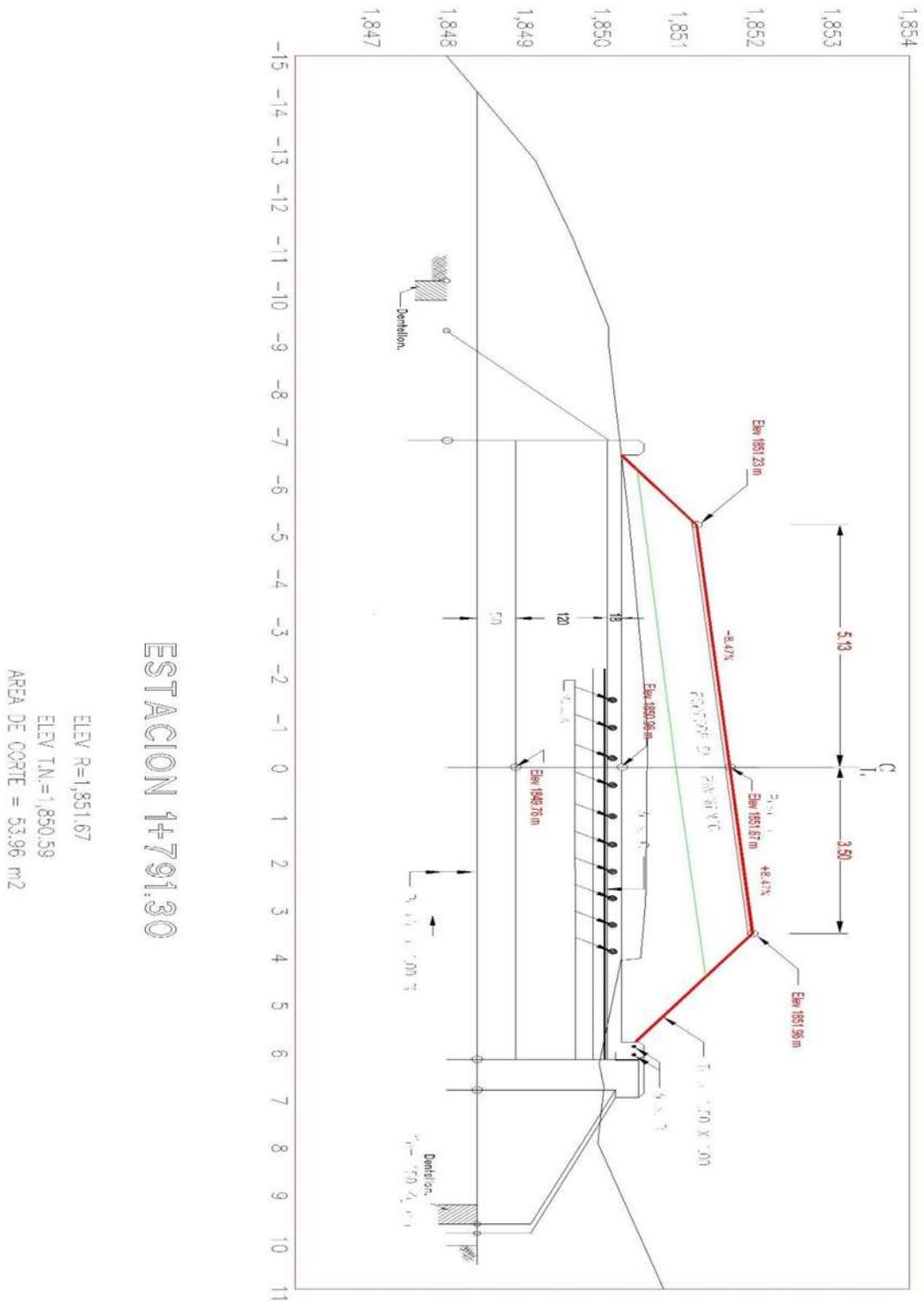


Figura 28. Sección Transversal de Alcantarilla- Puente.

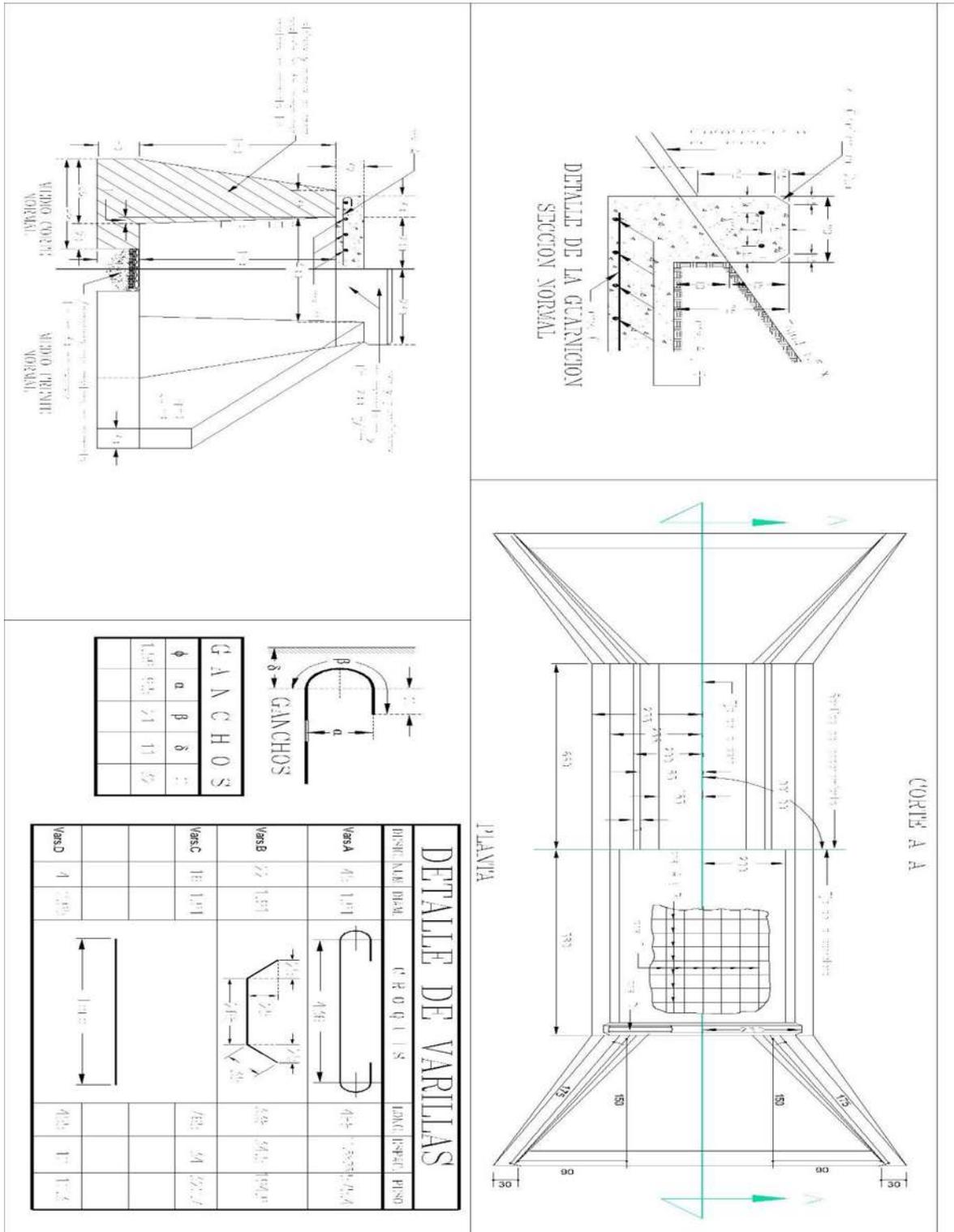


Figura 29. Planta y Detalles de Alcantarilla- Puente.



8.-CONCLUSIONES

En la elaboración de un proyecto geométrico de un camino cualquiera que sea su categoría, tiene que contemplar principalmente el conocimiento de la topografía y de la geotecnia; ya que son fundamentales para realizar un proyecto.

Conociendo lo anterior se debe de tener en cuenta el aforo vehicular y la velocidad de proyecto.

En caso específico la "Carretera Chupícuaro-Jéruco: Chupícuaro-Jéruco del Km 0+000-3+878", tiene una clasificación de camino Tipo "C" debido que se considera un camino vecinal, lo que hace importante el proyecto es el trazo de proyección que nos permitirá ahorrar tiempo al no pasar por el pueblo de Cuitzeo del Porvenir.

Esto hará que el camino se empiece a utilizar como una vía rápida o alterna. Se planea que en 5 años después de su elaboración se realice una ampliación colocando acotamientos de 1.5 m. en cada sentido.

Al consolidarse la elaboración del proyecto geométrico es de suma importancia que al momento de la ejecución de la obra se sigan todas las recomendaciones técnicas señaladas en el proyecto. Se tendrá que realizar una correcta supervisión y emplear el laboratorio en todo momento para la conformación de las capas del material filtro y del material base hidráulica para poder garantizar su correcta compactación y que cumpla con los niveles señalados por el proyecto.

De no hacerlos como marca el proyecto el camino tendrá alteraciones y eso puede ser un riesgo latente para el usuario porque se puede ver comprometida su seguridad al momento de transitar por el camino.



BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE PROYECTOS GEOMÉTRICOS DE CARRETERAS (SCT)

ACTIVIDAD ECONÓMICA DE MÉXICO

<http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16020a.html>

<http://www.snim.rami.gob.mx/>

http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/MICH_ANUARIO_PDF15.pdf

ACTIVIDAD ECONÓMICA EN MICHOACÁN

http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/Documentos/PDF/mim/FE_MICHOACAN_vf.pdf

<http://www.actividadeseconomicas.org/2012/05/que-son-las-actividades-economicas.html>

CUENCA Y PROPIEDADES DEL LAGO DE CUITZEO

http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/flagoCuitzeo.pdf

PROYECTO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE SCT

<http://normas.imt.mx/normativa/N-PRY-CAR-4-02-003-16.pdf>

CÁLCULO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA MASA

http://www.ingenieria.unam.mx/~luisr/licenciatura_ic/1608_mt/1608_material/2.6_Utilizaci%20on%20de%20la%20curva%20masa%20en%20la%20seleccion%20de%20equipo.pdf



ANEXOS.

A continuación, se muestran los planos del proyecto.

