



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS
VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD,
UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

OSCAR RODRÍGUEZ RANGEL

ASESOR:

DR. MARIO SALAZAR AMAYA

SINODALES:

**ING. JAIME CAMACHO MORENO
M.I. EFRAÍN MÁRQUEZ LÓPEZ**

MORELIA, MICHOACÁN

MAYO, 2016

INDICE GENERAL

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.....	1
1. INTRODUCCIÓN...18	
1.1 Presentación del Proyecto.....	18
1.2 Sector atendido.....	19
1.3 Resumen del Proyecto y Abstract.....	19
1.4 Antecedentes o Diagnóstico.....	22
1.4.1 Obras Similares.....	22
1.4.2 Demanda de Construcción de Hospitales y Crecimiento Poblacional Urbano.....	25
1.4.3 Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE (Actualmente Construido).....	27
1.5 Descripción General del Proyecto.....	28
1.6 Croquis de Localización.....	34
1.6.1 Macrolocalización.....	34
1.6.2 Microlocalización.....	35
1.7 Objetivos del Proyecto (generales y específicos).....	35
1.8 Metodología a utilizar para el logro de los objetivos planteados.....	36
1.9 Productos esperados o resultados a obtener del Proyecto.....	41
1.10 Impacto del Proyecto en el sector atendido.....	42
1.11 Referencias (bibliográfica, bancos de información, páginas web).....	44
2. ESTUDIOS PRELIMINARES.....45	
2.1 Estudio Topográfico.....	45
2.1.1 Definición.....	45
2.1.2 Trabajos de Campo.....	46
2.1.3 Referencias de Trazo.....	54
2.1.4 Bancos de Nivel.....	54
2.1.5 Nivelación Diferencial.....	78
2.1.6 Seccionamiento Transversal del Terreno.....	78
2.1.7 Obras de Drenaje Menor Existentes.....	78
2.1.8 Entrega de Trazo.....	84
2.2 Estudio de Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos.....	84
2.2.1 Estudio de Mecánica de Suelos.....	84
2.2.2 Diseño de Pavimentos.....	91
3. PROYECTO GEOMÉTRICO.....97	
3.1 Alineamiento Horizontal.....	97

3.1.1 Definición.....	97
3.1.2 Velocidad de Proyecto.....	104
3.1.3 Geometría Óptima.....	106
3.1.4 Creación de Espacios para Estacionamientos.....	110
3.1.5 Vehículo de Proyecto.....	114
3.1.6 Grado de Curvatura.....	116
3.1.7 Ancho y Número de Carriles.....	117
3.1.8 Ancho y Ubicación de Banquetas.....	118
3.1.9 Carril Exclusivo para Ambulancias.....	119
3.1.10 Paradas de Servicio de Transporte Público.....	121
3.1.11 Carriles de Cambio de Velocidad.....	123
3.1.12 Procedimiento para procesar la superficie topográfica usando el Programa Civil 3D.....	129
3.1.13 Procedimiento para crear los ejes de proyecto de las vialidades usando el Programa Civil 3D.....	137
3.1.14 Procedimiento para crear los Corredores cada una de las vialidades usando el Programa Civil 3D.....	140
3.2 Alineamiento Vertical.....	149
3.2.1 Conceptos Generales.....	149
3.2.2 Procedimiento para crear Curvas Verticales utilizando el Programa Civil 3D.....	150
3.2.3 Pendiente Gobernadora.....	156
3.2.4 Pendiente Máxima.....	157
3.2.5 Pendiente Mínima.....	160
3.2.6 Longitud Crítica.....	161
3.2.7 Ligas a Nivel de Desplante de Edificaciones.....	163
3.2.8 Procedimiento para crear Ligas a Nivel en Entronque con Carretera utilizando en Programa Civil 3D.....	164
3.2.9 Procedimiento para crear Intersecciones entre las Vialidades utilizando en Programa Civil 3D.....	165
3.2.10 Procedimiento para crear los Perfiles Longitudinales de cada Vialidad utilizando en Programa Civil 3D.....	170
3.2.11 Diagrama de Masas.....	187
3.3 Combinación de los Alineamientos Horizontal y Vertical.....	193
3.4 Secciones de Construcción.....	193
3.4.1 Definición.....	193
3.4.2 Elementos que la integran.....	193
3.4.3 Crear la Sección Tipo de Camino (Assembly) utilizando el Programa Civil 3D.....	211
3.4.4 Crear las Secciones de Construcción de las Vialidades utilizando el Programa Civil 3D.....	227

4. ESTUDIOS Y PROYECTOS COMPLEMENTARIOS.....	244
4.1 Obras Complementarias	244
4.1.1 Obras de Drenaje.....	244
4.1.2 Muro de Contención.....	251
4.2 Alumbrado Público Exterior.....	254
4.3 Señalamiento Definitivo y de Protección de Obra.....	256
5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	258
5.1 Procedimiento Constructivo.....	258
5.2 Presupuesto de la Obra.....	258
5.2.1 Números Generadores.....	258
5.2.2 Catálogo de Conceptos.....	259
5.2.3 Presupuesto de Construcción del Proyecto.....	260
6. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	274

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Morelia mostrando la ubicación de los Hospitales Públicos más importantes.....	24
Figura 2. Ubicación de los Hospitales que albergará el Complejo “Ciudad Salud”.....	25
Figura 3. Acceso principal del nuevo Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE.....	28
Figura 4. Ruta de llegada al Complejo “Ciudad Salud” por la Carretera Federal 126 con dirección a Charo.....	47
Figura 5. Ruta de llegada al Complejo “Ciudad Salud” por el Boulevard “Bosque de Eucaliptos” con dirección al Nuevo Recinto Ferial.....	48
Figura 6. Ruta de llegada al Complejo “Ciudad Salud” por la Carretera Federal 15 con dirección a “Ciudad Tres Marías”.....	49

Figura 7. Ubicación de los Sondeos en el Anteproyecto De Vialidades.....	87
Figura 8. Elementos de la Curva Circular Simple.....	99
Figura 9. Elementos de la Curva Circular Compuesta.....	101
Figura 10. Elementos de la Espiral o Clotoide.....	103
Figura 11. Ubicación de los Accesos al Complejo “Ciudad Salud”.....	108
Figura 12. Accesos Principales y de Ambulancias de cada uno de los hospitales que alberga el Complejo “Ciudad Salud”.....	110
Figura 13. Espacios que actualmente son destinados para Estacionamiento Vehicular a las afueras del Hospital del ISSSTE.....	113
Figura 14. Vehículo de Proyecto.....	116
Figura 15. Modelo de Carril Exclusivo para Ambulancias.....	121
Figura 16. Ejemplo de Carril de Cambio de Velocidad.....	123
Figura 17. Tipos de Curvas Verticales.....	151
Figura 18. Longitud Crítica de tangentes con pendiente mayor que la gobernadora.....	158
Figura 19. Propiedades del Diagrama de Masas.....	188
Figura 20. Sección Transversal Típica en una tangente del alineamiento horizontal.....	194
Figura 21. Transición de la Sección en Tangente a la Sección en Curva girando sobre el eje de corona.....	197
Figura 22. Transición de la Sección en Tangente a la Sección en Curva.....	198
Figura 23. Ampliaciones en Curvas del Alineamiento Horizontal.....	200
Figura 24. Detalle de Cuneta Trapecial empleada en el Proyecto.....	248
Figura 25. Ficha Técnica de Alcantarilla tipo Boca de Tormenta a emplear en el Proyecto.....	249
Figura 26. Detalle de Canal de Encauzamiento Encofrado (Obra a Construir).....	251
Figura 27. Vista Transversal del Muro de Contención empleado en el Proyecto.....	253

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las Estructuras según su destino.....	23
Tabla 2. Volumen y Crecimiento, Población Total por Entidad Federativa, Censos de Población y Vivienda, 1985 a 2010, INEGI.....	26
Tabla 3. Nomenclatura utilizada para diferenciar los puntos topográficos obtenidos.....	53
Tabla 4. Clasificación de materiales en función de los límites de Attemberg.....	91
Tabla 5. Características de los diferentes Carriles de Vialidades.....	117
Tabla 6. Longitud de los Carriles de Cambio de Velocidad.....	127
Tabla 7. Relación de la Longitud en Pendiente a la Longitud a Nivel para Carriles de Cambio de Velocidad.....	128
Tabla 8. Clasificación y Características de las Carreteras.....	157

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Registro de Puntos Topográficos en Campo.....	279
Anexo B. Nivelación Diferencial del Terreno por medio del Método MLM.....	313
Anexo C. Reportes Estratigráficos de las Pruebas P.C.A. efectuadas.....	317
Anexo D. Manual de Prácticas del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Séptimo Semestre, de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH.....	325
Anexo E. Resultados de Pruebas de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Resultados del Diseño de Pavimento Propuesto.....	375
Anexo F. Diseño de Pavimentos Rígidos por el Método de la UNAM	378
Anexo G. Muros de Contención	413
Anexo H. Aspectos Generales de Iluminación Vial	421
Anexo I. Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad	495
Anexo J. Procedimiento Constructivo del Proyecto.....	527
Anexo K. Números Generadores de la Estructura de Pavimento	541
Anexo L. Catálogo de Conceptos con Cantidades de Obra.....	563
Anexo M. Presupuesto de Construcción del Proyecto.....	56

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Planta Topográfica.....	583
Plano 2. Ejes de Proyecto.....	585
Plano 3. Perfiles Longitudinales.....	587
Plano 4. Secciones de Construcción.....	596
Plano 5. Obras de Drenaje.....	631
Plano 6. Muro de Contención.....	636
Plano 7. Alumbrado Público Exterior.....	638
Plano 8. Señalamiento Definitivo.....	640
Plano 9. Señalamiento de Protección de Obra.....	644
Plano 10. Planta General.....	646

DEDICATORIA



AGRADECIMIENTOS

A MI FAMILIA

Familia, la palabra más sagrada para todo ser humano, símbolo de unión y vida, y sin duda alguna, la razón más importante para seguir viviendo...familia.

Toda mi familia ha sido un pilar muy importante para mi desarrollo, desde pequeño, todos me han demostrado su apoyo para que yo pueda salir adelante y en todo ámbito me han apoyado. Sé que ellos están lejos pero aun así siento su respaldo en las decisiones que tomo a diario, y es por esta razón que les muestro mi lealtad y agradecimiento a todo el esfuerzo que han hecho para concluir la tesis que hoy presento.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Todos y cada uno de ellos merecen mi respeto y admiración, porque se apoyan unos a otros, porque entre todos colaboramos para que esta familia funcione y sobre todo porque cada uno demuestra su amor y lealtad a esta familia.

Agradezco a toda mi familia porque debido a su apoyo hoy llego un paso más hacia la cima del éxito...gracias familia.

A MI MAMÁ

Madre hermosa, hoy es un día muy importante para mí y para tí, hoy verás los frutos que tanto esfuerzo nos ha costado, hoy quisiera demostrarte que me gustaría ser alguien importante en esta vida; hoy quisiera enorgullecerte madre porque has hecho de mí una persona de bien, me has mostrado el camino de la vida y solo a ti te debo mi lealtad y aprecio infinito, solo a ti te reconozco el poder supremo, tú me diste la vida y me guiaste hacia la victoria, tú me diste alas con rumbo hacia el éxito y me demostraste la misión que tengo en este mudo.

Hoy se cumple un objetivo más, un objetivo por el cual te sacrificaste desde antes que yo naciera; tú madre has puesto tu fe y esperanza en mí y créeme que no te fallaré, jamás en la vida me daré por vencido y siempre seguiré con mis sueños y metas.

Tus consejos, enseñanzas, y ejemplos han dado frutos, hoy cuando por fin logro un paso importante en mi carrera profesional, hoy madre te agradezco por todo los sacrificios que hiciste con el fin de presenciar este momento tan anhelado.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Eres la persona más importante para mí, y hoy te dedico mi más grande logro, porque este, madre querida, es el regalo más grande que se le puede dar a un hijo: la oportunidad de estudiar.

Yo sé que he fallado, yo sé que he caído, pero es parte de la vida misma, caer para aprender a levantarse y todo para continuar luchando, tú me lo enseñaste. Créeme que gracias a ti hoy estoy aquí, tú nunca me dejaste solo y hoy te agradezco por tomarme de la mano siempre y jamás soltarme, por darme todo tu apoyo y consuelo, por defenderme siempre y cuidarme de todos los peligros, de brindarme tu sabiduría e incluso por darme esos regaños que sin duda me hicieron una persona más fuerte. Gracias madre por darme todo lo que yo necesitaba para llegar a la cima y sobre todo, gracias por haberme brindado tu amor de madre. Por todo eso y mucho más....TE AMO MAMÁ.

A MI HERMANO

Campeón, desde pequeños traté de enseñarte el buen camino de la vida y que esta te dirigiera hacia un buen rumbo; yo como hermano mayor soy el responsable de mostrarte el ejemplo y ser aquella figura a seguir para que tu crezcas en un mundo de valores; eres mi único hermano y te amo infinitamente.

Siempre nos hemos apoyado y hemos demostrado que la unión de hermanos es el lazo más fuerte que puede existir, que mi sangre es tu sangre y ante todo vamos a estar unidos, en todo momento y en todo lugar estarás siempre presente en mi mente.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Hoy quiero ser un ejemplo a seguir para ti hermano, quiero que los dos crezcamos y que cumplamos nuestros sueños y metas, deseo que toda nuestra familia nos vea como grandes hermanos y como grandes personas.

Solo quiero que sepas que siempre estaré para ti cuando me necesites, que cuando caigas yo seré quien te ayude a levantarte; que cuando tengas un logro yo estaré ahí para apoyarte, que cuando sientas que no sabes que hacer yo seré tu guía hermano...te amo.

A MI PAPÁ ALFONSO

Es un sentimiento muy profundo cuando hablo de ti, mis ojos se llenan de lágrimas cada vez que te recuerdo, quizá porque fuiste mi mayor ejemplo. Ese vacío que yo tenía, ese sentimiento al no poder llamar a alguien “papá” tú lo recomfortaste, más que un abuelo, fuiste mi padre, cariñoso, amable y sabio.

Tú me diste la esperanza que me hacía falta para comprender que no me diera por vencido, tú me diste los consejos para no caer en el camino equivocado, tú me enseñaste a caminar evitando los obstáculos de la vida, y sobre todo, sobre todo me diste tu amor paternal, porque sabías que mi corazón estaba roto debido al rechazo de la vida. Tú me abrazaste y a pesar de lo que fuera me quisiste como a tu propio hijo, y eso es algo que agradezco infinitamente. Para mí siempre fuiste un verdadero ejemplo a seguir y te doy gracias por todo lo que me enseñaste.

Partiste muy joven al cielo, tu corazón dejó de latir y te alejaste de este mundo, siempre luchaste por seguir viviendo pero en esta ocasión la batalla se había perdido. Aun extraño llegar el fin de semana para ir a verte, platicar contigo y que me cuentes

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

tus experiencias e historias increíbles, que me des consejos e incluso que me regañes por mis actitudes inmaduras; extraño salir a pasear contigo al rancho que es el lugar que más te gustaba ir, extraño tus abrazos bondadosos y llenos de cariño, extraño tu ropa con un suave olor a tabaco, extraño el singular nombre que me pusiste “el Veneno” debido a las travesuras que yo hacía cuando era pequeño.

Sé que si vivieras estarías muy orgulloso de mí, y hoy te doy gracias por haberme tomado de la mano cuando más lo necesitaba, por no dejarme caer en el abismo de la ignorancia y sobre todo por haberme brindado tu amor...te amo Papá Alfonso.

A MI MAMÁ ELVIRA

Querida mamá Elvira, sé que desde alguna parte en este hermoso cielo me estás observando y cuidando, te nos adelantaste en el camino cuando todavía faltaba mucho por descubrir, pero tal vez Dios decidió que era el momento de que estuvieras a su lado en el cielo; hoy quisiera abrirte mi corazón con unas sinceras palabras que salen de mi alma y dedicarte mi mayor logro a ti, querida Mamá Elvira.

Hoy te dedico también este gran Proyecto, porque en tus últimos días de vida estuviste en el Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE, ahí tu corazón dejó de latir después de cinco días de lucha interminable, fue en ese lugar donde se apagó tu luz en cuerpo, pero no en alma, pues esta luz vive en cada uno de los que te queremos y amamos; vive en cada uno de tus hijos y nietos, y sé que esa luz jamás se extinguirá; siempre vivirás en nuestros corazones con fervor y la llama de tu amor jamás se apagará.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Seguiremos tus consejos y ejemplos de bondad y solidaridad con las personas, seremos humildes ante todo y ante todos, daremos ayuda a los más necesitados y sobre todo brindaremos amor entre nuestros seres queridos.

Te doy gracias por haber formado unja gran familia al lado de Papá Poncho, y a nombre de todos ellos te agradezco por todo lo que hiciste por nosotros para que fuéramos personas de bien con la gracia de Dios en nuestro corazón.

Siempre te recordaremos con mucho amor Mamá Elvira, te amo.

A MI PADRINO ALFONSO

Desde que yo era pequeño siempre fuiste mi ejemplo a seguir; te convertiste en el modelo de persona la cual yo quería llegar a ser algún día, sabes que para mí significas mucho y gracias a ti aprendí una gran lección: que no hay espacio para la derrota en nuestras vidas, que la vida es una lucha constante para cumplir nuestros sueños y objetivos, que a veces el sacrificio cuesta más allá de la imaginación y que los guerreros jamás se rinden.

Dentro de la familia te has ganado un lugar muy especial, y te has convertido en el miembro más respetado y querido por todos, debido a todo lo que has logrado ser y todo lo que has apoyado a esta familia. Tú enfrentaste la vida y la muerte al mismo tiempo, tú derribaste muros que pocos pudieron, tú caminaste con gigantes y te convertiste en uno de ellos, y sin perder tu humildad y humanidad, eres símbolo de grandeza.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Honor a quien honor merece, y hoy te agradezco por haberme brindado la oportunidad de estudiar y de apoyarme es esta decisión, hoy te dedico este logro tan importante para mí y sé que vendrán muchos más los cuales también estarás en ellos.

Si hubiera más personas como tú, seguro este planeta sería un lugar mejor.

A MI TIO MIGUEL

Yo sé que has tenido una vida difícil, pero las personas fuertes rara vez han tenido un pasado fácil y es momento de reconocer que tuviste la encomienda más difícil que se le puede encargar a una persona: el cuidado de toda una familia; sé que fue algo muy pesado, pero también algo que se debe reconocer porque nunca dejaste sola a la familia, y a falta de rigor paternal, y siendo muy joven para entenderlo, tomaste las riendas de esta familia y nunca la abandonaste, era una carga muy pesada para ti pero jamás te rendiste ni te diste por vencido un segundo, esa actitud de responsabilidad merece un gran reconocimiento, porque estricto o no en tus decisiones, lograste sacar adelante a esta familia.

Te doy gracias por lo que me has apoyado para que yo pudiera terminar mi Carrera y ahora me toca demostrar mis conocimientos en pro de nuestra familia, y sé que juntos lo vamos a lograr.

Soy joven aun para entender muchas cosas, pero es el momento indicado para que juntos logremos la unión familiar; puedes confiar en mí, déjame demostrar que sí puedo, que tengo ganas de cambiar las cosas para bien, que soy capaz de abrir la puerta a un mundo de posibilidades en beneficio de nuestra familia, les prometo que

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

no les fallaré, y si acaso tiendo a tambalear, sé que con tu voz me guiarás a seguir por el buen camino.

A MI TIO MARTÍN

Desde que eras pequeño eres muy trabajador, siempre demostraste tus deseos de superación y logro; tuviste momentos difíciles pero todos los has sabido afrontar con la cara en alto y salir triunfador.

Te agradezco mucho al habernos apoyado con un hogar a mí, a mi mamá y a mi hermano; y te doy gracias porque siempre has apoyado a toda nuestra familia en todos los aspectos, eres bondadoso con nosotros y nos ayudas a salir adelante apoyando nuestros proyectos.

Desde que yo era pequeño, me enseñaste el valor del trabajo, me enseñaste a valorar las cosas que tengo y a apreciar a las personas que me aman; me enseñaste valores como la humildad, el respeto y la empatía y sobre todo a dar la vida por la familia.

Eres de carácter fuerte y firme, y te admiro por eso, sabes realizar muchas cosas y tienes la facilidad de inspirar confianza, y todo, todo eso son cualidades que yo quisiera tener.

A MI TÍA CONCEPCIÓN

Mi tía querida y mi segunda mamá, tú fuiste la que me dio mi primer baño después de que yo naciera; tú fuiste la que me enseñó a sumar y a restar cuando en

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

aquel momento no sabía en la escuela; tú fuiste quien me ha apoyado desde siempre y en todo momento.

Sabes que te estimo mucho, que siempre contarás conmigo y estaré ahí cuando me necesites; tu eres buena en matemáticas y recuerda que para encontrar la solución a la ecuación, debemos de contar con todas las variables, por muy pequeñas que sean son importantes para resolver el problema; así es nuestra familia, todos somos importantes para que funcione este sistema y te doy gracias por formar parte de él.

A MIS AMIGOS

Dicen que los amigos se cuentan con los dedos de una mano, y aun así te sobrarán dedos...saben qué? es cierto. César Enrique Castañeda Morales, Alfredo Barrera Colín, Rafael Morales Gil, Leonardo Nava Padilla, ustedes son mis verdaderos amigos, con los cuales he compartido todo tipo de experiencias las cuales sirvieron de base para que hoy se convirtieran en mis mejores amigos.

Gracias a ustedes y sus consejos pude continuar con este Proyecto, porque lejos de las diversiones también son amigos que inspiran respeto y sentido de responsabilidad; que promueven los valores y la sana convivencia; que tienen visión de la vida y quieren salir adelante. Todos y cada uno de ustedes han demostrado el verdadero valor de la amistad, y si yo me siento bien con ustedes, yo puedo ser mejor en lo que hago y esta fue una de las razones por la que me esforcé mucho en que mi Proyecto de Tesis fuera un ejemplo de valentía y admiración hacia ustedes amigos míos. Los estimo mucho.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

A MI NOVIA

Tú, hermosa mujer de la que enamoré; tú, la que me provoca una sonrisa a diario; tú el pensamiento que tengo cada mañana y cada noche; tú, la niña de mi vida y de mis sueños.

Al igual que yo, tú también serás una gran profesionalista, una gran enfermera y tu deseo por tu vocación te llevarán muy alto, hasta donde tus sueños te permitan llegar; eres una mujer con visión y esa es tu mejor cualidad; sigue adelante y jamás te rindas, y recuerda que siempre estaré ahí para apoyarte en todo momento

Hoy seré Ingeniero Civil, hoy quiero que te sientas orgullosa de mí y de lo que he logrado; hoy te doy gracias por estar siempre a mi lado, demostrándome tu amor a cada instante, apoyándome en las decisiones que tomo y haciendo de mi vida un momento más agradable con todo lo que significas para mí, y me has demostrado que eres la mujer ideal para que guardes mi corazón por siempre, porque detrás de todo gran hombre, hay una gran mujer.

Por eso y mucho más, te amo Arelia Jiménez de la Paz

A MIS COMPAÑEROS

5 años de conocerlos durante el transcurso de la carrera; en ella compartimos experiencias de todo tipo, desde hacer trabajos grupales hasta copiar en los exámenes. Yo les reconozco a todos ustedes su apoyo, ya que sin él probablemente no hubiera podido ser lo que soy ahora porque en la carrera que estudiamos dependemos mucho de nuestros compañeros y el trabajo en equipo.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Como olvidar las risas y bromas en clase, las prácticas de laboratorio donde preguntarle una y mil veces al compañero era de lo más común; esas retas de futbol rápido en las canchas del ICA y su respectiva convivencia después de cada partido, esos Congresos y Olimpiadas ANEIC que más que académico eran viajes para convivir y divertirse; y claro no podían faltar esos festejos por el Aniversario de nuestra facultad, en donde nuestra celebración la llevábamos a los extremos.

Quisiera reconocerles a todos por este gran paso que hemos dado, el ser Ingenieros Civiles, como ustedes saben el camino no fue fácil, pero ahora que lo hemos logrado quisiera mirarlos a los ojos y agradecerles por todo el apoyo que me han brindado queridos compañeros. Tal vez no haya sido el mejor compañero, o quizá hubo momentos en que les pude haber fallado, pero créanme que siempre traté de dar lo mejor de mí hacia ustedes.

Es un honor haberlos conocido, gracias y que Dios los guíe en su camino.

A MIS MAESTROS

Sabios mentores y guías de la enseñanza, todos ustedes me formaron mi carácter desde pequeño, a todos ustedes les debo lo que soy ahora, desde estudiante hasta profesionalista; ustedes me transmitieron el conocimiento de tal manera que yo pudiera entenderlo y aprovecharlo para mejorar este mundo, y buenos o malos que hayan sido me llevo una gran lección de cada uno de ustedes.

Gracias por los regaños, los jalones de orejas, y las tareas mal presentadas. Todo esto me ayudó a comprender que puedo ser mejor en lo que hago y en lo que

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

soy, donde todo ha valido la pena porque hoy les demuestro que gracias a sus enseñanzas hoy seré un gran Ingeniero Civil.

A MI ASESOR

Al Dr. Mario Salazar Amaya, por su apoyo al aceptar llevar la encomienda de convertirse en mi Asesor de Tesis, el cual me ha orientado a presentar dicho Proyecto de una manera recta y ordenada, aceptando sus consejos y críticas constructivas para realizar un excelente Proyecto. Por la paciencia que me tuvo en la revisión de avances, por aceptar mi proyecto de tesis como una oportunidad de demostrar que los tesisistas contribuimos a mejorar este planeta.

También le agradezco el que haya sido mi profesor en varias de las asignaturas de la Carrera de Ingeniería Civil, en las cuales aprendí mucho porque usted es un gran Profesor.

Gracias por todos sus consejos y enseñanzas, hoy se refleja en este gran Proyecto.

A MIS COASESORES

Al M.I. Manuel Tinoco Zamudio, por haberme asignado este Proyecto de Tesis que sin duda alguna es uno de los mejores Proyectos que hay actualmente en todo el Estado. Le agradezco infinitamente la oportunidad de demostrar mis capacidades al realizar este Proyecto y por confiar en mí para llevarlo a cabo.

Le agradezco por haberme dado las facilidades necesarias para consulta e investigación dentro de la SCOP ya que gracias a eso pude agilizar el proceso de realización de esta Tesis.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Y no sin antes comentar que es un gran honor para mí el que usted haya aceptado ser mi Padrino de Titulación... muchas gracias por su apoyo.

Al Ing. Israel Retana Morales por sus lecciones y asesorías sobre el uso y manejo adecuado del Programa Civil 3D, el cual me ayudó a realizar la mayoría de los planos que forman parte de este Proyecto. Gracias a su paciencia y perseverancia pude aprender a utilizar este Programa que yo no conocía y ahora lo uso en mi trabajo profesional. Usted me enseñó no solo a saber utilizarlo para este proyecto, sino también para utilizarlo en la creación de otros proyectos encaminados a la construcción de carreteras, caminos y vialidades urbanas y todo esto mejorará mi desarrollo profesional.

AL M.C. JOAQUÍN CONTRERAS LÓPEZ

Usted me apoyó en gran medida durante mi estancia en la Facultad, desde que usted estaba en la Secretaría Académica hasta cuando estuvo a cargo de la Dirección de esta Honorable Institución, y juntos logramos propuestas para mejorar nuestra querida Facultad.

Le agradezco infinitamente el apoyo que me brindó durante mi estancia en la Facultad, gracias a que logré estar en el H. Consejo Técnico de dicha Institución, pude aprender muchas cosas sobre la vida académica y administrativa de nuestra Facultad; y gracias a la gran colaboración de todos pudimos concretar grandes proyectos en pro de nuestra Facultad.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Muchas gracias por sus enseñanzas y consejos, y sobre todo, por permitirme crecer como ser humano y como líder estudiantil que sin duda alguna serán de gran ayuda para la vida que me espera. De verdad muchas gracias.

AL ING. JAIME CAMACHO MORENO

Es un orgullo que usted haya sido mi profesor de algunas materias que llevé en la carrera, sobre todo porque es un excelente profesor; además usted me inspiró a practicar un deporte extremo que es el Paracaidismo, esa experiencia única que por lo menos se debe experimentar una vez en esta vida y que tuve la oportunidad de hacer.

Posteriormente, debido a su nombramiento como Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Michoacán, usted decidió con gran aprecio el apoyarme para que yo pudiera realizar mi Proyecto de Tesis en base a algún Proyecto a cargo de la SCOP, ese fue el pilar fundamental para que ahora esté presentando este Proyecto finalizado en aras de mejorar nuestro Estado, le agradezco infinitamente esta oportunidad y la confianza para autorizar realizar este Proyecto.

Hoy le reconozco el papel tan importante que tiene en la presentación de este Proyecto, y le agradezco por haberme dado la oportunidad de desarrollarlo, ya que sin duda este gran Proyecto es, desde mi perspectiva, uno de los mejores en todo Michoacán.

Es un honor contar hoy con su valiosa presencia, por eso y mucho más le doy gracias.

A MI FACULTAD

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Una de las decisiones más difíciles que tuve que tomar fue la Carrera que quería estudiar. Al principio quería ser Astronauta y después quería ser Piloto de Aviación Militar; pero no fue hasta que pensé en mi futuro que decidí estudiar la Carrera en Ingeniería Civil y ahora considero que fue la mejor decisión que pude haber escogido ya que esta carrera es una de las mejores a nivel nacional, por el amplio campo de acción que contiene; además, un Ingeniero Civil es adecuado para realizar muchas actividades y tiene una amplia gama de posibilidades en el campo laboral.

Mi Facultad de Ingeniería Civil, aulas que me forjaron un pensamiento, una idea, una personalidad donde mi formación profesional comenzó. El camino fue difícil, tomar la decisión de estudiar una Carrera donde uno de cada tres jóvenes que ingresan logran terminarla.

Días de estrés y noches de desvelo, todo para poder entregar a tiempo las tareas y proyectos que los profesores nos dejaban; pero a final de cuentas me ayudó para aprender el quehacer cotidiano del Ingeniero Civil, y gracias al esfuerzo y dedicación al fin logré terminarla.

Le agradezco a mi Facultad por haberme brindado la oportunidad de ser uno de los afortunados de estudiar ahí, de forjar mi visión y mis objetivos de mejorar este mundo, de hacerme entender que para lograr una meta hay que luchar hasta el cansancio, de saber valorar lo que tenemos y sobre todo de lograr que yo sea una mejor persona.

A MI UNIVERSIDAD

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Mi querida y respetada Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, casa donde se forjaron grandes personajes de la Historia de este país y donde en sus aulas emergieron pensamientos de valor y heroísmo hacia la patria.

Aquí, en esta Universidad, fue donde por primera vez se conocieron Don Miguel Hidalgo y Costilla (siendo rector) y el Generalísimo Don José María Morelos y Pavón (su alumno), y fue entonces que la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo emergió para convertirse en “Cuna de Héroes, Crisol de Pensadores”.

Soy nicolaita, con honor y orgullo me identifico con mi Universidad porque siempre que se habla de grandeza en Michoacán está la UMSNH presente, cada vez que hay un avance en tecnología, educación, economía, etc., la Universidad resalta de entre todas, y sin duda alguna, cada vez que hay problemas en el Estado, los integrantes de la Universidad salen al frente de la batalla con orgullo para resolverlos.

Es una emoción indescriptible haber estudiado en los muros de la UMSNH, muros que desde la Preparatoria me vieron crecer, muros donde adquirí las enseñanzas por las cuales ahora vivo, muros de sabiduría para el futuro que me espera.

Por eso y mucho más replico con orgullo...

PIS PAS, PIS PAS, CALIZ CALAZ, CALIZ CALAZ, SHHHHHHH PUM....SAN
NICOLÁS

A MICHOACÁN

Tierra hermosa con una gran historia; tú tierra de hombres ilustres que han defendido a la nación, cuna ideológica de la patria. Tú Michoacán querido, lugar de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

pescadores, donde la mayor riqueza que tienes somos nosotros, tus jóvenes, tal como lo dijo el Papa Francisco cuando vino a visitar tus hermosas tierras.

De tu vientre han emergido los ideales de Morelos, Hidalgo, Melchor Ocampo, los Hermanos Rayón, el General Lázaro Cárdenas y demás personajes que a lo largo de la historia fueron piezas clave para el desarrollo de este país, son tus hijos, son michoacanos.

Es tu cultura el deseo de todo México, son tus tradiciones la admiración de todo el mundo; tus ríos llenos de vida y abundancia, tus mares llenos de paz y esperanza, tus bosques llenos de vida y futuro y tu pueblo lleno de amor y de orgullo.

Gracias Michoacán, gracias por darme la oportunidad de nacer en esta hermosa tierra, soy michoacano y lo digo con orgullo porque los michoacanos somos ejemplo de valentía y coraje.

La historia nos ha demostrado que Michoacán ha sido punta de lanza en todos los grandes movimientos sociales de este país, y que en la batalla, los michoacanos son los primeros en responder al grito de guerra; basta con leer un poco para darse cuenta que la historia de este país se ha escrito con sangre michoacana, y te aseguro que si de nuevo te convocan a lidiar con valor; tus hijos, tus hijos Michoacán, saldremos a dar la vida por ti y por todo el país como siempre lo hemos hecho.

Hoy te doy gracias Michoacán por permitirme ser parte de ti, por permitirme conocer tu grandeza y tus riquezas, por permitirme conocer a tu gente, por permitir que este Proyecto de Tesis que presento te beneficie y lo más importante que beneficie al pueblo michoacano.

1.2 SECTOR ATENDIDO.

SECTOR SALUD.

El sector al cual estará dirigido mi Proyecto será a **toda la Población del Estado de Michoacán** la cual requiera un servicio médico gratuito en cualquiera de los hospitales ubicados dentro del Complejo "Ciudad Salud", tales como: el Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE, el nuevo Hospital General "Dr. Miguel Silva" y el nuevo Hospital Infantil "Eva Sámano de López Mateos". Además se incluye también al Personal Médico, Personal Administrativo, y demás personas que laboren dentro del Complejo mencionado.

1.3 RESUMEN DEL PROYECTO Y ABSTRACT.

Debido al Crecimiento Poblacional y al Desarrollo Urbano de nuestro Estado, ha sido necesaria la construcción de nuevos Hospitales y Unidades Médicas Gratuitas que sean accesibles y que cuenten con la mejor atención médica requerida para sus derechohabientes; la construcción de éstos es en parte a las grandes demandas de la población por tener más y mejores servicios de salud, en donde los nuevos Complejos Hospitalarios cuenten con personal altamente calificado, infraestructura y equipamiento modernos, así como tecnología de punta, los cuales son un requisito indispensable del siglo XXI para ofrecer a la población las óptimas condiciones necesarias en atención médica gratuita.

Es por ello que el nuevo Complejo Hospitalario denominado "Ciudad Salud", representa un ícono para los Servicios de Salud Públicos en Michoacán, ya que es el único en su tipo en todo el Estado. Este Complejo, ubicado en las inmediaciones de la Ciudad de Morelia, sobre la Carretera Federal 126 (salida a Charo), albergará a varios

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

hospitales como son: el Hospital de Alta Especialidad (ISSSTE), el nuevo Hospital General “Dr. Miguel Silva”, y el nuevo Hospital Infantil “Eva Sámano de López Mateos”, de los cuales el primero ya está construido y los consecuentes se encuentran en etapa de cimentación. Estos hospitales atenderán a la población procedente de todos los municipios del Estado de Michoacán.

Actualmente este Complejo no cuenta con una adecuada Infraestructura Vial, por lo que ocasiona bastantes problemas vehiculares, principalmente de acceso, circulación y estacionamiento. Por esta razón fue necesario presentar un Proyecto Geométrico de Vialidades en el cual se fueron analizando varias alternativas de diseño, esto se llevó a cabo proponiendo el menor número de entrecruces para evitar algún accidente automovilístico, realizando una geometría óptima para reducir los tiempos de llegada de los vehículos a su destino, construyendo estacionamientos a cielo abierto y multinivel para albergar el mayor número de vehículos posibles, así como introducir un carril exclusivo para ambulancias que les permita circular sin problema alguno dentro del Complejo Hospitalario. Todas estas especificaciones propuestas permitieron realizar un diseño óptimo que resolverá los problemas de tránsito vehicular, logrando hacer funcional este Proyecto y satisfaciendo una de las necesidades de la población de contar con una adecuada Infraestructura Vial.

ABSTRACT

Due to population growth and urban development of our Michoacán, the construction of new hospitals and free medical units that are accessible and have the best medical care required for their dependents has been necessary; the construction of these is in part due to the great demands of the population for more and better health services, where the new hospital complexes count with highly qualified personnel, infrastructure and modern equipment and technology, which are a XXI century prerequisite to offer the population the optimal conditions in free medical care.

That is why the new Hospital Complex called "Ciudad Salud" represents an icon for Public Health Services in Michoacán, as it is the unique in its kind in the state. This complex, located in the vicinity of the

Morelia city, on Federal Highway 126 (exit to Charo), host to several hospitals such as: Hospital de Alta Especialidad (ISSSTE), the new Hospital General "Dr. Miguel Silva "and the new Hospital Infantil" Eva Samano Lopez Mateos ", of which the first is already built and the consequent are at foundation stage. These hospitals attend to the population from all municipalities in the state of Michoacán.

Currently this complex does not have adequate road infrastructure, so many vehicle causing problems, mainly access, circulation and parking. For this reason it was necessary to present a Geometric Project Roadways in which they were analyzing various design alternatives, this was carried out by proposing the lowest number of undercross to avoid a car accident, making optimum geometry to

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

reduces arrival times for vehicles to their destination, building and multilevel parking lots open sky to accommodate the largest possible number of vehicles as well as introducing an exclusive lane for ambulances that would allow them to move without any problem within the hospital complex. All these proposed specifications allowed for an optimum design that solve the problems of vehicular traffic, making operationalizing this project and meeting the needs of the population have adequate road infrastructure.

Palabras Clave relacionadas con la temática del trabajo: Eficiente, Moderno, Vialidades, Infraestructura, Ambulancias.

1.4 ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO

1.4.1. - OBRAS SIMILARES

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Este tipo de estructuras se clasifican dentro del “Grupo A” (Tabla 1) según el Manual de Diseño de Obras Civiles, en su Edición 2008 “Diseño por Sismo”, elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). De acuerdo a la clasificación de las estructuras según su importancia, este tipo de obras (hospitales) pertenecen al grupo “A”, al igual que escuelas, estadios, salas de espectáculos, entre otras.

Todas estas obras albergan un gran número de usuarios a los cuales es necesario garantizar una cierta seguridad en la construcción de las edificaciones; es por ello la necesidad de que su proceso constructivo sea muy estricto en cuanto a Normatividad y Control de Calidad en la edificación de los complejos hospitalarios.

GRUPO	DESCRIPCIÓN
A+	Las estructuras de “gran importancia”, o del Grupo A+, son estructuras en que se requiere un grado de seguridad extrema. Su falla es inadmisibles porque, si se presenta, conduciría a la pérdida de miles de vidas humanas, a un grave daño ecológico, económico o social, o bien, impediría el desarrollo nacional o cambiaría el rumbo del país. Son estructuras de importancia extrema, como las grandes presas y las plantas nucleares.
A	Estructuras en que se requiere un grado de seguridad alto. Construcciones cuya falla estructural causaría la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales de magnitud intensa o excepcionalmente alta, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o inflamables, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial a raíz de un sismo. Tal es el caso de puentes principales, sistemas de abastecimiento de agua potable, subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, monumentos, museos, hospitales, escuelas, estadios, templos, terminales de transporte, salas de espectáculos y hoteles que tengan áreas de reunión que pueden alojar un número elevado de personas, gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas y locales que alojen equipo especialmente costoso. Se incluyen también todas aquellas estructuras de plantas de generación de energía eléctrica cuya falla por movimiento sísmico pondría en peligro la operación de la planta, así como las estructuras para la transmisión y distribución de energía eléctrica.
B	Estructuras en que se requiere un grado de seguridad convencional. Construcciones cuya falla estructural ocasionaría pérdidas moderadas o pondría en peligro otras construcciones de este grupo o del grupo A, tales como naves industriales, locales comerciales, estructuras comunes destinadas a vivienda u oficinas, salas de espectáculos, hoteles, depósitos y estructuras urbanas o industriales no incluidas en el grupo A, así como muros de retención, bodegas ordinarias y bardas. También se incluyen todas aquellas estructuras de plantas de generación de energía eléctrica que en caso de fallar por temblor no paralizarían el funcionamiento de la planta.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Tabla 1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN SU DESTINO

Actualmente la Ciudad de Morelia cuenta con varios hospitales de los cuales mencionaré los más importantes dentro del sector público, algunos de los cuales están en operación desde hace varios años y otros son de reciente creación; los complejos se mencionan a continuación y se pueden apreciar en la Figura 1.

- Hospital del IMSS (Av. Madero)
- Hospital del IMSS (Av. Camelinas)
- Hospital del ISSSTE (Antigua Feria)
- Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE (Construido en 2013)
- Hospital General “Vasco de Quiroga” (Hospital Civil)
- Hospital Infantil

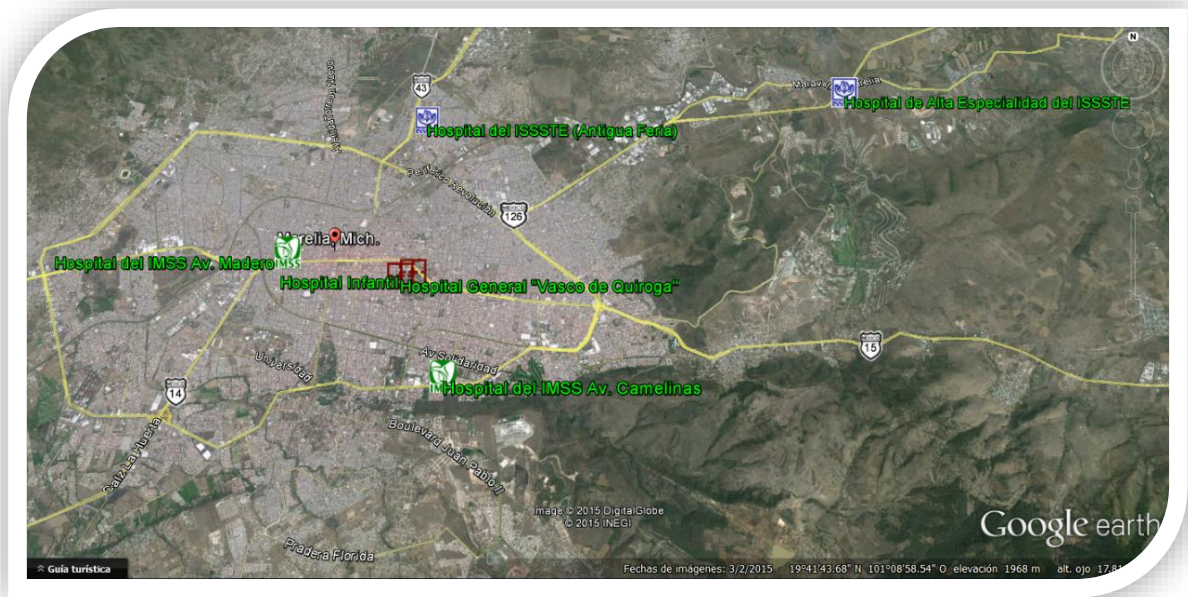


Figura 1. MAPA DE MORELIA MOSTRANDO LA UBICACIÓN DE LOS HOSPITALES PÚBLICOS MÁS IMPORTANTES.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

El detalle de todos estos hospitales es que se encuentran aislados uno del otro, y en el Nuevo Complejo Hospitalario denominado “Ciudad Salud”, se albergarán en su conjunto a tres de los mejores hospitales públicos de la región (el nuevo Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE, el nuevo Hospital General “Dr. Miguel Silva”, y el nuevo Hospital Infantil “Eva Sámano de López Mateos”), tal como se muestran en la Figura 2.



Figura 2. UBICACIÓN DE LOS HOSPITALES QUE ALBERGARÁ EL COMPLEJO “CIUDAD SALUD”.

1.4.2.- DEMANDA DE CONSTRUCCIÓN DE HOSPITALES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL-URBANO

Una realidad social y económica de Michoacán es que el Crecimiento Poblacional va en aumento día con día; se espera que para este año el crecimiento

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

poblacional haya superado hasta en un 19.1% la población registrada hace 10 años superando los 4.3 millones de habitantes en el Estado de Michoacán (ver Tabla 2), lo cual significa que las necesidades de la población se verán en aumento y será necesaria la construcción de nuevas y mejores obras públicas, tales como Vialidades, Hospitales, Escuelas, Etc.

Volumen y crecimiento
Población total por entidad federativa, 1895 a 2010

Entidad federativa	1895	1900	1910	1921	1930	1940	1950 ^a	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Estados Unidos Mexicanos	12700294	13607259	15160369	14334780	16652722	19663562	25791017	34923129	48225238	66846533	81249645	91158290	97483412	103263388	112336638
Aguascalientes	104693	102416	120511	107581	132900	161693	188075	243263	338142	519439	719659	862720	944283	1065414	1184999
Baja California	42875	47624	52272	2333	4832	7890	22695	520163	870421	1177886	1660853	2112140	248735	2844469	3155070
Baja California Sur ^b	NA	NA	NA	39294	47089	51471	60864	81594	128019	215139	317764	375484	424041	512170	657022
Campeche	88144	86542	86661	76419	84630	90460	122098	168219	251556	420553	535183	642514	690689	754730	822441
Coahuila de Zaragoza	242021	296938	362092	393480	436423	550717	720619	907734	1114956	1537265	1972340	2173775	2298070	2495200	2748391
Colima	55713	63113	77704	91749	161923	28806	112321	164450	241153	346293	428510	488028	542621	567996	650555
Chiapas	320694	360799	436843	421744	539983	679983	907026	1210870	1569053	2084711	3210496	3584786	3920892	4293459	4796580
Chihuahua	265546	327784	405707	401622	491792	623944	846414	1226793	1612323	2005477	2441873	2793351	3052901	3241444	3406463
Distrito Federal	474860	541513	720753	906063	1229576	1757530	3050442	4870876	6874169	8831079	8235744	8489007	8605238	8720914	8831080
Durango	296973	370294	483175	335766	404264	483829	629874	760836	932028	1182320	1349373	1431748	1446661	1509117	1632954
Guerrero	1069413	1061724	1081651	860364	987801	1046499	1526712	1735490	2270370	3006110	3982593	4406568	4663032	4893812	5486377
Guatemala	420924	479203	594278	566834	641699	732910	919386	1186716	1597360	2109513	2620657	2916567	3079644	3115202	3388768
Hidalgo	563824	605051	646551	622241	677772	771818	850394	994593	1192845	1547489	1868366	2112473	2335591	2345514	24665018
Jalisco	1114763	1153891	1208553	1191957	1255344	1418310	1746777	2443261	3296586	4371998	5302689	5991176	6322002	6732113	7350662
México	924225	927403	989576	994971	996112	1146002	1392023	1897870	2625289	3264223	3912723	4176796	4399686	4466793	4512802
Michoacán de Ocampo	898805	955803	991880	939467	1046381	1182003	1422717	1851876	2324226	2868824	3546199	3870604	3985567	3966073	4512037
Morelos	328323	369347	376524	328446	338224	363331	376342	346334	346334	346334	346334	346334	346334	346334	346334
Navarro	149807	150059	171173	163183	167724	216693	290124	389929	544031	726120	824643	896702	920183	949684	1094975
Nuevo León	311663	327957	365150	336412	417491	541141	740191	1078843	1694689	2513044	3098736	3550114	3834141	4199292	4633458
Oaxaca	897182	948653	1040399	976003	1084549	1192794	1421313	1727264	2015424	2369076	3019560	3228893	3438763	3506821	3801963
Puebla	992424	1021133	1101800	1024953	1150423	1294620	1625830	1973837	2508226	3347683	4126101	4624363	5076688	5383133	5779825
Querétaro	232305	232389	244663	220231	234058	244737	286238	355043	485523	739603	1051233	1250476	1404306	1598129	1827977
Quintana Roo ^c	NA	NA	9108	10966	10620	18752	26967	50169	88150	225983	493277	703536	874963	1135309	1325578
San Luis Potosí	571420	573422	627800	445681	579851	678775	856086	1048297	1281996	1673893	2003187	2200763	2299360	2410414	2585518
Sinaloa	261050	296701	322642	341263	395618	492821	635681	838404	1266528	1849878	2204054	2425673	2536844	2608443	2767761
Sonora	192721	221682	263383	275127	316271	364176	510607	783378	1098720	1513731	1823606	2083536	2216968	2394861	2662480
Tabasco	134956	159834	187574	210437	224023	285630	362716	496340	768327	1062961	1501744	1748769	1891828	1998969	2238603
Tamaulipas	209106	218948	249641	286904	344039	438832	718167	1024182	1456858	1924484	2449581	2527328	2753222	3024238	3268534
Tlaxcala	168358	172313	184171	178570	205453	224063	284551	346699	420638	556597	761277	883924	962644	1068207	1169936
Veracruz de Ignacio de la Llave	863220	981030	1132859	1159933	1377293	1619338	2040231	2727899	3815422	5387680	6228239	6737324	6908973	7110214	7643194
Yucatán	298569	309652	339613	338221	386096	418210	516899	614049	758355	1063733	1362940	1556622	1688210	1818949	1955577
Zacatecas	456241	462190	477556	379328	459047	565437	665524	817831	951462	1136830	1276523	1336498	1353610	1367692	1490668

Nota: Cifras correspondientes a las siguientes fechas censales: 20 de octubre (1895), 28 de octubre (1900), 27 de octubre (1910), 30 de noviembre (1920), 15 de mayo (1930), 6 de marzo (1940), 6 de junio (1950), 8 de junio (1960), 28 de enero (1970), 4 de junio (1980), 12 de marzo (1990), 5 de noviembre (1995), 14 de febrero (2000), 19 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).

^a El total incluye 11 763 habitantes, dato registrado bajo el concepto de Complementarios, el cual no se presentó por entidad federativa.

^b Hasta 1910 se incluyó en Baja California.

^c Hasta 1900 se incluyó en Yucatán.

NA No aplicable.

Fuente: INEGI. *Censos de Población y Vivienda 1895 a 2010*.

INEGI. *Conteos de Población y Vivienda, 1995 y 2005*.

Fecha de actualización: Jueves 16 de febrero de 2012

Tabla 2. VOLUMEN Y CRECIMIENTO POBLACIONAL OCASIONAL, POBLACIÓN TOTAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, CENSOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, 1985 A 2010, INEGI.

Sin lugar a duda el crecimiento poblacional ocasiona también crecimiento de la mancha urbana, y ésta, a su vez, genera la necesidad de contar con más espacios de servicio público. Aunado al esto, también crecen los problemas de salud, en donde es necesaria la atención médica en algún Hospital o Centro Médico; desafortunadamente la economía del país que se encuentra estancada, afecta a millones de mexicanos que

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

se encuentran en situación de pobreza, y esto se ve reflejado en que no tengan acceso a servicios privados que por lo regular son de costos muy elevados; es por esta razón que existen los servicios públicos que ofrecen a las personas atención médica de manera gratuita, atendiendo sus necesidades y problemas de salud; para ello se tendría que tomar en cuenta la edificación de nuevos hospitales que cuenten con todos los servicios y que cumplan con todo lo necesario para ofrecer al derechohabiente un servicio de gran calidad.

Actualmente los hospitales y Unidades Médicas que están en funcionamiento en Morelia son insuficientes y la población no está satisfecha con el número de hospitales que existe en la Ciudad, siendo las inconformidades más frecuentes la lejanía de los Complejos Hospitalarios, quejas sobre el mal servicio que se les brinda, infraestructura obsoleta, así como un uso inadecuado de las instalaciones; debido a esto es necesario llevar a cabo propuestas que solucionen las inconformidades de la ciudadanía en cuanto a Servicios de Salud Públicos en nuestro Estado.

1.4.3.-HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL ISSSTE (ACTUALMENTE CONSTRUIDO)

Este edificio fue el primer hospital del Complejo Ciudad Salud; fue construido en el año 2013 y a la fecha se encuentra en completo funcionamiento; este hospital es de gran importancia para nuestro Proyecto Geométrico de Vialidades ya que, al estar construido, nos refleja parámetros ya existentes los cuales nos servirán de apoyo para nuestro proyecto, dichos parámetros tales como dimensiones de pavimentación, demanda de espacios, capacidades máximas de usuarios, etc., así como la

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

presentación de diversos problemas y aspectos a considerar en el proceso constructivo y funcionamiento de las diversas obras que incluye el proyecto de este edificio, me servirá de apoyo para darme una idea más amplia sobre las consideraciones necesarias para realizar el proyecto geométrico del Complejo Ciudad Salud.



Figura 3. ACCESO PRINCIPAL DEL NUEVO HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL ISSSTE

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En esta parte describiré las partes que integrarán mi proyecto, y describiré brevemente en qué consiste cada una de ellas; para ello me basaré en un índice planteado el cual se muestra a continuación:

1.5.1 INTRODUCCIÓN

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En esta parte podemos encontrar un resumen o corta explicación del tema que se desarrollara a continuación, además del alcance del escrito, o sea que es una breve reseña o información de lo que se va a tratar durante todo el Proyecto.

1.5.2. ESTUDIOS PRELIMINARES

1.5.2.1 Estudio Topográfico: Consiste en representar gráficamente el polígono y características superficiales de un terreno. Indica la ubicación geográfica en base a coordenadas UTM, la altura sobre el nivel del mar y las medidas de cada lado de la forma del terreno.

1.5.2.2 Estudio de Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos:

El estudio de mecánica de suelos consiste en realizar un análisis que nos ayuda a conocer cuál es la composición real del subsuelo (arenas, arcillas, rocas). Es de suma importancia evaluar las condiciones en las que se encuentra el área o terreno antes de construir, para saber las características y técnicas que se requieren y así realizar una estructura óptima para tu edificación, evitando hundimientos y cuarteaduras posteriores o durante en la construcción.

El Diseño de Pavimentos consiste en seleccionar la combinación más económica de capas de materiales, en cuanto a espesor y tipo de material, para satisfacer los requerimientos de las cargas de tráfico esperadas en el periodo de servicio y la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante.

1.5.3. PROYECTO GEOMÉTRICO

1.5.3.1 Alineamiento Horizontal: Este trabajo consiste en realizar una proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los

elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

1.5.3.2 Alineamiento Vertical: Consta principalmente en realizar una proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante. Los elementos que integran el alineamiento vertical son las tangentes y las curvas.

1.5.3.3 Secciones de Construcción: La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. Los elementos que integran y definen la sección transversal son: la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias.

1.5.3.4 Proyecto de la Subrasante y Cálculo de los Movimientos de Terracerías: El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto el tránsito. Los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica son: las

condiciones topográficas, las condiciones geotécnicas, la subrasante mínima y el costo de las terracerías.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado curva masa.

1.5.4. ESTUDIOS Y PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

1.5.4.1 Obras Complementarias (Obras de Drenaje y Muros de Contención)

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

Dentro de los muchos factores que determinan la importancia de la obras de drenaje en un camino se puede mencionar que dichas obras son una de las herramientas y estructuras más importantes que influyen directamente en la duración del camino, carretera, autopista u otra vía terrestre de comunicación. El objetivo fundamental del drenaje superficial y subterráneo en los caminos es, en primer término, el destinado a captar y eliminar las aguas que corren sobre el terreno natural o que, de alguna u otra forma, llegan al mismo, principalmente las aguas pluviales y en segundo término dar salida rápida al agua que llegue al camino.

El muro de contención es una estructura sólida hecha a base de mampostería y cemento armado que está sujeta a flexión por tener que soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos. Su objetivo es detener o reducir el empuje horizontal debido a: tierra, agua y vientos en las vías de comunicación terrestre, fluvial, oleaje, aludes y erosión en las riberas. Dentro de sus

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

beneficios es que su uso genera empleos temporales, son más económicas que otras estructuras (de tabique u otros materiales ligeros), su cálculo y construcción son fáciles; no requieren de mantenimiento sofisticado, es fácil conseguir los materiales con que se construyen, protegen las vías y casas de las áreas urbanas, tienen mayor durabilidad y resistencia al deterioro ambiental, evitan pérdidas económicas de los insumos que se transportan por vía terrestre. Controlan el deterioro de las márgenes de los ríos, son de utilidad en el mantenimiento de las áreas útiles de cultivo.

1.5.4.2 Alumbrado Público Exterior

Una parte importante del proyecto geométrico de vialidades es el alumbrado público exterior, el cual consiste en la iluminación vial para que los vehículos que circulen por la noche dentro del Complejo Ciudad Salud puedan hacerlo de una manera segura y sin ocasionar algún accidente debido a un choque entre vehículos.

1.5.4.3 Señalamiento Definitivo y de Protección de Obra

El señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes; tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, así como otros elementos, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas; denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía; prevenir sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza; regular el tránsito señalando la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen su uso; guiar oportunamente a los usuarios a lo largo de sus itinerarios, indicando los nombres y ubicaciones de las poblaciones, los lugares de interés y las distancias en kilómetros, e informando sobre

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

la existencia de servicios o de lugares de interés turístico o recreativo, transmitiéndoles indicaciones relacionadas con su seguridad y con la protección de las vías de comunicación, para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, por lo que, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, dicho sistema debe ser uniforme en todo el territorio nacional, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

1.5.5. NÚMEROS GENERADORES, CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA

Los números generadores, también conocidos como “Generadores” o “Generadoras de obra”, se pueden definir como el documento mediante el cual se lleva a cabo la cuantificación o volumetría de un trabajo o concepto de obra, debidamente ubicado y referenciado por ejes, tramos, áreas, etc.

El catálogo de conceptos es el listado que contiene y describe las cantidades y características de todos los materiales y servicios necesarios para la construcción de tu Proyecto Arquitectónico.

Estos datos son extraídos del Proyecto Ejecutivo, los cuales cada uno indican: clave del concepto, descripción, unidad de medición y la cantidad o volumen necesario de compra. También se conoce la cantidad de mano de obra necesaria, especificando el volumen de trabajo de cada una de las actividades. Esta información es de gran utilidad para proseguir con las cotizaciones del Presupuesto de Obra.

1.5.6. CONCLUSIONES

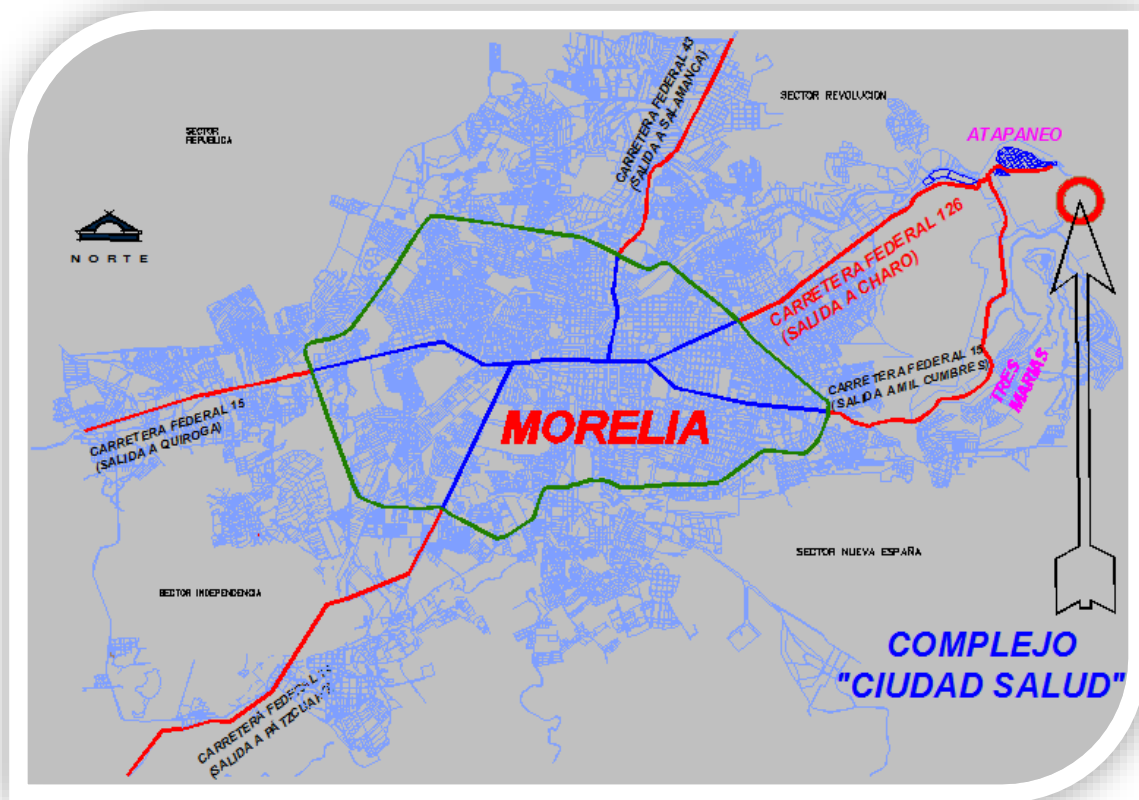
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La conclusión tiene por objetivo designar a toda aquella situación que signifique la finalización de un proceso que implique avanzar hacia un final. La conclusión es la parte final de una cadena de eventos o circunstancias que se relacionan entre sí y que suceden de manera más o menos ordenada de acuerdo a diversos elementos. En este caso, la finalización del mi Proyecto Geométrico.

1.6.- CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

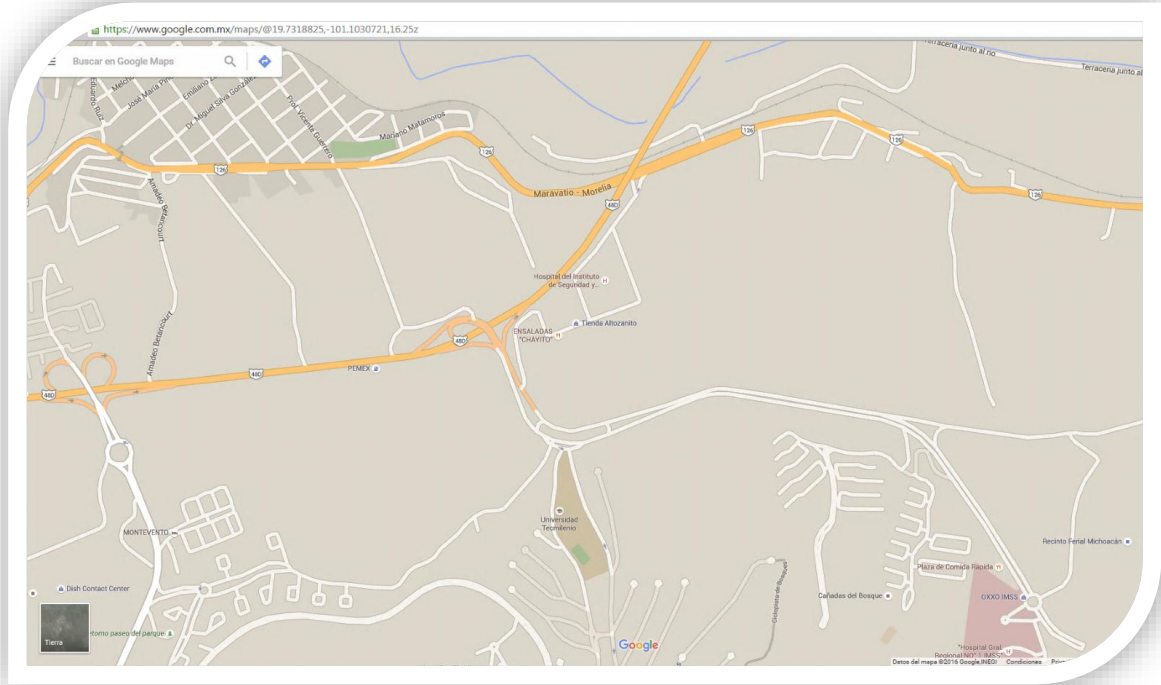
El Complejo de Ciudad Salud se encuentra ubicado en las inmediaciones de la Salida a Charo, en Morelia, Michoacán.

1.6.1.- MACROLOCALIZACIÓN



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

1.6.2.- MICROLOCALIZACIÓN



1.7.- OBJETIVOS DEL PROYECTO (GENERALES Y ESPECÍFICOS).

GENERAL:

- Crear un Proyecto Geométrico de Vialidades con la finalidad de que los derechohabientes, personal médico y usuarios en general puedan ingresar y transitar rápida, segura y fácilmente hacia los diversos hospitales dentro del Complejo “Ciudad Salud”.

ESPECÍFICOS:

- Diseñar una Geometría óptima y Anchos de Vialidad adecuados, considerando que las vialidades cuenten con el menor número de entrecruzamientos

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

vehiculares, además de que el diseño permita que los vehículos lleguen a su destino en el menor tiempo posible logrando una ruta más corta.

- Proponer un Carril Exclusivo para Ambulancias; para ello se instalarían bolardos para confinamiento vehicular con la finalidad de señalar claramente dichos carriles. Esto se realiza con la finalidad de darle prioridad a la salida y llegada de ambulancias, así como permitir su libre tránsito dentro del Complejo “Ciudad Salud”.
- Diseñar espacios de estacionamientos a cielo abierto y multinivel para albergar el mayor número de vehículos posibles, así como clasificar los estacionamientos de acuerdo a sus usuarios (personal médico, derechohabientes, público en general).

1.8.- METODOLOGÍA A UTILIZAR PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

En esta parte describiré la forma general en que se va a proceder para realizar los procedimientos que se van a emplear para tratar de alcanzar los objetivos del Proyecto propuesto, para ello me basaré en el índice planteado anteriormente, el cual describo a continuación:

1.8.1. INTRODUCCIÓN

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En esta parte explicaré en términos generales de lo que se trata mi Proyecto, para ello incluiré antecedentes, croquis de macro y micro localización, justificación del proyecto, así como las necesidades de la ejecución de mi proyecto, entre otras cosas.

1.8.2. ESTUDIOS PRELIMINARES

1.8.2.1 Estudio Topográfico.

Primeramente llevaré a cabo los trabajos de Levantamiento Topográfico utilizando la Estación Total, el cual es un aparato que se utiliza para obtener la configuración del terreno mediante la toma de puntos que contienen elevaciones y coordenadas; y apoyándome con una brigada de topografía (4 personas aprox.) la cual me apoyará para realizar dichos trabajos.

Posteriormente procederé a vaciar a mi computadora desde la Estación Total, los datos tomados en campo, para así, lograr obtener una configuración del terreno en forma digital.

1.8.2.2 Estudio de Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos:

Para obtener un Estudio de Mecánica de Suelos se realizarán perforaciones sobre la superficie del terreno para obtener muestras particulares del subsuelo. Con ello se sabe la capacidad de carga del suelo, así como las virtudes o irregularidades que pudiera beneficiar o afectar al Proyecto de Vialidades. Estos datos posteriormente son indispensables para realizar el Cálculo Estructural del proyecto (Estructura de Pavimento), ya que dichos datos se deben de tomar en consideración para proponer la solución estructural más conveniente, óptima y económica.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

De acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos se seleccionarán los espesores de las capas de material, así como el tipo de material requerido para conformar la estructura de nuestra vialidad y que ésta resista las cargas de tráfico esperadas en el periodo de servicio y la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante.

1.8.3. PROYECTO GEOMÉTRICO

1.8.3.1 Alineamiento Horizontal

En esta parte se realizará el diseño de la geometría de nuestras vialidades, trazando el eje o centro de línea de cada vialidad, determinando las curvas y tangentes necesarias, así como sus anchos; para ello se tendrá que diseñar en la computadora con ayuda del software llamado AutoCAD Civil 3D, y su aplicación CivilCad, para con ello poder general los planos de Planta General. También será necesaria la ayuda del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para guiarnos por los lineamientos que marca.

1.8.3.2 Alineamiento Vertical

Al igual que el alineamiento horizontal, se procederá de manera similar con la diferencia que ahora se realizará en el plano vertical

1.8.3.3 Secciones de Construcción

Una vez teniendo el alineamiento horizontal y vertical, así como la configuración topográfica del terreno, se procederá al procesamiento de Secciones Transversales con ayuda del programa antes mencionado y utilizando su aplicación CivilCad, y así se generan los Planos de Secciones de Construcción

1.8.3.4 Proyecto de la Subrasante y Cálculo de los Movimientos de Terracerías

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

De igual manera se tendrá que utilizar el Programa AutoCAD Civil3D, su aplicación de CivilCad y dentro de esta utilizar el Módulo de Carreteras SCT, el cual nos permitirá obtener el Perfil de Proyecto, la Curva Masa, las áreas y volúmenes totales de Corte y Terraplén, así como sus respectivos planos.

1.8.4. ESTUDIOS Y PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

1.8.4.1 Obras Complementarias (Obras de Drenaje y Muros de Contención)

Las obras de drenaje se calcularán en base a la topografía y al gasto (volumen) necesario de descarga, para ello se hará uso del Manual de Proyectos Tipo de Obras de Drenaje para Carreteras, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el cual nos dará parámetros de diseño principalmente geométrico de nuestras Obras de Drenaje, y con esto se podrán realizar los planos correspondientes con la ayuda del programa Civil3D.

Para el diseño del Muro de Contención (en caso de ser necesaria su construcción) será necesario utilizar algunos de los datos obtenidos anteriormente, tales como el Estudio de Mecánica de Suelos, además de la topografía y secciones de corte y terraplén presentes en el tramo donde será necesaria la construcción de un Muro de Contención. Una vez obtenidos estos datos se procederá a procesarlos con ayuda del programa AutoCAD Civil3D, el cual nos permitirá dimensionar nuestro muro y plasmarlo en un plano.

1.8.4.2 Alumbrado Público Exterior

Debido a que en la carrera de Ingeniería Civil, el plan de Estudios no incluye temas específicos de sistemas eléctricos e iluminación vial, no cuento con los

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

suficientes conocimientos en esta área y por lo tanto fue necesario consultar y solicitar apoyo a un Ingeniero Eléctrico especialista en el tema; es por esta razón que este Proyecto de Iluminación Vial fue realizado en colaboración con un Ingeniero Eléctrico, el cual es el encargado de realizar y revisar los proyectos de iluminación para las distintas obras que se encuentran a cargo de la SCOP, y asimismo me brindó su apoyo con el diseño del Sistema de Iluminación Vial en base a las Especificaciones del Manual mencionado.

1.8.4.3 Señalamiento Definitivo y de Protección de Obra

Para realizar los señalamientos correspondientes se hará uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 “Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas”, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), además del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, emitido por la misma Secretaría. Estos manuales me permitirán saber el señalamiento necesario en mi Proyecto y una vez sabido esto, se procederá a plasmarlos en el Programa AutoCAD Civil3D con la finalidad de realizar los planos correspondientes.

1.8.5. NÚMEROS GENERADORES, CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO DE LA OBRA

Para obtener los números generadores será necesario realizar un cálculo electrónico en el Programa AutoCAD Civil 3D, el cual nos dará las cantidades de obra de acuerdo a los planos generados, y de igual forma, se exportarán a un formato de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Excel, en donde podremos ver resumido todas las cantidades de obra necesarias en nuestro Proyecto.

Después se realizará un análisis de Precios Unitarios de cada concepto generado, y posteriormente se realizará el Catálogo de Conceptos y así lograr llegar a un Presupuesto General, el cual representa el Costo Total de la Construcción del Proyecto Geométrico de Vialidades; todo esto lo realizaremos con ayuda del Programa Excel.

1.8.6. CONCLUSIONES

Esta es la etapa final de mi Proyecto, en donde plasmaré los comentarios finales y resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados anteriormente y conforme al desarrollo del mismo Proyecto. Además en esta etapa tendré la oportunidad de realizar comentarios adicionales y opiniones personales acerca del Proyecto Geométrico de Vialidades del Complejo “Ciudad Salud”.

1.9.- PRODUCTOS ESPERADOS O RESULTADOS A OBTENER DEL PROYECTO.

1. Determinar las Cantidades de Obra y Números Generadores correspondientes, para con ello, poder obtener un Presupuesto General de la Construcción de este Proyecto.
2. Cumplir cabalmente con los objetivos generales y particulares del Proyecto.
3. Presentar la propuesta de Edificación del Proyecto en las diversas instancias correspondientes (Gobierno del Estado de Michoacán, Gobierno Federal,

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Instituciones de Educación Superior, entre otras.); esto con la finalidad de gestionar recursos para su construcción.

4. Difundir la información acerca de este Proyecto hacia la ciudadanía, esto con la finalidad de que la población conozca, opine, y apoye dicho Proyecto.
5. Realizar varias ponencias y exposiciones en eventos científicos y/o tecnológicos reconocidos por una Institución de Educación Superior o Centro de Investigación, esto con la finalidad de presentar mi Proyecto y difundir la importancia de realizar un Proyecto Geométrico de Vialidades que tenga un alto impacto social, económico y de servicios de salud públicos.
6. Reducir los Costos de Construcción del Proyecto.
7. Reducir los Tiempos de Construcción del Proyecto.
8. Realizar un Proyecto de Tesis el cual contenga tema relevante, Proyecto mediante el cual me conduzca a la Titulación Profesional.
9. Que este Proyecto de Tesis sea reconocido por las autoridades de mi Institución Educativa para que en un mediano plazo yo pueda ingresar al Programa de Maestría en Vías Terrestres dentro de mi Universidad.
10. Colaborar en la solución de los diferentes problemas viales de nuestro Estado, así como promover la Inversión Pública hacia Michoacán en materia de Infraestructura Vial.

1.10.- IMPACTO DEL PROYECTO EN EL SECTOR ATENDIDO.

Como ya he mencionado anteriormente, el sector atendido en este Proyecto serán todas aquellas personas procedentes de todos los municipios del Estado de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Michoacán que requieran un servicio médico gratuito en cualquiera de los hospitales que contempla el Complejo “Ciudad Salud”, tales como: el Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE, el nuevo Hospital General “Dr. Miguel Silva” y el nuevo Hospital Infantil “Eva Sámano de López Mateos”. Además se incluye también al Personal Médico, Personal Administrativo, y demás personas que laboren dentro del Complejo mencionado.

El impacto esperado que mi Proyecto tendría en el sector atendido es el siguiente:

- Sería la primera obra en su tipo en todo el Estado de Michoacán.
- Daría beneficio a todas las personas del Estado que requieran un servicio médico gratuito en cualquiera de los hospitales que contempla el Complejo “Ciudad Salud”, estos son: el Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE, el nuevo Hospital General “Dr. Miguel Silva” y el nuevo Hospital Infantil “Eva Sámano de López Mateos”.
- Crearía nuevas y mejores oportunidades de empleo para las personas que estén relacionadas directa o indirectamente con la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.
- Satisfacería la demanda de la población por tener mejores servicios de salud gratuitos y en específico una infraestructura segura, óptima, funcional y en las mejores condiciones de operación.
- Reduciría los tiempos de llegada hacia los nuevos hospitales.
- Permitiría que los vehículos puedan estacionarse en los espacios adecuados sin problema alguno.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Daría lugar a que las ambulancias que llegaran o salieran de los hospitales pudieran atender las emergencias bastante rápido, con la creación de un carril exclusivo para ambulancias.
- El Gobierno del Estado y el Gobierno Federal se encargarían de gestionar el recurso para su construcción.

1.11.- REFERENCIAS (BIBLIOGRÁFICA, BANCOS DE INFORMACIÓN, PÁGINAS WEB).

- (INEGI), I. N. (2010). *CENSOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, 1895 A 2010*. México, D.F.: INEGI.
- (SCT), S. d. (1965). *PROYECTOS TIPO DE OBRAS DE DRENAJE PARA CARRETERAS*. México, D.F.: SCT.
- (SCT), S. d. (1984). *NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS, PROYECTO GEOMÉTRICO, CARRETERAS*. México, D.F.: SCT.
- (SCT), S. d. (2014). *MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD*. México, D.F.: SCT.
- (SCT), S. d. (1991). *MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS*. México, D.F.: SCT.
- (SCT), S. d. (2011). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-034-SCT2-2011 "SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS"*. México, D.F.: SCT.
- Officials, A. A. (2001). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*. Washington, D.C.: AASHTO.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- (SCT), S. d. (2015). *MANUAL DE ILUMINACIÓN VIAL: CARRETERAS, BOULEVARES, ENTRONQUES, VIADUCTOS, PASO A DESNIVEL Y TÚNELES*. México, D.F.: SCT.
- http://proyectoarquitectonico.com/?page_id=2024
- <https://books.google.com.mx/books?id=Db2SQbBHVPQC&pg=PA254&lpg=PA254&dq=valor+relativo+de+soporte+alto&source=bl&ots=akPRhSwJ4h&sig=CnD4qQ-hlsuqEpVgCOgR3sVVMU&hl=en&sa=X&ved=0CCQQ6AEwAWoVChMIktyZrChlyAlViOgmCh0MnA3t#v=onepage&q=VRS&f=false>
- <http://es.scribd.com/doc/144255839/VALOR-RELATIVO-DE-SOPORTE-K-docx#scribd>
- https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg
- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/504/A6%20Dise%C3%B1o%20de%20Pavimentos%20R%C3%ADgidos.pdf?sequence=6>
- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/529/A5.pdf?sequence=5>

2.- ESTUDIOS PREELIMINARES

2.1.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1.1 DEFINICIÓN

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

El Estudio Topográfico consiste en representar gráficamente el polígono y características superficiales del terreno donde se ubicará el Proyecto Geométrico de Vialidades del Complejo “Ciudad Salud”; además de indicar la ubicación geográfica en base a coordenadas UTM, la altura sobre el nivel del mar, las medidas de cada lado de la forma del terreno, el desnivel y lo accidentado de la superficie del terreno. Este estudio es necesario para adecuar el Proyecto Geométrico de Vialidades de acuerdo a la superficie del terreno.

Mucho depende este estudio para que el Proyecto Geométrico de Vialidades se adapte adecuadamente al terreno. Es decir, si las características del terreno como la inclinación y su forma no se toman en cuenta puede que se tenga que rellenar o excavar más de la cuenta, eso, en el proceso constructivo significa gran parte del presupuesto. Este estudio evita el desperdicio de recursos y dinero, sacando además el máximo provecho del terreno, ya que el propósito es el de rellenar o excavar lo menos posible.

2.1.2 TRABAJOS DE CAMPO

2.1.2.1.-Posibles Rutas de Llegada

Geográficamente la ubicación del Proyecto es al Noreste del Municipio de Morelia, Michoacán; existen tres principales rutas de llegada al Complejo “Ciudad Salud” desde la ciudad de Morelia:

La primer ruta es, desde el Distribuidor Vial Salida a Charo, tomar la Carretera Federal 126, seguir rumbo a Ciudad Industrial hasta llegar a una desviación izquierda (paso a desnivel) el cual nos guiará a la Comunidad de Atapaneo; después de pasar

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

dicha comunidad, continuando por la Carretera Federal 126, nos encontraremos justo en el cruce de esta carretera con el paso a desnivel de la Autopista Morelia-México, en este punto se ingresa por el carril lateral derecho hacia las instalaciones del Complejo “Ciudad Salud” (Acceso al Hospital ISSSTE). La longitud del tramo Distribuidor Vial Salida a Charo – Complejo “Ciudad Salud” es de 7.77 KM aproximadamente. La ruta se muestra en la Figura 4.

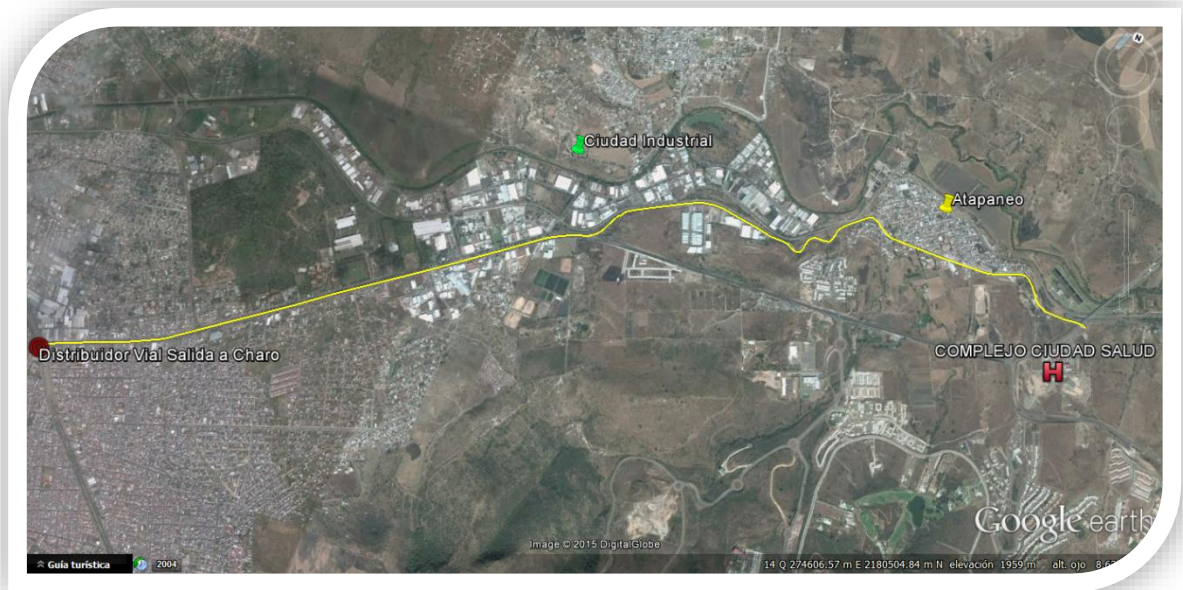


Figura 4. RUTA DE LLEGADA AL COMPLEJO “CIUDAD SALUD” POR LA CARRETERA FEDERAL 126 CON DIRECCIÓN A CHARO

La segunda ruta (y la más corta además) es, desde el Distribuidor Vial Salida a Charo, tomar la Carretera Federal 126, seguir rumbo a Ciudad Industrial hasta llegar a una desviación (paso a desnivel) y se continúa por la Carretera con dirección hacia el Nuevo Recinto Ferial, justo en el cruce de esta carretera con el paso a desnivel de la Autopista Morelia-México se accesa al Boulevard Bosque de Eucaliptos, en el cual

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

tomaremos el retorno izquierdo para acceder a las instalaciones del Complejo Ciudad Salud. La longitud del tramo Distribuidor Vial Salida a Charo – Complejo “Ciudad Salud” es de 7.35 KM aproximadamente. La ruta se muestra en la Figura 5.

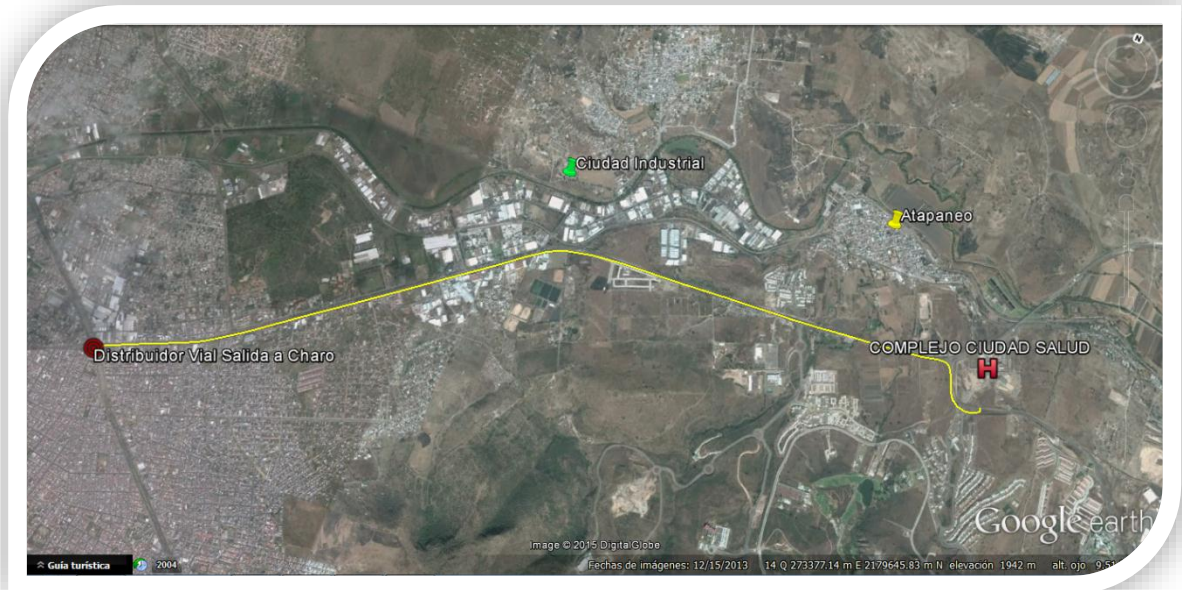


Figura 5. RUTA DE LLEGADA AL COMPLEJO “CIUDAD SALUD” POR EL BOULEVARD “BOSQUE DE EUCALIPTOS” CON DIRECCIÓN AL NUEVO RECINTO FERIAL.

La tercer ruta es, desde el Crucero Salida a Mil Cumbres, tomar la Carretera Federal 15 con dirección a Ciudad Tres Marías, y una vez estando en Tres Marías, dirigirse con rumbo al Nuevo Recinto Ferial, y a la altura del Fraccionamiento “Bosques” tomaremos el retorno izquierdo para acceder a las instalaciones del Complejo Ciudad Salud. La longitud del tramo Entronque Salida a Mil Cumbres – Complejo “Ciudad Salud” es de 10.37 km aproximadamente. La ruta se muestra en la Figura 6.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Figura 6. RUTA DE LLEGADA AL COMPLEJO “CIUDAD SALUD” POR LA CARRETERA FEDERAL 15 CON DIRECCIÓN A “CIUDAD TRES MARÍAS”.

2.1.2.2.- Procedimiento de Levantamiento Topográfico

Los trabajos de Levantamiento Topográfico se realizaron en coordinación con personal adjunto al Departamento de Topografía de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Michoacán (SCOP).

El procedimiento utilizado en estos trabajos se detalla en las siguientes etapas:

- A) Primeramente se realiza un recorrido por la zona para el reconocimiento del terreno en condiciones actuales. Se procede a tomar fotografías y se toman anotaciones de las características del terreno así como localizar las obras de drenaje existentes anotando sus condiciones geométricas, de funcionamiento hidráulico y materiales de construcción; se registran los parámetros de construcciones actuales encontradas a lo largo del camino, así como también

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

cercas de malla, postes de CFE o Telefónicos, entre demás detalles a considerar.

- B) Se diseña un Anteproyecto Geométrico de Vialidades de acuerdo a la normatividad correspondiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para el Diseño de Vialidades el cual contenga todas las características y especificaciones necesarias.
- C) Establecer a un eje de trazo, el cual por lo regular estará ubicado al centro de cada vialidad propuesta; sobre este eje se realiza un cadenamiento de estaciones a cada 20 metros, las cuales se ubicarán en el terreno para saber sus coordenadas y elevación.
- D) Se procede a los trabajos de Campo en el cual comenzaremos con crear un polígono de referencia en campo, en el cual posicionaremos nuestro Anteproyecto.
- E) Ubicar estratégicamente Bancos de Nivel dentro del terreno las cuales nos permitan con facilidad, observar y registrar los puntos topográficos requeridos de acuerdo al eje de trazo que contempla el Anteproyecto.
- F) Determinar con claridad la cantidad de ejes a trabajar dentro del Anteproyecto y empezar por el cadenamiento inicial en cada eje que se necesite analizar.
- G) Ubicar el eje de trazo del Anteproyecto en campo, para ello comenzaremos a ubicar las estaciones en campo a cada veinte (20) metros y registraremos sus coordenadas; de igual manera se marcará el cadenamiento a cada cien (100) metros.

- H) Realizar seccionamiento preliminar del terreno con ayuda del método MLM de la Estación Total, el cual consiste en registrar en cada cadenamiento en el eje, distancias y elevaciones a los márgenes izquierdo y derecho y a una distancia perpendicular al eje de 30 (treinta) metros, con la finalidad de determinar una configuración aproximada de las Secciones de Terreno en cada Estación del Eje de Anteproyecto estudiado.
- I) Una vez registrado la topografía preliminar de ejes, secciones de terreno, detalles, y demás, comparar con el Plano de Anteproyecto para determinar algunas modificaciones o ajustes a las características del Anteproyecto, tales como: ancho de vialidades, restricción o supresión de rutas, pendientes máximas, etc., Esto para revisar si la topografía es compatible con nuestro Anteproyecto y verificar si cumple con la Normatividad vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- J) Si es adecuado nuestro Anteproyecto, se convierte en Proyecto Definitivo y se continúa con la etapa de cálculo de volúmetrías; si no es adecuado se modifica hasta cumplir con las especificaciones requeridas.

2.1.2.3.- Equipo e Instrumental Topográfico Utilizado

Para llevar a cabo un correcto Levantamiento Topográfico, es necesario contar con el equipo e instrumental adecuado, el cual se menciona a continuación:

- 1.- Estación Total con sus respectivos accesorios: Tripié, Prisma, Libreta de Tránsito y Radios.
- 2.- Materiales e Insumos Menores:
 - Teléfono Celular con Cámara Fotográfica de 3.2 megapixeles

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Cinta métrica
- Flexómetro
- Machetes
- Clavos para Concreto de 2 pulgadas de largo
- Martillo
- Esmalte en spray color rojo
- Estacas de madera
- Marcadores de aceite

2.1.2.4.- Descripción o Nomenclatura De Puntos

Durante el Levantamiento Topográfico no se introdujo la nomenclatura de Puntos en la Estación Total, solo se les asignó una numeración, por consiguiente no se tenía la certeza de conocer cuáles eran las características de los puntos topográficos que la Estación Total obtenía; sin embargo la nomenclatura y su correspondiente numeración sí se anotaron en el Registro de Campo (Anexo A). Es por ello que fue necesario realizar una nomenclatura en el Plano Topográfico obtenido para así conocer las características de cada punto plasmado y así, con la ayuda del Programa AutoCAD, poder colocarlos en lo que se conoce como “Layers”, los cuales nos permiten agrupar puntos topográficos con características similares para poder diferenciarlos posteriormente unos de otros y poder trabajar de una mejor manera en el Proyecto, tal como se muestra en la Tabla 3.

NOMENCLATURA
1.1 EJE DE PROYECTO
2.1 ORILLA DE PAVIMENTO

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

3.1 BANQUETA EXISTENTE
4.1 CONSTRUCCIONES EXISTENTES
5.1 CERCA DE MALLA
6.1 POSTE DE TELÉFONO
7.1 POSTE DE LUZ
8.1 REGISTRO DE AGUA POTABLE
9.1 REGISTRO DE DRENAJE SANITARIO
10.1 REGISTRO DE CFE
11.1 MURO DELIMITADOR ISSSTE
12.1 EDIFICIO H. INFANTIL
13.1 ALGIBES EXISTENTES
14.1 MURO DE CONTENCIÓN
15.1 OBRA DE DRENAJE EXISTENTE
16.1 EDIFICIO H. CIVIL
17.1 TALUD CARRETERA MEXICO-MOR
18.1 CARRETERA A LA FERIA
19.1 PROYECCIÓN ACCESO SUR
20.1 PROYECCIÓN ACCESO NORTE
21.1 ESTACIONES

Tabla 3. NOMENCLATURA UTILIZADA PARA DIFERENCIAR LOS PUNTOS TOPOGRÁFICOS OBTENIDOS

2.1.3 REFERENCIAS DE TRAZO

Todas las referencias del trazo (obra civil existente) establecidas para la reconstrucción del eje geométrico del camino se muestran en el Plano Topográfico.

2.1.4 BANCOS DE NIVEL

La localización de Bancos de Nivel, se realizará ubicando puntos estratégicos dentro del terreno las cuales nos permitan con facilidad, observar y registrar los puntos topográficos requeridos de acuerdo al eje que contempla el anteproyecto de vialidades. Dichos Bancos de Nivel se indicarán en una Planta del Proyecto con sus respectivas referencias (coordenadas, elevaciones y descripción de la ubicación donde se establecieron). Los bancos de nivel y sus características se muestran a continuación:

Banco de Nivel # 0

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.
- Ubicación: en banquetta existente, a quince (15) centímetros de Registro CFE, a orilla de la Carretera proveniente del Recinto Ferial.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,778.631$; $Y = 2,182,873.730$
- Elevación (msnm): 1920.896

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 1

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.
- Ubicación: en brecha existente.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,737.111$; $Y = 2,182,966.453$

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

➤ Elevación (msnm): 1909.103



Banco de Nivel # 2

➤ Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas chicas pintadas del mismo color.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Ubicación: a un costado de brecha existente, a 4 metros de un poste de madera que delimita una cerca de alambre.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,738.747$; $Y = 2,183,199.987$
- Elevación (msnm): 1893.728



Banco de Nivel # 3

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.
- Ubicación: en pavimento, a la mitad del ancho del Acceso al Complejo Ciudad Salud, entrando por la Carretera Federal 126 (Salida a Charo).
- Coordenadas (UTM): $X = 279,731.125$; $Y = 2,183,528.819$
- Elevación (msnm): 1876.745



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Banco de Nivel # 4

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pequeñas pintadas del mismo color.
- Ubicación: a un costado de brecha existente; a 99 metros del Banco de Nivel # 2; a 7 metros de malla ciclónica.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,641.124$; $Y = 2,183,183.599$
- Elevación (msnm): 1888.571



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 5

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.
- Ubicación: en pavimento, a 20 metros del acceso al Estacionamiento de Personal del Hospital del ISSSTE.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,631.870$; $Y = 2,183,418.343$
- Elevación (msnm): 1877.919

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 6

- Referencia: Punto pintado sobre roca con esmalte en color rojo
- Ubicación: a 2 metros de poste CFE; entre Banco de Nivel # 4 y Banco de Nivel # 2.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,648.769$; $Y = 2,183,189.427$

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

➤ Elevación (msnm): 1887.754

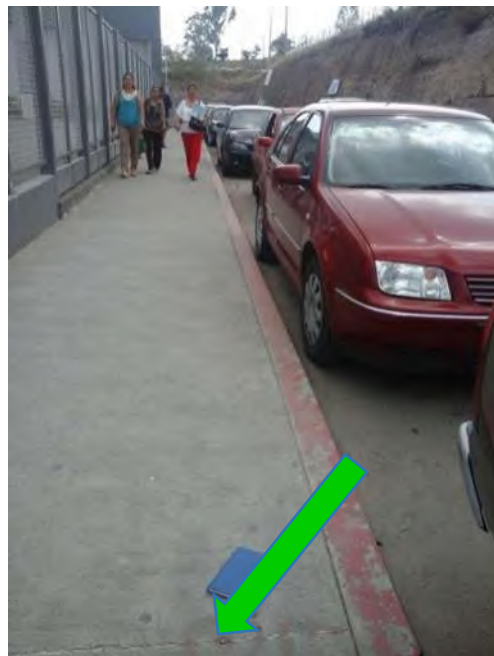
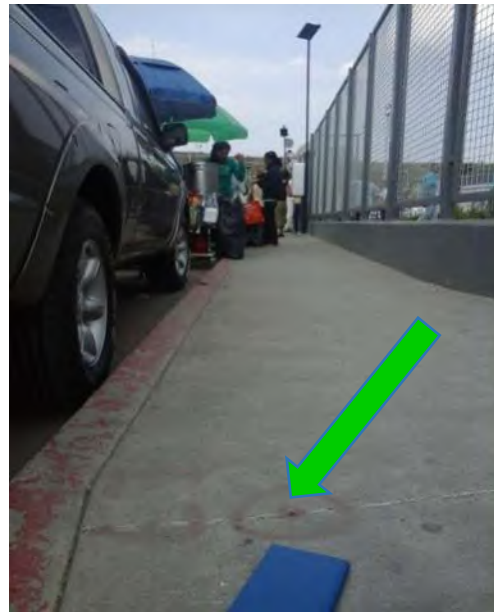


Banco de Nivel # 7

➤ Referencia: Clavo hincado, pintado con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Ubicación: en banqueta, a 20 metros del Acceso Principal al Hospital del ISSSTE.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,549.847$; $Y = 2,183,199.448$
- Elevación (msnm): 1881.737



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Banco de Nivel # 8

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de un círculo del mismo color.
- Ubicación: en pavimento, a 5 metros del acceso Principal al Hospital del ISSSTE, a un costado de la parada actual de Taxis.
- Coordenadas (UTM): X = 279,524.941 ; Y = 2,183,199.103
- Elevación (msnm): 1881.684



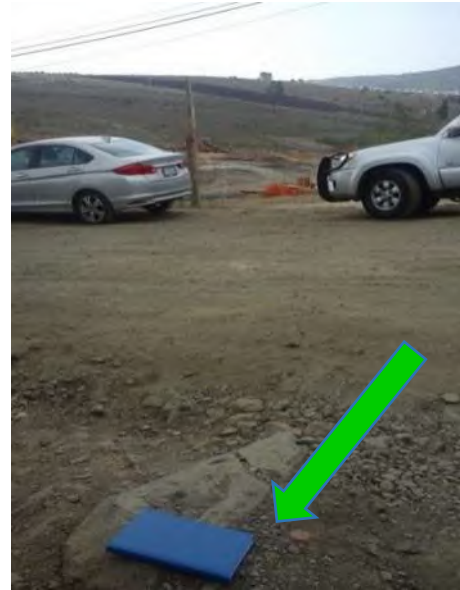
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Banco de Nivel # 9

- Referencia: Clavo con ficha hincado, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de una roca hincada en el terreno natural pintada del mismo color.
- Ubicación: en brecha existente, dentro del Estacionamiento Público Provisional y a 41 metros de la Zona Gastronómica actual.
- Coordenadas (UTM): X = 279,308.319 ; Y = 2,183,202.495
- Elevación (msnm): 1896.159



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 10

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 6 metros de aljibe existente.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,503.848$; $Y = 2,183,181.336$
- Elevación (msnm): 1886.264

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 11

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Ubicación: sobre terreno natural, a 20 metros de orilla de carretera proveniente del Recinto Ferial.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,577.757$; $Y = 2,182,898.039$
- Elevación (msnm): 1922.624



Banco de Nivel # 12

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 34 metros de construcción provisional existente (bodega o almacén).
- Coordenadas (UTM): $X = 279,580.286$; $Y = 2,183,008.075$
- Elevación (msnm): 1908.484



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Banco de Nivel # 13

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 36 metros de construcción provisional existente (bodega o almacén).
- Coordenadas (UTM): $X = 279,563.591$; $Y = 2,182,995.183$
- Elevación (msnm): 1910.612



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 14

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 48 metros de construcción provisional existente (bodega o almacén).
- Coordenadas (UTM): $X = 279,529.559$; $Y = 2,182,985.349$
- Elevación (msnm): 1911.446

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 15

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 7 metros de obra de drenaje existente.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,412.493$; $Y = 2,183,055.987$
- Elevación (msnm): 1891.745

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Banco de Nivel # 16

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre terreno natural, a 2 metros de un árbol.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Coordenadas (UTM): $X = 279,374.369$; $Y = 2,182,909.249$
- Elevación (msnm): 1904.921



Banco de Nivel # 17

- Referencia: Clavo en estaca hincada, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Ubicación: sobre terreno natural, a 1 metro de registro CFE, a 3 metros de orilla de carretera proveniente del Recinto Ferial.
- Coordenadas (UTM): X = 279,305.567 ; Y = 2,182,922.046
- Elevación (msnm): 1901.151



Banco de Nivel # 18

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Referencia: Clavo con ficha hincados, pintados con esmalte en color rojo, rodeado de rocas pintadas del mismo color.
- Ubicación: sobre plataforma del edificio del Hospital Infantil.
- Coordenadas (UTM): $X = 279,550.154$; $Y = 2,183,073.476$
- Elevación (msnm): 1898.362



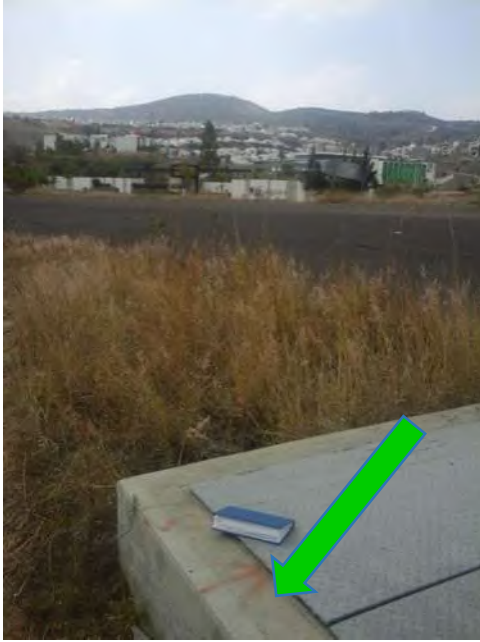
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Banco de Nivel # 100

- Referencia: Clavo con ficha hincada, pintados con esmalte en color rojo.
- Ubicación: sobre guarnición existente, a 50 metros del paso a desnivel de la carretera México-Morelia.
- Coordenadas (UTM): X = 279,205.023; Y = 2,183,191.995
- Elevación (msnm): 1917.42



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



2.1.5 NIVELACIÓN DIFERENCIAL

La Nivelación Diferencial fue hecha con equipo de Estación Total. Los resultados se muestran en el Anexo B.

2.1.6 SECCIONAMIENTO TRANSVERSAL DEL TERRENO

Con ayuda de la Estación Total se realizó el levantamiento de secciones perpendiculares al eje de trazo hasta una distancia de 30 metros aproximadamente por ambos lados. En él, se fueron tomando puntos intermedios del terreno natural donde fuese un cambio de pendiente y así obtener correctamente la configuración del terreno. Los resultados se muestran en el Plano Topográfico.

2.1.7 OBRAS DE DRENAJE MENOR EXISTENTES

Se consideran obras de drenaje menor existentes aquellas las cuales ya están construidas en la zona donde se realizará el Proyecto Geométrico de Vialidades.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En caso de que se requiera, se proyectarán las Obras de Drenaje necesarias para la protección de las vialidades respecto a las aguas pluviales; indicando su ubicación, dimensiones, materiales, niveles de arrastre, etc. Dichas obras, se plasmarán en el plano definitivo del camino.

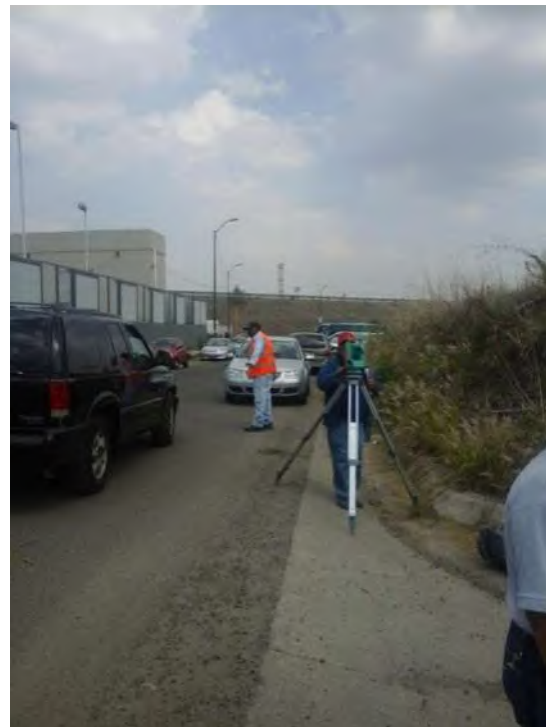
Las Obras de Drenaje Menor existentes se muestran a continuación:

Obra de Drenaje # 1

- Longitud: 32.70 metros
- Tipo: Losa de Concreto Hidráulico
- Ubicación: localizada cerca del cadenamiento 0+208.00, a 90 metros del acceso actual para ambulancias del Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE.
- Coordenadas (UTM): X = 279,642.540; Y = 2,183,328.825
- Elevación (msnm):1878.449



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Obra de Drenaje # 2

- Longitud: 221.60 metros
- Tipo: Canal Encofrado de concreto hidráulico reforzado, conformado en varios tramos escalonados conectados cada uno por registros de concreto hidráulico reforzado.
- Ubicación: su desembocadura se localiza a 24 metros de una de las esquinas sur de la plataforma del Hospital General “Dr. Miguel Silva”. Su inicio se localiza a 20 metros de la orilla del “Boulevard Bosque de Eucaliptos”.
- Coordenadas en el inicio de la obra (UTM): $X = 279,313.689$; $Y = 2,182,940.603$
- Elevación en el inicio de la obra (msnm): 1891.785

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



2.1.8 ENTREGA DE TRAZO

La entrega de las referencias del trazo se presenta en el Plano Topográfico.

2.2.- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.2.1 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DEFINICIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos consiste en realizar un análisis que nos ayuda a conocer cuál es la composición real del subsuelo (arenas, arcillas, rocas). Es

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

de suma importancia evaluar las condiciones en las que se encuentra el área o terreno antes de construir, para saber las características y técnicas que se requieren y así realizar una estructura óptima para la edificación (en este caso de una Estructura de Pavimento), evitando hundimientos y cuarteaduras posteriores o durante en la construcción.

El método consiste en realizar perforaciones sobre la superficie del terreno para obtener muestras particulares del subsuelo. Con ello se sabe la capacidad de carga del suelo, así como las virtudes o irregularidades que pudiera beneficiar o afectar al Proyecto de Vialidades.

Estos datos posteriormente son indispensables para realizar el Cálculo Estructural del proyecto (Estructura de Pavimento), ya que dichos datos se deben de tomar en consideración para proponer la solución estructural más conveniente, óptima y económica.

Se podría decir que se trata de la raíz del proceso de la construcción, porque si se desconoce en qué estado se encuentra el suelo donde queremos construir o intervenir nos hace sujetos a elegir una estructura incorrecta que pudiera provocar fracturas o agrietamientos en la edificación. Inclusive estando propensos a derrumbes a causa de deslaves en el suelo.

Beneficios del Estudio de Mecánica de Suelos:

*Disminuye totalmente el riesgo de que la Estructura de Pavimento sufra deslaves, grietas y fallas estructurales graves.

*Los costos de construcción se reducen considerablemente al tener una estructura óptima.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

*La Estructura del Pavimento será más eficiente, liviana y económica.

APLICACIÓN A NUESTRO PROYECTO

El presente Estudio se desarrolla con base a los datos de campo y de laboratorio determinados por personal adjunto al Departamento de Laboratorio de Análisis y Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Michoacán (SCOP) la cual realizó sondeos localizados denominados Pozos a Cielo Abierto (P.C.A.) de los cuales se extrajeron muestras representativas de suelo las cuales se analizarán en laboratorio para saber las características que presentan.

De acuerdo al Anteproyecto de Vialidades, se realizó el sondeo en cinco (5) puntos estratégicos a una profundidad entre 1.20 m y 1.50 m, los cuales se ubican sobre cadenamientos específicos de algunos de los Ejes de Proyecto propuestos, tal como se muestra en la Figura 7.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

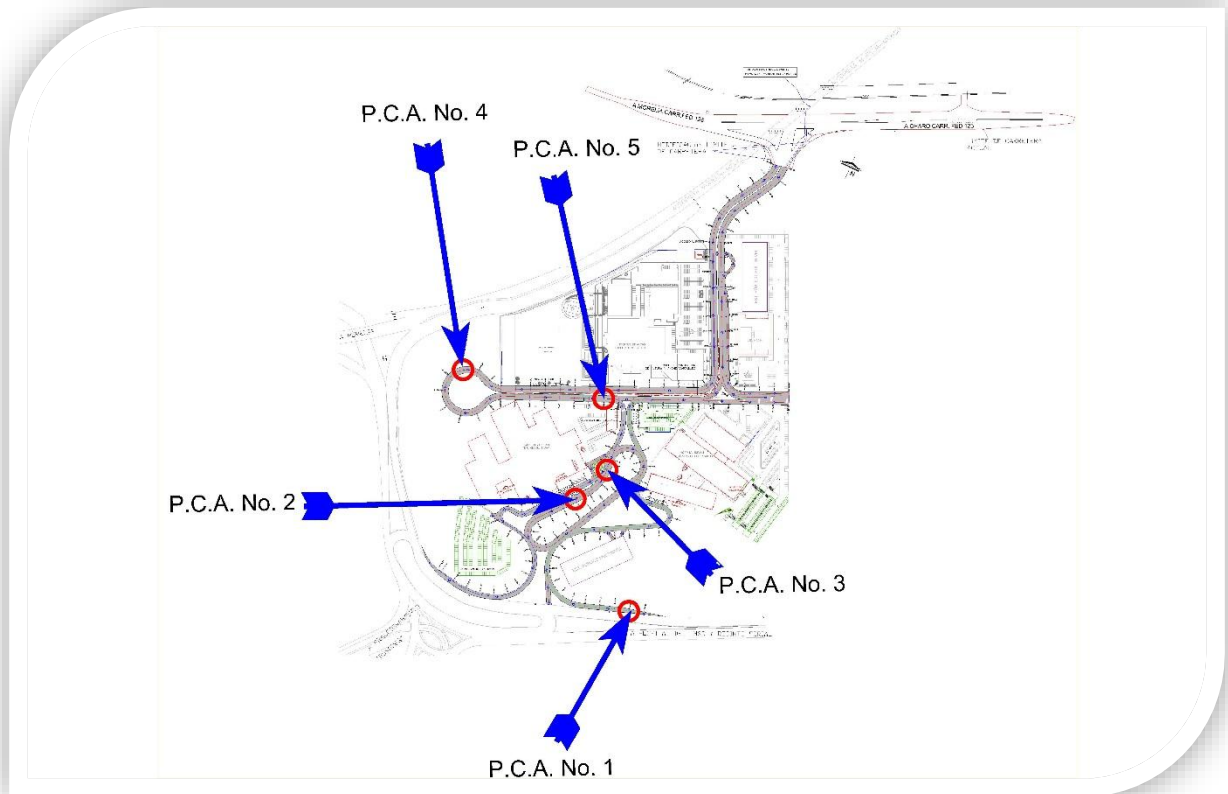


Figura 7. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS EN EL ANTEPROYECTO DE VIALIDADES.

Posteriormente se realizan los Estudios de Laboratorio necesarios y se presenta un Informe de resultados, en el cual se reflejan datos como ubicación y profundidad a la que fueron realizados los sondeos, calidades de terreno natural, reportes de los cortes estratigráficos, así como conclusiones sobre las características del terreno. Dicho informe se puede apreciar en el Anexo C.

El Método utilizado en el Estudio de Mecánica de Suelos es la **PRUEBA DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)**. Esta es una prueba para determinar las

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

características de resistencia de un suelo que se utiliza principalmente para el diseño de pavimentos.

Esta prueba también llamada Valor Soporte de California (CBR), permite determinar el Valor Relativo de Soporte (VRS) en el lugar, del Terreno Natural cuando esté constituido por suelos finos según la clasificación establecida en el Manual M-MMP-1-02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos, que se utiliza para diseñar o verificar los espesores del pavimento. La prueba consiste en preparar especímenes de suelo compactado y someterlos a la penetración de un cilindro o pisón de dimensiones estandarizadas, para medir su resistencia; la relación de porcentaje de la carga aplicada para producir una penetración de 2.54 mm entre una carga de referencia de 13.97kN (1425 kg), será el CBR correspondiente (se denomina Valor Relativo de Soporte y se expresa en por ciento).

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden comentar los datos que generaron más importancia en el Estudio de Mecánica de Suelos y que nos ayudarán a realizar de una mejor manera nuestro Diseño de Pavimentos; dichos datos a considerar son:

A) CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Una manera importante de conocer las características que tiene nuestro suelo de estudio es saber su clasificación. Para ello se necesitan realizar varias pruebas, en las cuales se describe el objetivo, se verifica su normatividad correspondiente, y se explica el procedimiento y clasificación de suelos y fragmentos de roca, para ello fue necesario consultar el Anexo D, el cual en el apartado de la Práctica N°1.-

CLASIFICACIÓN DE FRAGMENTOS DE ROCA Y SUELOS, se muestra la información necesaria respecto a los diferentes tipos de suelo.

B) LÍMITES DE CONSISTENCIA

Es de suma relevancia conocer las características de plasticidad que presenta nuestro suelo Para ello se necesitan realizar varias pruebas, en las cuales se describe el objetivo de la prueba, se verifica su normatividad correspondiente se realiza el procedimiento para la determinación del límite líquido, límite plástico, índice plástico, contracción lineal y contracción volumétrica; para ello fue necesario consultar el Anexo D, el cual en el apartado de la Práctica N°3.-DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTRACCIÓN LINEAL, se muestra la información necesaria respecto a las características de plasticidad que se tiene.

C) VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)

Para determinar las características de resistencia que nuestro suelo presenta es necesario realizar la Prueba VRS. Para ello es necesario describir el objetivo de la prueba, verificar su normatividad correspondiente y realizar el procedimiento para la determinación del VRS de las muestras de suelo obtenidas; así como el material, equipo y cálculos necesarios. Para realizar esta prueba, fue necesario consultar el Anexo D, el cual en el apartado de la Práctica N°7.-VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR (VRS) se muestra la información necesaria respecto a lo comentado anteriormente.

Analizando los resultados de laboratorio se consideran tres regiones principales de cambio de material divididas de la siguiente manera:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En el P.C.A. 1, P.C.A. 4 Y P.C.A. 5 encontramos Arcilla Limosa con Fragmentos Rocosos, con VRS entre 74.1% y 90.1%, lo cual significa valores altos en resistencia del suelo, ya que a partir del 20% se considera una buena estabilidad, por lo que en este punto pasa de ser Terreno Natural Semi-consolidado a Terreno Natural Compactado.

Cabe mencionar que estos sondeos presentan valores de Límite Líquido entre 40% y 43%; el límite que separa la tendencia hacia el estado plástico o líquido es 50%, en este punto los valores que se encuentren por arriba de este porcentaje denotarán que la muestra de suelo tenderá a desarrollar características en estado líquido, y cuando esté por debajo tenderá a desarrollar características en estado plástico (véase Tabla 4). Este parámetro nos ayuda para seleccionar la capa más adecuada que estará sobre nuestro Terreno Natural, y en este caso la que se consideró fue una SUBRASANTE NORMAL ya que se selecciona esta debido a que los valores de Límite Líquido se encuentren debajo del 50% y esto indica la tendencia de la muestra del suelo es a desarrollar el Estado Plástico y por lo tanto una mejor consolidación del mismo.

Solo en el P.C.A. 2 (Arcilla Orgánica) y el P.C.A. 3, (Arcilla Limosa) los VRS obtenidos estuvieron entre 6.7% y 8.1%, lo cual significa valores bajos en resistencia; y Límites Líquidos entre 46% y 80% lo cual significa que en esta zona las muestras presentan una tendencia al Estado Líquido.

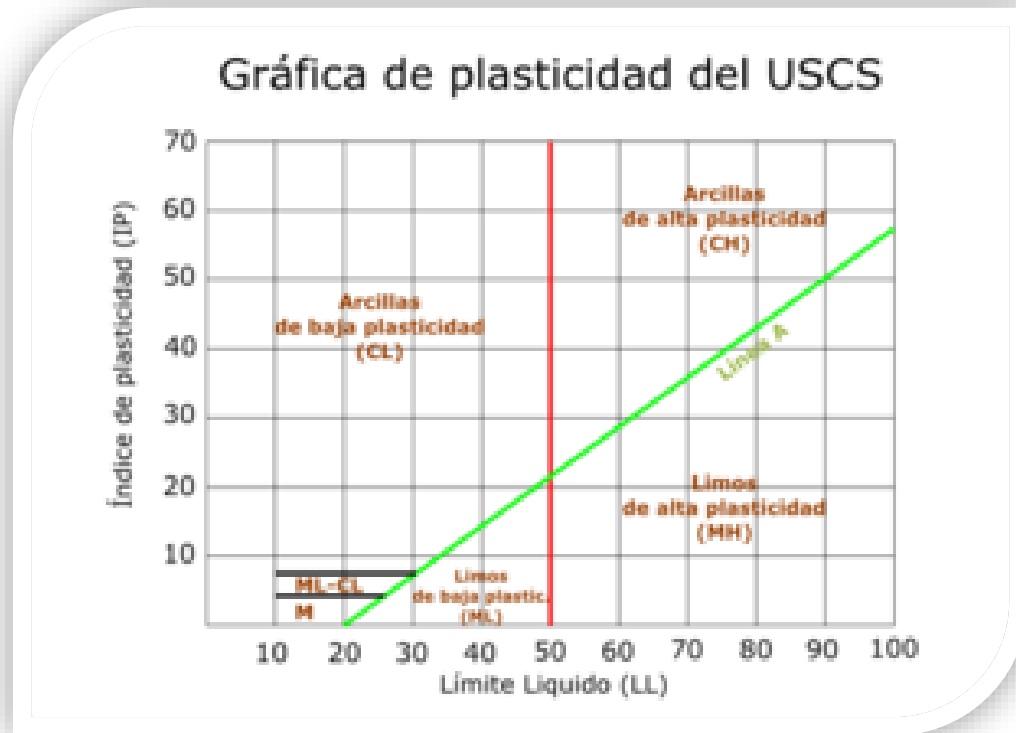


Tabla 4. CLASIFICACIÓN DE MATERIALES EN FUNCIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTEMBERG

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede comentar que este tipo de suelo, tiene la particularidad de tener estratos rocosos, generando esto una buena estabilidad en las zonas donde se encontró, dicho estrato teniendo valores relativos de soporte bastante superiores a los considerados en la capa subrasante solicitados en cualquier proyecto, sin dejar de ver que hay estratos focalizados, donde el soporte del suelo es bastante bajo, como para determinar una estructura unitaria.

2.2.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

DEFINICIÓN

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Se define como Pavimento a la capa o conjunto de capas materiales comprendidos entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, apropiados para resistir los efectos del tránsito, así como la acción del intemperismo y otros agentes que afectan su vida útil. Dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, sometidos a muy diversos tratamientos; la superficie de rodamiento puede ser una carpeta asfáltica o una losa de concreto hidráulico.

De un modo bastante arbitrario y con fines prácticos, los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos; considerándose un pavimento rígido aquel cuyo elemento resistente fundamental es una losa de concreto hidráulico, en cualquier otro caso el pavimento se considera flexible.

La Estructura de Pavimento se realiza de tal manera que los materiales de mejor calidad se colocarán más cerca de la superficie de rodamiento, aunado a la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito que pasa sobre la superficie de rodamiento. Ésta estructura regularmente se encuentra de la siguiente forma: la superficie de rodamiento se construye a base de una carpeta de concreto hidráulico, cuyo espesor y resistencia varían de acuerdo al proyecto. Debajo de esta carpeta se selecciona una Carpeta de Base Hidráulica formada por suelo granular, y son estas 2 carpetas las cuales forman la capa de “Pavimentos”, estas carpetas se clasifican de esta manera ya que son las únicas que recibirán las cargas de tránsito vehicular.

Las Terracerías se consideran como aquellas capas de material que se encuentran entre la Superficie de Terreno natural y los Pavimentos, éstas no reciben carga del tránsito vehicular, sin embargo son esenciales ya que son las que evitan la

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

contaminación de las capas de pavimento debido a infiltraciones de agua y disgregaciones. El material de que están conformado las capas de terracerías es comúnmente material granulado grueso llamado Subrasante y Filtro.

El Diseño de Pavimentos consiste en seleccionar la combinación más adecuada de capas de materiales, en cuanto a espesor y tipo de material, para satisfacer los requerimientos de las cargas de tráfico esperadas en el periodo de servicio y la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante.

De acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos se seleccionarán los espesores de las capas de material, así como el tipo de material requerido para conformar la estructura de nuestra vialidad y que ésta resista las cargas de tráfico esperadas en el periodo de servicio y la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante.

VARIABLES DE DISEÑO

Las variables que intervienen en el diseño de un Pavimento Flexible son numerosas e interactúan entre sí; por lo que, un proyecto adecuado debe analizar el problema considerando todos los factores que intervienen, los cuales son se detallan a continuación:

- a) Estructurales: Incluyen características relativas a cada uno de los materiales que constituyen al pavimento, como espesores, resistencia y deformabilidad en las condiciones esperadas de servicio.
- b) De carga: se refieren a los efectos producidos por el tránsito mezclado (TM) al circular por la carretera. En este caso son importantes datos relacionados con tránsito medio diario anual (TDPA), tasa de crecimiento anual (r), cargas por eje

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

sencillo, tándem y tridem histograma de distribución de tránsito en la sección transversal del camino y vida de proyecto del pavimento antes que la carretera requiera una reconstrucción, en cuyo caso debe definirse de antemano el criterio de falla del pavimento.

Las condiciones que constituyen la falla del pavimento, normalmente se definen de acuerdo con la deformación permanente acumulada a través de la vida de servicio.

- c) De clima y condiciones regulares: las propiedades de los materiales que constituyen el pavimento dependen de la temperatura, régimen de precipitación, precipitación media anual, nivel freático, geografía y topografía de la región, por lo tanto la resistencia de los materiales para efectos de diseño son difíciles de evaluar.
- d) De conservación: un buen mantenimiento garantiza que las variaciones en las propiedades de diseño de los materiales sean mínimas, no obstante, el costo puede ser excesivo. La ausencia de conservación implica cambios fuertes y normalmente un deterioro acelerado del camino. La solución adecuada debe escogerse entre ambos extremos.
- e) De comportamiento: un pavimento adecuado es el que llega a la falla funcional después de haber resistido el tránsito de proyecto a la calificación más alta posible y al menor costo relativo. El comportamiento del pavimento depende de la interacción entre las características estructurales, solicitaciones del tránsito, clima, condiciones regionales y tipo de conservación aplicado.

APLICACIÓN AL PROYECTO

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Como es sabido, el Proyecto Geométrico de Vialidades del Complejo “Ciudad Salud” es de gran importancia para el desarrollo del Estado de Michoacán; un proyecto único en su tipo el cual requiere de una estructura lo suficientemente adecuada para resistir las cargas del tránsito vehicular existente y deberá proporcionar las condiciones de seguridad necesarias para que los usuarios transiten dentro del Complejo mencionado sin problema alguno.

Por lo anterior se tiene programada la construcción de las vialidades del Complejo “Ciudad Salud” a base de una capa de rodadura de concreto hidráulico de, colocada sobre una estructura en capas de materiales pétreos de diferentes calidades bien diseñada que absorban la transmisión de las cargas vehiculares al terreno de desplante. Con estas acciones se mejora la superficie de rodamiento para que sea más cómoda, segura y sus costos de operación y mantenimiento disminuyan considerablemente.

El presente Diseño se desarrolla (con base a los datos de campo y de laboratorio obtenidos) por personal adjunto al Departamento de Laboratorio de Análisis y Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Michoacán (SCOP) la cual realizó los Métodos necesarios para determinar las características de las capas de terracerías y pavimento que conformarán la estructura utilizada en el Proyecto Geométrico de Vialidades. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo E emitido por ese mismo Departamento.

Las capas de Terracerías y Pavimento de desplante de la carpeta de concreto hidráulico se diseñaron utilizando el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM para Diseño de Pavimentos Rígidos, además de un Método Semiempírico utilizado en

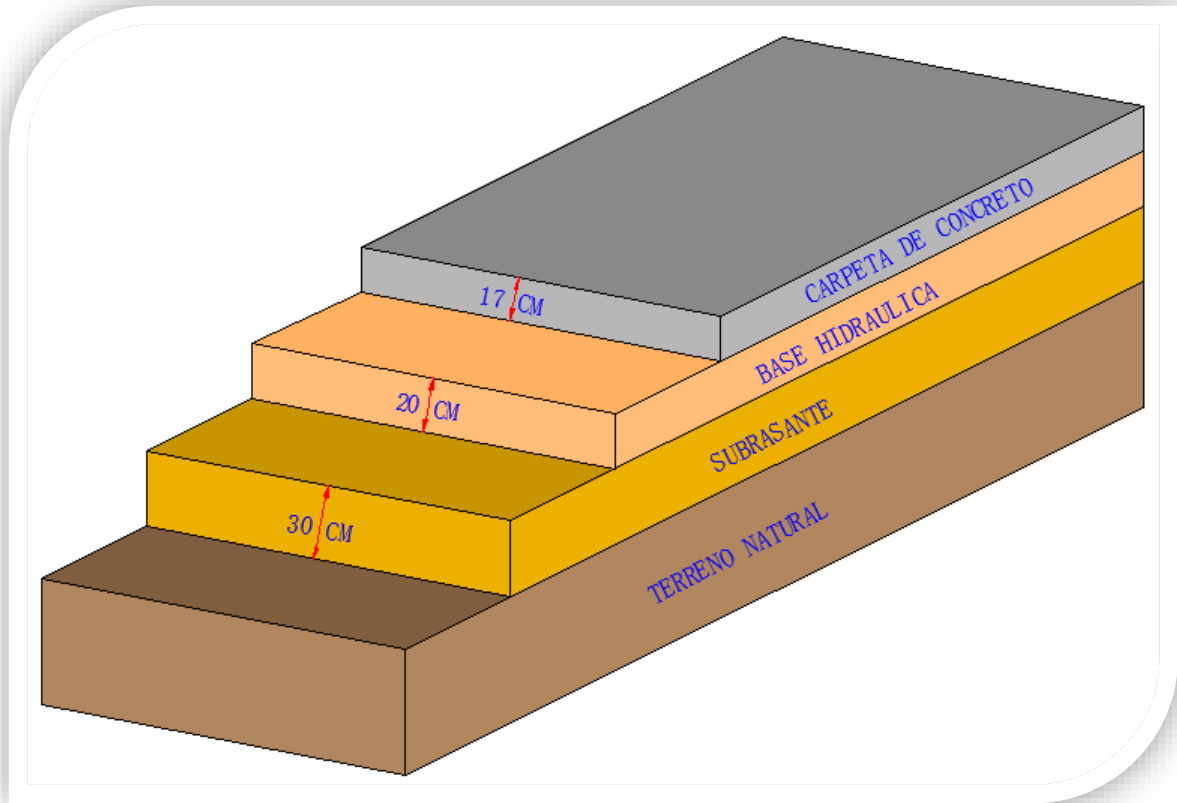
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, los cuales se muestran en el Anexo F; mientras que el espesor y características de la losa de concreto hidráulico se determinaron mediante el método PCA para diseño de pavimentos rígidos.

El Método desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, es considerado como un método altamente práctico, ya que considera importantes parámetros de diseño, tales como el número de aplicaciones de la carga de diseño, los valores correspondientes de Valor Relativo de Soporte (VRS), características de plasticidad del suelo, etc.

De acuerdo con los resultados del Estudio Geotécnico y en base a los criterios de Diseño mencionados anteriormente, se propone una Estructura de Pavimento que contenga una Capa de Rodadura de Concreto Hidráulico de 0.17 metros de espesor, una capa de Base Hidráulica de 0.20 metros de espesor y debajo de esta, una capa Subrasante de 0.30 metros de espesor. Los resultados se muestran en el Anexo E.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



3.- PROYECTO GEOMÉTRICO

3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.1.1 DEFINICIÓN

Definición: Este trabajo consiste en realizar una proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

a) Tangentes

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen a las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

consecutivas se le representa como PI , y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa como Δ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto sobre tangente y se le representa por PST .

La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar, alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre 2 curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

b) Curvas Circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir 2 tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

Las curvas circulares se clasifican de la siguiente manera:

- Curvas Circulares Simples, las cuales son cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, esta se denomina curva simple. En el

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la Figura 8.

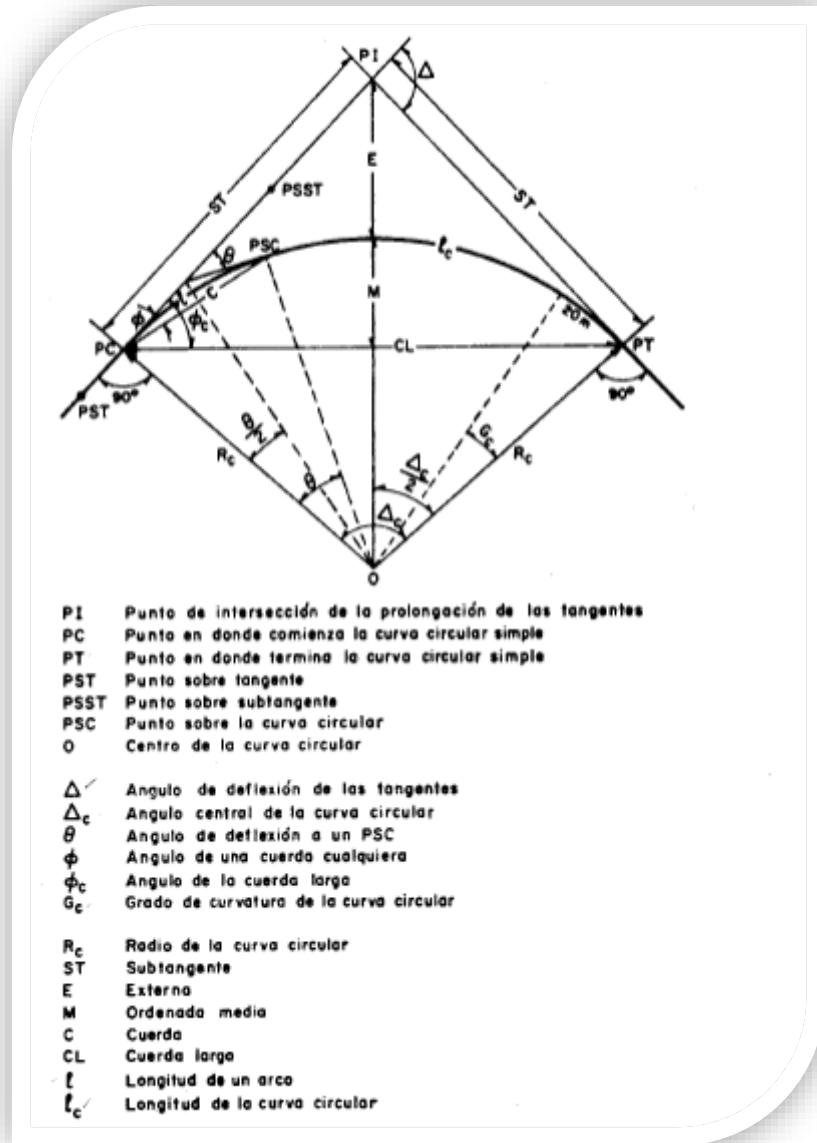


Figura 8. ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- **Curvas Circulares Compuestas.** Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

En caminos debe evitarse este tipo de curvas, porque introducen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo, en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

Los principales elementos de la curva circular compuesta se ilustran con una curva de tres centros en la Figura 9.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

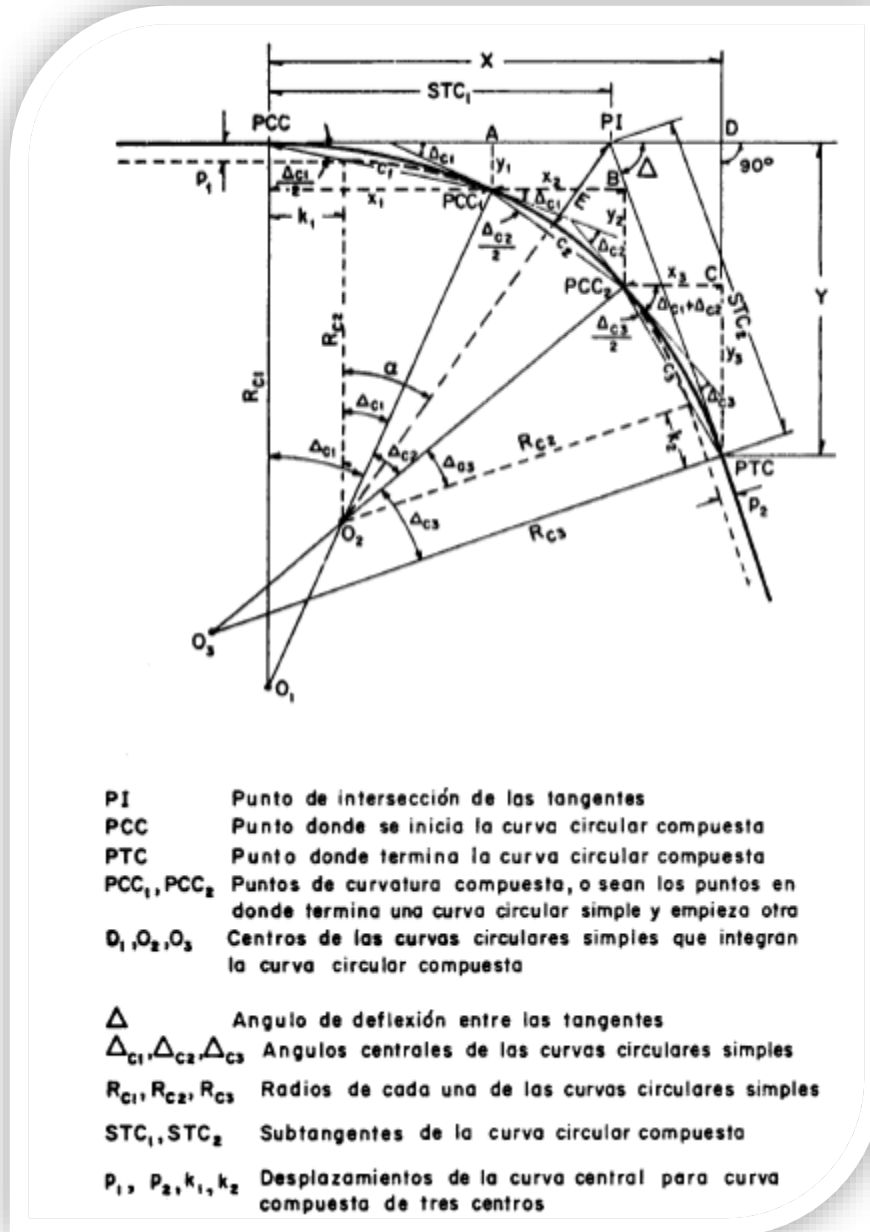


Figura 9. ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR COMPUESTA.

c) Curvas de Transición

Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las curvas de transición.

Se definirá aquí como curva de transición a la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente, hasta el que corresponde para la curva circular, tal como lo muestra la Figura 10.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

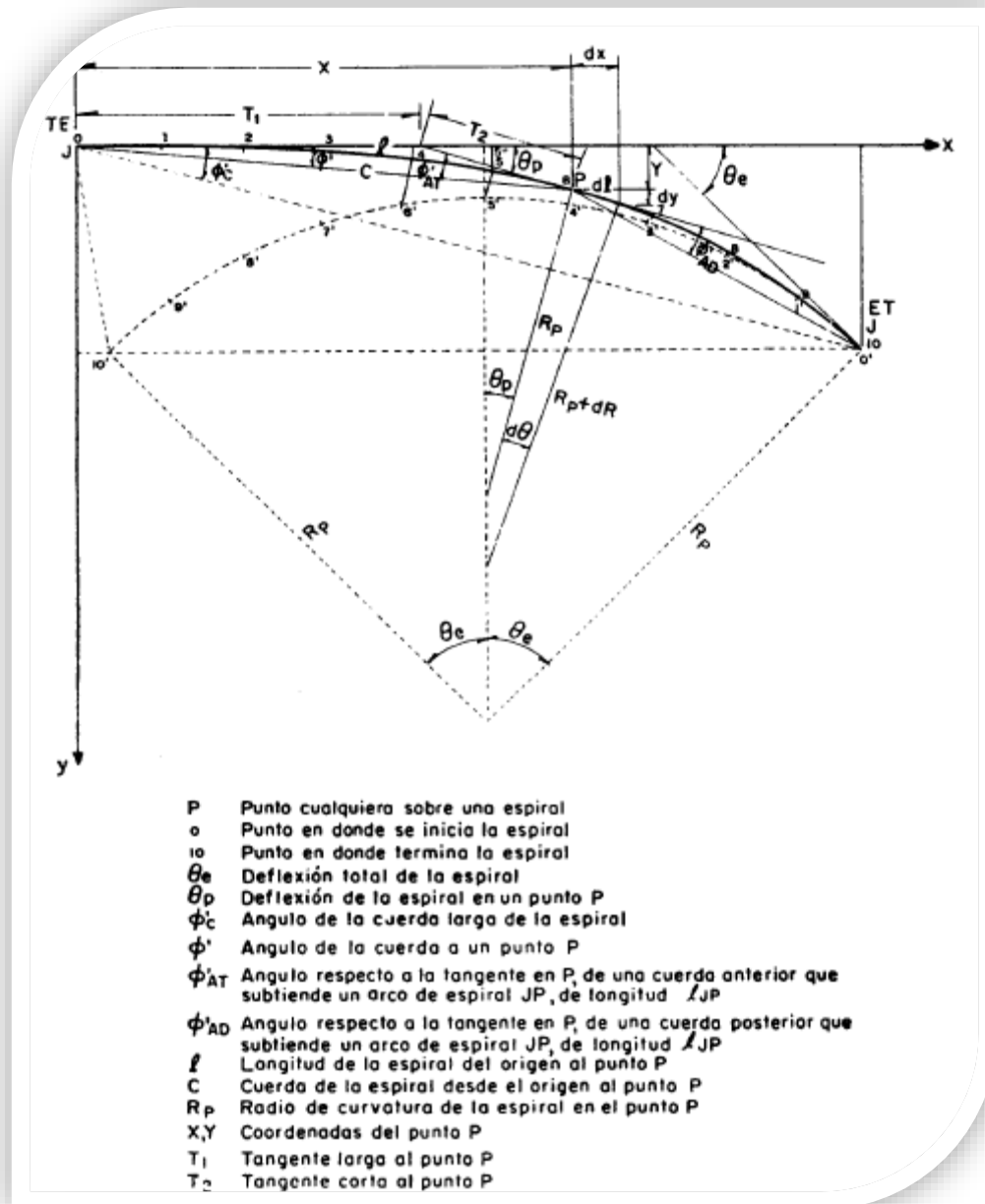


Figura 10. ELEMENTOS DE LA ESPIRAL O CLOTOIDE.

En esta parte se realizará el diseño de la geometría de nuestras vialidades, trazando el eje o centro de línea de cada vialidad, determinando las curvas y tangentes necesarias, así como sus anchos; para ello se tendrá que diseñar en la computadora

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

con ayuda del software llamado AutoCAD Civil 3D, para con ello poder general los planos de Planta General. También será necesaria la ayuda del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para guiarnos por los lineamientos que marca.

Para este Proyecto geométrico se emplearán solamente Curvas Circulares Simples, debido a que el Proyecto está basado únicamente en Vialidades Urbanas con una Velocidad de Diseño de 40 km/h, lo cual hace de este Proyecto un proyecto considerado como de baja velocidad de circulación y que no requieran curvas con transiciones.

3.1.2 VELOCIDAD DE PROYECTO

La Velocidad de Proyecto es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

La selección de la velocidad de proyecto está influida principalmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo del camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra. Una vez seleccionada, todas las características propias del camino se deben a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Un camino en terreno plano o con lomerío suave justifica una velocidad de proyecto mayor que la correspondiente a la de un camino en terreno montañoso. Un camino que cruce una región poco habitada justifica una velocidad de proyecto mayor que otro situado en una región poblada. Cuando el usuario se da cuenta de que la localización del camino es difícil por condiciones especiales, acepta con buena disposición velocidades bajas, cosa que no

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

admite cuando no ve razón para ello. Un camino que tiene un gran volumen de tránsito puede justificar una velocidad de proyecto mayor que otro de menos volumen, en una topografía semejante, principalmente cuando la economía en la operación de vehículos es grande, comparada con el aumento de costo por la construcción. Sin embargo, no se debe suponer una velocidad baja de proyecto para un camino secundario, cuando la topografía del camino sea tal, que los conductores puedan transitar a gran velocidad. Los conductores no ajustan sus velocidades a la importancia del camino, sino a las limitaciones físicas o de los volúmenes de tránsito que se presenten. En algunos casos, los conductores se muestran renuentes a cambiar la velocidad que ellos creen conveniente, a aquella de seguridad y tratan de viajar con una velocidad alta, que no está de acuerdo con el camino y las condiciones predominantes.

Al proyectar un ramo de un camino, es conveniente, aunque no siempre factible, suponer un valor constante para la velocidad de proyecto. Los cambios en la topografía pueden obligar a hacer cambios en la velocidad de proyecto en determinados tramos. Cuando éste sea el caso, la introducción de una velocidad de proyecto mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir a los conductores cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

Debido a que las Vialidades se encuentran en una zona urbana donde una de las características de Diseño es que se tenga una baja velocidad de circulación; fue necesario la inclusión de una Velocidad de Proyecto de 40 km/h. La elección de esta velocidad depende de varios factores a considerar los cuales son los siguientes:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

1.- Entrecruces (bifurcaciones e incorporaciones): de acuerdo al proyecto de alineamiento horizontal se puede percibir que existen diversos cruces los cuales son de gran importancia a considerar para el caso de la velocidad de circulación, ya que al tener una velocidad relativamente baja se podría evitar algún accidente automovilístico debido a un choque entre vehículos que circulan por la zona.

2.- Cruces peatonales: es obvio considerar que cuando existen cruces peatonales se debe reducir la velocidad de circulación, esto para impedir un atropellamiento a algún peatón que se encuentre cruzando alguna vialidad. Al tener una velocidad baja de circulación vehicular se disminuye la posibilidad de que algún peatón sea atropellado.

3.- Velocidad mínima permisible: Esta velocidad es la mínima requerida para un diseño geométrico de vialidades según el manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT.

4.- Zona de Hospitales: La propuesta de incluir esta velocidad de diseño fue también a la importancia que genera el complejo Ciudad Salud, ya que esta sería una zona hospitalaria y teniendo en cuenta de que por respeto a los usuarios no es posible circular con velocidades altas.

3.1.3 GEOMETRÍA ÓPTIMA

En esta parte se realiza el diseño del eje de nuestras vialidades. La elección de esta geometría depende de varios factores a considerar los cuales son los siguientes:

1.- Armonía con las edificaciones existentes: Es de suma importancia el considerar que nuestras vialidades se deben ajustar a los espacios dados en las

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

construcciones existentes, ya que actualmente están en construcción los hospitales y por consiguiente será necesario adecuar nuestro Proyecto Geométrico a las restricciones de espacio de tal manera que no interfieran en los Proyectos de Edificación de los Hospitales. La ubicación de estos se puede apreciar en la Figura 2 mostrada previamente.

2.- Distancias Mínimas de Llegada: El Complejo “Ciudad Salud” cuenta con 2 accesos principales, el acceso Norte se encuentra ubicado por la Carretera Federal 126 y el Acceso Sur se encuentra ubicado por el Boulevard Bosque de Eucaliptos tal como se muestra en la Figura 11; para garantizar que los vehículos lleguen a su destino (cualquiera de los hospitales del Complejo) de una manera más rápida, fue necesario pensar en una Geometría de Proyecto la cual permita contar con rutas de llegada más cortas, permitiendo así que los usuarios, una vez que ingresen al Complejo, tengan la posibilidad de llegar y salir de él en el menor tiempo posible.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Figura 11. UBICACIÓN DE LOS ACCESOS AL COMPLEJO “CIUDAD SALUD”.

3.- Entrecruces Vehiculares: Pensando en la necesidad de que el proyecto sea eficiente, se toma en cuenta que uno de los objetivos es contar con un Proyecto de Vialidades que sea funcional, es por ello que se realiza el Diseño de la Geometría considerando el menor número de entrecruces posibles. Las ventajas a las que daría lugar son:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Permitiría un flujo más continuo en donde los vehículos podrán circular sin necesidad de detenerse constantemente o disminuir su velocidad.
- Daría lugar a que los vehículos lleguen más pronto a su destino.
- Ahorraría los gastos de combustible de los usuarios que transitan con vehículo dentro del Complejo al permitir frenar menos y avanzar más.
- Reduciría el riesgo de algún accidente automovilístico.

4.- Puntos clave de acceso: Fue necesario pensar que el Diseño de la Geometría fuera suficiente como para que los vehículos que circulen dentro del Complejo, pudieran llegar a los Puntos Clave de Acceso, los cuales son las entradas principales de los hospitales y los nuevos estacionamientos. Por ello se realizó la Geometría de Proyecto de tal manera que las vialidades pudieran ser construidas conectando esos puntos y permitir la llegada de los vehículos a cualquiera de estos destinos. Dichos puntos clave se pueden apreciar en la Figura 12 la cual contiene la distribución de los hospitales y sus respectivos accesos.

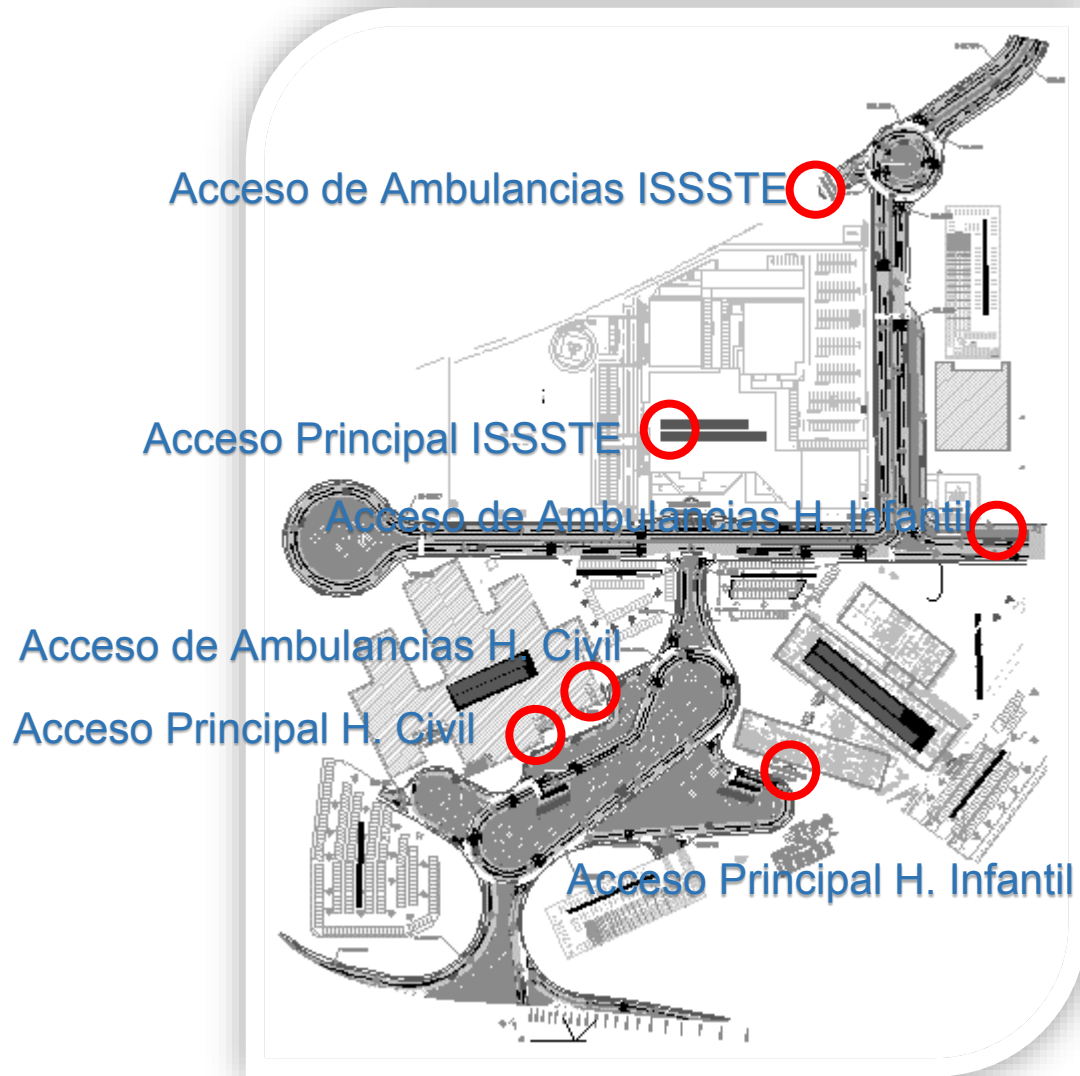


Figura 12. ACCESOS PRINCIPALES Y DE AMBULANCIAS DE CADA UNO DE LOS HOSPITALES QUE ALBERGA EL COMPLEJO “CIUDAD SALUD”.

3.1.4 CREACIÓN DE ESPACIOS PARA ESTACIONAMIENTOS

Por regla general, los nuevos hospitales del país deben de contar con zonas de estacionamiento gratuito, en que la maniobra la efectúa el conductor del vehículo.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La adaptabilidad a las condiciones existentes depende de la correcta interpretación que se haga de los elementos que intervienen en el proyecto, las cuales son:

1.- Ubicación. Un factor muy importante para obtener un buen funcionamiento de la zona de estacionamiento, es la distancia que el usuario debe caminar del lugar donde estacione su vehículo a su destino; por lo que es estacionamiento deberá estar lo más cerca posible a la zona a la cual presta servicio.

La posición de entrada y salida al servicio es importante para la ubicación del estacionamiento. Asimismo, influyen principalmente en ella el tránsito de vehículos y peatones, el tamaño, la forma y las dimensiones del área y las limitaciones en la capacidad del servicio.

2.- Seguridad. En todos estos proyectos se deben reunir las condiciones necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios.

3.- Condiciones de entrada y salida al servicio. Es necesario determinar los puntos por donde se pueden permitir accesos al servicio, tanto para vehículos como para peatones.

4.- Topografía. El proyecto del estacionamiento deberá adaptarse a la topografía para lograr un mejor aprovechamiento del terreno y facilitar la operación.

5.- Consideraciones de drenaje.

6.- Superficie de Rodamiento. Deberá satisfacer los requisitos de seguridad, durabilidad y continuidad en el servicio.

7.- Marcas y Señales. Tienen estas una influencia determinante en la operación. Entre ellas se puede mencionar las flechas en la superficie de rodamiento para indicar

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

el sentido de circulación, las rayas para marcar los cajones de estacionamiento y las señales para indicar las entradas y salidas.

8.- Iluminación. Para aquellos lugares en donde se dé servicio nocturno, es indispensable la iluminación, para evitar daños materiales a los vehículos, robo y lesiones al peatón.

9.- Paisaje. Las fajas al margen del camino se deben proteger con pantallas de setos o cercas y las isletas canalizadoras pueden tener plantas de ornato.

10.- Banquetas para peatones. Estas, aunque requieren superficie adicional, dan seguridad al peatón y es recomendable que siempre sean techadas.

11.- Plan de operación. Influye en el proceso del lote el plan de operación que depende del tipo de maniobras por realizar, si estas maniobras van a ser realizadas por operadores o directamente por el conductor del vehículo, la duración del estacionamiento, y si las cuotas serán recopiladas manual o automáticamente.

12.- Clasificación de los vehículos. Las tablas y las figuras incluidas en el Manual respectivo consideran las dimensiones de un automóvil para fijar normas de proyecto de cajones y pasillos. Sin embargo, puede darse el caso de tener vehículos pesados como parte de los usuarios del establecimiento. Dependiendo de los porcentajes de cada tipo de vehículo que integren el tránsito, será necesario emplear dimensiones mayores para los cajones y pasillos, en función de las dimensiones del vehículo mayor de los que integran el grupo de usuarios.

Como se menciona anteriormente, el único Hospital que se encuentra construido y en pleno funcionamiento en el Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE,

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

y por consiguiente los únicos vehículos que transitan por el Complejo “ciudad Salud” son los pertenecientes a personas que se dirigen a ese hospital

Actualmente la falta de espacios para estacionamientos ocasiona que las personas que ingresen al complejo tengan que estacionarse sobre la vialidad, obstruyendo el paso de vehículos y logrando que haya problemas de circulación, tal como se muestra en la Figura 13 que se muestra a continuación:



Figura 13. ESPACIOS QUE ACTUALMENTE SON DESTINADOS PARA ESTACIONAMIENTO VEHICULAR A LAS AFUERAS DEL HOSPITAL DEL ISSSTE.

Actualmente ya existen espacios para la construcción de varios estacionamientos y algunos ya están en construcción. Cabe mencionar que el diseño de éstos no corresponde a este proyecto, ya que estos espacios son jurisdicción de los hospitales que albergará el complejo y por lo tanto corresponde a ellos su edificación. Sin

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

embargo en este diseño de vialidades se debe tener en consideración algunos aspectos relacionados con estos espacios de estacionamiento, tales como:

- Permitir que las vialidades se construyan para darles acceso a los estacionamientos, así como realizar el diseño de tal manera que el desnivel entre la vialidad y el acceso al estacionamiento sea mínimo, para ello el nivel de rasante de la vialidad deberá ajustarse al nivel existente de plataforma de cada estacionamiento.
- No construir las vialidades encima de los espacios destinados para estacionamiento.
- Tomar en consideración que el proyecto Geométrico tendrá todo tipo de obras subterráneas las cuales no deberán interferir con la estructura de los estacionamientos.

Estos espacios para estacionamiento se muestran únicamente con fines ilustrativos y de información, pero es importante mencionar que para fines de Cuantificación de Obra no se consideran parte del Proyecto Geométrico de Vialidades.

3.1.5 VEHÍCULO DE PROYECTO

Un Vehículo de Proyecto es un vehículo hipotético cuyas características se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico de caminos e intersecciones.

El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulará por el camino, y las tendencias de los fabricantes a modificar las características de los vehículos.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Para el Diseño de las Vialidades, se debe tener en consideración un vehículo de Proyecto, el cual nos permitirá definir parámetros de Diseño tales como Grado de Curvatura y Ancho de Vialidades.

Este vehículo permite tener una idea de las dimensiones máximas que podría tener un vehículo que circule por las vialidades del Complejo y así permitir su tránsito de una manera óptima

Para este Proyecto se eligió el Vehículo de Proyecto RUNNER 8, el cual está basado en las dimensiones de un Autobús de Pasajeros de servicio de Transporte Público, el cual se muestra a continuación con sus respectivas características en la Figura 14.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

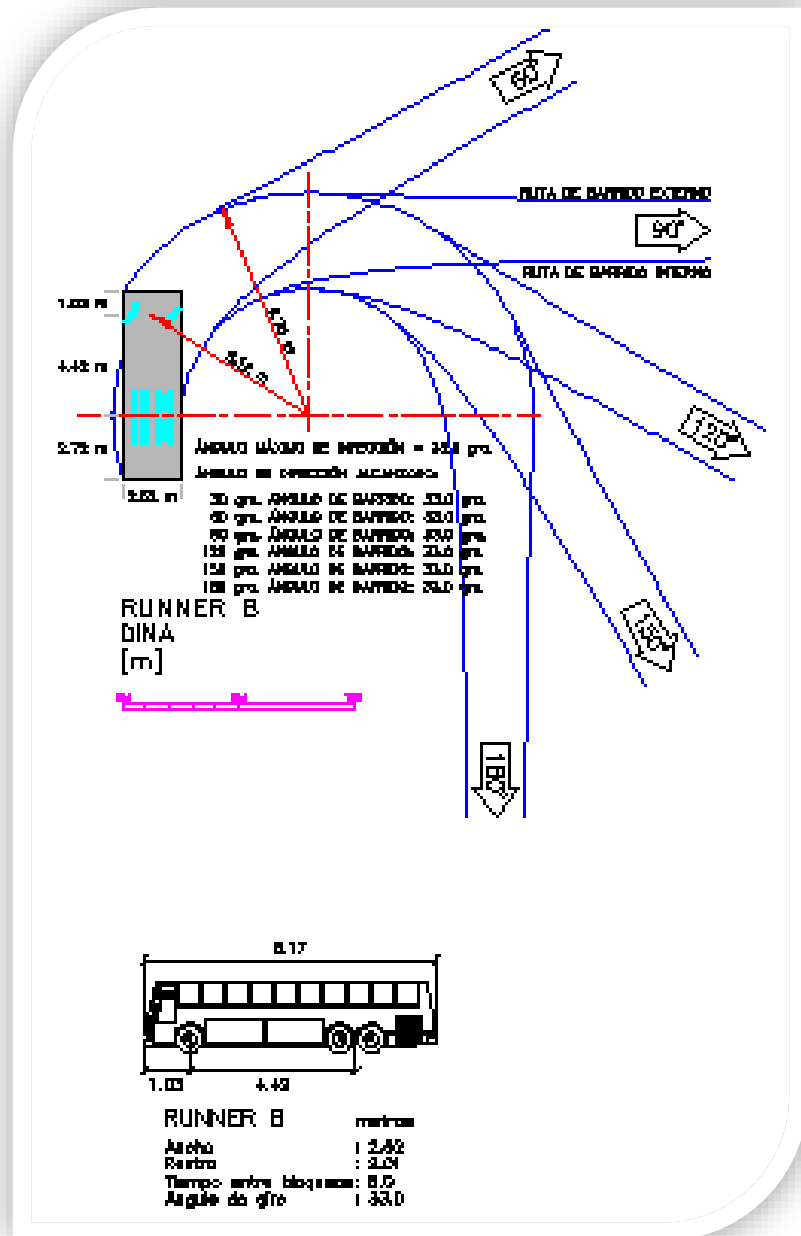


Figura 14. VEHÍCULO DE PROYECTO

3.1.6 GRADO DE CURVATURA

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Según el Vehículo de Diseño se determina el Grado de Curvatura Mínimo a considerar para nuestro Diseño Geométrico de Vialidades; el cual permite eficientar el mismo diseño.

Para este proyecto el grado de curvatura seleccionado será igual a 9. Cabe mencionar que este valor será el mínimo permisible para diseño de curvas, por lo que se restringe el uso de valores menores a este.

3.1.7 ANCHO Y NÚMERO DE CARRILES

Según el ancho de nuestro vehículo de proyecto, se determinará el ancho de carriles, para este proyecto se determinó implementar un ancho de carril mínimo de 3 metros y máximo de 4 metros.

El número de carriles a implementar en el proyecto se basa en la consideración de que se cuente con varios carriles en un solo sentido, esto para darle dinamismo al proyecto y que los vehículos transiten con la libertad de poder rebasar y de no encontrarse con otro vehículo que obstruya su paso.

Las características del número de carriles y su respectivo ancho se muestran en la Tabla 5.

No. CARRILES	ANCHO DE CARRIL	ANCHO TOTAL DE LA VIALIDAD
1	4.00 metros	4.00 metros
2	3.25 metros	6.50 metros
3	3.00 metros	9.00 metros

Tabla 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES CARRILES DE VIALIDADES

El uso y funcionamiento de cada uno de los carriles se muestra en el apartado de Sección Tipo.

3.1.8 ANCHO Y UBICACIÓN DE BANQUETAS

Para definir el ancho de la banqueta se tomó como consideración el espacio necesario para que circulen dos personas discapacitadas en sillas de ruedas y si llegaran a encontrarse de frente, puedan transitar libremente sin necesidad de realizar ninguna maniobra, solamente cargarse a su lado derecho para permitir el libre paso de la otra persona que transita en contraflujo.

Para ello se verificó el ancho de una silla de ruedas (70 cm) y tomando en cuenta que es necesario tener una distancia mayor debido a las maniobras que el paciente realizará en ellas, se llega a la conclusión de contar con un ancho de 90 cm por cada silla de ruedas, y por consiguiente, si dos personas en silla de ruedas se llegaran a cruzar, podrían transitar sin problema alguno. Con ello se determina un ancho total de banqueta de 1.80 metros.

Para definir la ubicación de las banquetas se toma el criterio de darle prioridad a los accesos a diferentes puntos clave como estradas, y como estas construcciones se encuentran en su mayoría a la derecha del cadenamiento de cada vialidad, se introdujo la idea de colocar las banquetas en el margen derecho de cada vialidad.

Adicionalmente es necesario comentar que en los puntos donde en las banquetas exista algún cruce peatonal, será necesario construir rampas para discapacitados, tal como lo muestra el detalle en el Plano de Señalamiento.

3.1.9 CARRIL EXCLUSIVO PARA AMBULANCIAS

Desde el inicio de este proyecto se le dio prioridad a diseñar la geometría de Vialidades pensando en la necesidad de contar con un Carril Exclusivo para Ambulancias, ya que actualmente ningún Hospital en Michoacán cuenta con este tipo de infraestructura vial, ocasionando que no exista el suficiente espacio para que circulen las ambulancias a la llegada y salida de los hospitales, además de retardar su llegada debido complicaciones de tráfico vial.

Esta es una parte fundamental del Proyecto Geométrico ya que uno de los tres objetivos del proyecto, es el delimitar un carril exclusivo para que las ambulancias circulen libremente dentro del Complejo Ciudad Salud, esto se pensó con la premisa de que en caso de una Urgencia Médica las ambulancias que trasladen algún paciente hacia uno de los hospitales del Complejo Ciudad Salud puedan llegar lo más rápido posible a estos ; y de igual manera en el caso de que la ambulancia necesite salir rápidamente de algún hospital, también lo haga lo más rápido posible.

Además el diseño de la geometría de Vialidades se tuvo que adecuar a los Proyectos de Edificación de los diversos hospitales que se encuentran dentro del Complejo, ya que estos cuentan con un acceso para ambulancias el cual ya se encuentra ubicado en cierta área del edificio, por ello fue necesario ajustar la geometría para que las vialidades se llegaran a construir lo más cerca posible a estos accesos y así permitir que las ambulancias llegaran hasta estos puntos.

Para señalar claramente estos carriles se delimitarán con vialitas reflejantes, una línea de color rojo e indicando la simbología respectiva separándolos de los demás

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

carriles de uso regular; para mayor información sobre su señalización se recomienda ver el apartado posterior en los planos correspondientes de Señalamiento Horizontal.

Cabe señalar que la localización del Carril exclusivo para Ambulancias determinará la funcionalidad del mismo, por lo tanto, para garantizar que éstos carriles sean óptimamente eficientes, se deberán colocar donde existan la menor cantidad de bifurcaciones (entradas y salidas) en las vialidades, ya que las ambulancias deberán circular rápidamente dentro del Complejo y esto influye en la posibilidad de ocasionar algún accidente automovilístico debido a un choque de la ambulancia con algún vehículo. De acuerdo a la geometría de las Vialidades se observa que el carril que ofrece condiciones más favorables para la circulación de las ambulancias, es el carril que se encuentra en la parte izquierda de cada vialidad (en sentido de circulación vehicular), ya que la mayoría de las desviaciones del proyecto son derechas y provocan un mayor número de intersecciones; es por ello que se determinó esta distribución de carriles. Un ejemplo de ello se puede apreciar en la Figura 15 que se muestra a continuación.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Figura 15. MODELO DE CARRIL EXCLUSIVO PARA AMBULANCIAS.

3.1.10 PARADAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Es importante pensar en la necesidad de contar con espacios destinados para el Servicio de Transporte Público, ya que como es sabido no todas las personas que ingresarán al Complejo Ciudad Salud contarán con vehículo particular, por lo que el uso del transporte público parece ser una solución viable para trasladarse al Complejo mencionado; es por esta razón que se incluirán espacios destinados para el ascenso y descenso de pasajeros de transporte público, esto se hará de la siguiente manera: para cada hospital dentro del Complejo, se destinará un espacio que albergará ocho cajones de estacionamiento para uso exclusivo del Servicio de Taxis y de igual manera se destinará una parada de Servicio de Camión o Combi. Estos espacios se localizarán lo más cerca posible de los accesos principales de cada hospital dentro del Complejo.

La ubicación de estos espacios se determinó de tal manera que no afectaran al tránsito vehicular, colocando los cajones de Servicio de Taxis al costado izquierdo (a excepción del Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE ya que este cuenta con estos cajones en el lado derecho en sentido del flujo vehicular) del arroyo vehicular de las vialidades, y con el espacio suficiente para realizar las maniobras de entrada y salida de taxis. Para el caso de Servicio de Camión o Combi, se destinaron paradas de ascenso y descenso de personas, las cuales estarán ubicadas sobre el carril derecho de la vialidad (en sentido del flujo vehicular).

Para mayor información sobre su señalización y especificaciones particulares, se recomienda ver el apartado posterior en los planos correspondientes de Señalamiento Horizontal.

3.1.11 CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

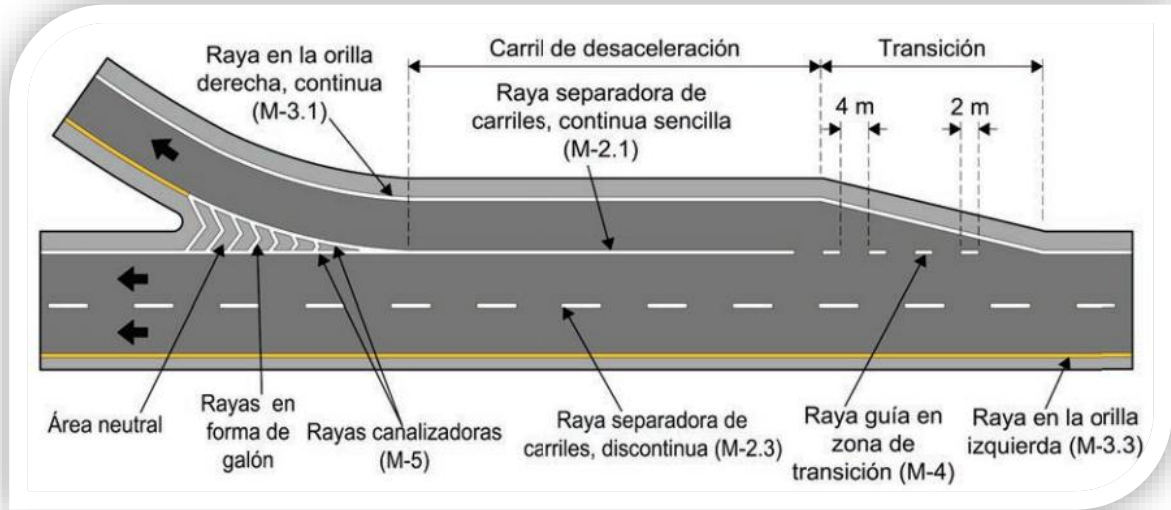


Figura 16. EJEMPLO DE CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

Se llaman carriles de cambio de velocidad, aquellos que se añaden a la sección normal de una calzada, con el objeto de proporcionar a los vehículos el espacio suficiente para que alcancen la velocidad necesaria y se incorporen a la corriente de tránsito de una vía, o puedan reducir la velocidad cuando desean separarse de la corriente al acercarse a una intersección.

De acuerdo con esta definición, los carriles de cambio de velocidad pueden ser carriles de aceleración y carriles de desceleración.

Los carriles de aceleración, permiten a los vehículos que entran a la vía principal de la intersección, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse con seguridad a la corriente de tránsito de la misma, proporcionando la distancia suficiente para realizar dicha operación sin interrumpir la corriente de tránsito principal.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Los carriles de desaceleración permiten a los vehículos, que desean salir de una vía, disminuir su velocidad después de haber abandonado la corriente del tránsito principal.

No pueden establecerse con precisión los requisitos que justifican el uso de carriles de cambio de velocidad por la cantidad de factores que deben considerarse, entre los principales se citan los siguientes: velocidad, volumen de tránsito, capacidad, tipo de camino y de servicio que debe proporcionarse, disposición y frecuencia de las intersecciones e incidencia de accidentes; sin embargo, de acuerdo a experiencias y observaciones se ha llegado a las siguientes conclusiones con relación a su empleo:

Se requieren carriles de cambio de velocidad en caminos de alta velocidad y de alto volumen de tránsito, en donde es necesario modificar la velocidad de los vehículos que se incorporan o dejan la corriente de tránsito principal.

No todos los conductores usan los carriles de cambio de velocidad de la misma manera y algunos conductores los utilizan poco, pero en general estos carriles son utilizados lo suficiente para mejorar la seguridad y la operación del camino.

El grado de utilización de los carriles de cambio de velocidad varía directamente con el volumen de tránsito; cuando los volúmenes de tránsito son altos la mayoría de los conductores los emplean para ejecutar sus cambios.

Los carriles de desaceleración en los accesos de intersecciones a nivel, que también funcionan como carriles de espera o almacenamiento para el tránsito que va a dar vuelta, son especialmente ventajosos y en general la experiencia con ellos ha sido favorable. Estos carriles reducen el peligro de accidentes y aumentan la capacidad de intersección. Un buen ejemplo de esto son los carriles adyacentes a la

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

faja separadora central, los cuales proporcionan un lugar para los vehículos que esperan una oportunidad para dar vuelta, dejando así el carril o los carriles directos sólo para el tránsito que sigue de frente.

Los carriles de cambio de velocidad pueden tomar diferentes formas, dependiendo del alineamiento del camino, la frecuencia de las intersecciones y las distancias requeridas para efectuar el cambio de velocidad.

Los carriles de desaceleración deben proyectarse de tal manera que den al conductor una indicación clara del lugar en donde se separa de la corriente principal, lo que se logra tanto con superficie de pavimento de color contrastante, como con señalamiento e iluminación.

Los carriles de aceleración tienen una doble función; por un lado, permiten a los conductores aumentar su velocidad antes de entrar a los carriles principales y por el otro, proporcionan una distancia suficiente dando tiempo a que el conductor pueda incorporarse al flujo adyacente, seleccionando un espacio entre dos vehículos que le permiten ejecutar la maniobra.

- a) Transición en los carriles de cambio de velocidad. Cuando en los carriles de cambio de velocidad se utilizan transiciones para realizar el cambio de carril en una manera cómoda y segura. La longitud y forma de la transición deberá ser tal que invite a los conductores a efectuar la maniobra de cambio de carril. Para poder determinar la longitud de la transición se han llevado a cabo algunos estudios sobre el tiempo requerido por un vehículo para abandonar el carril de tránsito principal e incorporarse al de cambio de velocidad. Dichos valores se encuentran en la Tabla 6.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- b) Anchura del carril de cambio de velocidad. Cuando el carril de cambio de velocidad queda paralelo al eje del camino, la anchura no deberá ser menor de 3.35 m y preferentemente deberá tener 3.65 m.
- c) Longitud de los carriles de cambio de velocidad. La longitud de los carriles de desaceleración está basad en la combinación de tres factores:
- La velocidad a la que los conductores entran al carril adicional.
 - La velocidad a la que los conductores salen después de recorrer el carril de desaceleración.
 - La forma de descelerar o los factores d la desaceleración

Dichas longitudes se pueden apreciar en la Tabla 7.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Velocidad de proyecto en el enloce, km/h	Condición de parada	25	30	40	50	60	70	80
Radio mínimo de curva, metros.		15	24	45	75	113	154	209

Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de DESCELERACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	64	45	—	—	—	—	—	—
60	54	100	85	80	70	—	—	—	—
70	61	110	105	100	90	75	—	—	—
80	69	130	125	120	110	95	85	—	—
90	77	150	145	140	130	115	105	80	—
100	84	170	160	160	145	135	125	100	—
110	90	185	175	175	160	150	140	120	100

Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de ACELERACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	170	45	—	—	—	—	—	—
60	54	110	85	75	—	—	—	—	—
70	61	160	135	125	100	—	—	—	—
80	69	230	125	190	170	125	—	—	—
90	77	315	300	285	255	205	160	—	—
100	84	405	395	380	350	295	240	160	—
110	90	470	465	455	425	375	325	260	180

Tabla 6. LONGITUD DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

CARRILES DE DESELEACION									
VELOCIDAD DE PROYECTO DE LA CARRETERA, EN km/h	RELACION DE LA LONGITUD EN PENDIENTE A LA LONGITUD A NIVEL PARA:								
TODAS	EN PENDIENTE ASCENDENTE DEL 3 AL 4 % 0.9				EN PENDIENTE DESCENDENTE DEL 3 AL 4 % 1.2				
TODAS	EN PENDIENTE ASCENDENTE DEL 5 AL 6 % 0.8				EN PENDIENTE DESCENDENTE DEL 5 AL 6 % 1.35				
CARRILES DE ACELERACION									
VELOCIDAD DE PROYECTO DE LA CARRETERA, EN km/h	RELACION DE LA LONGITUD EN PENDIENTE A LA LONGITUD A NIVEL PARA VELOCIDAD DE PROYECTO EN EL ENLACE, EN km/h								
	25	30	40	50	60	70	80	PARA TODAS LAS VELOCIDADES	
	EN PENDIENTE ASCENDENTE DEL 3 AL 4 %							EN PENDIENTE DESCENDENTE DEL 3 AL 4 %	
50	1.30	1.30	1.30	1.50	1.50	1.30	1.20	0.70	
60	1.30	1.50	1.30	1.30	1.30	1.30	1.40	0.70	
70	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	0.70	
80	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	1.40	1.50	0.70	
90	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.50	1.40	0.60	
100	1.40	1.40	1.50	1.50	1.50	1.60	1.60	0.60	
110	1.40	1.50	1.50	1.60	1.60	1.70	1.60	0.60	
	EN PENDIENTE ASCENDENTE DEL 5 AL 6 %							EN PENDIENTE DESCENDENTE DEL 5 AL 6 %	
50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.60	1.60	0.60	
60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.60	1.70	0.60	
70	1.50	1.50	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	0.60	
80	1.50	1.60	1.60	1.70	1.90	2.00	2.10	0.60	
90	1.50	1.60	1.70	1.90	2.00	2.20	2.40	0.60	
100	1.70	1.70	1.90	2.00	2.20	2.40	2.60	0.60	
110	1.90	1.90	2.00	2.20	2.40	2.60	2.90	0.50	

NOTA: Los valores de esta tabla multiplicados por la longitud obtenida de la tabla 12.J da la longitud del carril de cambio de velocidad en pendiente.

Tabla 7. RELACIÓN DE LA LONGITUD EN PENDIENTE A LA LONGITUD A NIVEL PARA CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Para el ingreso al Complejo Ciudad salud por el Boulevard “Bosques de Eucaliptos”, fue necesario diseñar carriles de cambio de Velocidad los cuales permitan al conductor del vehículo dar las maniobras necesarias para ingresar al Complejo y salir de él de una manera segura, fácil, y en sincronía con la dirección de circulación del vehículo.

Además estos carriles permiten tener una sincronía en llegar a la velocidad de circulación de los vehículos en la carretera con los vehículos de que se encuentran

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

circulando por las Vialidades del Complejo, de tal manera que se llegan a igualar las velocidades con estos carriles.

Para el diseño de carriles de aceleración y desaceleración se toman en cuenta las especificaciones de Diseño que se encuentran en el apartado correspondiente del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT y con ayuda de las Tablas 6 y 7 mostradas anteriormente.

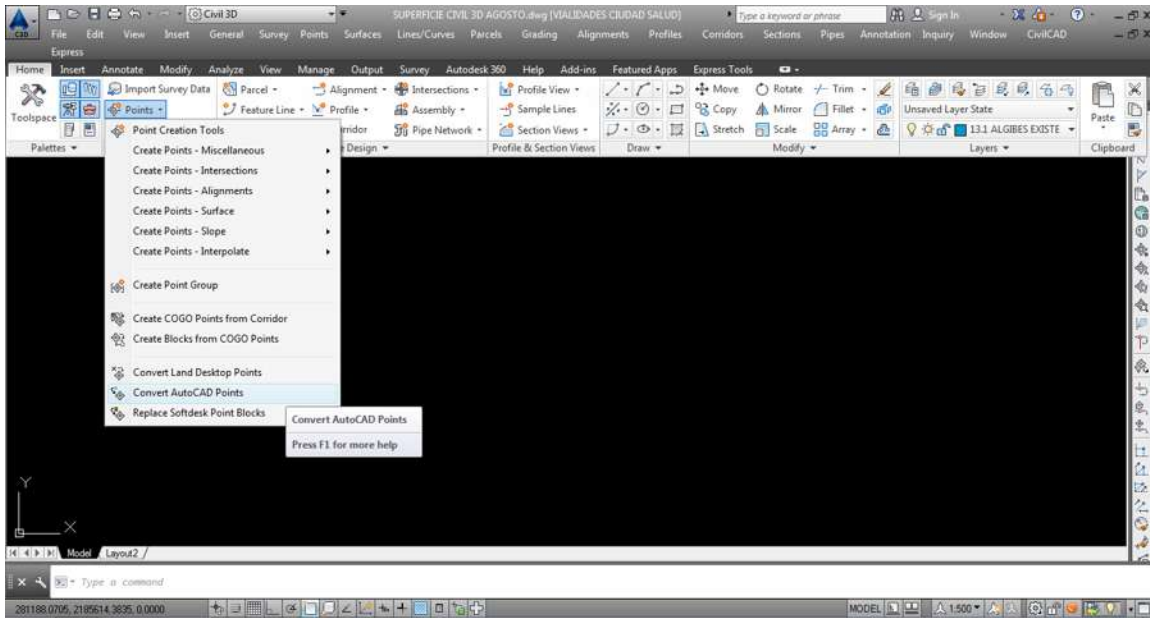
Para apreciar estos carriles se puede ver en el Plano de Planta General.

3.1.12 PROCEDIMIENTO PARA PROCESAR LA SUPERFICIE TOPOGRÁFICA USANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

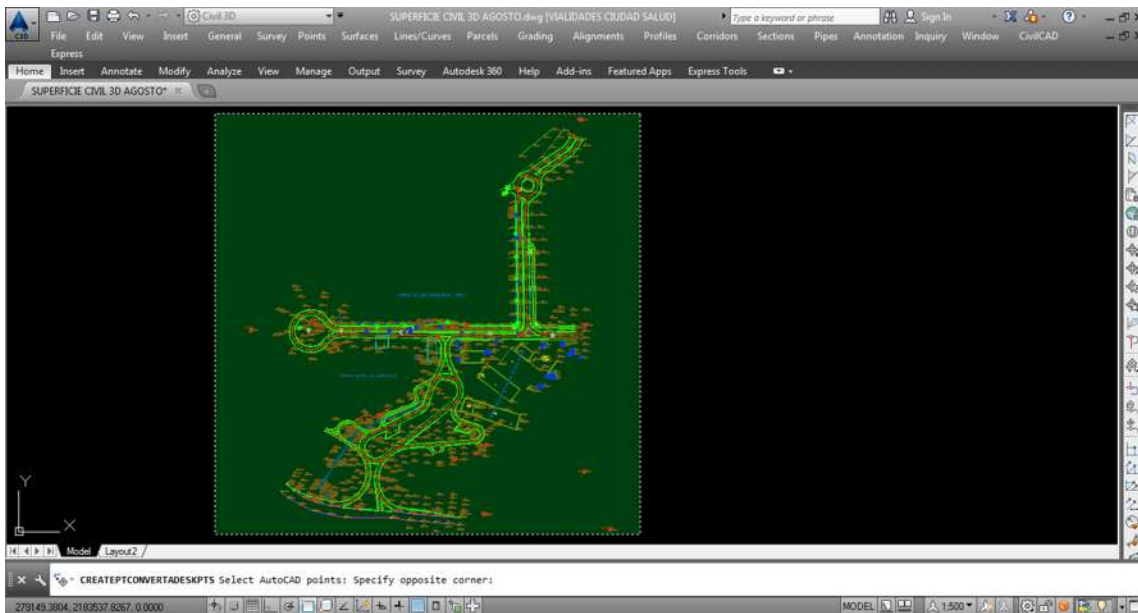
Para mostrar el procedimiento a seguir para obtener la configuración topográfica en formato de Civil 3D, se realiza mediante los siguientes pasos y sus respectivas ilustraciones, tal como se muestra a continuación:

Paso 1: Primero que nada se deberá convertir los puntos topográficos que se encuentran como puntos de AutoCAD a puntos con propiedades de Civil 3D, para ello iremos al Menú de Civil 3D y seleccionaremos la opción “Points→Convert AutoCAD Points”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

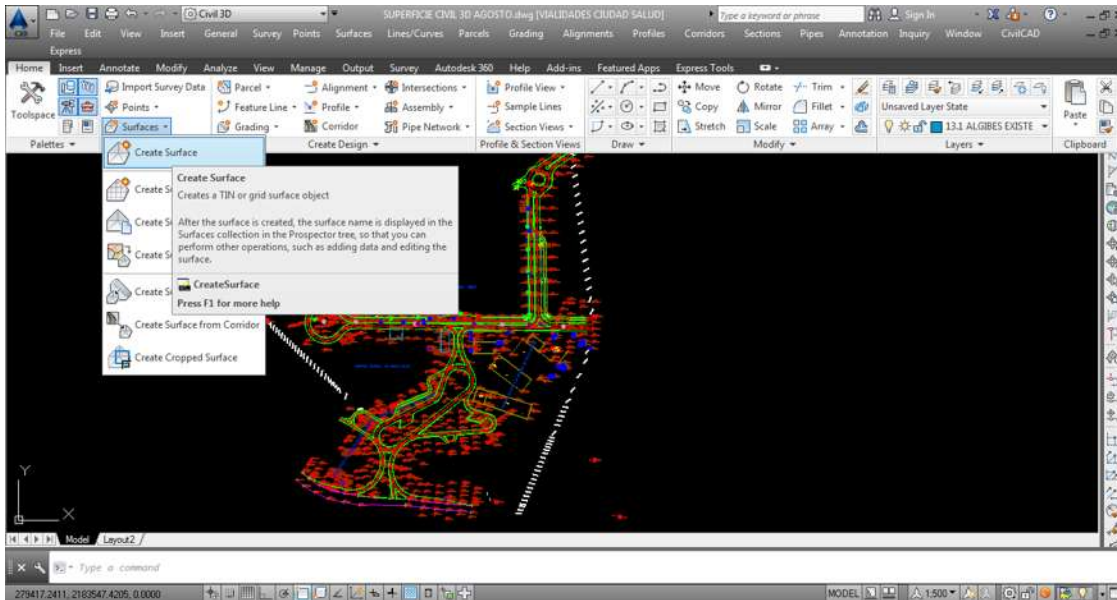


Paso 2: Seleccionaremos todos los puntos que deseamos convertir a formato de Civil 3D:

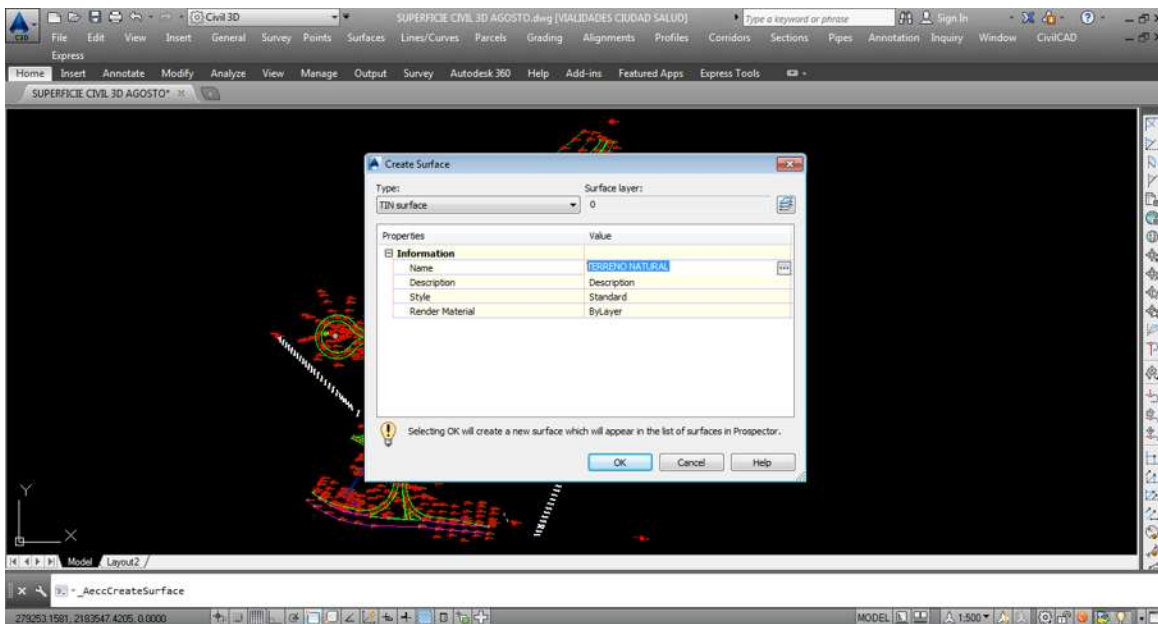


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 3: Empezaremos a crear la superficie de terreno natural, para ello vamos al Menú de Civil 3D y seleccionaremos la opción “Surfaces→Create Surfaces”:

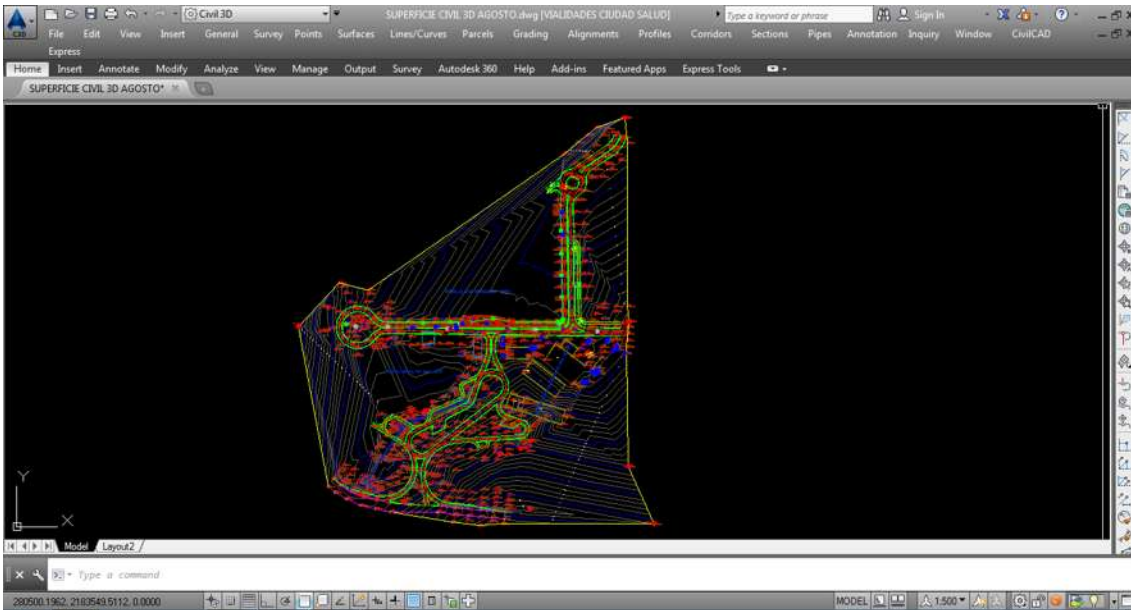


Paso 4: Daremos un nombre y una descripción de la superficie que crearemos:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 5: La superficie de terreno natural se ha creado exitosamente, eso lo podemos comprobar observando que se han creado las curvas de nivel respectivas:



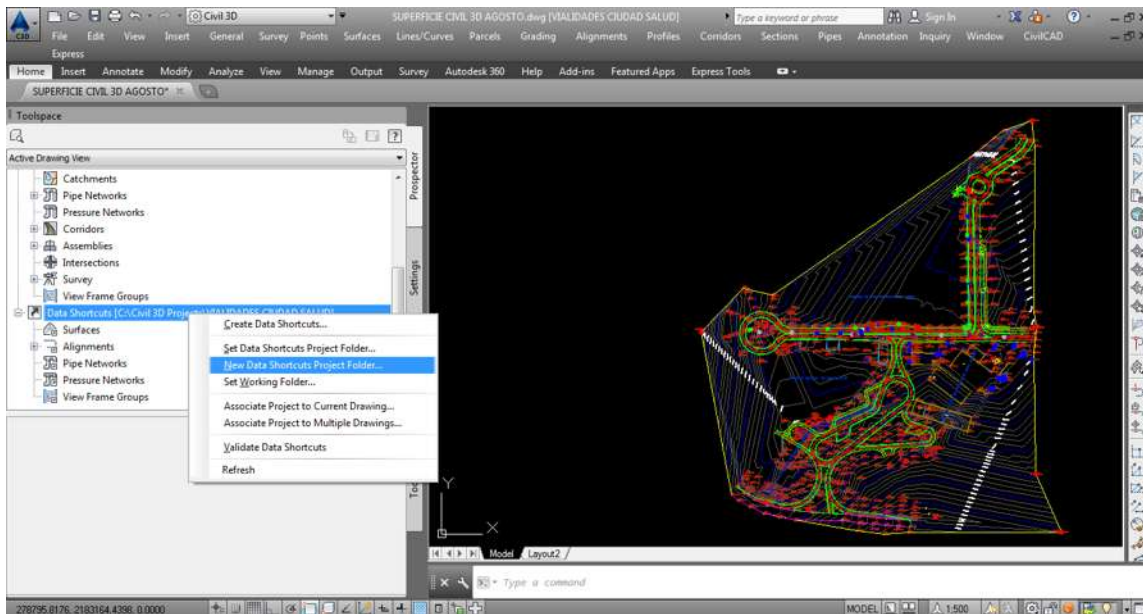
Paso 6: Ahora comenzaremos con crear los llamados “Shortcuts”, que son aplicaciones del Civil 3D que te permiten sincronizar archivos en formato de civil 3d con los cuales se eficiente el ritmo de trabajo.

Esto te permite realizar cambios en un archivo y que automáticamente se realicen los ajustes necesarios al otro archivo que esté en sincronización con el primero, de tal manera que se convierte en un trabajo dinámico en el cual el ajuste del proyecto según el criterio pueda facilitar los ajustes a este de una manera sencilla y rápida.

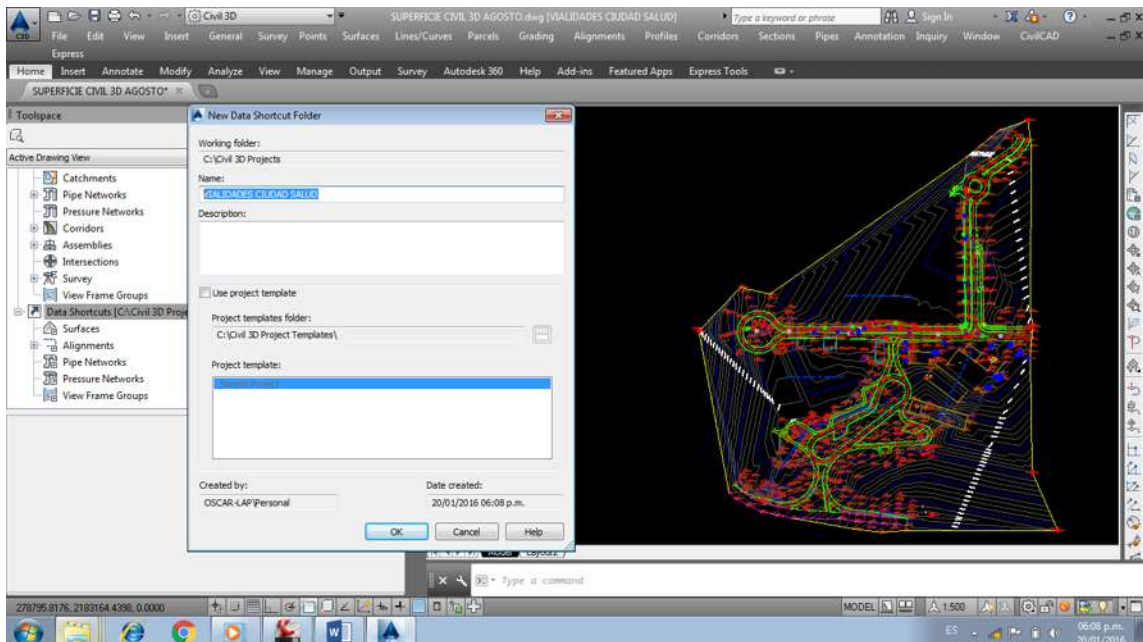
Para demostrar lo explicado anteriormente empezaremos con hacer el archivo de la Superficie de Terreno Natural un archivo sincronizable; para ello comenzamos con crear una carpeta de Proyectos donde tendremos los archivos que iremos

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

generando, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Toolspace→Data Shortcuts→New Data Shortcut Project Folder”:

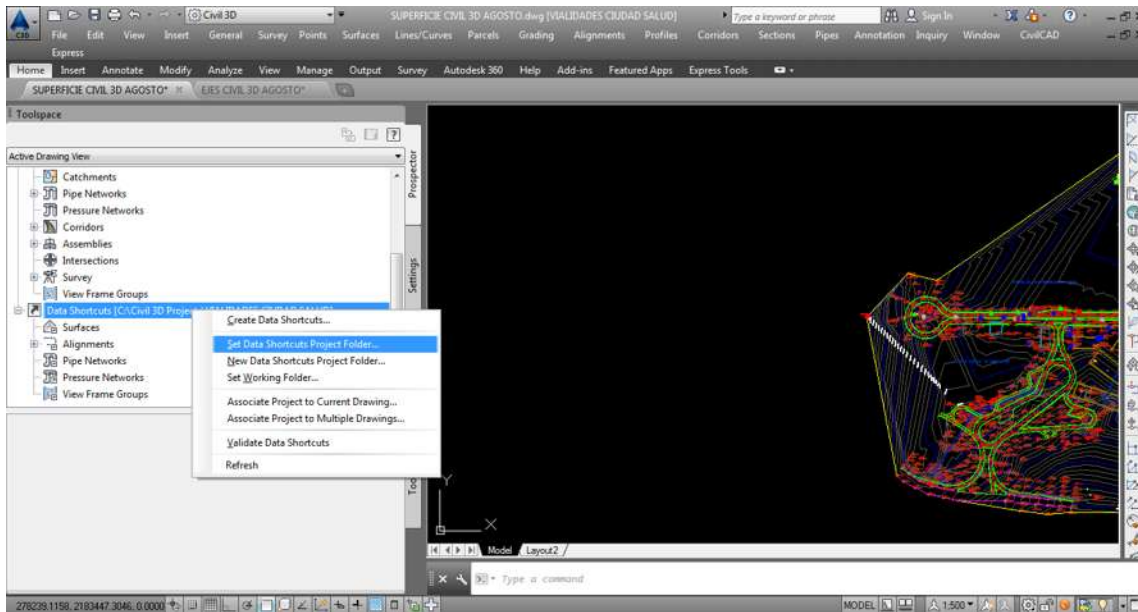


Paso 7: Se abre una ventana en donde designaremos el nombre de la carpeta mencionada en el paso anterior, así como el tipo de ventana (Template) a usar en dicho Proyecto:



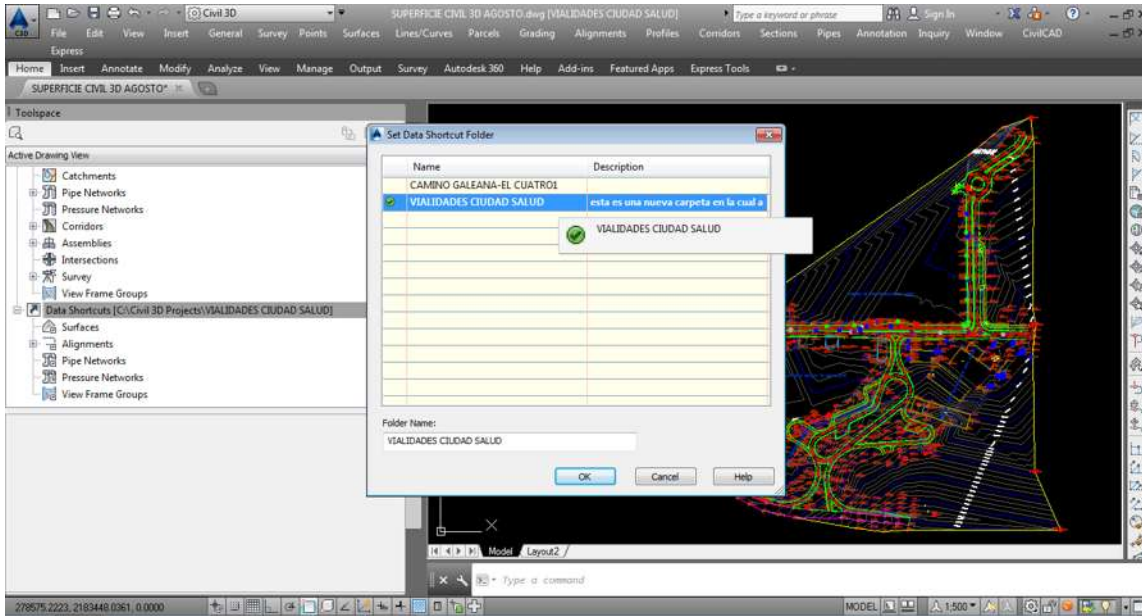
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 8: En esta parte procederemos a asignar la carpeta del proyecto en la que estaremos trabajando, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Toolspace→Data Shortcuts→Set Data Shortcut Project Folder”:

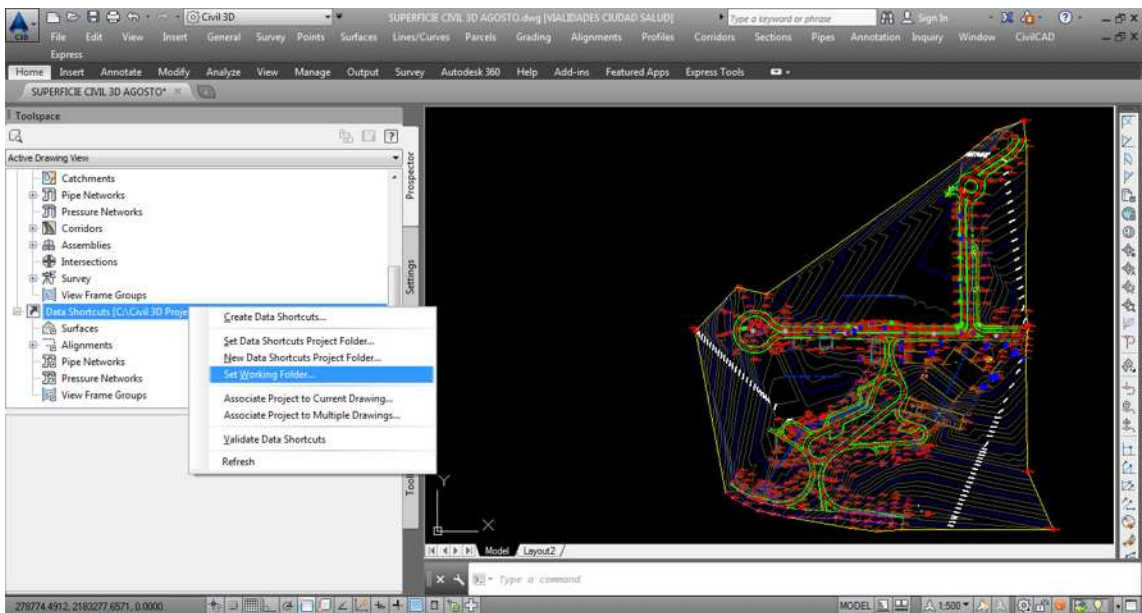


Paso 9: Ahora se abrirá una ventana, en donde seleccionaremos la carpeta creada del nuevo Proyecto en el que estaremos trabajando:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

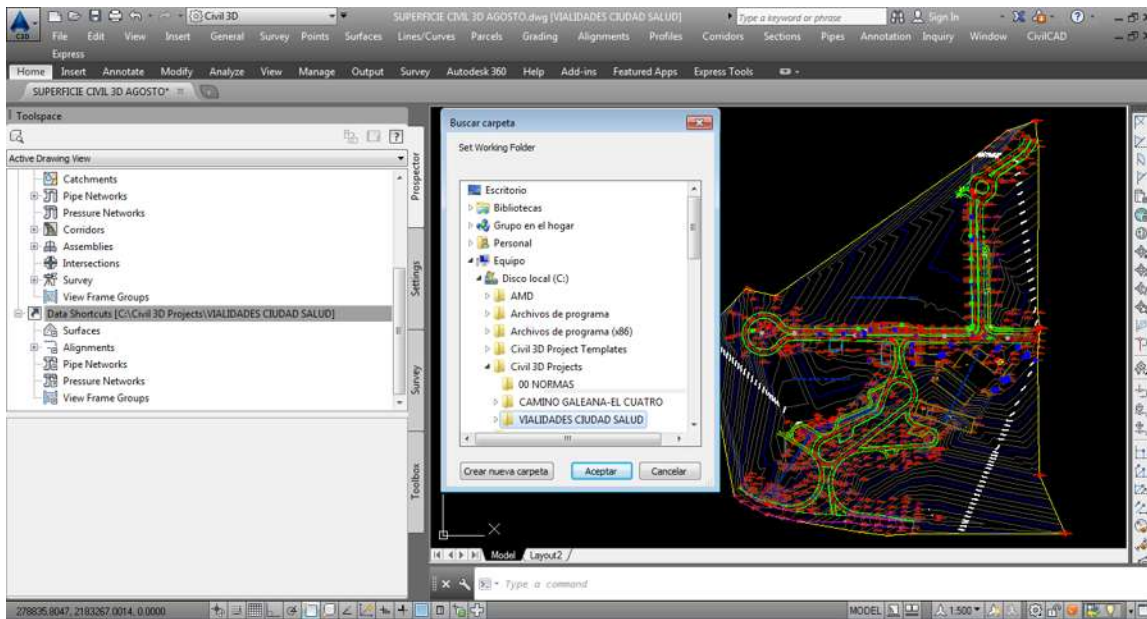


Paso 10: Ahora nos posicionaremos en la carpeta de trabajo, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Toolspace→Data Shortcuts→Set Working Folder”:

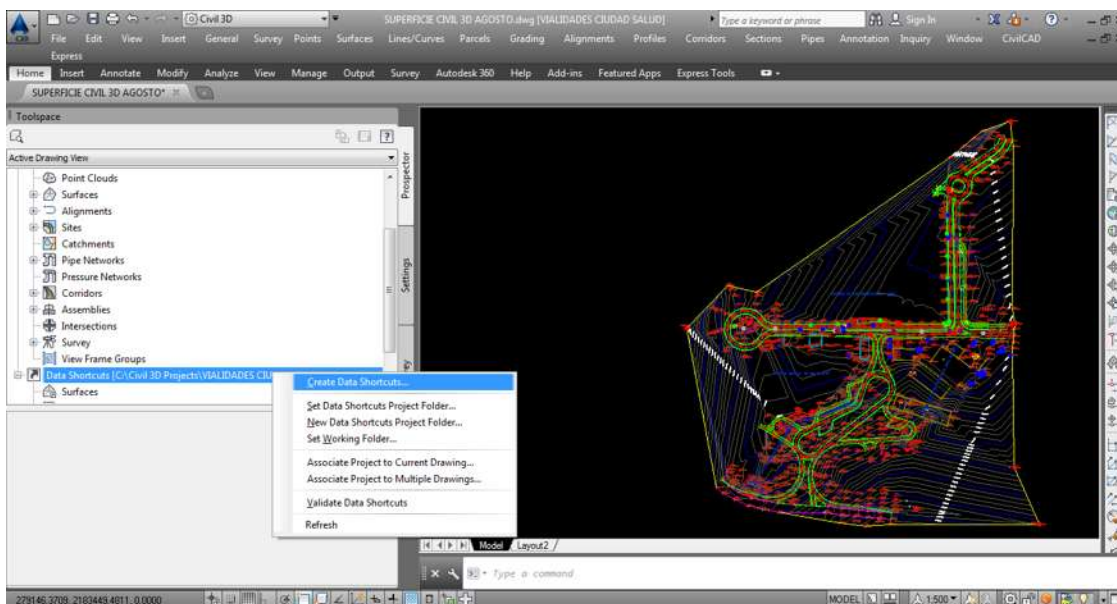


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 11: Seleccionaremos la carpeta de destino y observamos que ya está incluida en la ventana de Toolspace:



Paso 12: A continuación crearemos los shortcuts que nos permitirán sincronizar nuestro archivo con otros más adelante, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Toolspace→Data Shortcuts→Create Data Shortcuts”:

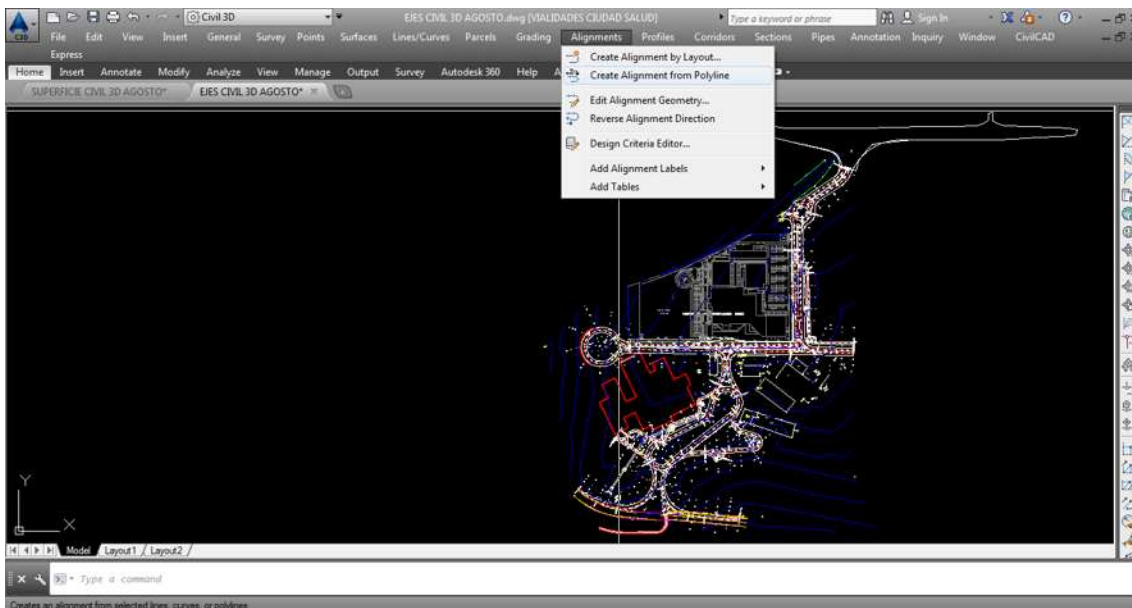


3.1.13 PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS EJES DE PROYECTO DE LAS VIALIDADES USANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

Paso 1: Para crear los diferentes ejes de Proyecto en formato de Civil 3d primero comenzaremos con trazar con polilíneas todos los ejes de las vialidades a considerar.

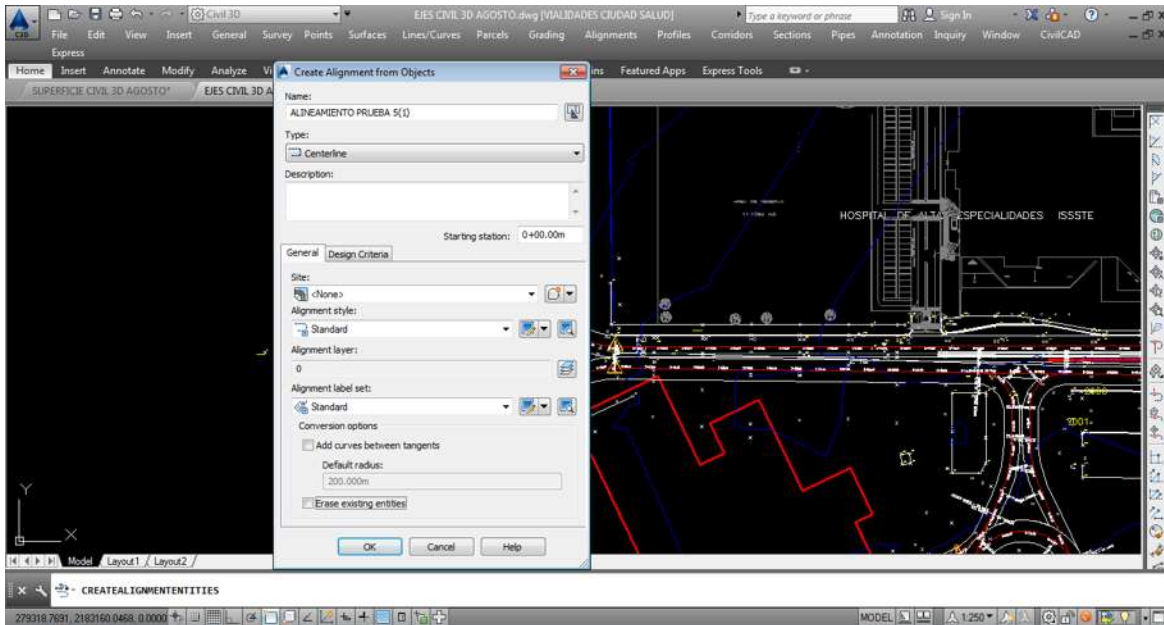
Paso 2: Ahora procederemos a crear las referencias de la Superficie de Terreno creada anteriormente, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Toolspace→Data Shortcuts→Create Reference”.

Paso 3: a continuación se procede a convertir los ejes de proyecto de las vialidades a formato de Alineamiento de Civil 3D, esto lo hacemos con ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la opción “Alignments→Create Alignment from Polyline”:

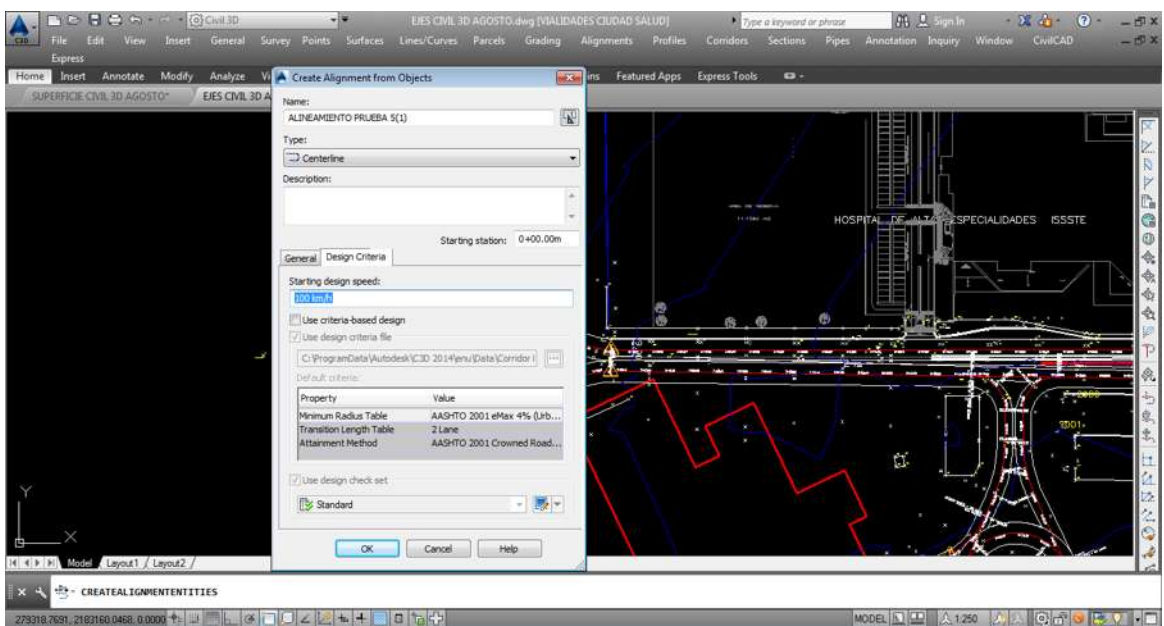


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 4: Se abre una ventana en donde la pestaña izquierda nos pedirá que proporcionemos datos como el nombre del alineamiento seleccionado y el estilo que llevará:

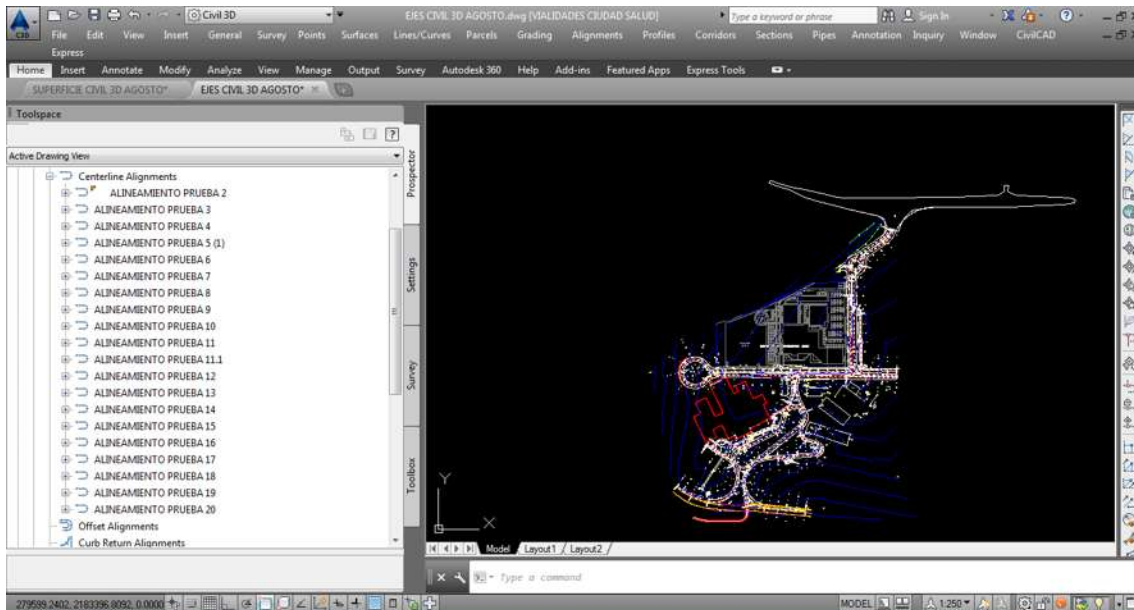


Paso 5: Al igual que el paso anterior, en la pestaña derecha de la ventana nos pedirá que elijamos el criterio de diseño para este alineamiento:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 6: Repetimos los pasos 3, 4 y 5 para todos los ejes de proyecto que tengamos en nuestras vialidades, para así convertirlos todos a formato de alineamiento de Civil 3D:



Para ilustrar los alineamientos de cada vialidad se muestran a continuación:

- Alineamiento Prueba 2: Acceso Norte del Complejo Ciudad Salud
- Alineamiento Prueba 3: Salida Norte del Complejo Ciudad Salud
- Alineamiento Prueba 4: Glorieta Norte del Complejo Ciudad Salud
- Alineamiento Prueba 5(1): Vialidad Circundante al Hospital del ISSSTE
- Alineamiento Prueba 6: Acceso de Ambulancias del Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 7: Salida de Ambulancias del Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 8: Acceso al Estacionamiento Norte del Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 9: Desviación Hospital de ISSSTE - Hospital Civil

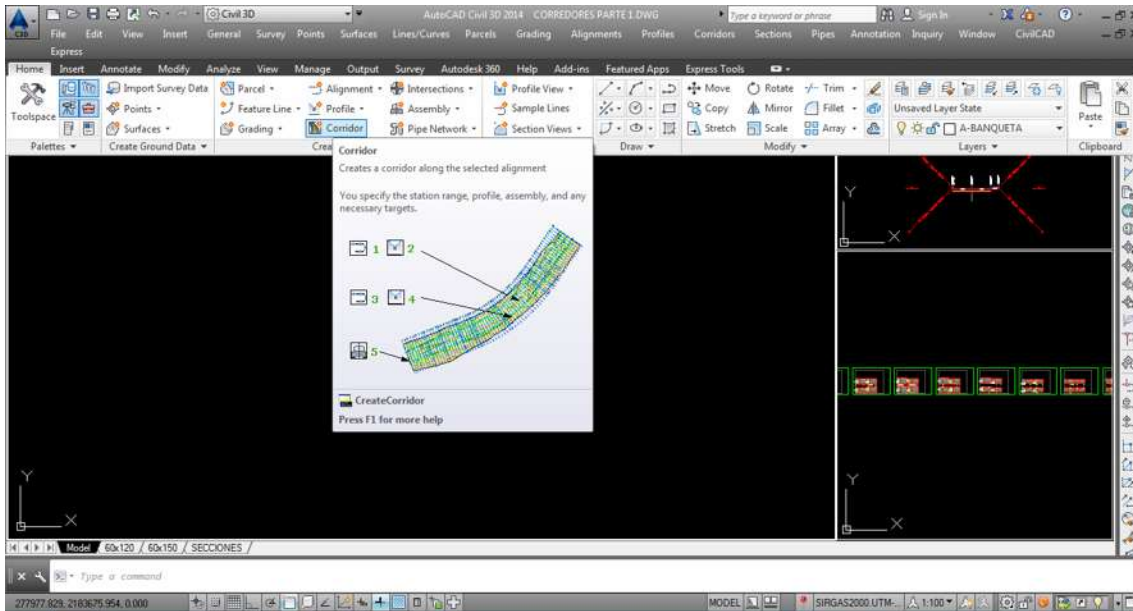
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Alineamiento Prueba 10: Desviación Hospital Civil - Hospital del ISSSTE
- Alineamiento Prueba 11: Acceso de Ambulancias del Hospital Civil
- Alineamiento Prueba 11.1: Acceso 1 al Estacionamiento del Hospital Civil
- Alineamiento Prueba 12: Circuito Interno Hospital Civil – Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 13: Acceso al Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 14: Salida del Estacionamiento Sur del Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 15: Acceso al Estacionamiento Sur del Hospital Infantil
- Alineamiento Prueba 16: Acceso 2 al Estacionamiento del Hospital Civil
- Alineamiento Prueba 17: Salida del Estacionamiento del Hospital Civil
- Alineamiento Prueba 18: Salida Sur del Complejo Ciudad Salud
- Alineamiento Prueba 19: Acceso Sur 1 del Complejo Ciudad Salud
- Alineamiento Prueba 20: Acceso Sur 2 del Complejo Ciudad Salud

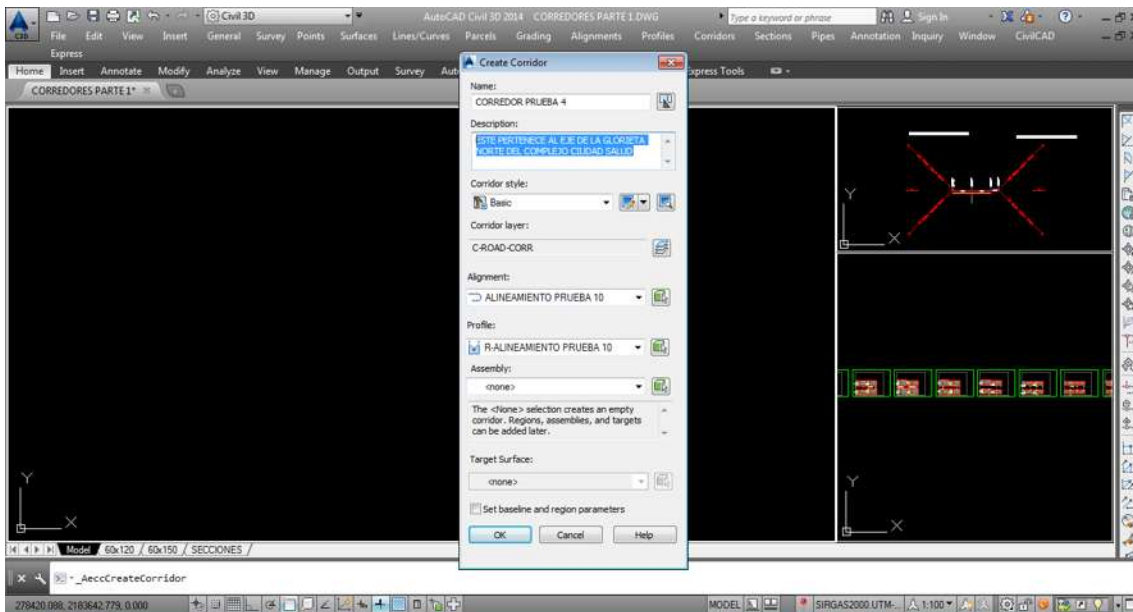
3.1.14 PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS CORREDORES DE CADA UNA DE LAS VIALIDADES USANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

Paso 1: Para comenzar con el proceso de corredores nos vamos al Menú de Civil 3D y seleccionamos la pestaña “Corridor”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

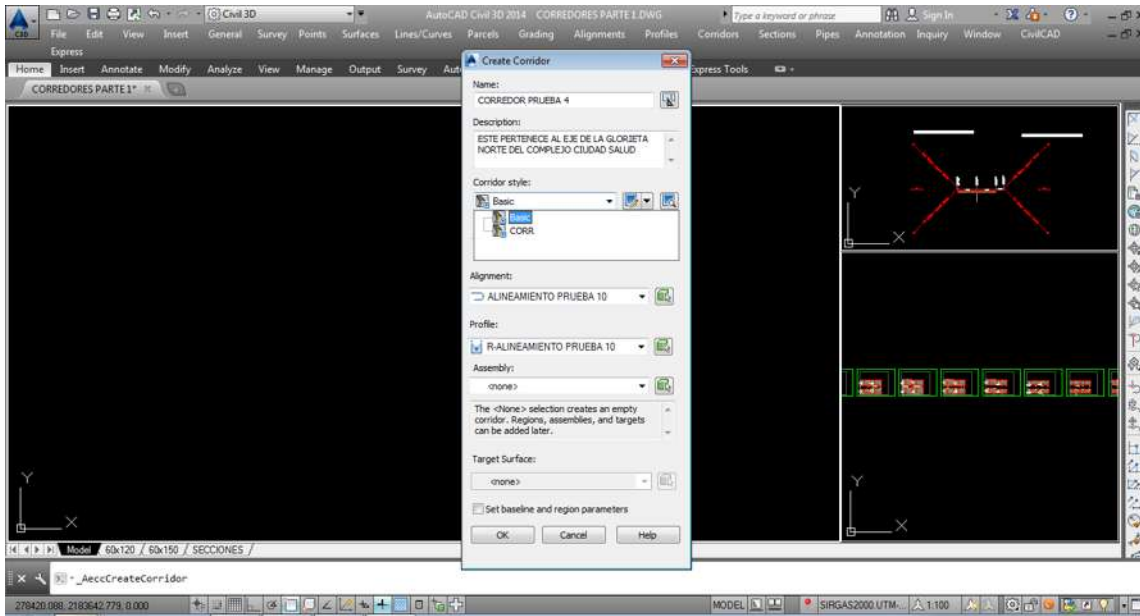


Paso 2: Se abrirá una ventana le asignaremos el nombre al corredor y su descripción:

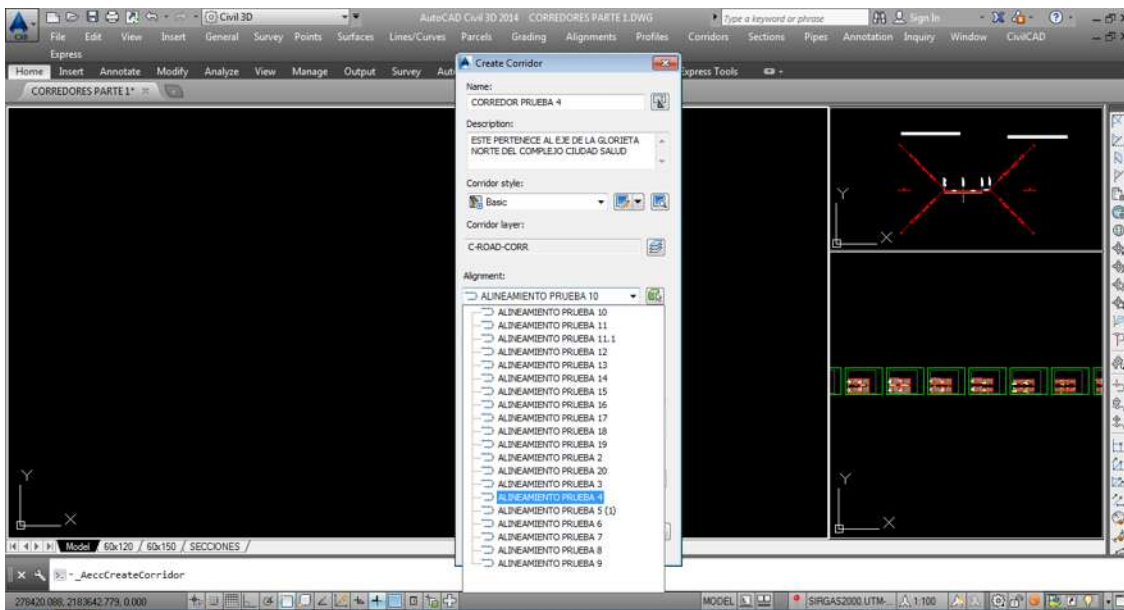


Paso 3: Seleccionar el estilo de corredor que se desea utilizar:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

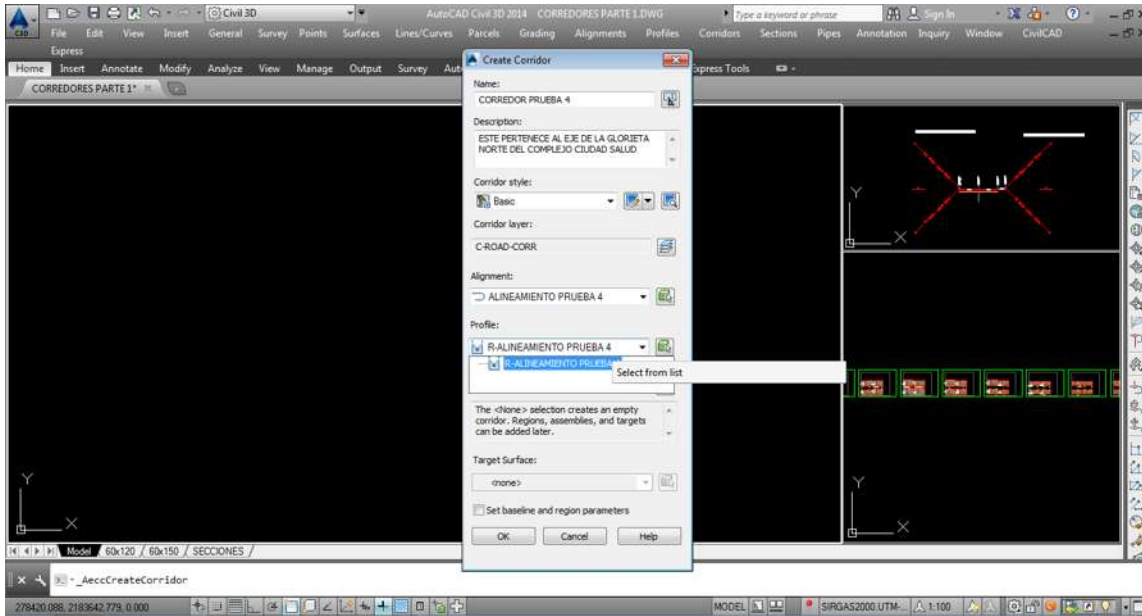


Paso 4: Seleccionar el alineamiento en el cual se desea trabajar:

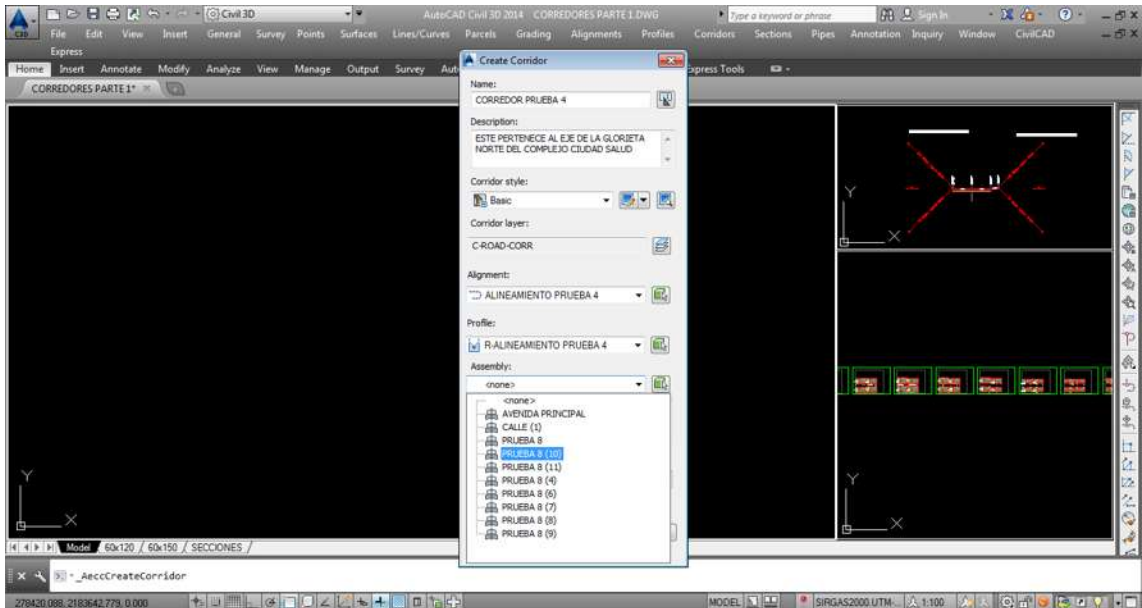


Paso 5: Seleccionar el perfil del alineamiento que seleccionamos en el paso anterior:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

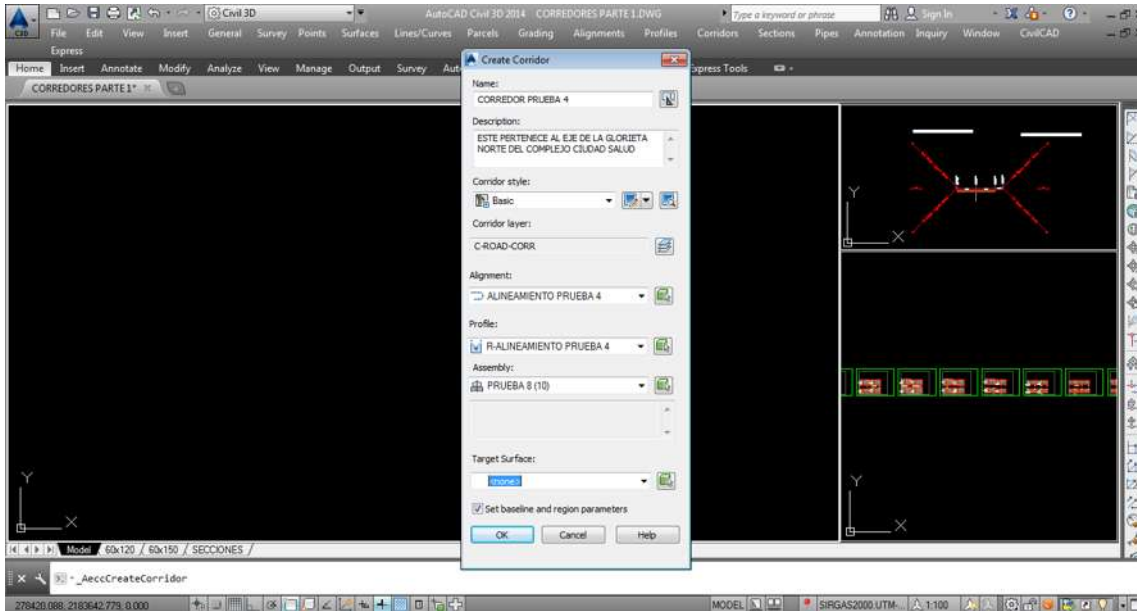


Paso 6: Seleccionamos el Assembly que se desea utilizar, según las características de la vialidad:

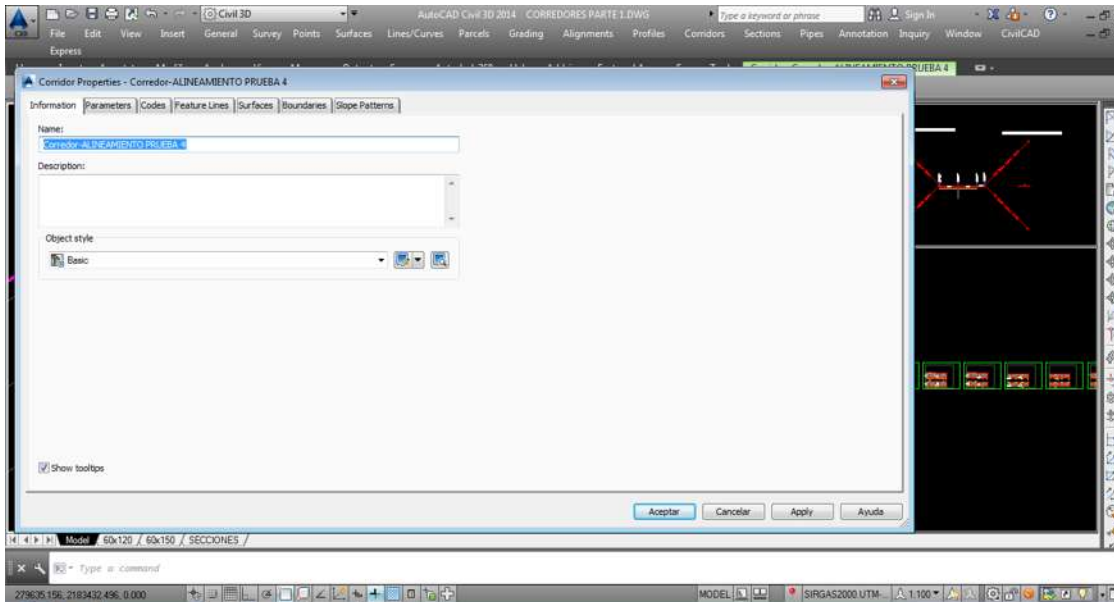


Paso 7: Seleccionamos las orillas de nuestras vialidades y damos click en “OK”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



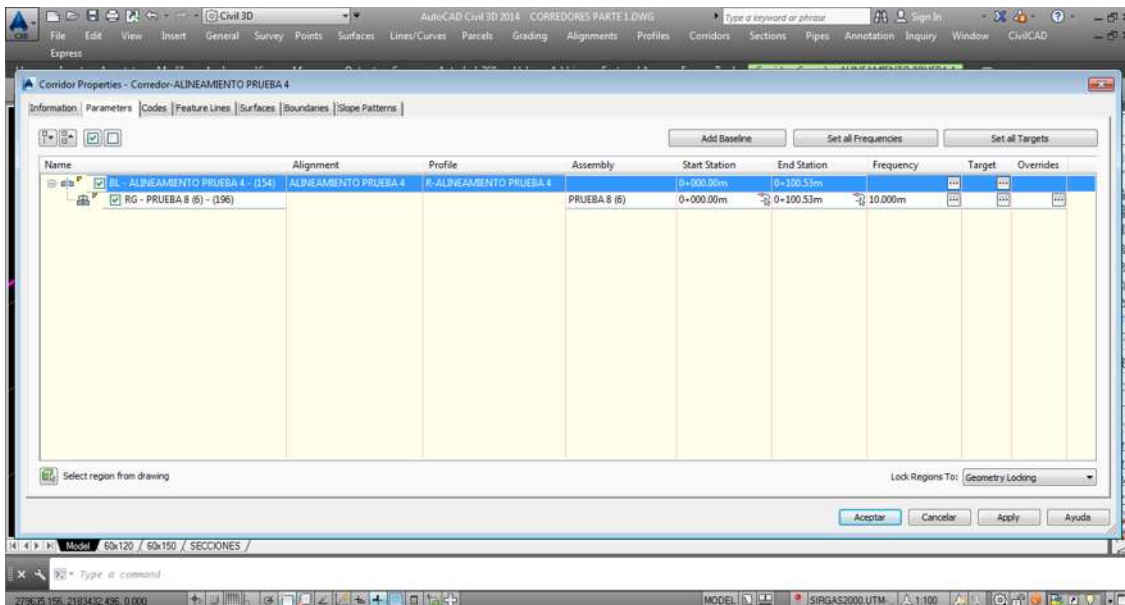
Paso 8: Se abrirá una ventana donde e la primer pestaña asignaremos el nombre del Corredor:



Paso 9: en la pestaña “Parameters” podremos visualizar los parámetros que se toman en cuenta para el diseño del corredor, estas opciones son las siguientes:

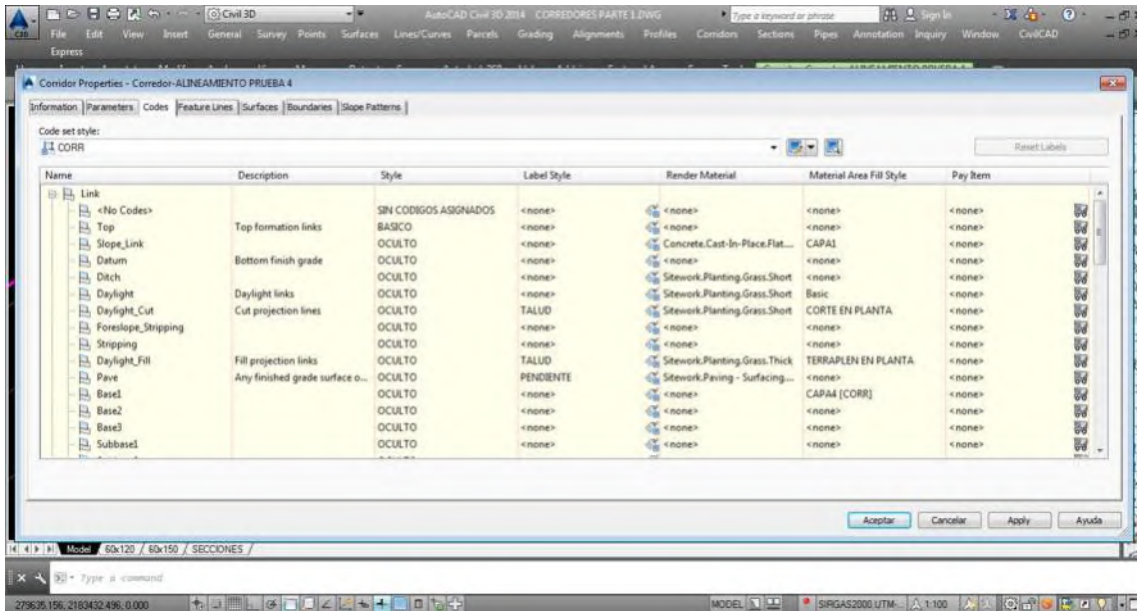
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- ✓ **Alignment:** este es el alineamiento que estamos trabajando.
- ✓ **Assembly:** es el que hemos seleccionado.
- ✓ **Start Station y End Station:** También podemos observar y editar el tramo del alineamiento que queremos que se tome en cuenta para el corredores.
- ✓ **Frecuency:** Nos permite elegir la distancia entre cadenamientos.
- ✓ **Targets:** En este delimitamos las orillas de nuestras vialidades.

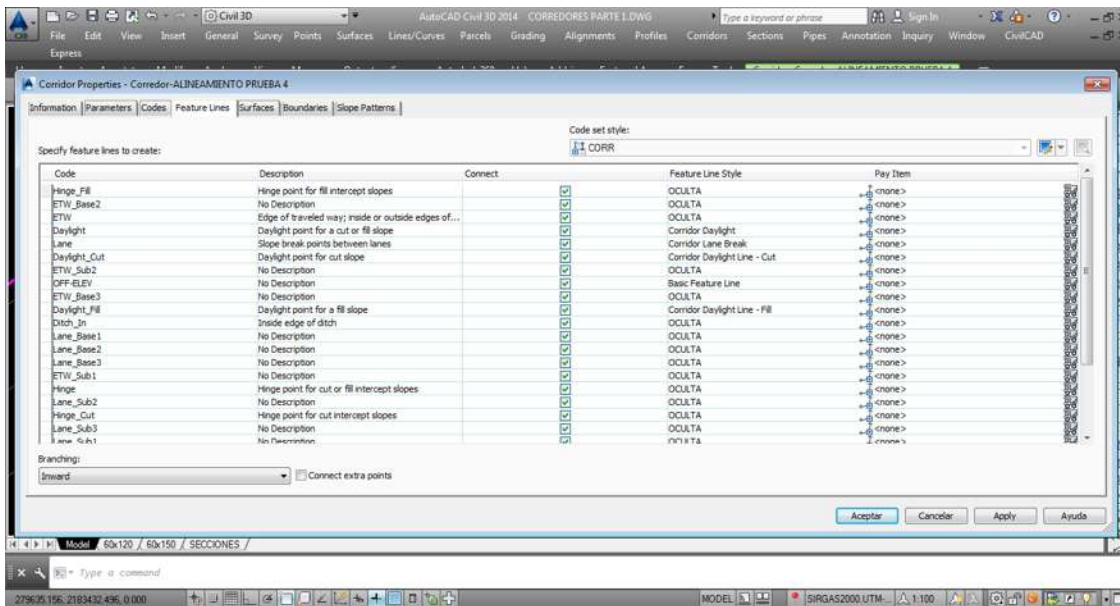


Paso 10: En la pestaña “Codes” podemos observar y editar las capas de material que queramos incluir en nuestra estructura de pavimento:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



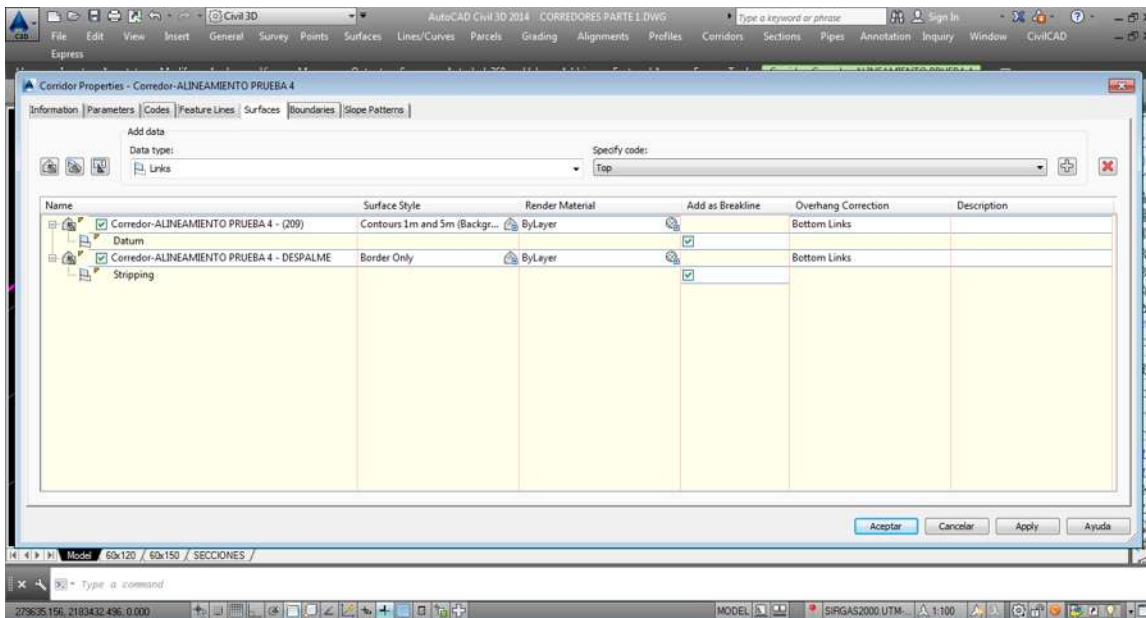
Paso 11: En la pestaña “Feature Lines” se puede observar y editar los taludes de cada una de las capas de la estructura de pavimento:



Paso 12: En la pestaña “Surfaces” se seleccionan las superficies que queremos se consideren en este corredor las cuales son:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

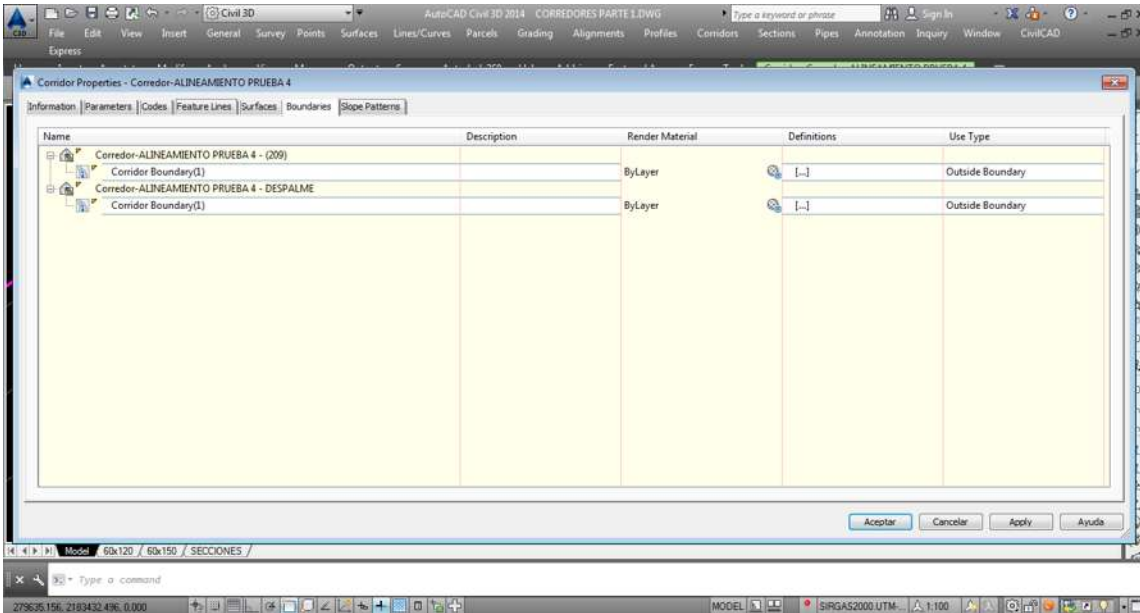
- ✓ Superficie del corredor a nivel de rasante de proyecto (Corredor ALINEAMIENTO PRUEBA)
- ✓ Superficie del corredor a nivel de subrasante de proyecto (Datum)
- ✓ Superficie de despalmes en corte y terraplén (Corredor ALINEAMIENTO PRUEBA DESPALME)
- ✓ Pateos del talud con el terreno natural (Stripping)



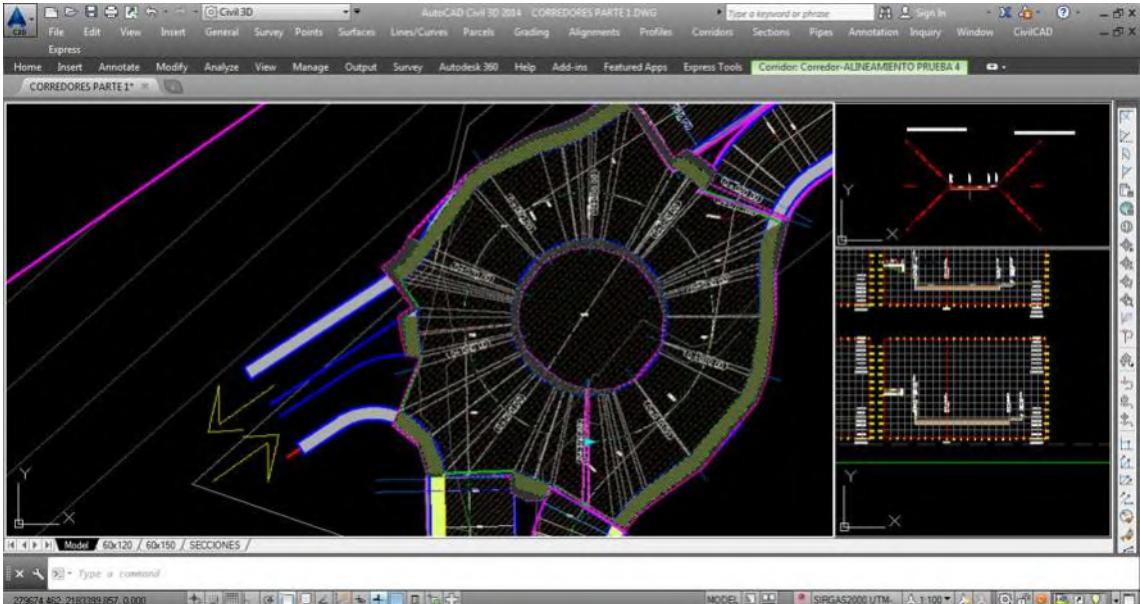
Paso 13: En la pestaña “Boundaries” se insertan las fronteras que delimitan cada una de las superficies que determinamos en el paso anterior.

Dar click en “OK”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Paso 14: El corredor finalizado se debe visualizar como se muestra en la imagen, con un ashurado y delimitado tal como se desee:



Con esto se finaliza esta parte y se continúa con el proceso de las Secciones de Construcción, para lo cual se podrá observar en su apartado correspondiente.

3.2 ALINEAMIENTO VERTICAL

3.2.1 CONCEPTOS GENERALES

- El Alineamiento Vertical consiste en realizar una proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la corona.
- Al eje de la corona en alineamiento vertical se le llama línea rasante.
- Los elementos que integran el alineamiento vertical son las tangentes y las curvas.
- Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas.
- La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.
- La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma y usualmente se representa en %.
- Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV.

En esta parte se realizará el diseño de la geometría vertical de nuestras vialidades, trazando sobre el perfil de terreno natural, las curvas y tangentes del eje de Proyecto a nivel de Rasante de Pavimento Terminado, así como sus pendientes respectivas; para ello se tendrá que diseñar el Perfil Longitudinal en la computadora con ayuda del software llamado AutoCAD Civil 3D. También será necesaria la ayuda del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para guiarnos por los lineamientos que marca.

3.2.2 PROCEDIMIENTO PARA CREAR CURVAS VERTICALES UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como *PCV*, y como *PTV* el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Existen dos tipos de curvas verticales: en cresta y en columpio. Las curvas en cresta son aquellas en donde el vehículo accesa por una pendiente ascendente y sale de ella por una pendiente descendente. Las curvas en columpio son aquellas en donde el vehículo accesa por una pendiente descendente y se sale por una pendiente ascendente.

Para tener mejor comprensión de estas curvas se ilustra en la Figura 17 que se muestra a continuación:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

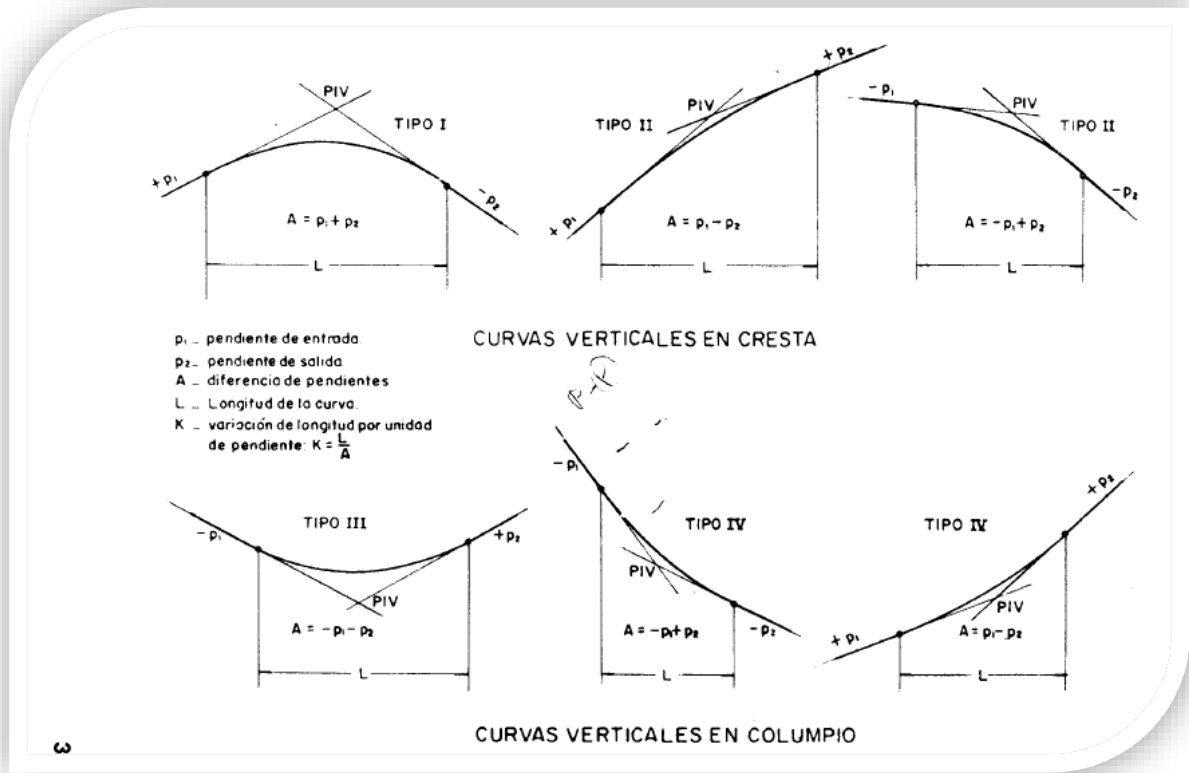


Figura 17. TIPOS DE CURVAS VERTICALES.

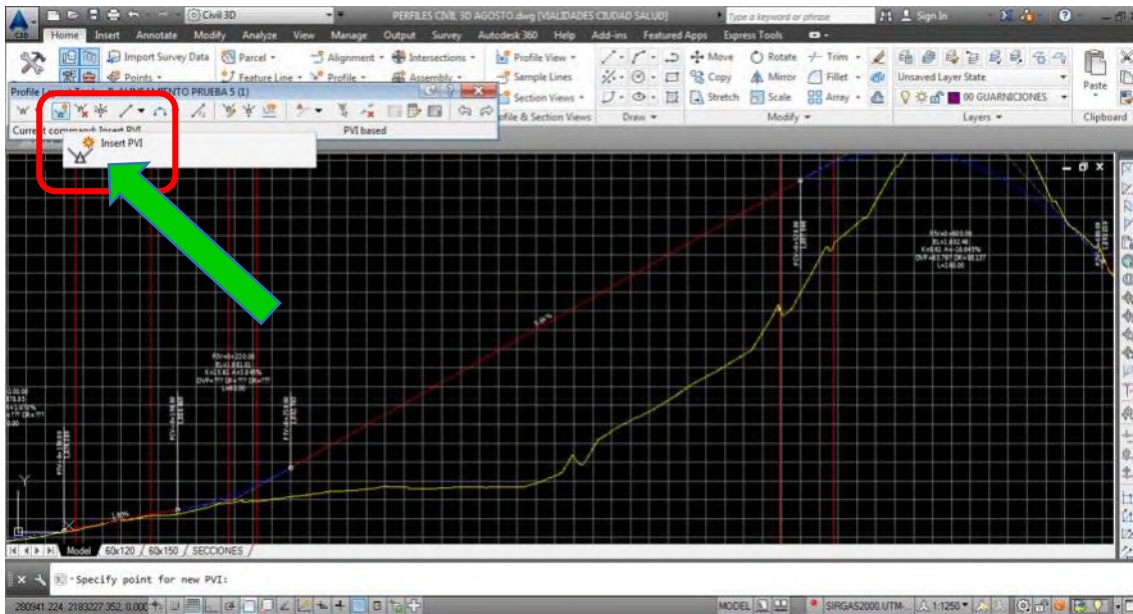
Este proyecto se realizó considerando implementar las curvas verticales de tal manera que permitieran minimizar los cortes y terraplenes para aminorar los costos de construcción de la obra, así como darle un sentido de flujo de escurrimiento pluvial para evitar algún encharcamiento dentro de las vialidades.

Además se pensó en que el diseño de las curvas verticales fuera lo más ajustado a la topografía del terreno natural y considerando que los vehículos circularan de una manera cómoda y segura; esto se logra realizando un diseño con pendientes suaves y sin necesidad de hacer cambios bruscos en el alineamiento vertical.

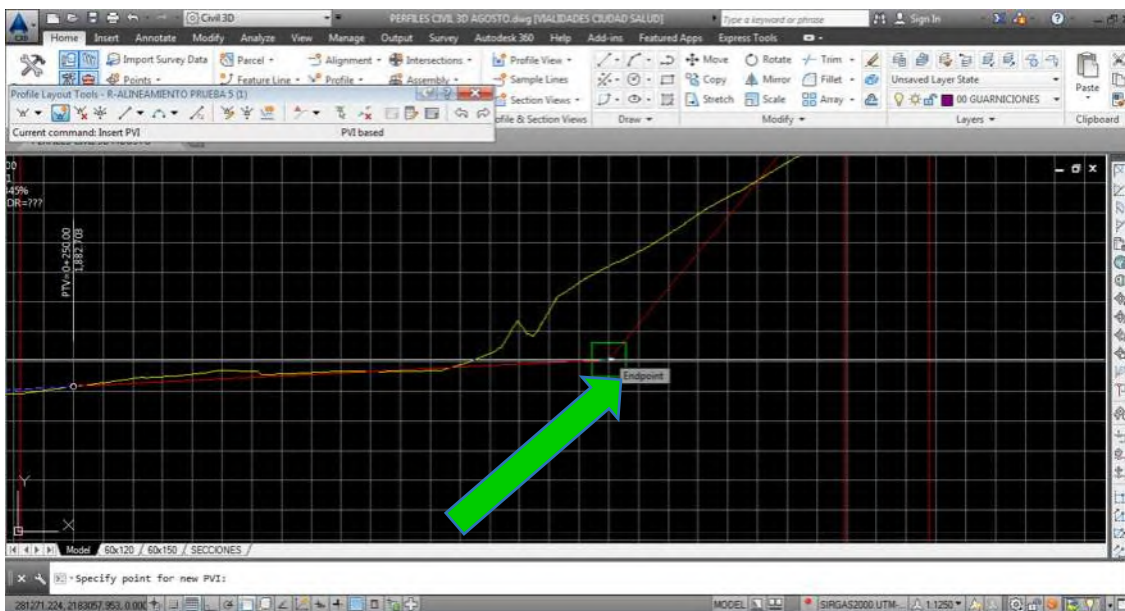
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Para el trazo de estas curvas fue necesario realizar el procedimiento en el Civil 3D tal como lo muestran los pasos siguientes:

PASO 1: Sobre la línea rasante trazada anteriormente, seleccionar la opción de insertar el PIV de nuestra curva a trazar:

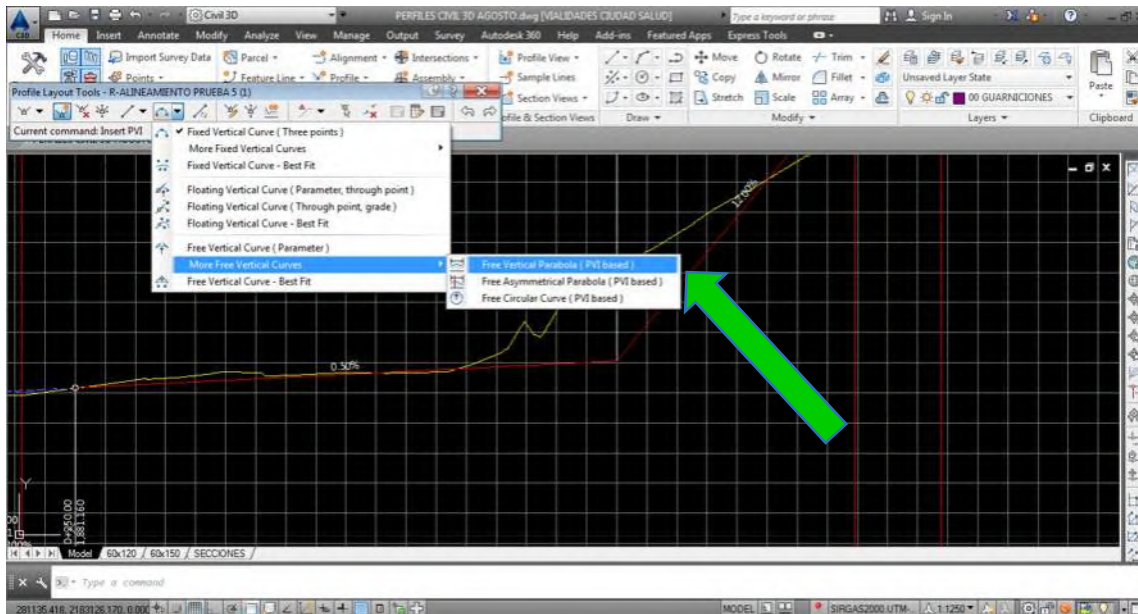


PASO 2: Insertar el PIV de la curva en el punto deseado:



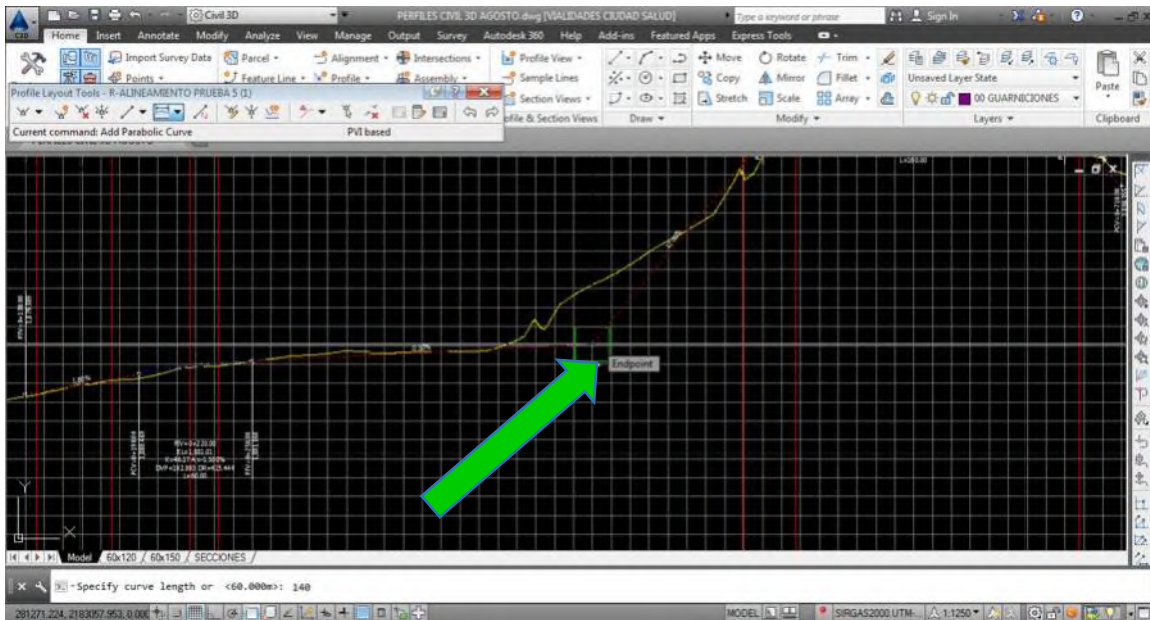
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 3: Seleccionar en el apartado de curvas verticales, el tipo de curva a incluir en el proyecto, para este caso se eligió una “parábola libre”, la cual nos permite que la distancia horizontal PCV-PIV tenga la misma longitud que PIV-PTV:



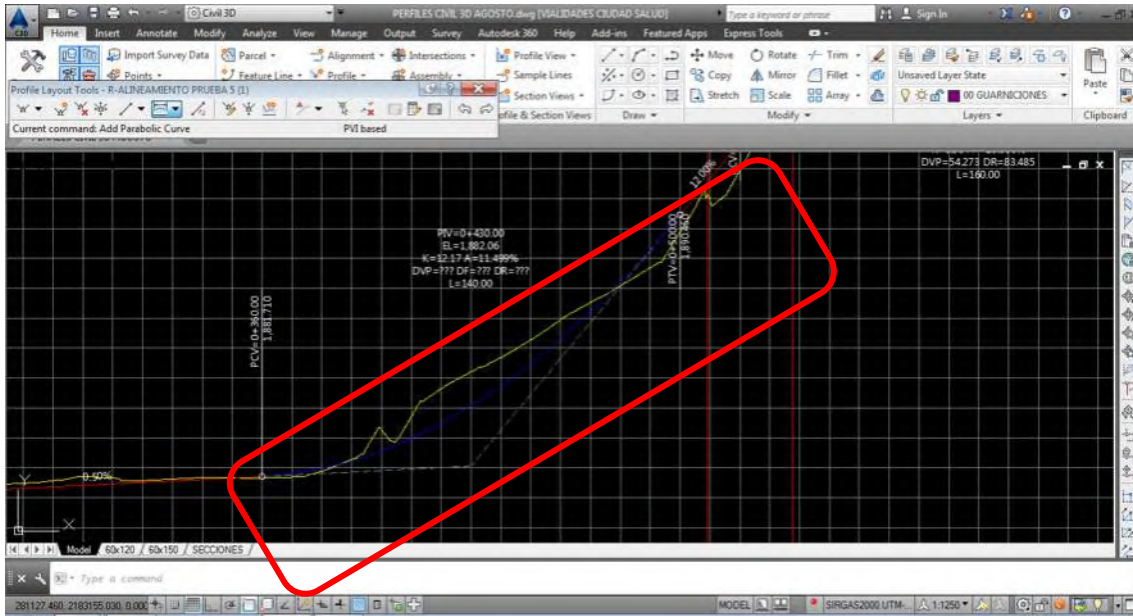
PASO 4: colocar el PIV de la curva seleccionada, sobre el PIV trazado en el paso 2, asimismo el programa nos pedirá que insertemos la longitud total de la curva, para ello lo haremos de forma manual:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

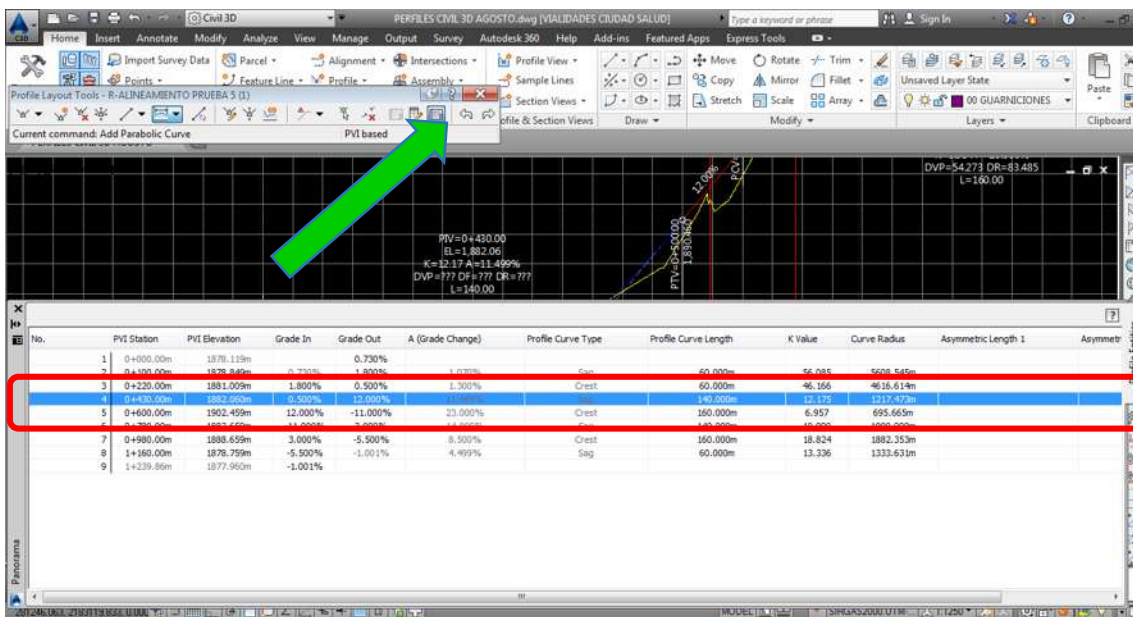


PASO 5: verificar que la curva esté trazada correctamente, para ello se verificará que cumpla con la normatividad correspondiente según el tipo de proyecto. En el nuestro, la condición es que se ajustara lo más posible al terreno natural y que los valores del factor “K” no estuvieran por debajo de 10 para curvas en columpio y de 8 para curvas en cresta, las curvas verticales de este tipo deberían quedar como se muestra a continuación:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

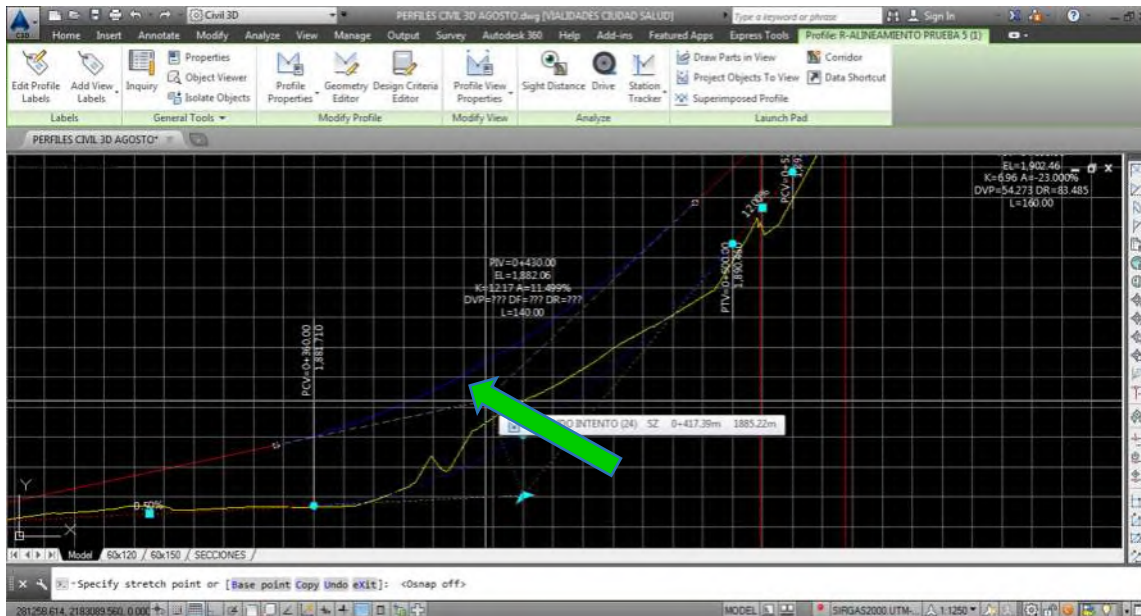


PASO 6: Ajuste de las curvas. Para ajustar cualquier parámetro de alguna curva podemos hacerlo de 2 maneras; la primera es consultando la tabla de curvas verticales la cual contiene las características de cada curva incluida en el proyecto, y así poder modificar los valores de acuerdo a la normatividad o al criterio de diseño que se esté utilizando:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La segunda forma de ajustar nuestras curvas verticales es haciéndolo de forma manual en el proyecto, en el cual podemos ajustar solamente la posición de la curva y su longitud:



3.2.3 PENDIENTE GOBERNADORA

La Pendiente Gobernadora es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea rasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener en menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

En este proyecto la Pendiente Gobernadora que se determinó fue de 6%, este valor se obtuvo en base a la Tabla 8, en la cual involucra la velocidad de proyecto de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

40km/h para un camino tipo C. Este valor proporciona las características necesarias para que este proyecto tenga la funcionalidad óptima.

CONCEPTO		$\frac{b}{A \cdot D}$	E				D				C				B				A														
EN EL HORIZONTE DE PROYECTO		VALOR	HASTA 100				100 a 500				500 a 1500				1500 a 3000				MAS DE 3000														
TERRENO	MONTAÑOSO																																
	LOMERIO																																
	PLANO																																
VELOCIDAD DE PROYECTO		km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	50	70	80	90	100	110	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	150	175	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	-	-	-	-	135	100	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495		
GRADO MÁXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	75	60	30	17	11	75	30	17	11	75	55	425	325	17	11	75	55	425	325	275	11	75	55	425	325	275	
CURVAS	K	CRESTA	m/%	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	6	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72
		COLUPIO	m/%	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43
VERTICALES		LONGITUD MINIMA	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9	7	-	-	8	6	-	-	6	5	-	-	5	4	-	-	5	4	-	-	4	-	-	-	4	3	-	-	-		
PENDIENTE MÁXIMA		%	13	10	7	-	12	9	6	-	7	5	-	-	7	6	4	-	7	6	4	-	6	-	-	-	6	5	4	-	-		
LONGITUD CRÍTICA		m	VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4				VER FIG. No 004.4														
ANCHO DE CALZADA		m	4.0				5.0				6.0				7.0				7.0														
ANCHO DE CORONA		m	9.0				10.0				11.0				12.0				13.0														
ANCHO DE ACOTAMIENTOS		m	-				-				0.5				1.0				1.0														
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL		m	-				-				-				-				-														
BOMBEO		%	3				3				2				2				2														
SOBREELEVACION MÁXIMA		%	10				10				10				10				10														
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MÁXIMO		%	VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-6				VER TABLA No 004-7				VER TABLA No 004-8														
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES		m	VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-5				VER TABLA No 004-6				VER TABLA No 004-7				VER TABLA No 004-8														

Tabla 8. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS

3.2.4 PENDIENTE MÁXIMA

Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La pendiente máxima se empleará, cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre que no se rebase la Longitud Crítica.

En esta sección se puede observar que la Pendiente Máxima de Diseño para este Proyecto es del 12%, pero solo en un solo tramo y respetando la Longitud Crítica para esta pendiente, la cual es de 130 m. esta longitud se determinó en base a la Figura 18 que se muestra a continuación.

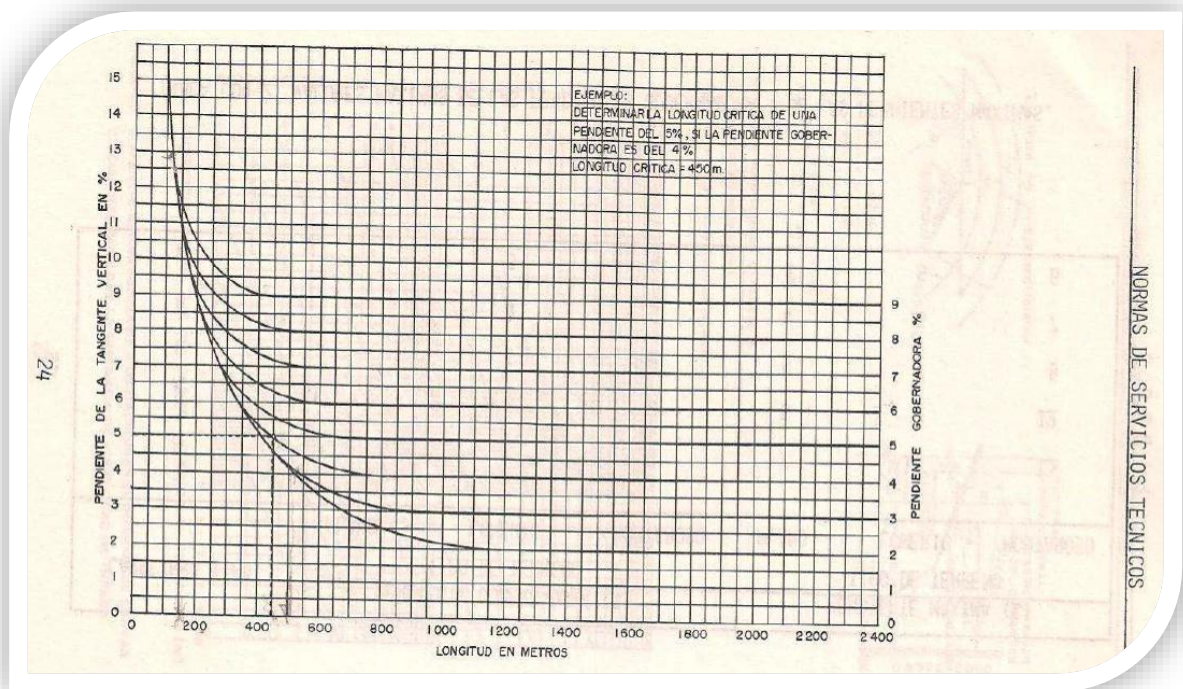


Figura 18. LONGITUD CRÍTICA DE TANGENTES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA.

Esta Pendiente es el límite que podemos tener en el Proyecto y por lo tanto resulta en cierta medida peligroso realizar el diseño de vialidades con este parámetro.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Debido a esto se tuvo especial cuidado en que todas las pendientes del proyecto no rebasaran este valor, e incluso implementar aquellas que fueran menores a este.

Los riesgos que se tienen al contar con Pendientes mayores son los siguientes:

Cuando los vehículos circulan en descenso:

- Adquieren una aceleración mayor cuando van en descenso y por lo tanto sería más difícil el frenado de los vehículos y esto a su vez podría ocasionar un accidente automovilístico.
- Es más complicado en el sentido de proceso constructivo.
- Los vehículos utilizan el freno más frecuente, por lo que el desgaste de los frenos es mayor.

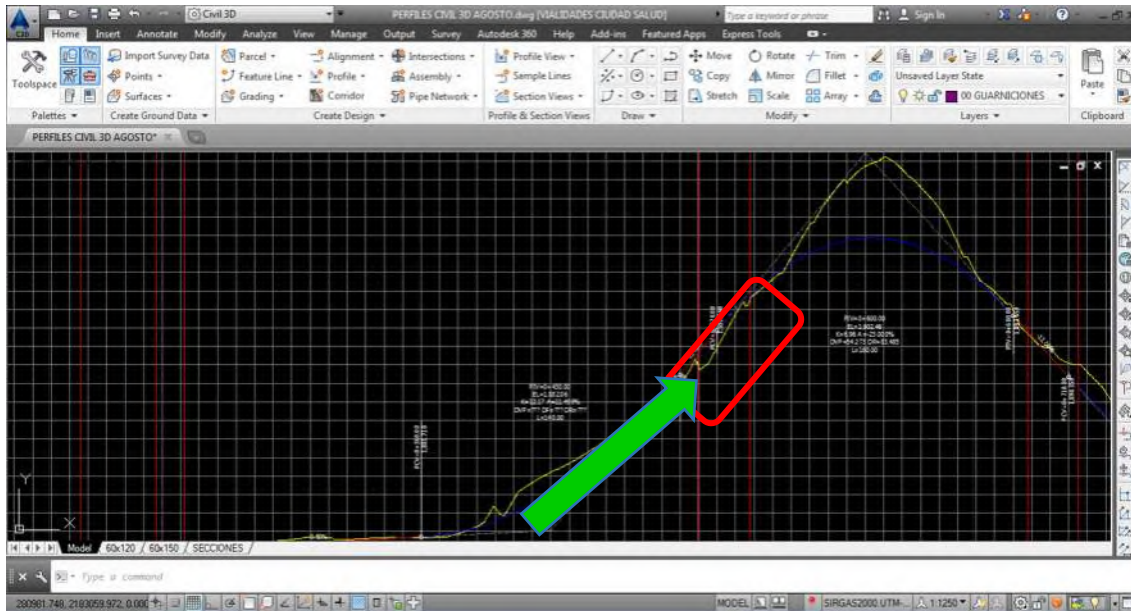
De igual manera si se tienen pendientes fuertes los vehículos podrían tener complicaciones en el momento de circular en ascenso por la vialidad en los siguientes aspectos:

- El motor del vehículo se esfuerza más, lo que ocasiona desgaste de refacciones.
- Se acelera más por lo que ocasiona mayor consumo de gasolina.
- Se emite mayor cantidad de humo del escape, lo que ocasiona mayor contaminación ambiental.
- Existe una desaceleración del vehículo, por lo que tarda más tiempo en llegar a su lugar de destino.

Por lo anterior, se tomaron en cuenta estos aspectos y se comenta que solo uno de los 20 ejes propuestos (eje 5(1)) tiene en un solo tramo una pendiente del 12% en circulación vehicular ascendente, este tramo es del cadenamiento 0+480 al 0+600,

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

en los cuales el primer cadenamamiento es el PIV de una Curva de tipo Columpio, y el segundo cadenamamiento es el PIV de la Curva de tipo cresta, las cuales están unidas por una tangente del 12% de 20 metros de longitud tal como se muestra a continuación. Cabe mencionar que todos los demás ejes cuentan con pendientes menores del 12%.



3.2.5 PENDIENTE MÍNIMA

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje del escurrimiento pluvial a lo largo de las vialidades. En los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0.5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

Es necesario diseñar las pendientes mínimas debido principalmente a darle salida al escurrimiento de agua superficial que corre por las vialidades cuando hay precipitación pluvial y así evitar encharcamientos de agua en las vialidades, además

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

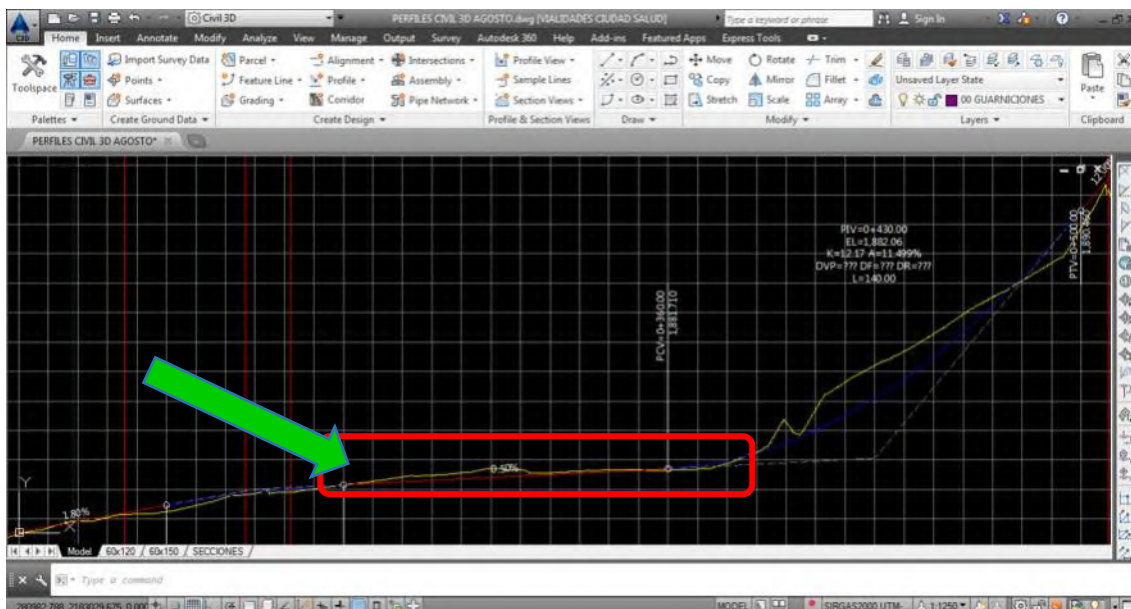
como el bombeo de las vialidades se diseñó de 0.00%, es necesario darle una pendiente longitudinal a estas vialidades para facilitar este escurrimiento.

La pendiente mínima utilizada en este Proyecto fue del 0.5%, la cual es la pendiente mínima aceptada por la SCT para el Diseño de Vialidades.

Cabe mencionar que está pendiente ayuda a circular con mayor facilidad por las vialidades debido a lo siguiente:

- Optimiza el uso del vehículo al disminuir el consumo de gasolina.
- Permite una armonía entre la circulación del vehículo y la geometría de la vialidad, al permitir una cierta estabilidad en el manejo del vehículo.
- Permite tener mayores distancias de visibilidad entre los conductores de vehículos.

La pendiente mínima se puede apreciar en alguno de los perfiles longitudinales de nuestro proyecto, tal como se muestra a continuación:



3.2.6 LONGITUD CRÍTICA

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Esta longitud es la longitud máxima en la que el Vehículo de Proyecto puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos.

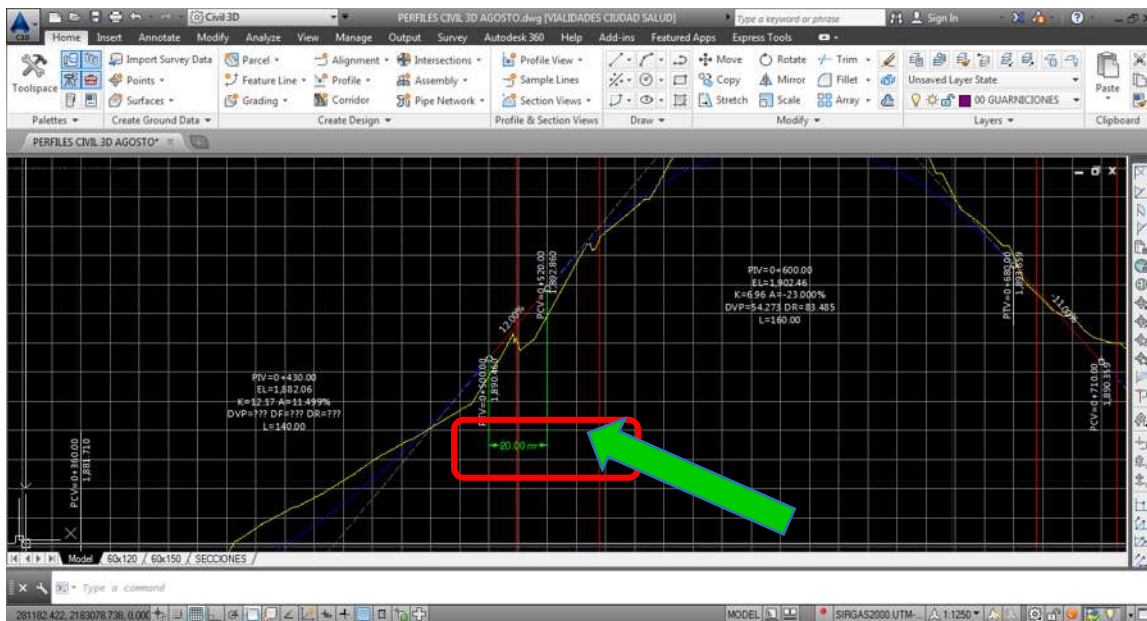
Esta longitud permite evitar pendientes prolongadas que puedan resultar peligrosas para el conductor, es por ello que se restringe esta distancia dependiendo de la pendiente que se tenga; entre más grande sea la pendiente, menor será la longitud crítica, y viceversa. De igual manera, la velocidad de circulación influye de manera semejante, entre mayor sea la velocidad, será mayor esta longitud y viceversa.

Para nuestro Proyecto fue necesario observar el Manual de proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT y adicional la Figura 18 mostrada anteriormente en el apartado de Pendiente máxima donde se determina la longitud crítica de acuerdo a la Pendiente Máxima y la Pendiente Gobernadora.

Como la velocidad de proyecto (40 km/h) será constante en todas las vialidades que integran el proyecto, será necesario observar las pendientes mayores, en este

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

caso la pendiente máxima en nuestro proyecto (12%) ya que es la más desfavorable, y de acuerdo a la Figura 18, se obtiene una Longitud Crítica de 130 metros, para lo cual cumplimos porque la longitud que tenemos en este proyecto es de solo 20 metros, muy por debajo de límite permisible, tal como se muestra a continuación:



3.2.7 LIGAS A NIVEL DE DESPLANTE DE EDIFICACIONES

En todo Proyecto Geométrico se busca compensar los volúmenes de relleno con los volúmenes de corte obtenidos, de tal manera que se tengan los menores acarreo de material a bancos de tiro fuera de la obra, esto para aminorar los costos de traslado de dicho material.

En este caso se tuvo que cambiar este criterio ya que existe una nueva condición que imposibilita cumplir este objetivo, esta condición es ligarnos a los niveles de las plataformas existentes de los edificios de hospitales, ya que como actualmente se encuentran construidos, sería complicado que nuestra rasante estuviera muy por

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

debajo o por arriba del nivel de estas edificaciones. Por esta razón fue necesario ajustar nuestra rasante lo mejor posible a estas construcciones.

De acuerdo a lo observado en campo Dentro del complejo Ciudad Salud el proceso constructivo fue empezar por construir los Edificios de los Hospitales, pero una vez que estos estén terminados, será necesario la construcción del Proyecto de Vialidades Internas. La distribución de estos hospitales e puede apreciar a en la figura siguiente:



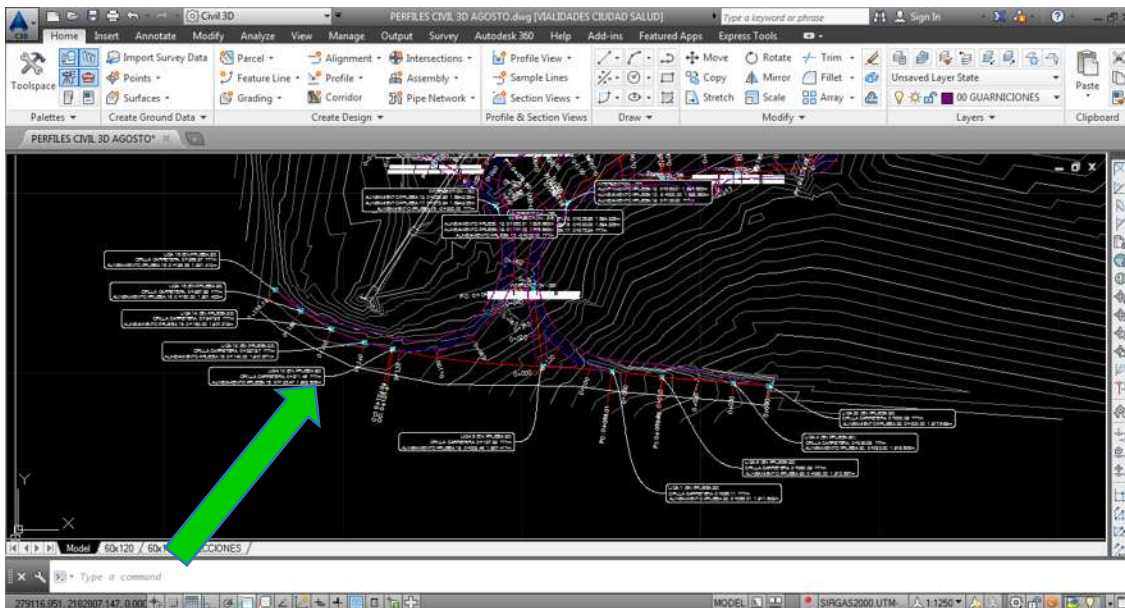
3.2.8 PROCEDIMIENTO PARA CREAR LIGAS A NIVEL EN ENTRONQUE CON CARRETERA UTILIZANDO EN PROGRAMA CIVIL 3D

Al igual que el apartado anterior, también fue necesario crear una liga a nivel del entronque del Acceso Sur del Complejo Ciudad Salud con el Boulevard Bosque de Eucaliptos, de tal manera que los vehículos que ingresen y se retiren del Complejo por

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

esos puntos, lo puedan hacer sin problema alguno, y con esto quiero decir que se puedan incorporar rápida, segura, y fácilmente en el entronque de estas vialidades.

Para realizar este entronque se empleó la ayuda del Programa Civil 3D en el cual se observaron los puntos críticos y sus respectivas elevaciones, para así adecuar los accesos de las vialidades de nuestro proyecto, a los niveles actuales de la carretera existente, tal como se muestra a continuación:



3.2.9 PROCEDIMIENTO PARA CREAR INTERSECCIONES ENTRE LAS VIALIDADES UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

Se llama intersección, al área donde dos o más vías terrestres se unen o cruzan. Para ello se consideran dos tipos de intersecciones: los entronques y los pasos.

Se llama entronque, a la zona donde dos o más caminos se cruzan o unen, permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Se llama paso, a la zona donde dos vías terrestres se cruzan sin que puedan unirse las corrientes de tránsito. Tanto los entronques como los pasos, pueden contar con estructuras a distintos niveles.

A cada vía que sale o llega a una intersección y forma parte de ella, se le llama rama de intersección. A las vías que unen las distintas ramas de una intersección, se les llama enlaces; pudiéndose llamar rampas, a los enlaces que unen dos vías a diferente nivel.

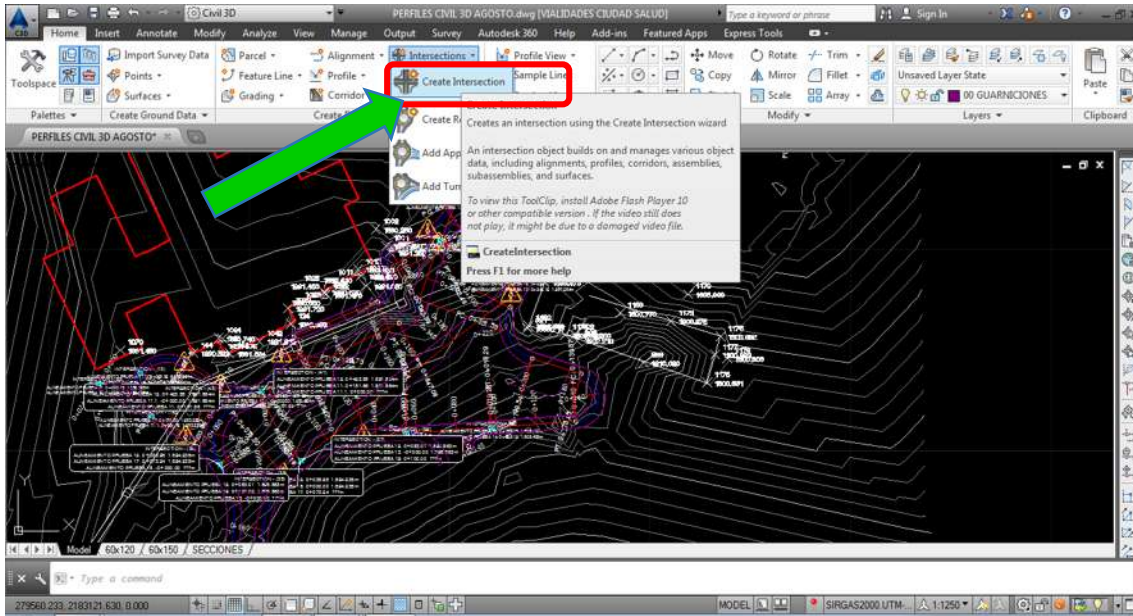
Como es sabido, un proyecto de vialidades urbanas es algo más complejo que el diseñar un camino común o una carretera, ya que cada vez que se presenta una bifurcación o un entronque entre vialidades, se genera un parámetro a considerar: las intersecciones. Éstas son muy importantes para el correcto funcionamiento, ya que determinan que cuando dos vialidades se intersecten en un punto, éste tenga la misma elevación para ambas vialidades. Así mismo determinará también la tendencia de circulación de la corriente pluvial.

Como cada eje de vialidad se trabajó por separado en el Civil 3D, este programa tiene una aplicación el cual te permite crear las intersecciones y realizar las ligas en esos puntos, la cual te permite obligar a un eje a ligarse al otro.

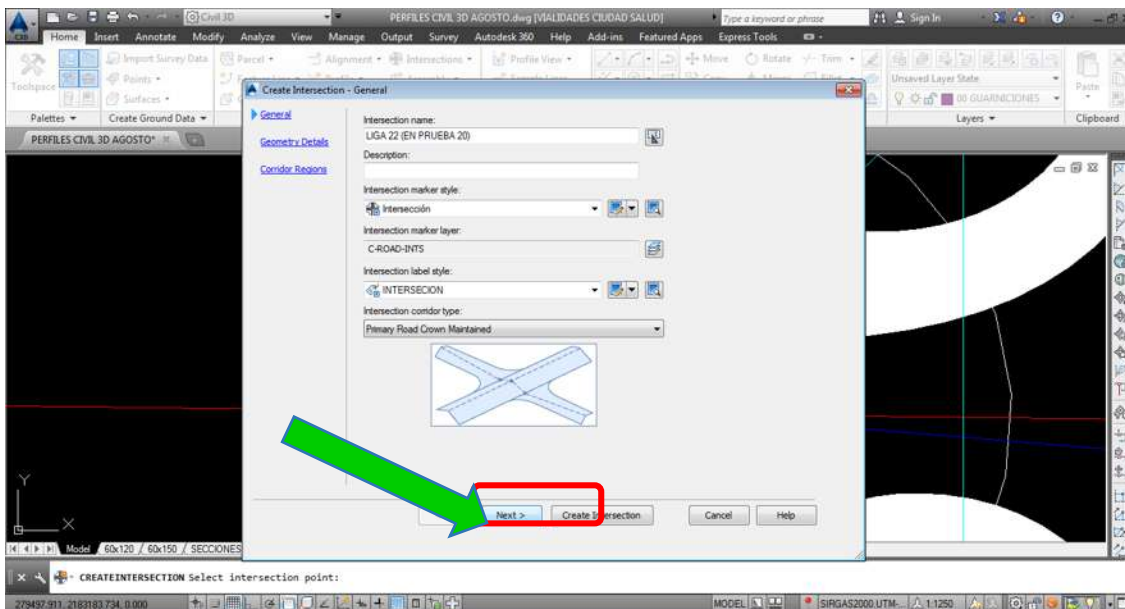
Para demostrar la realización de las intersecciones se hacen siguiendo los pasos siguientes:

PASO 1: En el menú de Civil 3D seleccionar la opción “Intersecciones”, y a su vez darle click en “Crear Intersecciones”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



PASO 2: En este paso, la ventana general aparecerán datos como el nombre de la intersección, su estilo, etiqueta, etc., verificamos que esté todo correcto de acuerdo a nuestro proyecto y le damos en la opción “next” o siguiente:

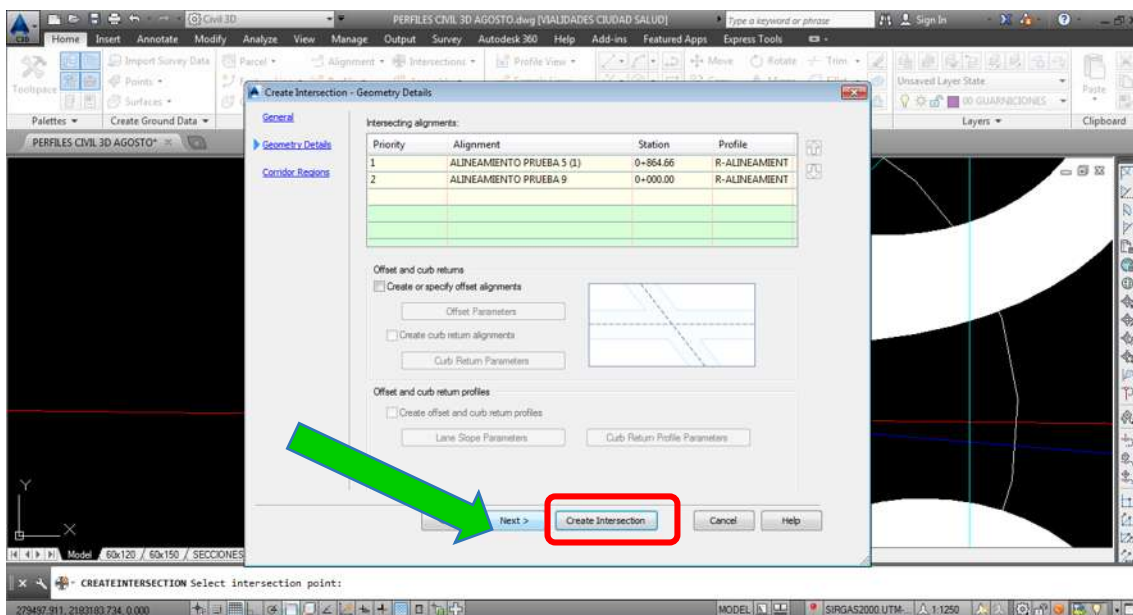


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 3: En esta ventana podemos observar los detalles de la geometría de nuestra intersección, en los cuales podemos ver cual alineamiento toma como primario y cual como secundario, recordemos que la intersección obligará a que el eje secundario se ligue a los niveles del eje primario.

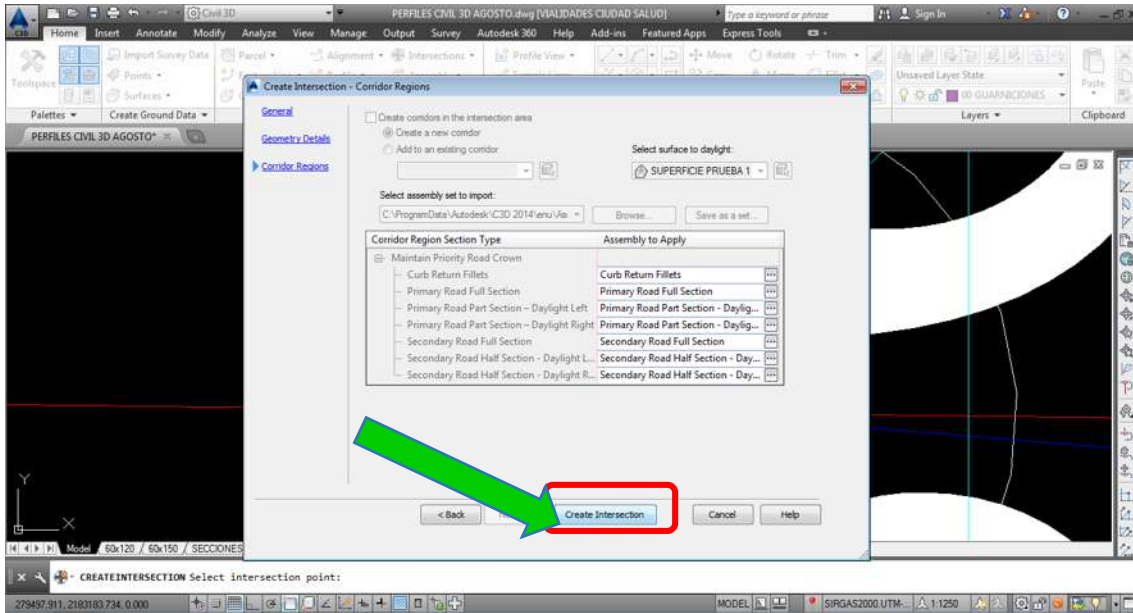
A su vez mostrará la opción de crear un “offset” de intersección, pero para nuestro proyecto no lo utilizaremos, así que desactivaremos esta opción.

Si estamos de acuerdo con la información que nos muestra esta ventana le damos click en “next”:

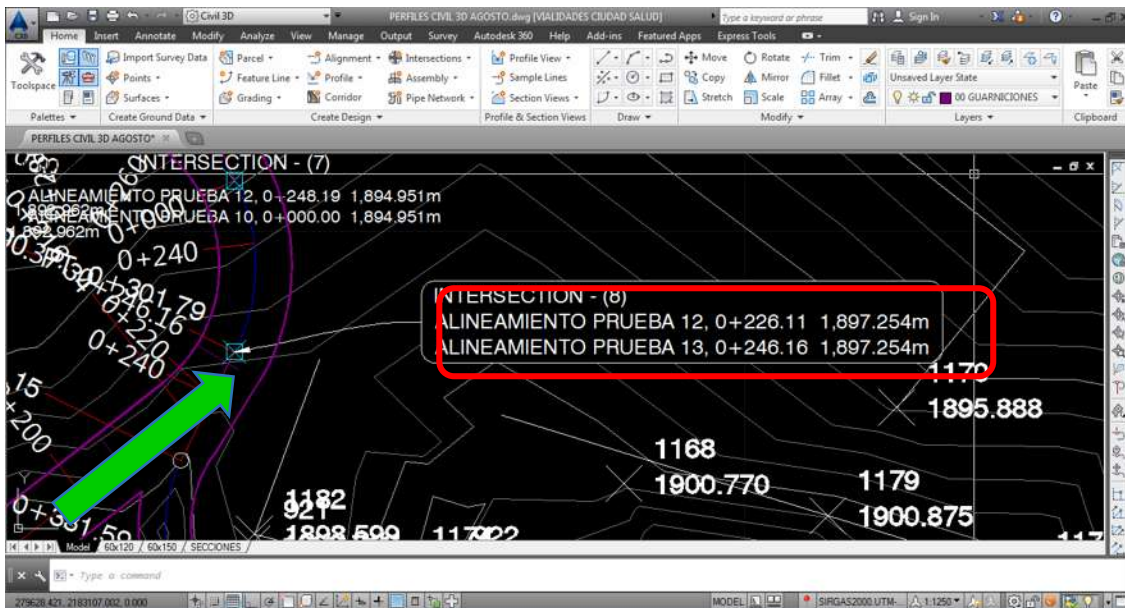


PASO 4: En esta parte nos proporciona información acerca de las regiones de superficies a considerar en el proyecto, las cuales son de terreno natural y de rasante de pavimento. Si estamos de acuerdo en esta información damos click en “Crear Intersección”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

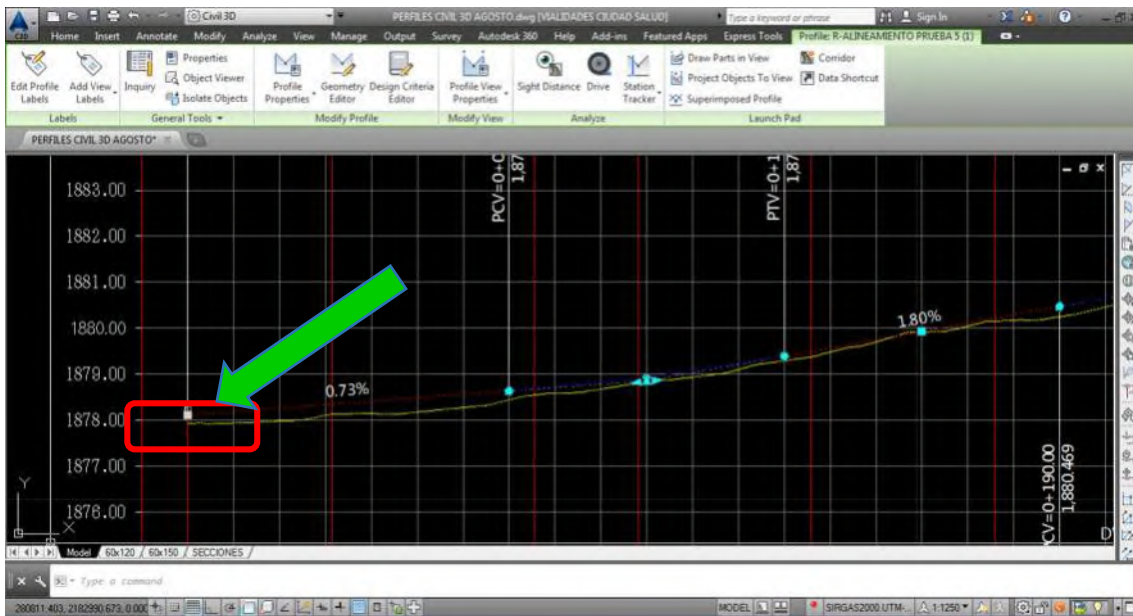


PASO 5: En esta parte ya se ha creado la intersección. En planta podemos observar que nos muestra una etiqueta en el punto donde se origina la intersección entre las vialidades, la cual nos proporciona datos sobre las los ejes que se cruzan, su elevación en la intersección y su cadenamamiento respectivo de cada eje:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 6: para observar que efectivamente se ha creado correctamente la intersección entre las vialidades elegidas, se puede observar el perfil de alguno de los ejes considerados como “ejes secundarios”; en ellos se puede observar con claridad como en el punto de la intersección se crea una especie de “candado” que imposibilita el desplazamiento de la rasante de pavimento debido a que se ha creado la intersección y obliga al eje secundario a ligarse a esta elevación con el eje primario:



3.2.10 PROCEDIMIENTO PARA CREAR LOS PERFILES LONGITUDINALES DE CADA VIALIDAD UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

El costo de la construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La rasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicos se le conoce como “Rasante Económica”.

Al iniciarse el estudio de la rasante en un tramo se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La Rasante Económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto el tránsito.

Los elementos que definen el Proyecto de la rasante económica son los siguientes:

- a) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

En este proyecto y según el Estudio Topográfico realizado previamente, se comenta que el tipo de terreno en esta zona es lomerío.

- b) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la rasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías. Servirán de apoyo al camino. La elevación de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

la rasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes., los clasifican en materiales compactables y no compactables.

Un suelo se clasifica como material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escropa o pala mecánica de cualquier capacidad; además se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 centímetros; como material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, considerándose además como material B, las piedras sueltas mayores de 75 centímetros. Finalmente, el Material C, es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso mecánico de pala de gran capacidad.

Cabe mencionar que según los resultados del Estudio de Mecánicas de Suelos realizado para este Proyecto, se obtuvo que la clasificación del suelo es tipo "B".

c) Rasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la rasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la rasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

- Obras menores. Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la rasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la rasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a obras menores.

Para este Proyecto fue necesario tomar en cuenta las obras de drenaje existentes en la zona, las cuales forman un sistema complejo de cajones de encauzamiento pluvial; y para ello fue necesario respetar las elevaciones de estas obras de drenaje para que nuestras vialidades no quedaran por debajo de los niveles de estas obras.

- Puentes. Aun cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la rasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere.

Cabe mencionar que en este proyecto no tenemos algún puente que se deba de considerar para este análisis.

- Zonas de inundación. El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guarda cierta elevación de la rasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producida por el obstáculo que a su paso presentará el camino y

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la rasante sea como mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de zona inundable.

Cabe mencionar que en este proyecto no tenemos niveles freáticos superficiales que nos puedan generar problemas en la construcción de la estructura, por lo tanto no se considera para este análisis.

- Intersecciones. Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la rasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

Este parámetro a considerar se menciona en su apartado correspondiente.

d) Costo de las terracerías. La posición que debe guardar la rasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1. Costos unitarios:

Excavación en corte

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material del corte.

Compactación en el terraplén con material de préstamo.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Sobreacarreo del material de corte a terraplén.

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2. Coeficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

3. Relaciones:

Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la rasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido del préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en este y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4. Distancia económica de sobreacarreo:

El empleo del material producto del corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte.

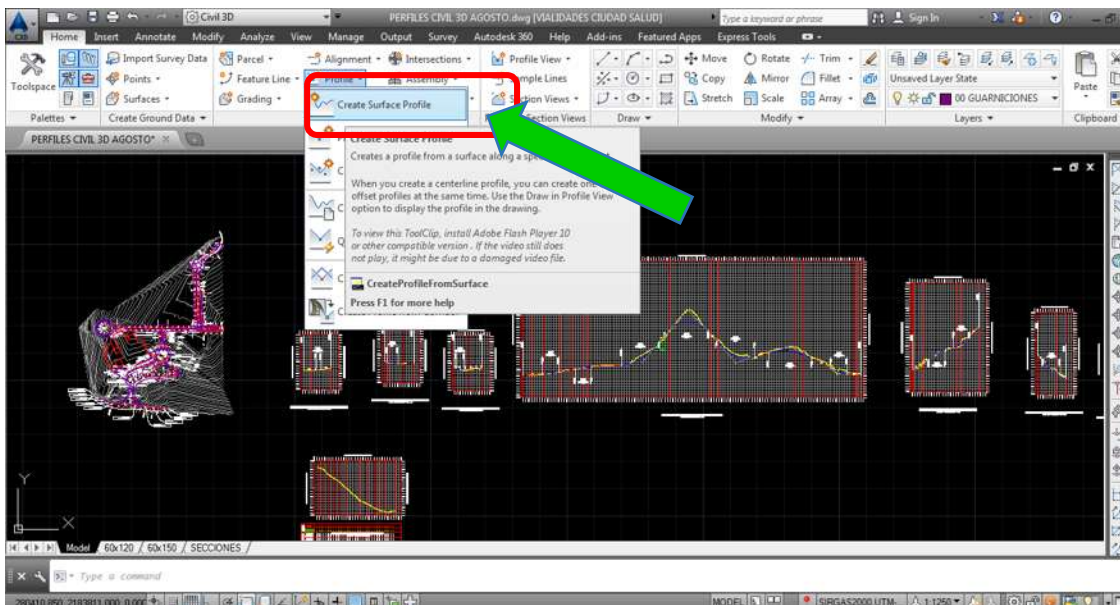
Todos estos factores se consideraron para formar los precios Unitarios respectivos de estos conceptos, los cuales fueron proporcionados por personal de la

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Dirección de Procesos de Licitación y Adjudicación de Obras de la SCOP, el cual se muestra en su anexo correspondiente.

Para poder representar el Perfil Longitudinal se hizo por separado en cada uno de los ejes de las vialidades, el procedimiento para obtener cada uno de estos perfiles con el programa Civil 3D es el siguiente:

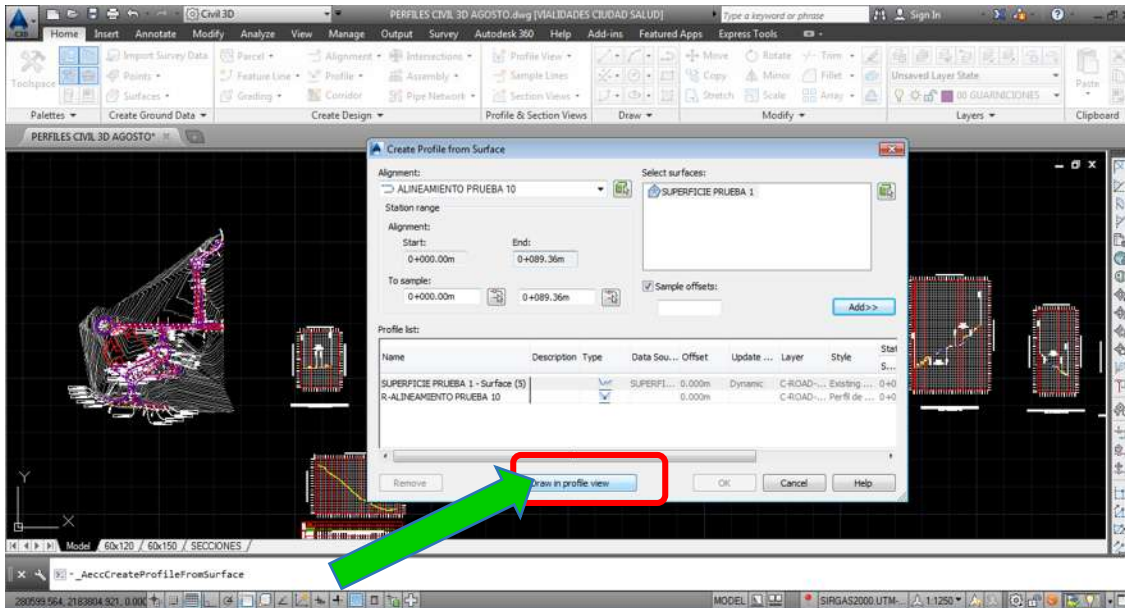
PASO 1: En el menú de herramientas de Civil 3D, seleccionar la opción “perfiles” y asimismo, seleccionar la opción “crear perfil de terreno”, esto con la finalidad de primeramente obtener el perfil longitudinal del terreno natural, para sobre este, trabajar nuestro perfil de rasante:



PASO 2: En esta parte se abrirá una ventana en la cual podemos ver el alineamiento que nos interesa para obtener el perfil, además debemos seleccionar la superficie de terreno natural que previamente hemos considerado. También podemos observar los rangos de inicio a fin de cadenamientos de nuestro perfil así como el considerar o no

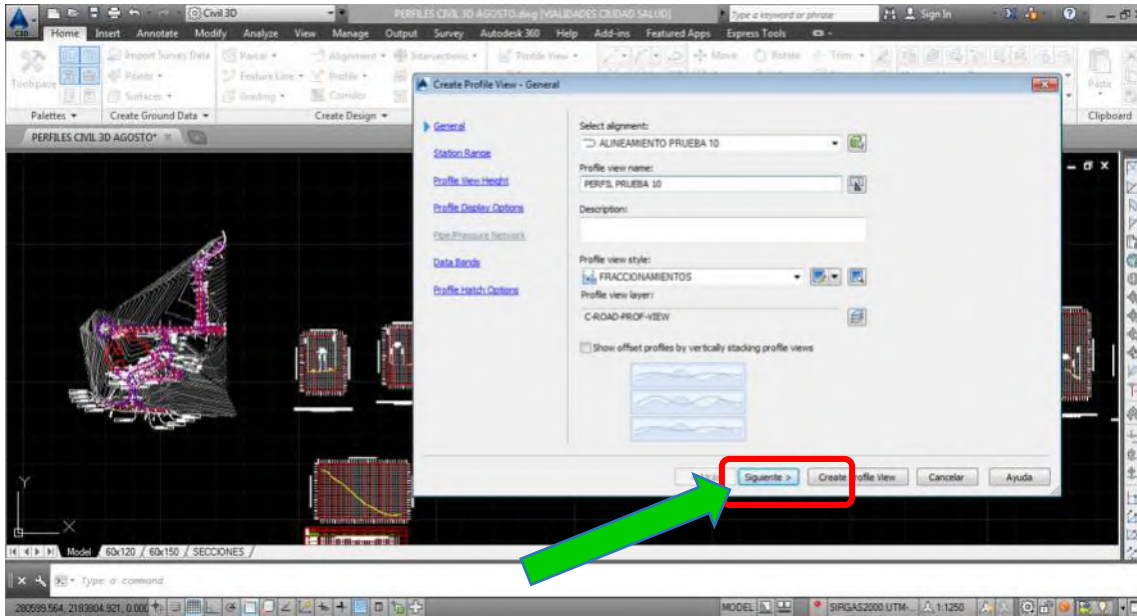
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

offsets de perfiles. Si estamos de acuerdo con la información proporcionada en esta ventana le damos click en “Dibujar vista de perfil” o “Draw in profile view”:

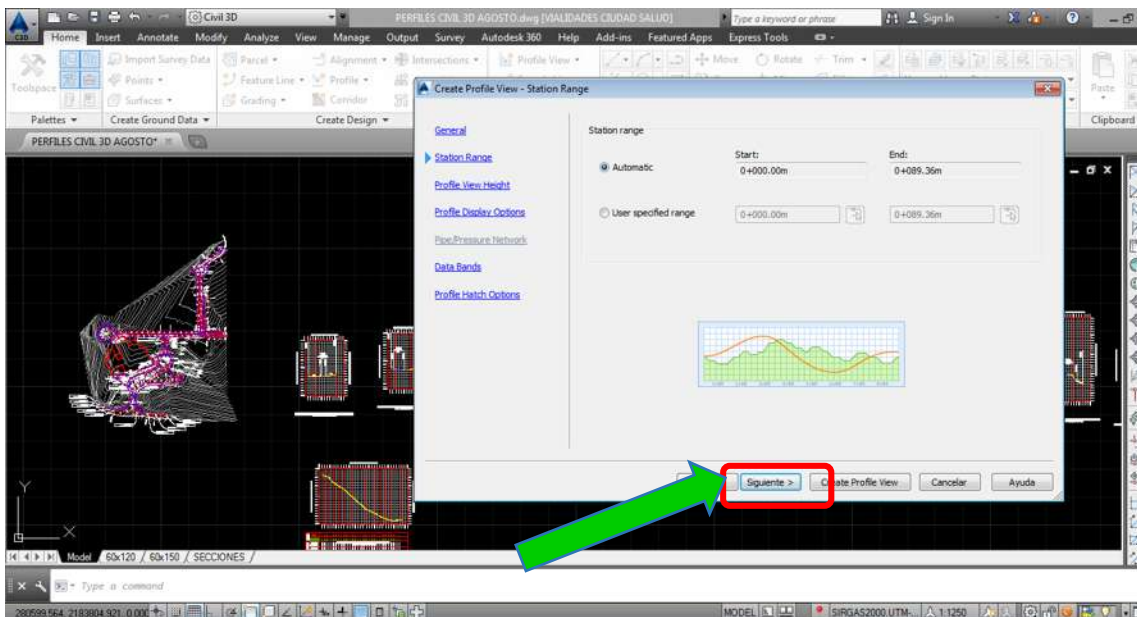


PASO 3: En esta parte se abre una ventana general la cual nos pide que seleccionemos el alineamiento sobre el cual se creará el perfil de terreno, además nos da la opción de colocarle un nombre a este perfil y de crear un estilo de vista de perfil, una vez revisado que los datos estén correctos damos click en “siguiente”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

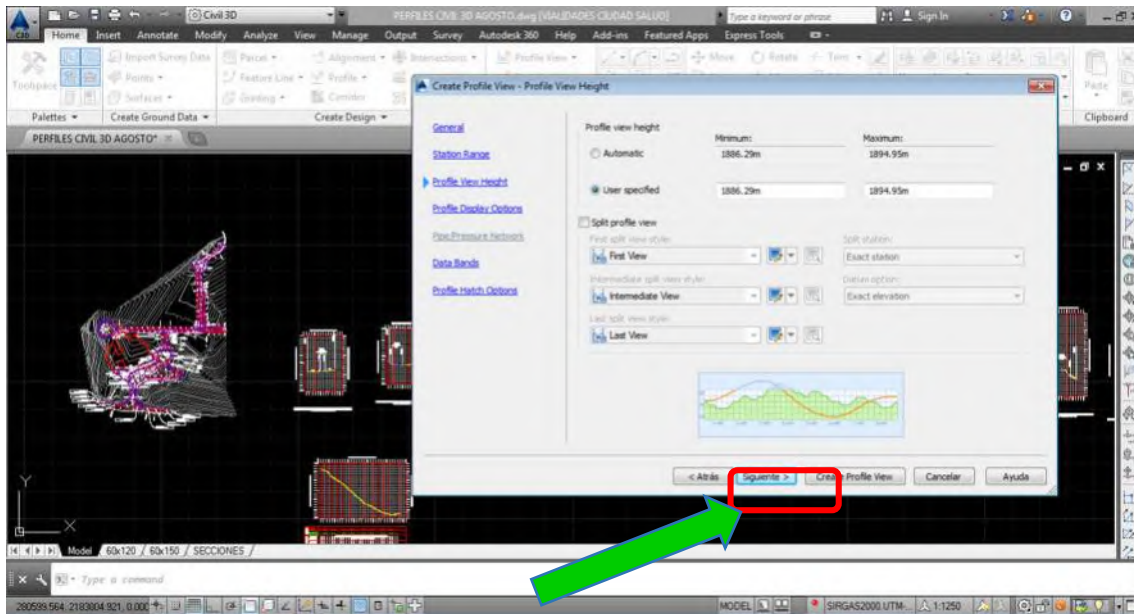


PASO 4: En esta ventana nos aparece el rango de estaciones inicial-final, la cual nos permite elegir un rango entre el cadenamamiento de inicio a fin del perfil elegido, una vez ajustado este rango damos click en “siguiente”:



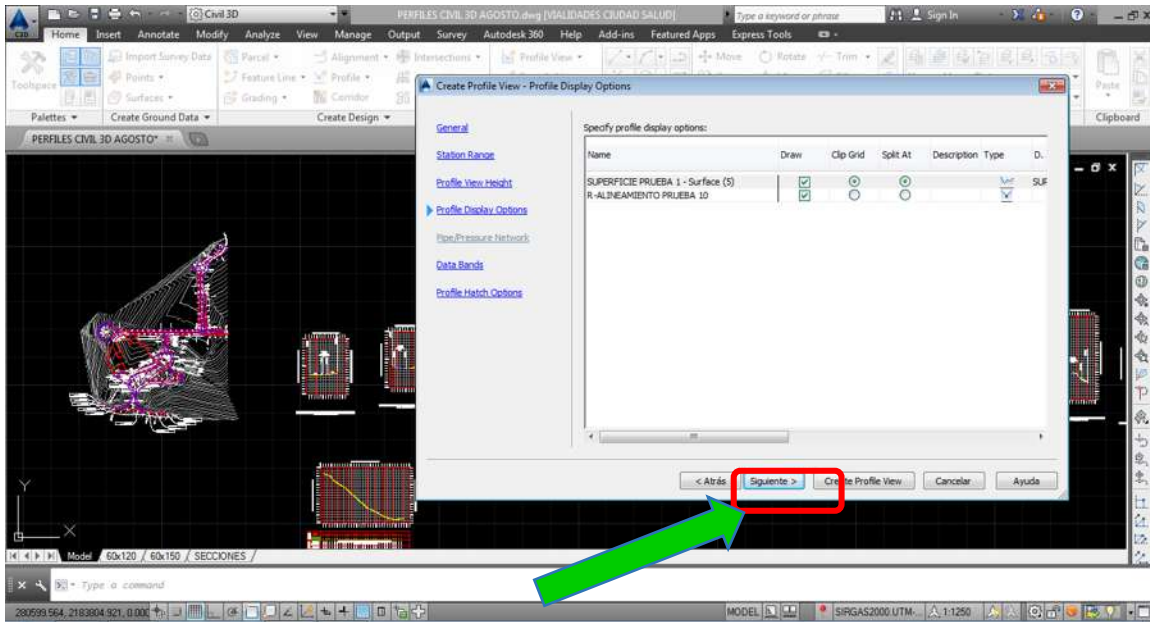
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 5: Esta ventana nos muestra el rango de elevaciones que podemos elegir para la vista de nuestro perfil, desde el mínimo hasta el máximo, puede ser manual o automático y podemos elegir según nuestro criterio. Si estamos de acuerdo en la información proporcionada damos click en “siguiente”:

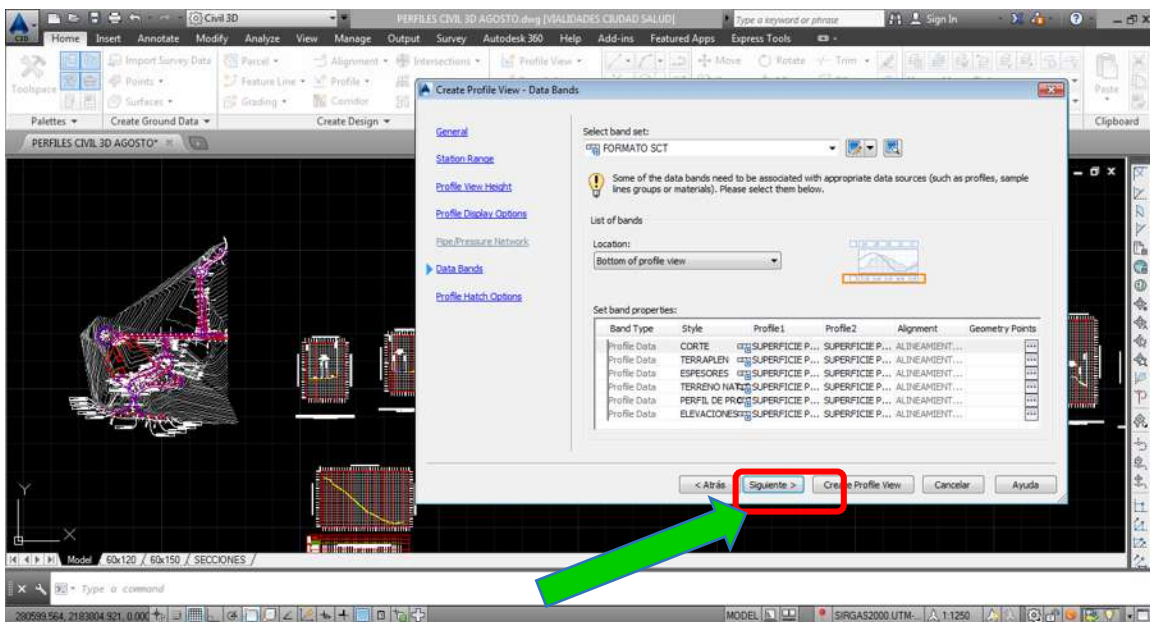


PASO 6: En esta parte la ventana nos muestra las opciones de perfil de terreno natural que podemos tener, elegimos las que necesitamos para el análisis y damos click en “siguiente”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

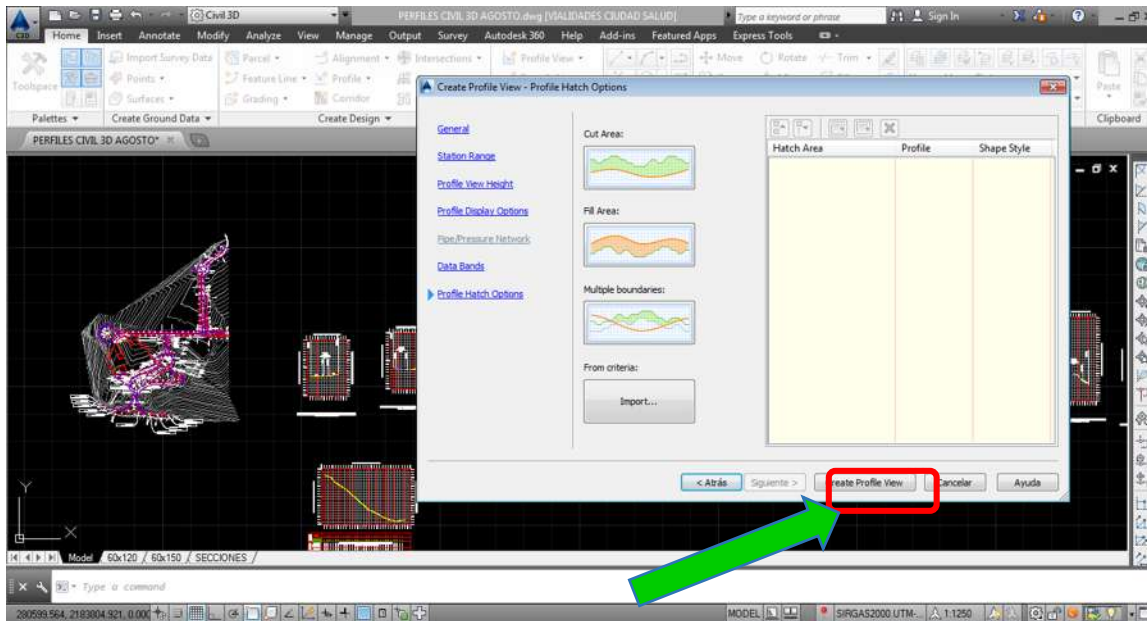


PASO 7: En esta parte nos proporciona algunos estilos de banda de perfil, la cual nos permite personalizarla para poder ver datos en el perfil, tales como elevaciones, cadenamiento, volúmenes de corte y terraplén, etc. Si la información es correcta damos click en “siguiente”:



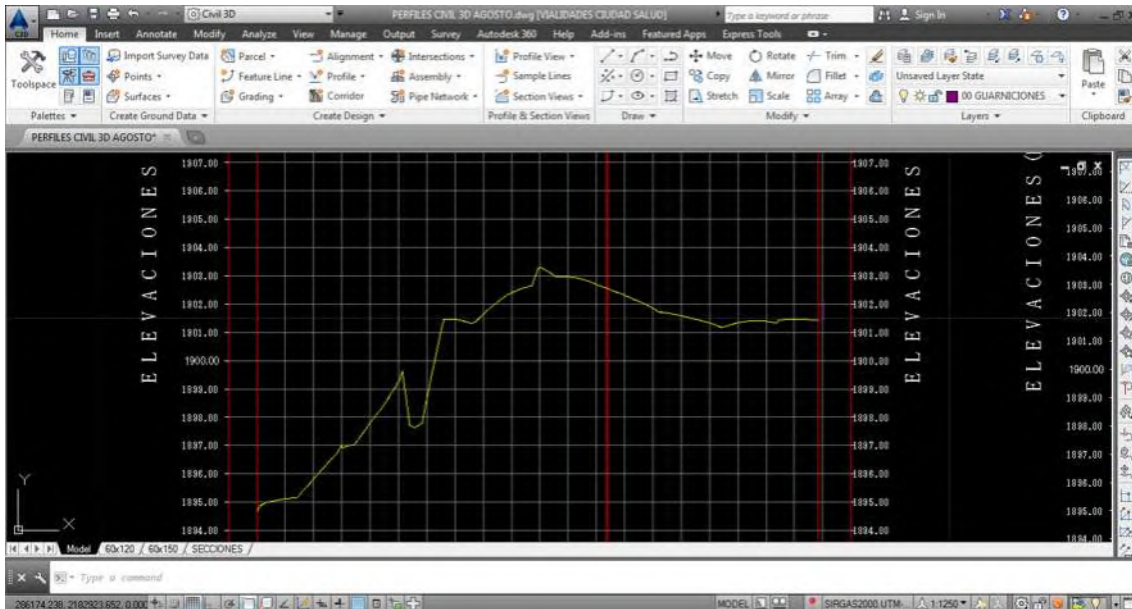
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 8: En esta ventana podemos elegir los diferentes tipos de ashurado que queremos implementar en nuestro perfil, dependiendo si lo que necesitamos ver es el área de corte, el área de terraplén, ambos o simplemente el perfil de terreno únicamente, si la información es correcta damos click en “Create Profile View” o “Crear Vista de Perfil”:

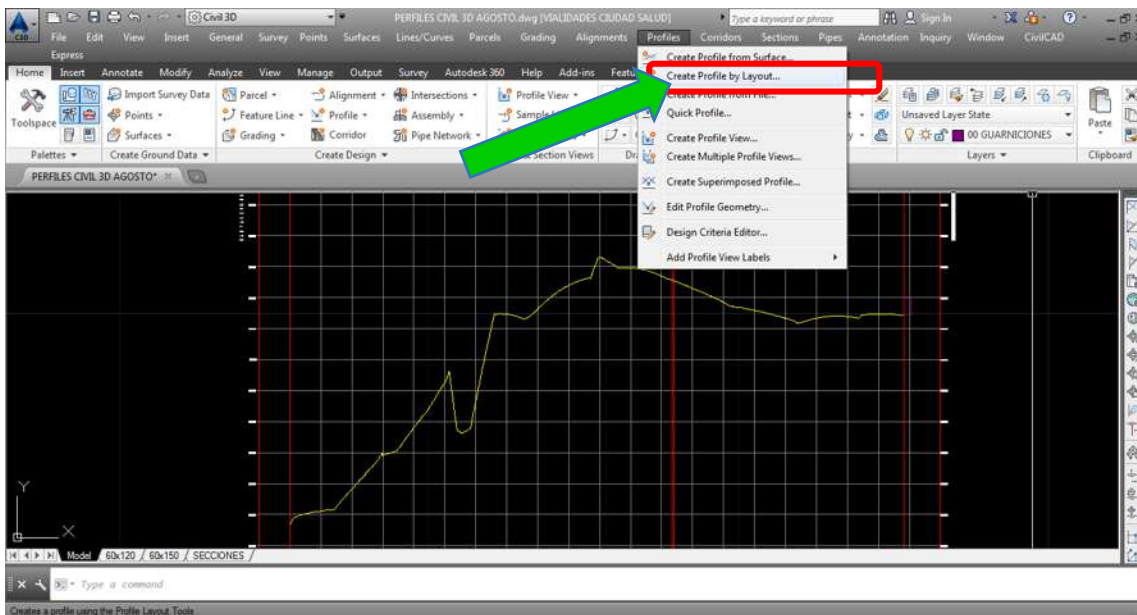


PASO 9: En esta parte nos dibuja el perfil longitudinal del terreno con las características que de diseño propuestas en las ventanas anteriores; este perfil lo colocamos en el “model” de AutoCAD tal como se muestra de color amarillo:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

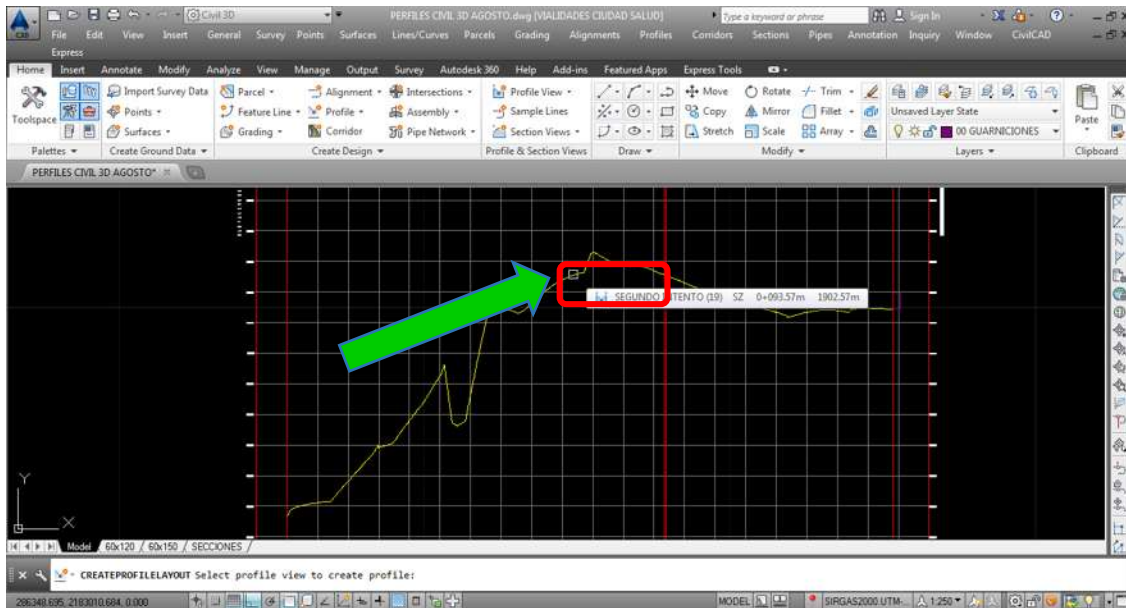


PASO 10: una vez realizado el perfil de terreno natural procederemos ahora a trazar el perfil de rasante de pavimento, para ello se tendrá que posicionar en el menú de Civil 3D y seleccionar la pestaña “Profiles” o “perfiles”, la cual desplegará varias opciones y entonces se elegirá la segunda opción “Create Profile By Layout”, la cual nos permitirá crear nuestra línea rasante:



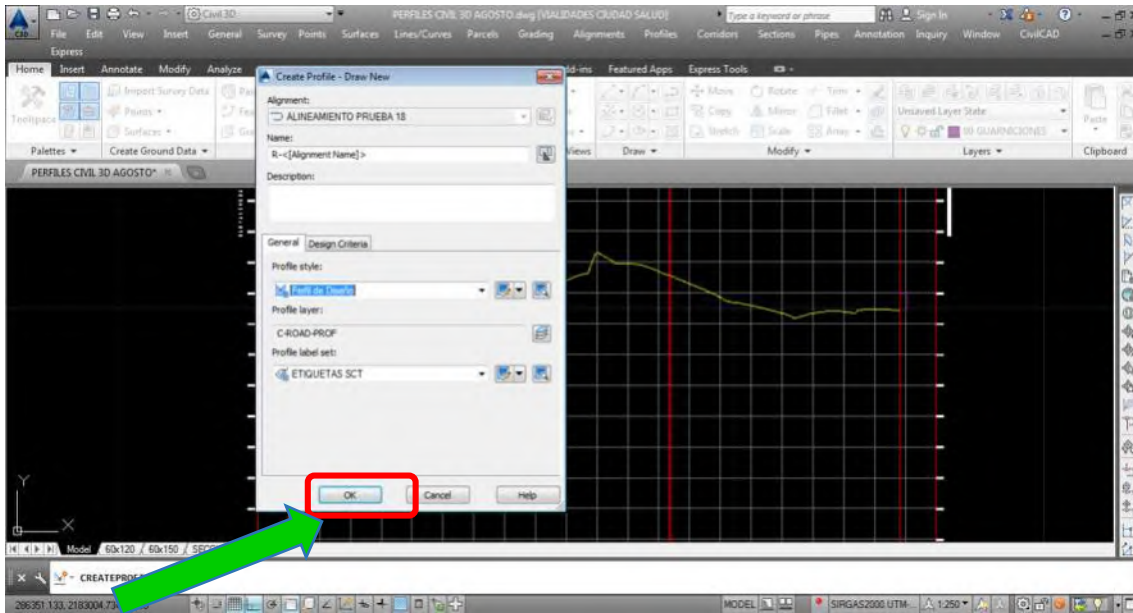
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

PASO 11: Para crear nuestro perfil de rasante, el Civil 3D nos pedirá que seleccionemos el perfil de terreno natural sobre el que se dibujará nuestro perfil de rasante, para ello seleccionamos el adecuado:



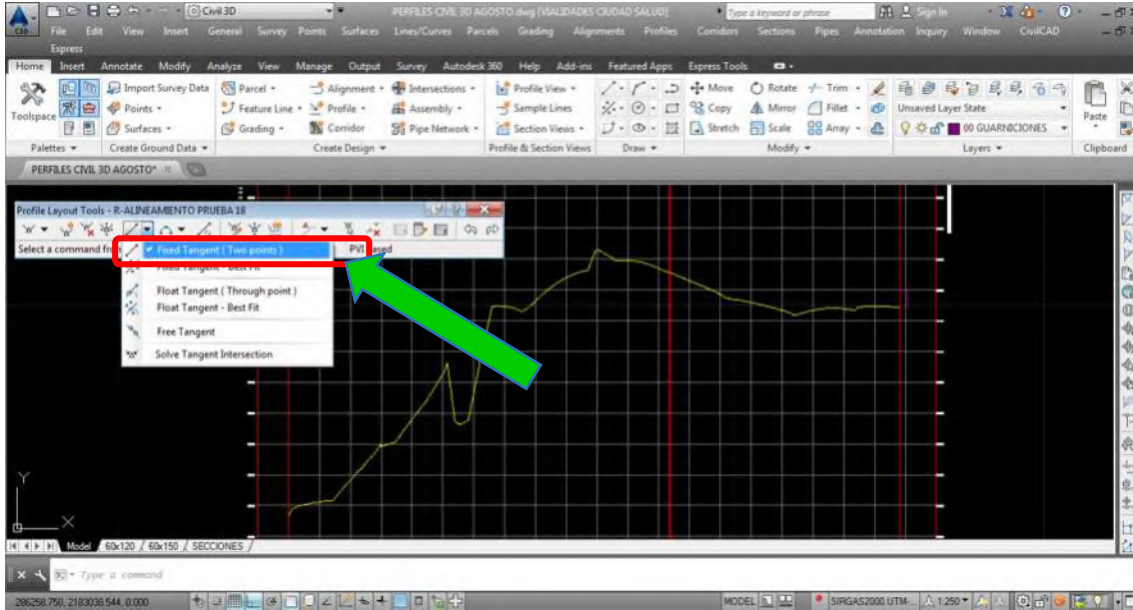
PASO 12: Inmediatamente después nos crea una ventana en la cual podemos insertar el nombre de nuestro perfil de rasante, así como proporcionarle las características de diseño según nuestro proyecto, si la información proporcionada es la correcta damos click en “OK”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

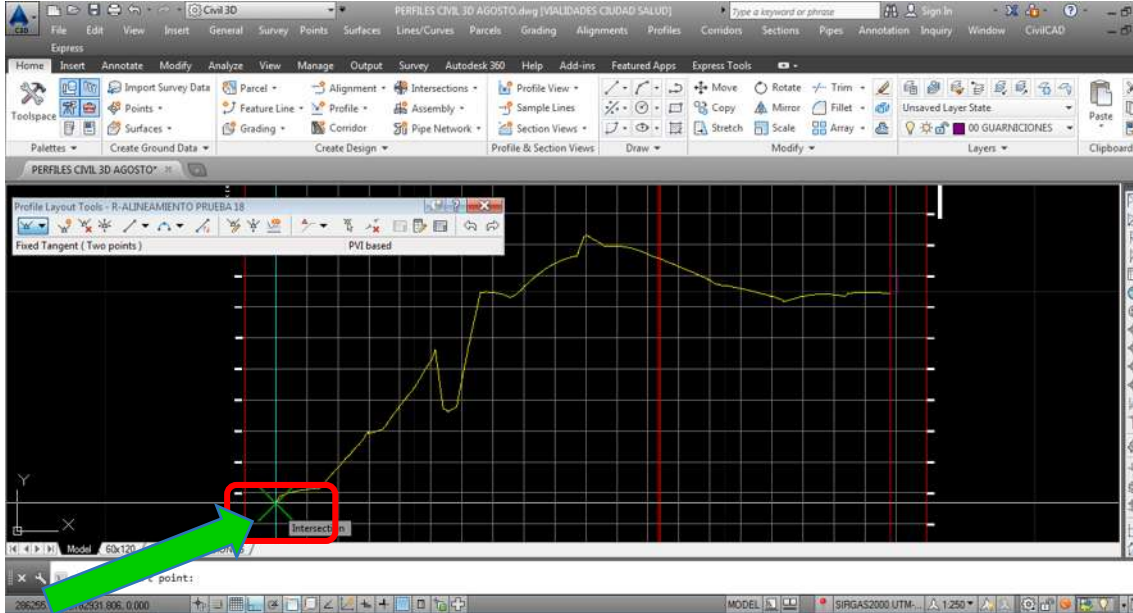


PASO 13: En esta parte nos abre una pequeña ventana horizontal la cual contiene un menú de herramientas para realizar y editar las características geométricas de nuestro perfil de rasante, y para comenzar empezamos en seleccionar la opción de dibujar una línea tangente; inmediatamente se desplegará una lista de opciones para dibujar esta línea y la que seleccionaremos será la primera opción “Fixed Tangent (Two Points)” la cual nos permitirá dibujar la rasante desde el inicio del cadenamamiento hasta el final de este:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

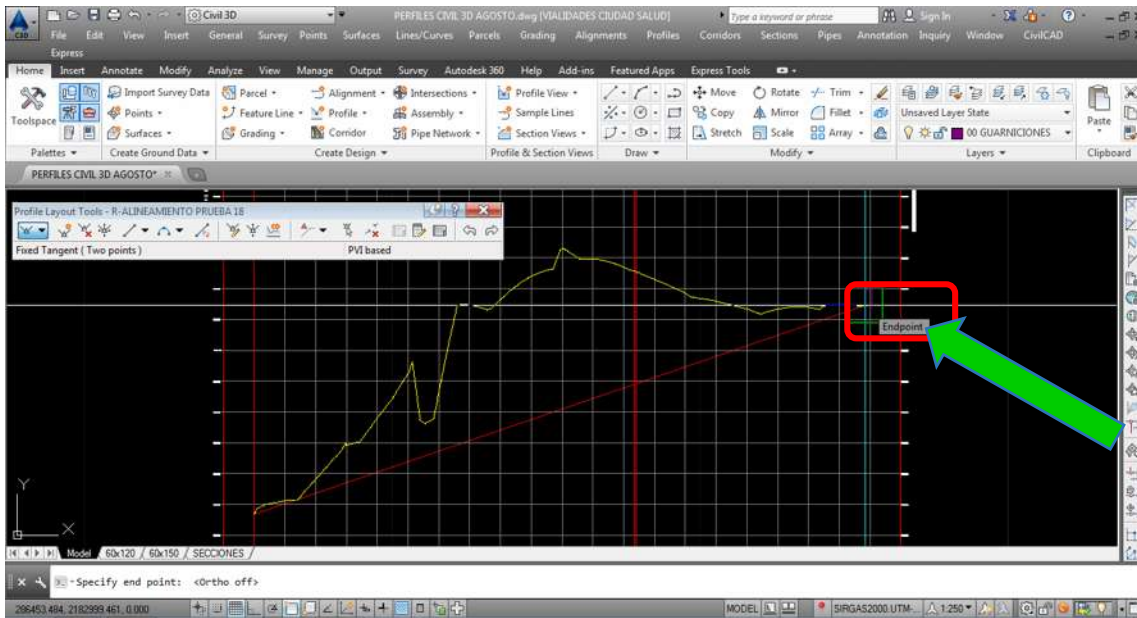


PASO 14: Nos posicionamos en el punto inicial de nuestro perfil de terreno natural, el cual será el punto de referencia para crear nuestro perfil de rasante:

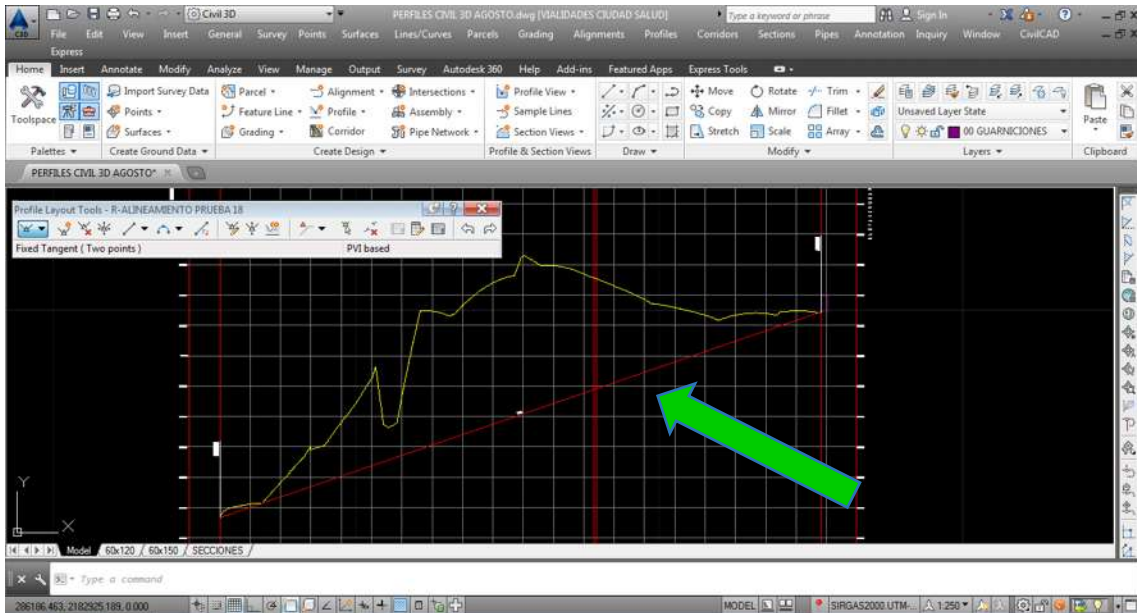


PASO 15: Posteriormente se selecciona el punto final del perfil de terreno natural:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



PASO 16: En esta parte se puede apreciar como ya se dibujó la tangente de nuestro perfil de rasante:



Para el trazo de las curvas verticales, consultar el apartado correspondiente.

3.2.11 DIAGRAMA DE MASAS

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la rasante de proyecto, tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal, sufre un cambio motivado por la sobreelevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la rasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la rasante. Este espesor se considera en la sección trasversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa. Este diagrama es tal como se muestra en la Figura 19.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

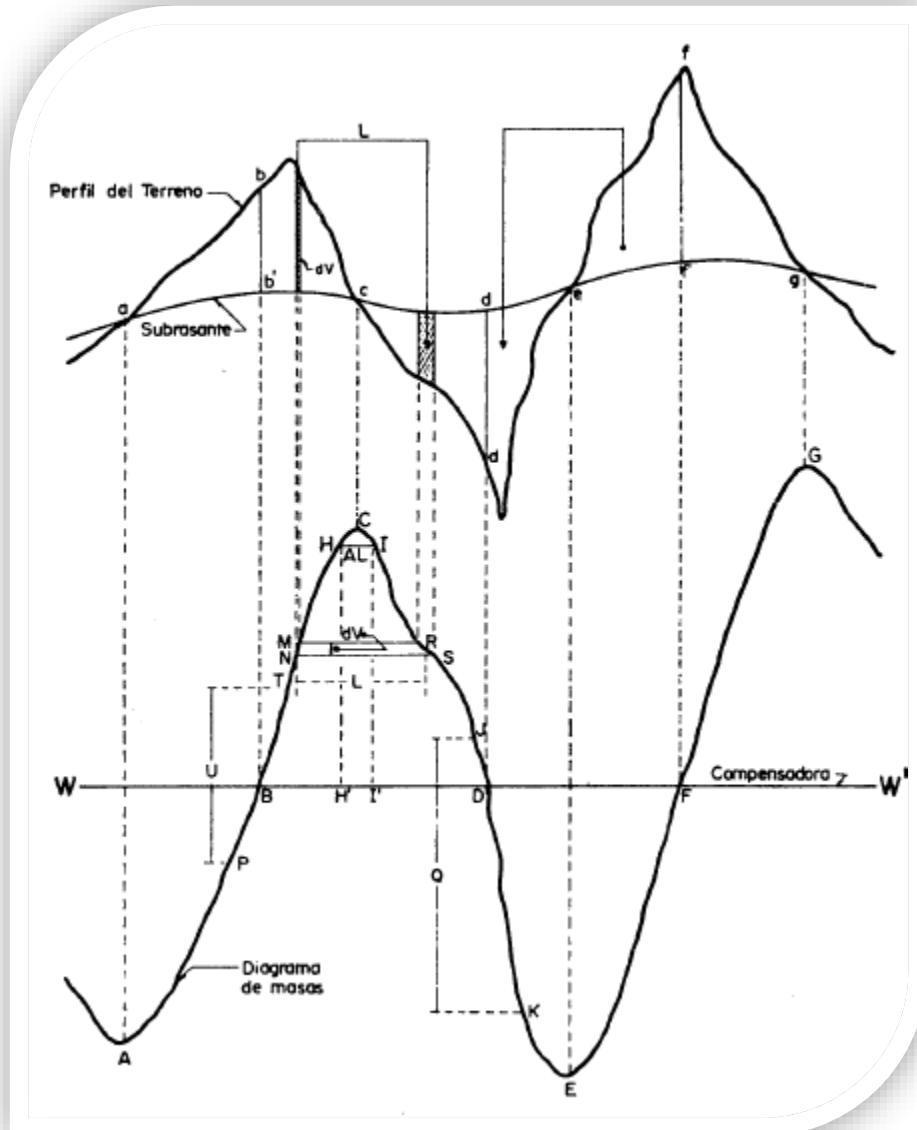


Figura 19. PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS.

Los volúmenes, ya sean de corte o de préstamo, deben ser transportados para formar los terraplenes; sin embargo, en algunos casos, parte de los volúmenes de corte deben desperdiciarse, para lo cual se transportan a lugares convenientes fuera del camino.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Para determinar todos estos movimientos de terracerías y obtener su costo mínimo, el diagrama de masas es el instrumento con que cuenta el proyectista. El diagrama de masas es la curva resultante de unir todos los puntos dados por las ordenadas de curva masa.

Propiedades del Diagrama de Masas:

1. El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.
2. Cuando después de un tramo ascendente en el que predominan los volúmenes de corte, se llega a un punto del diagrama en el cual empiezan a preponderar los volúmenes de terraplén, se dice que se forma un máximo; inversamente, cuando después de un tramo descendente en el cual han sido mayores los volúmenes de terraplén se llega a un punto en que comienzan a prevalecer los volúmenes de corte, se dice que se forma un mínimo.
3. La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera P y T, expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, negativos, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos.
4. Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, estos tendrán la misma ordenada y por consecuencia, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén, o sea que estos dos puntos son los extremos de un tramo compensado.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Esta línea horizontal se llama compensadora. La distancia entre los dos puntos se llama abertura del diagrama y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material del corte al terraplén.

5. Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora queda arriba de esta, el sentido del acarreo es hacia adelante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda debajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás.
 6. Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Así pues, si se tiene un contorno cerrado formado por el diagrama de masas y por una compensadora, bastará con determinar el área de él, para que, considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor del acarreo total.
- A) Precio unitario y forma de pago de los conceptos que integran los movimientos de terracerías. El precio unitario es la remuneración pecuniaria que se cubre al contratista por unidad de obra realizada y que comprende el costo directo, el costo indirecto y la utilidad, en cada concepto para el que se establece.
- En el caso de la determinación de la rasante económica, es preciso conocer el precio unitario de cada uno de los conceptos que comprenden los movimientos de terracerías, para que al multiplicarlo por el volumen de obra respectivo, se obtenga la erogación correspondiente a cada uno de esos conceptos y se concluya si la rasante así obtenida es realmente la más económica.
- B) Determinación de los acarreos.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

1. Acarreo libre. Es la distancia máxima a la que puede ser transportado un material, estando el precio de esta operación incluido en el de la excavación. En consecuencia, para no encarecer el precio de la excavación, el acarreo libre debe ser a la mínima distancia requerida por el equipo que lleva a cabo la extracción, carga y descarga del material.
2. Distancia media de sobreacarreo. Para poder cuantificar los movimientos de terracerías, es necesario establecer la distancia de sobreacarreo y la porción del volumen que hay que transportar más allá del límite establecido por el acarreo libre.

La distancia medida de sobreacarreo se obtiene con base en la propiedad de la curva masa que dice que las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan el monto de los acarreos, es decir, un volumen por una distancia. Si el área de estas figuras se divide entre la ordenada de las mismas, que representa un volumen, se obtendrá como resultado una distancia, que restándole el acarreo libre, dará la distancia media de sobreacarreo.

- C) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o debajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

- D) Posición económica de la compensadora auxiliar. Cuando dentro de un movimiento ocasionado por la compensadora general, existen otros máximos y mínimos que dan lugar a otra serie de movimientos adicionales, es necesario utilizar una compensadora auxiliar que haga mínimo el costo de los sobrecarreos en esos movimientos.

Debido a que el Diagrama de Masas se utiliza principalmente para calcular los acarreos, el objetivo del Proyecto no es el cálculo de los acarreos de movimientos de terracerías, ya que no es posible compensar los volúmenes de corte y terraplén debido a que en la mayoría de los casos estaremos restringidos a que las elevaciones de nuestras vialidades, estén lo más cerca posible de las elevaciones de las plataformas ya construidas de los nuevos hospitales y también que la rasante se encuentre por arriba de las obras de drenaje existentes, por esta razón se dificulta realizar compensación de volúmenes.

Cabe mencionar que sumado a lo comentado anteriormente, se dificulta realizar esta compensación debido a que tenemos vialidades de tramos muy cortos y dispersos, por lo que se torna complicado compensar volumetrías en este aspecto.

Por estas razones la realización del Diagrama de Masas no se incluirá en dicho Proyecto, sin embargo por razones de información se explica solamente en que consiste.

3.3 COMBINACIÓN DE ALINEAMIENTOS VERTICAL Y HORIZONTAL

Para definir esta parte se puede observar desglosado en cada uno de sus componentes lo cuales se muestran previamente y posteriormente.

3.4 SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN

3.4.1 DEFINICIÓN

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de este es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

3.4.2 ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias. La Figura 20 contiene todos los elementos de la sección que se explican posteriormente.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

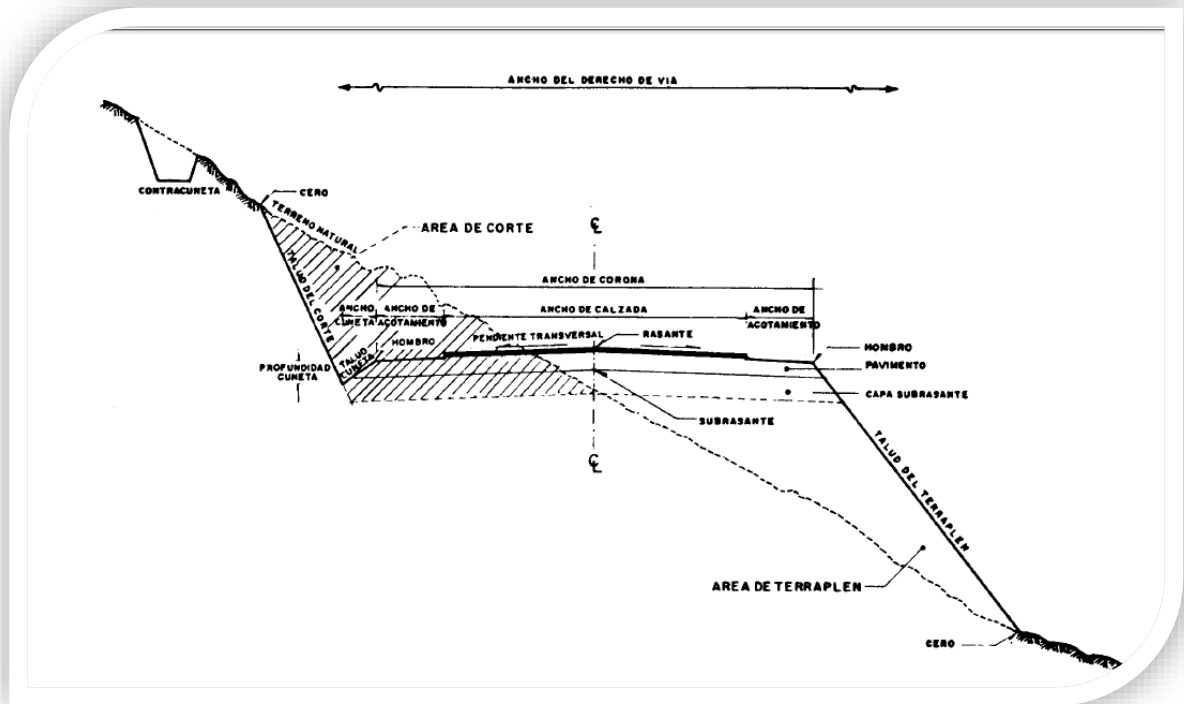


Figura 20. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

a) Corona: la corona es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y /o las interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

En este Proyecto Geométrico se eligieron tres anchos tipo de corona los cuales servirán para observar los diferentes tipos de vialidades que tendremos en el proyecto; estos anchos varían desde los 4.00 metros hasta los 9.00 metros

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

dependiendo del número de carriles que tenga la el tramo de vialidad en estudio.

- Rasante. La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto.

Anteriormente ya hemos determinado la rasante de nuestro proyecto que no es más sino que el nivel terminado de nuestra estructura de pavimento.

- Pendiente transversal. Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos: Bombeo, Sobreelevación y Transición del bombeo a la sobreelevación.

- ✓ Bombeo. El bombeo es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad.

Debido a que todos los ejes de nuestro proyecto presentan pendientes longitudinales en sus respectivos perfiles, el bombeo de nuestras secciones de construcción es nulo, o sea igual a cero, esto se debe a que no es necesario considerar el bombeo porque el diseño de las vialidades permite que tenga un escurrimiento

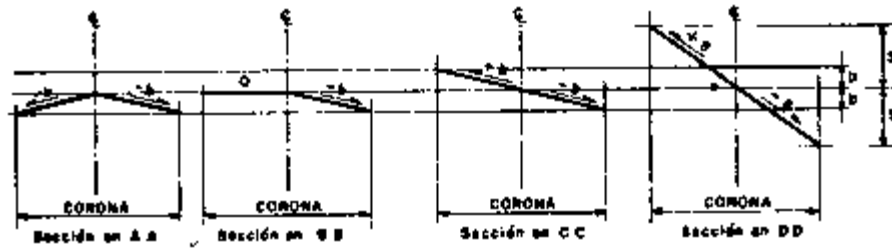
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

pluvial de acuerdo a que todos presentan pendiente longitudinal la cual provoca que el agua escurra sobre las vialidades en una solo dirección y encausándola para que el agua escurra estratégicamente hacia los puntos bajos en donde más de alguno confluye; es en esos puntos donde colocaremos alcantarillas las cuales se explicarán posteriormente.

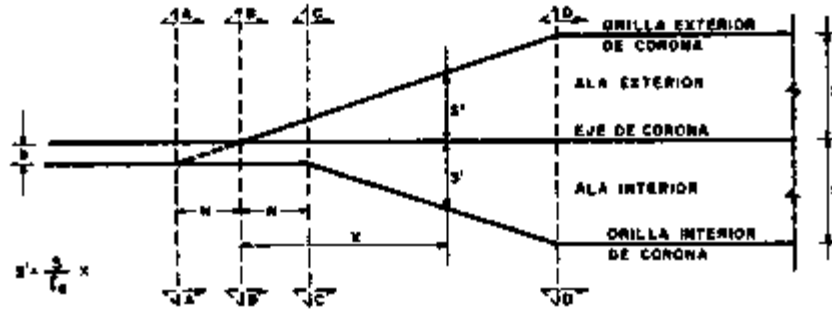
- ✓ Sobreelevación: la sobreelevación es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

SECCIONES TRANSVERSALES



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CON ESPIRALES DE TRANSICION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

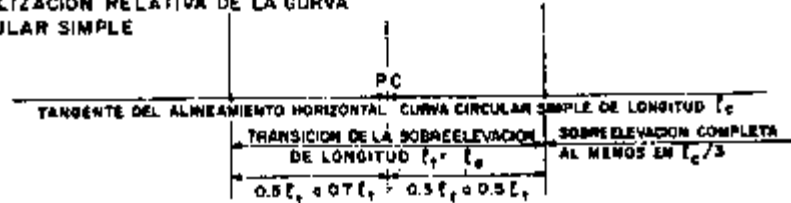


Figura 21. TRANSICIÓN DE LA SECCIÓN EN TANGENTE A LA SECCIÓN EN CURVA GIRANDO SOBRE EL EJE DE CORONA.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

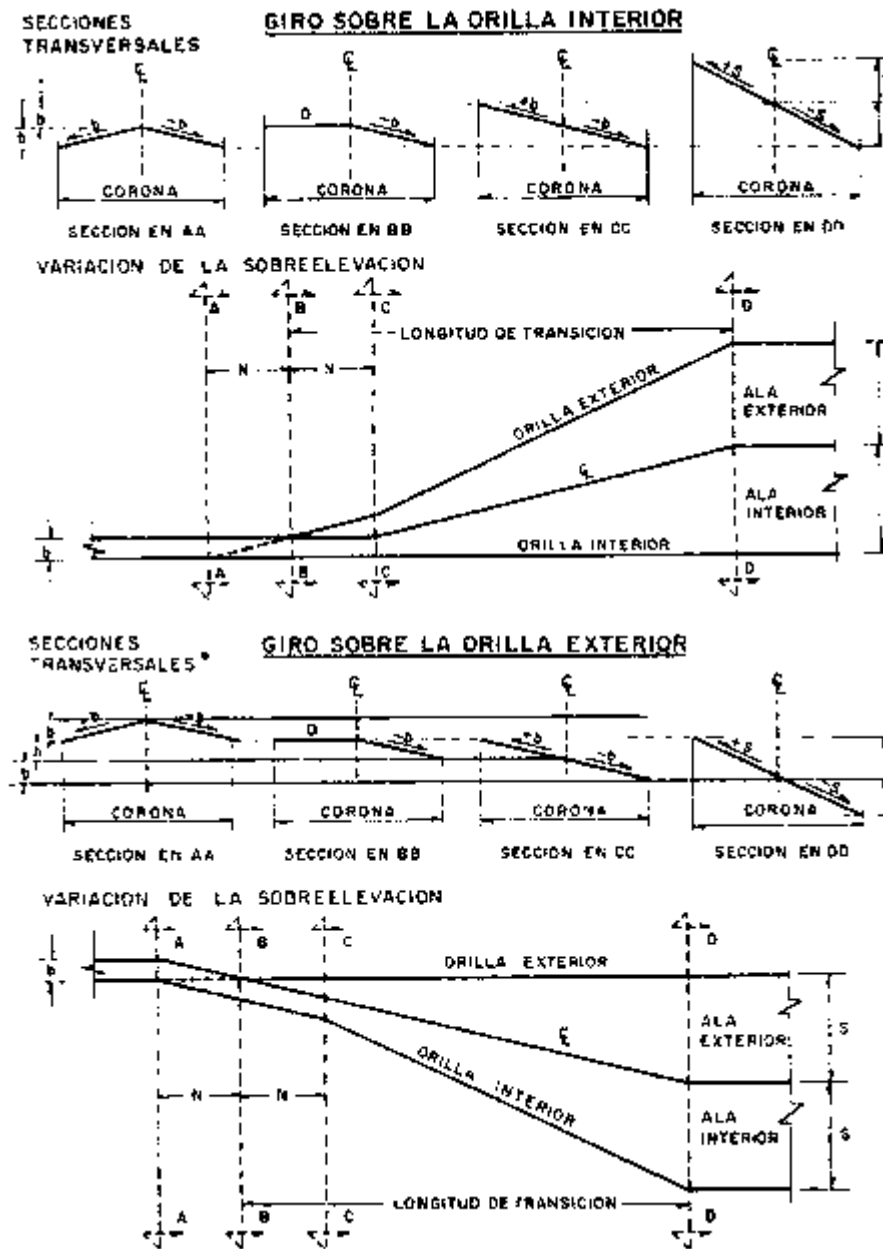


Figura 22. TRANSICIÓN DE LA SECCIÓN EN TANGENTE A LA SECCIÓN EN CURVA.

Como es sabido, este Proyecto es para el diseño de Vialidades Urbanas, las cuales, debido a los requerimientos planteados, la velocidad de circulación vehicular

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

es relativamente baja, por el orden de 40 km/h; teniendo en cuenta esta velocidad de proyecto, resulta viable no incluir sobreelevación en las curvas debido a que si se cuenta con una velocidad de proyecto baja, es más fácil maniobrar el vehículo para el operador de este; además, otro parámetro por el cual no se consideró sobreelevación en las curvas, es que la mayoría de estas, poseen radios de curva bastante amplios, lo que genera mayor comodidad y seguridad en la circulación de los vehículos.

- ✓ Transición del bombeo a la sobreelevación: En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobreelevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva; sin embargo, esta solución tiene el defecto de que al dar la sobreelevación en las tangentes, se obliga al conductor a mover el volante de su vehículo en sentido contrario al de la curva para no salirse del camino; esta maniobra puede ser molesta y peligrosa, por lo cual se recomienda para este caso, dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Se ha determinado empíricamente que las transiciones pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un cincuenta por ciento, siempre que por

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobreelevación completa.

SÍMBOLOS:

- a - Ancho de calzada en tangente
- a_c - Ancho de calzada en curva
- Δ - Ampliación en curva
- V_f - Vuelo trasero
- V_d - Vuelo delantero
- DE - Distancia entre ejes
- EV - Entre ejes (en este caso igual al ancho total del vehículo)
- C - Distancia libre entre vehículos
- U - Distancia entre huellas externas
- F_h - Proyección del vuelo delantero
- Z - Sobreancho por dificultad de manobra

NOTA: Todas las medidas en metros y por metros al alineamiento horizontal.

EXPRESIONES PARA EL CÁLCULO:

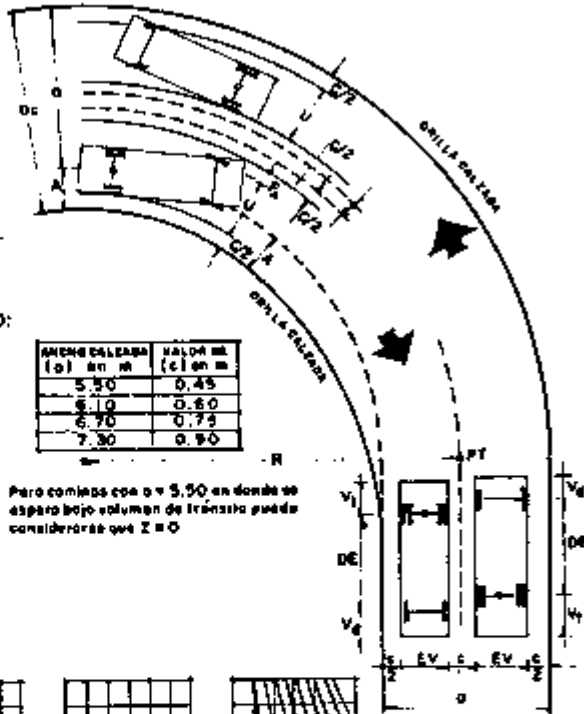
$$\Delta = a_c - a$$

$$a_c = 2U + 2C + F_h + Z$$

$$U = \sqrt{EV + R - \sqrt{R^2 - DE^2}}$$

$$F_h = \sqrt{R^2 + V_d(2DE + V_d)} - R$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$



ANCHO CALZADA (a) en m	VALOR DE (c) en m
5.50	0.45
6.10	0.60
6.70	0.75
7.30	0.90

Para caminos con $a \leq 5.50$ en donde se espere bajo volumen de tránsito puede considerarse que $Z = 0$

GRÁFICAS PARA EL CÁLCULO:

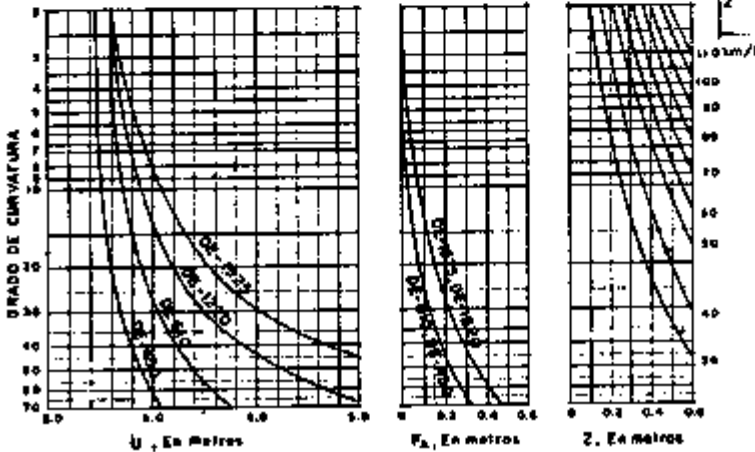


Figura 23. AMPLIACIONES EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Como lo he mencionado anteriormente, al no considerarse sobreelevación en las curvas de este proyecto, tampoco se considerarán las transiciones respectivas.

- Calzada: La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

En este proyecto, en ancho de la calzada, será igual al ancho de la corona, por tratarse de vialidades urbanas en donde la calzada estará limitada por guarniciones.

- Acotamientos: Los acotamientos son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen como ventajas principales las siguientes:
 - ✓ Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada, en el que puede eludir accidentes potenciales o reducir su severidad, pudiendo también estacionarse en ellos en caso obligado.
 - ✓ Proteger contra humedad y posibles erosiones a la calzada, así como dar confinamiento al pavimento.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- ✓ Mejorar la visibilidad en los tramos en curva, sobre todo cuando el camino va en corte.
- ✓ Facilitar los trabajos de conservación.

El ancho de los acotamientos depende principalmente del volumen de tránsito y del nivel de servicio a que el camino vaya a funcionar.

El color, textura y espesor de los acotamientos, dependerá de los objetivos que se quiera lograr con ellos y su pendiente transversal será la misma que la de la calzada.

En este proyecto no se consideran acotamientos en la mayor parte de las vialidades, sin embargo, el único lugar donde se consideran acotamientos, es en el entronque del acceso al Complejo por el Boulevard “Bosque de Eucaliptos, en donde para diseñar los carriles de cambio de velocidad (aceleración y desaceleración) fue necesario considerar que la carretera existente ya cuenta con acotamientos, los cuales sirven de referencia para el trazo inicial de nuestros carriles de aceleración los cuales se ligarán a las elevaciones que muestre el pavimento en esa zona. Además fue necesario considerar un acotamiento interno en las zonas donde se colocarán isletas, ya que por norma, se debe considerar un ancho de 0.50 metros en las vialidades que contengan isletas.

- b) Subcorona: la subcorona es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas de pavimento. En sección transversal es una línea.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Se entiende por terracerías, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la subcorona. La diferencia de cotas entre el terreno natural y la subcorona, define los espesores de corte o terraplén en cada punto de la sección. A los puntos intermedios en donde esa diferencia es nula, se les llama puntos de paso y a las líneas que unen esos puntos en un tramo del camino, línea de paso. A los puntos extremos de la sección donde los taludes cortan al terreno natural, se les llama ceros y a las líneas que los unen a lo largo del camino, líneas de ceros.

Se entiende por pavimento, a la capa o capas de material seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la subcorona y la corona, que tiene por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracerías subyacente a la subcorona, no le causen deformaciones perjudiciales; al mismo tiempo proporciona una superficie de rodamiento adecuada al tránsito. Los pavimentos generalmente están formados por la sub-base, la base y la carpeta, definiendo esta última la calzada del camino.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino, son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho.

- a) Subrasante: La subrasante es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante, está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Para nuestro proyecto, la subrasante será la línea que delimita la capa de material denominada con el mismo nombre, la cual divide las capas de material que resisten las cargas de tránsito (pavimentos) de las que solo proporcionan resistencia y conformación de la estructura (terracerías).

Esta capa tiene un espesor de 30 centímetros de acuerdo al Diseño de Pavimentos explicado posteriormente.

- b) Pendiente transversal: La pendiente transversal de la subcorona es la misma que la de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. Puede ser bombeo o sobreelevación, según que la sección esté en tangente, en curva o en transición.

Como lo hemos mencionado anteriormente, el bombeo de la corona en las vialidades de nuestro proyecto, es de cero, por lo tanto también será de cero para todas las capas de material que conforman la estructura de pavimento, incluyendo la subcorona.

- c) Ancho: el ancho de subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho está en función del ancho de corona y del ensanche.

Este ancho de acuerdo a nuestro proyecto, varía dependiendo si la estructura se encuentra en corte o en terraplén. Cabe mencionar que en ciertos tramos donde se tengan espacios tan estrechos que los taludes de corte o terraplén sean totalmente verticales, el ancho de la subcorona será igual al ancho de la corona.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

d) Ampliación y sobreelevación en transiciones. Para calcular las ampliaciones y sobreelevaciones de la subcorona en las curvas y transiciones del alineamiento horizontal, se explica anteriormente su definición.

No se consideran ampliaciones ni sobreelevaciones de ningún tipo en este proyecto, excepto las mencionadas anteriormente en este apartado.

c) Cunetas y contracunetas: las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

- Cunetas: las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o a ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente, la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 metro, medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; su talud es generalmente de 3:1; del fondo de la cuneta parte el talud de corte. La capacidad hidráulica de esta sección puede calcularse con los métodos establecidos y debe estar de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.

La pendiente longitudinal de las cunetas generalmente es la misma que la del camino, pero puede aumentarse si las condiciones del drenaje así lo requieren y la comparación con otra solución indica que es conveniente.

La longitud de una cuneta está limitada por su capacidad hidráulica, pues no debe permitirse que el agua rebase su sección y se extienda por el acotamiento, por lo que deberá limitarse esta longitud colocando alcantarillas de alivio o proyectando las canalizaciones convenientes.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Cuando la velocidad de agua es fuerte puede causar erosiones en la cuneta; para evitarlas habrá que disminuir esa velocidad o proteger las cunetas con materiales resistentes a la erosión.

En este proyecto de vialidades, no se incluye la construcción de cunetas debido a las siguientes razones:

- ✓ Debido a que en este proyecto las secciones que tenemos en corte poseen una altura de corte relativamente baja, 4 metros cuando mucho, es escurrimiento laminar sobre los taludes de corte es muy bajo, lo que ocasiona que no haya suficiente escurrimiento de agua y haciendo que la construcción de cunetas no sea del todo satisfactorio, pues no sería funcional su operación.
- ✓ De acuerdo al inciso anterior, no es viable la construcción de cunetas, por lo que al no incluirlas en el proyecto, se economiza la construcción de dicha obra.
- ✓ En caso de un escurrimiento mayor, se construirán contracunetas para evitar el escurrimiento pluvial proveniente del terreno natural hacia las vialidades; dichas contracunetas se explican más a detalle en el apartado correspondiente.
- Contracunetas: generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar. Su proyecto en

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

dimensiones y localización está determinado por el escurrimiento posible, por la configuración del terreno y por las características geotécnicas de los materiales que lo forman, pues a veces las contracunetas son perjudiciales si en su longitud ocurren filtraciones que redunden en la inestabilidad de los taludes de corte; en estos casos debe estudiarse la conveniencia de impermeabilizarlas, sustituirlas por bordos o buscar otra solución.

En el apartado de obras de drenaje posterior se explican más a detalle las contracunetas utilizadas en este proyecto.

d) Taludes: El talud es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. Por extensión, en caminos, 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.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman.

En terraplenes, dado el control que se tiene en la extracción y colocación del material que forma el talud, el valor comúnmente empleado para este es de 1.5. En los cortes, debido a la gran variedad en el tipo y disposición de los materiales, es indispensable un estudio, por somero que sea, para definir los taludes en cada caso.

Siguiendo la recomendación anterior, para este proyecto se elige un talud de terraplén con valor de 1.5:1, y para el talud de corte se tomó como referencia

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

las consideraciones del estudio de Mecánica de Suelos realizado el cual nos indica un valor de 0.5:1. Ambos taludes pueden modificarse a tal grado de quedar totalmente verticales, debido a que en ciertos tramos, se cuenta con espacios muy estrechos que imposibilitan el desarrollo de los taludes con la proporción deseada, principalmente en tramos donde se colocará un muro de contención o donde se construirán vialidades separadas por un ligero estrechamiento (camellones).

- e) Partes Complementarias: bajo esta denominación se incluyen aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación del camino. Tales elementos son las guarniciones, bordillos, banquetas, y fajas separadoras. Las defensas y los dispositivos para el control de tránsito también pueden considerarse como parte de la sección transversal; su aplicación, diseño y descripción, están tratados en el Manual de Dispositivos para el Control del tránsito, editado por la Secretaría de Obras Públicas.
- Guarniciones y Bordillos. Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulico que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento. El tipo y ubicación de las guarniciones influye en las reacciones del conductor y, por lo tanto, en la seguridad y utilidad del camino.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Los bordillos son elementos, generalmente de concreto asfáltico, que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, a fin de encauzar el agua que escurre por la corona y que de otro modo causaría erosiones en el talud del terraplén.

Como es un proyecto de vialidades, es más conveniente la construcción de guarniciones las cuales serán de forma trapezoidal y tendrán una altura total de 20 centímetros.

- Banquetas: las banquetas son fajas destinadas a la circulación de peatones, ubicadas a un nivel superior al de la corona y a uno o ambos lados de ella. En zonas urbanas y suburbanas, la banqueteta es parte integrante de la calle; en caminos rara vez son necesarias.

La justificación del proyecto de banquetas depende del peligro a que estén sujetos los peatones en caso de no haberlas, lo que a su vez está gobernado por la circulación horaria de peatones y el volumen y velocidad de tránsito. Cuando la circulación de peatones es eventual no es necesario construir banquetas.

Para saber más acerca de las características de las banquetas utilizadas en este proyecto, consultarlo en el apartado correspondiente que se encuentra en la parte de alineamiento horizontal.

- Fajas separadoras y camellones. Se llaman fajas separadoras a las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, o bien para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza. A las primeras se les llama fajas separadoras centrales y a las

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

segundas fajas separadoras laterales. Cuando a estas fajas se les construyen guarniciones laterales y entre ellas se coloca material para obtener un nivel superior al de la calzada, toman el nombre de camellones, que igualmente pueden ser centrales o laterales; su anchura es variable dependiendo el costo del derecho de vía y de las necesidades de tránsito. El ancho mínimo es de 1.20 m.

Los camellones centrales se usan en caminos de cuatro o más carriles; los laterales se proyectan en zonas urbanas y suburbanas para separar el tránsito directo del local en una calle o camino lateral.

En ocasiones, se pone en los camellones centrales setos altos para evitar el deslumbramiento de los usuarios; en las curvas horizontales, este seto reduce la distancia de visibilidad, por lo que en estos casos debe eliminarse o proyectar el camellón con un ancho tal que el seto permita tener al menos la distancia de visibilidad de parada, correspondiente a la velocidad de proyecto del tramo para el carril inmediato al camellón.

La inclusión de camellones en este proyecto fue por la decisión de separar los carriles en contrasentido, así como permitir una mejor apariencia del proyecto de vialidades. El ancho de estos camellones varía, pero se tomó la consideración de tomar como punto de partida el ancho mínimo que se establece de 1.20 metros.

Dichos camellones y su distribución se puede observar en el Plano de Planta General.

- f) Derecho de Vía: El derecho de vía de una carretera es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer sus necesidades.

En general, conviene que el ancho de derecho de vía sea uniforme, pero habrá casos en que para alojar intersecciones, bancos de materiales, taludes de corte o terraplén y servicios auxiliares, se requiere disponer de un mayor ancho.

Dado el caso de que el proyecto de vialidades internas del complejo Ciudad Salud, se encuentra en una zona radial, no fue necesario obtener un derecho de vía de dichas vialidades, puesto que son vialidades que beneficiarán a los tres hospitales mencionados y el ancho de estas se determina en base al espacio disponible que hay internamente dentro del complejo, sin afectar claro los proyectos de obras o construcciones que cada hospital requiera.

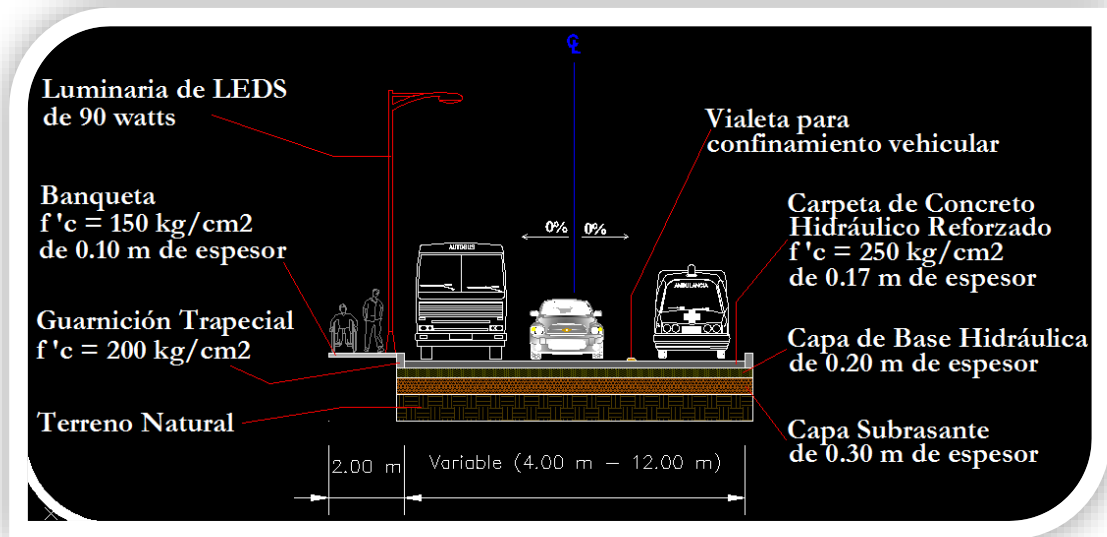
Sin embargo, cabe mencionar que el Derecho de Vía incluye los carriles de cambio de velocidad que existen en el entronque del Acceso Sur mencionado anteriormente.

3.4.3 CREAR LA SECCIÓN TIPO DE CAMINO (ASSEMBLY) UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La Sección Tipo es una sección transversal del camino que cuenta con todas las características especiales que serán aplicadas a todas las secciones transversales del eje del camino, tales como geometría, espesores de capas, pendientes, etc.

La Sección Tipo de nuestro camino se muestra a continuación:



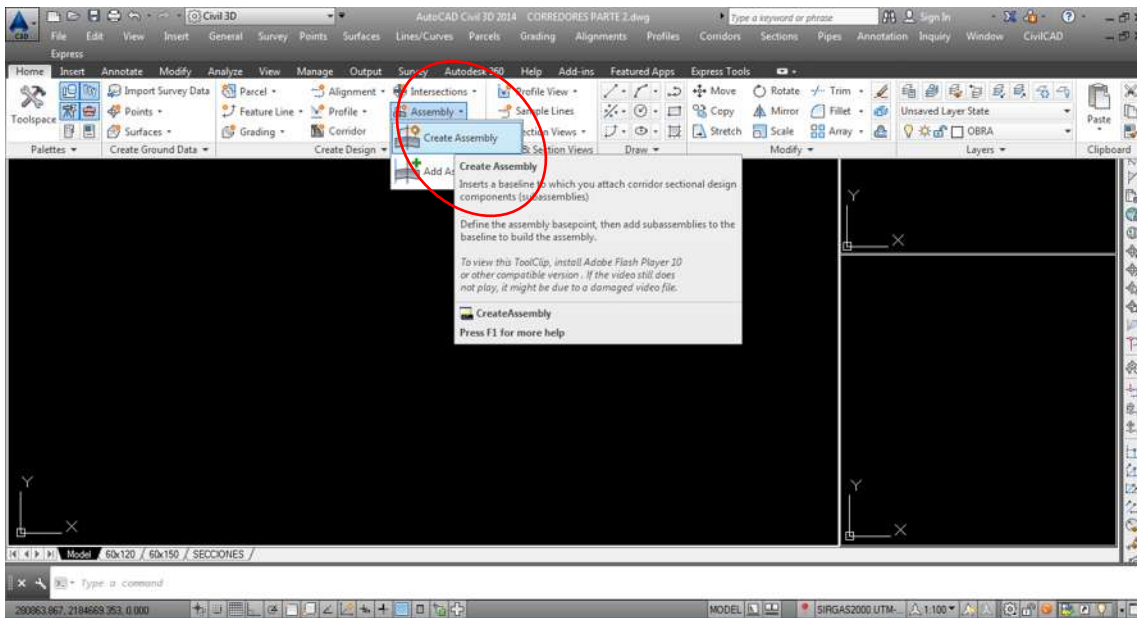
Para la realización de las secciones de construcción pertenecientes a las diferentes vialidades de nuestro proyecto, fue necesario en primer lugar la configuración y programación de una sección tipo modelo llamada “Assembly”, el cual es un modelo base que tomará las características de las secciones en nuestro proyecto.

Para nuestro proyecto tendremos tres Assembly diferentes, debido a que contamos tres secciones tipo las cuales a única diferencia entre estas es el ancho de calzada.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

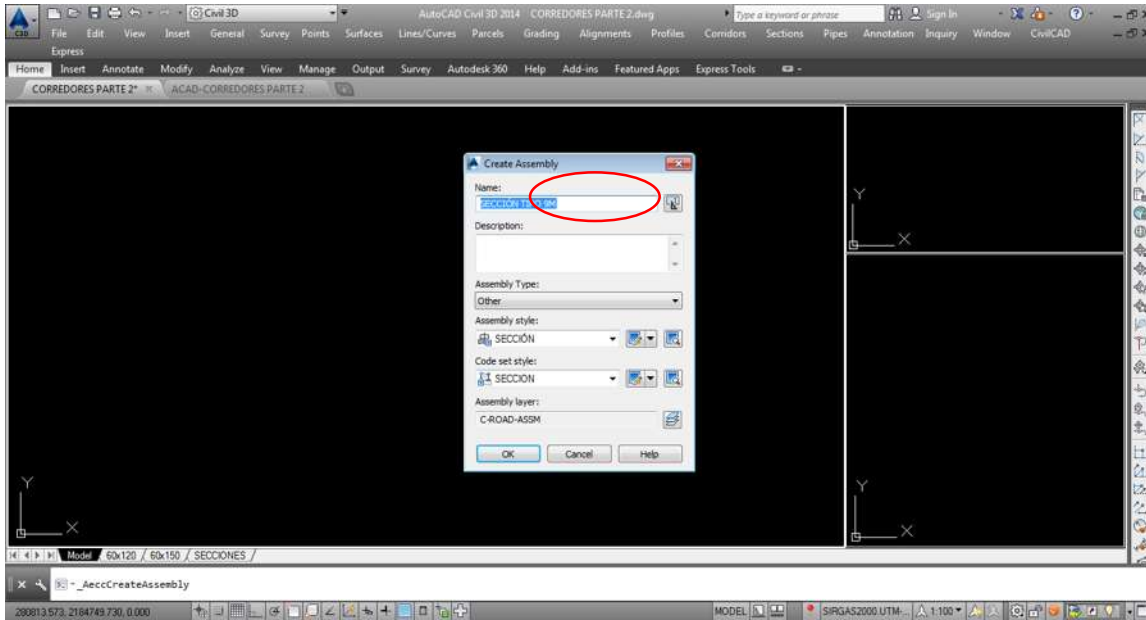
Para ejemplificar el diseño del Assembly, tomaremos como referencia la sección tipo con ancho de calzada igual a 9.00 metros. Los pasos a seguir para el diseño de este Assembly son los siguientes:

Paso 1: En el menú de tareas de Civil 3D, seleccionar la pestaña “Assembly”, desplegar la flecha lateral y seleccionar la opción “Create Assembly” que quiere decir “Crear Assembly”:

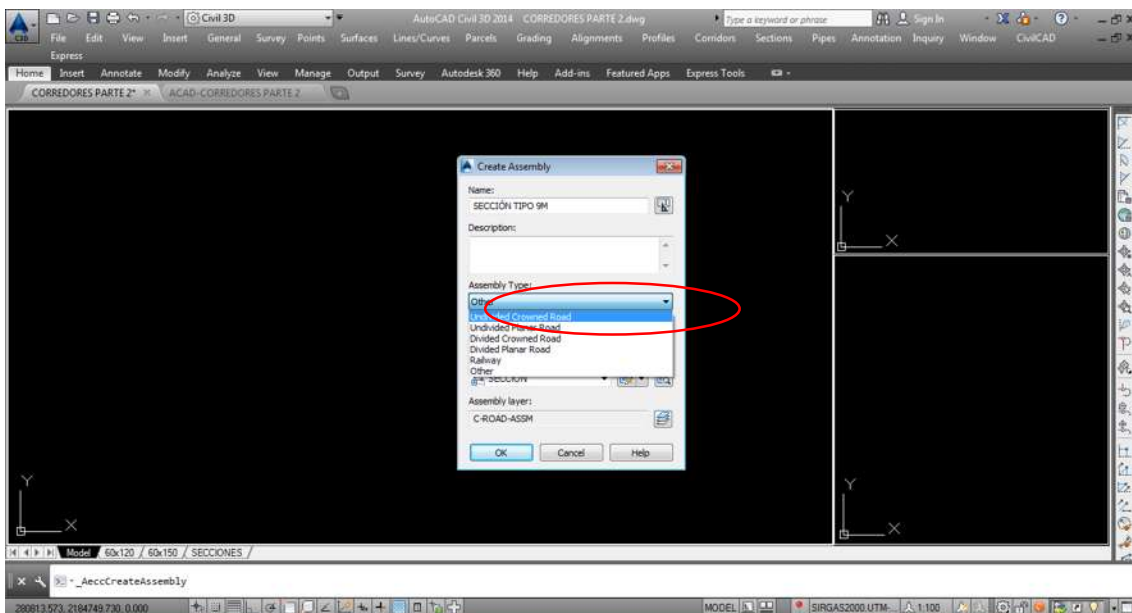


Paso 2: Se abre una ventana en donde debemos poner el nombre del Assembly creado:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

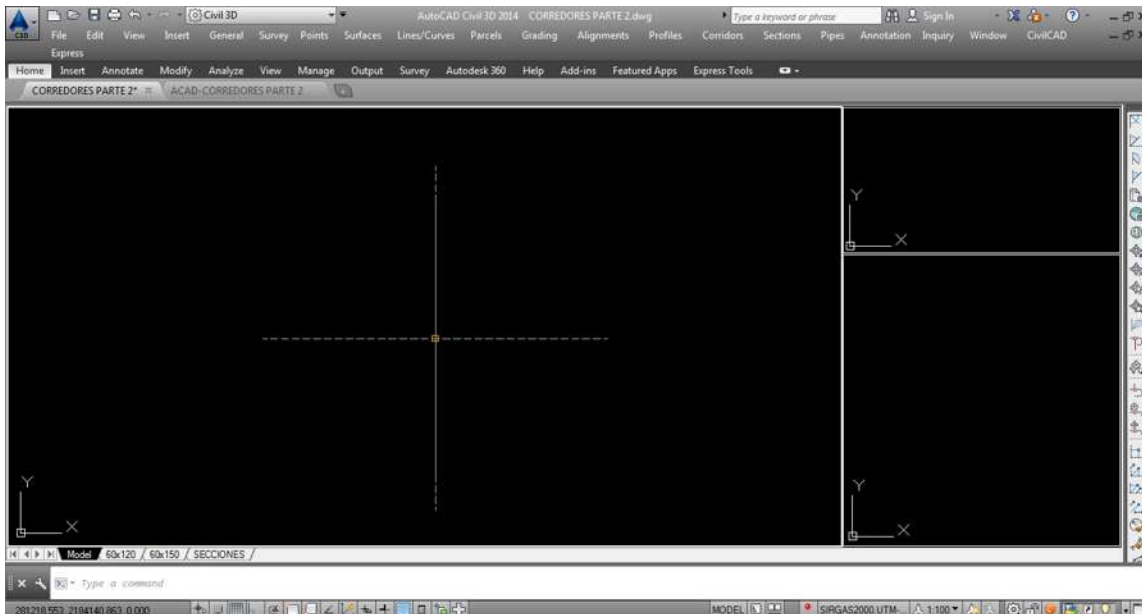


Paso 3: Desplegar la pestaña “Assembly Type” y seleccionar el tipo de Assembly que se desea utilizar en nuestro proyecto, para este caso seleccionaremos la opción “Undivided Crowned Road” el cual es el tipo de Assembly utilizado para realizar vialidades de un solo sentido y es precisamente el necesario de acuerdo a las vialidades de este proyecto; una vez hecho esto, seleccionar la opción “OK”:



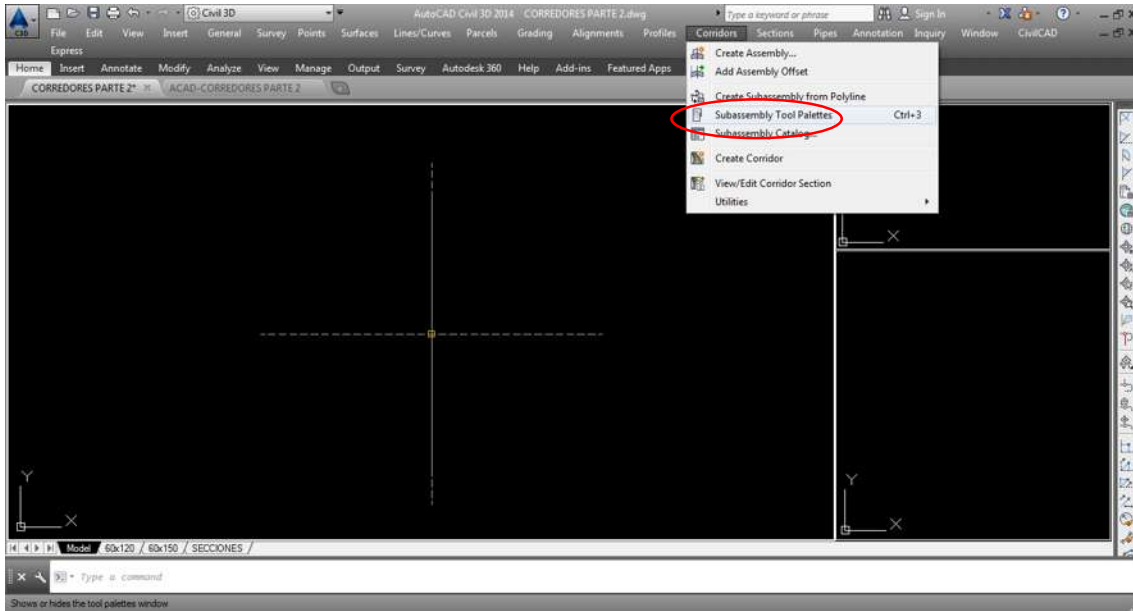
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 4: El programa nos pedirá que indiquemos un punto donde colocar el Assembly, lo colocamos e inmediatamente nos aparecerá en forma de cruz, el cual nos indica que el Assembly no está configurado aún:

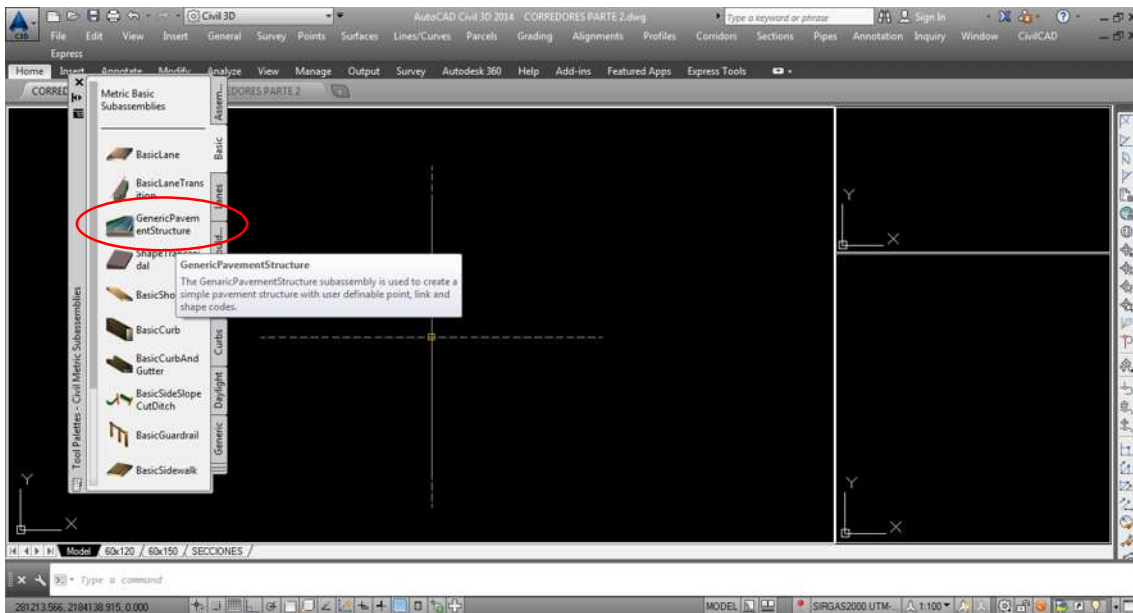


Pasó 5: Debido a que el Assembly necesita de información para poder trabajar adecuadamente, será necesario crear “Subassembly”, que no es más que información adicional de menor grado que el Assembly. Para ello en la barra superior del Civil 3D, seleccionaremos la pestaña “Corridors”, la cual a su vez desplegará una lista de opciones; empezaremos con seleccionar la opción que diga “Subassembly Tool Palettes”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

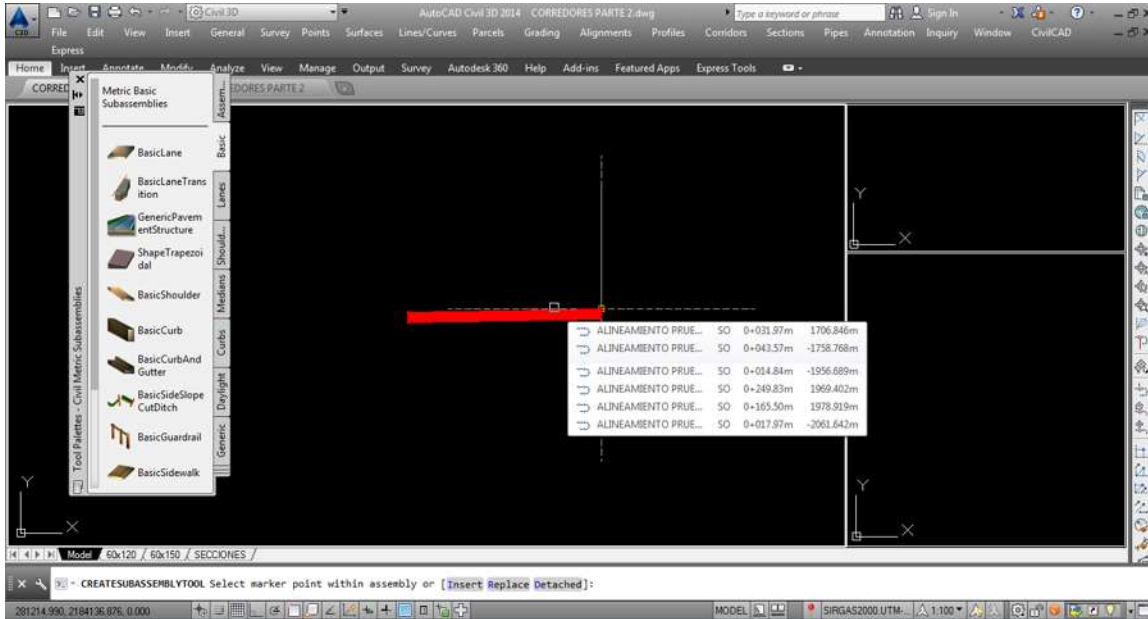


Paso 6: Inmediatamente después se despliega una ventana con todas las opciones de Subassembly que puede haber; en ella elegiremos la opción “Generic Pavement Structure”, la cual se utiliza cuando necesitamos crear una estructura de pavimento que contenga varias capas en ella, tal como lo indica nuestra Sección Tipo de Proyecto:

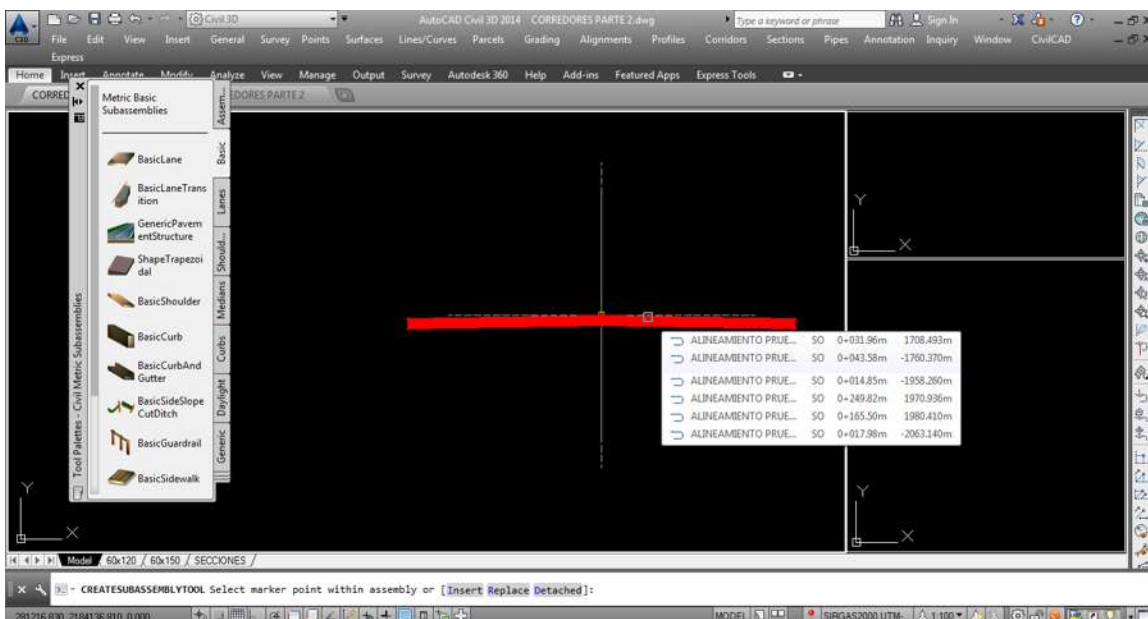


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 7: El programa nos pedirá que indiquemos en qué lado del Assembly queremos colocar el Subassembly, en este caso comenzaremos con colocarlo del lado izquierdo:

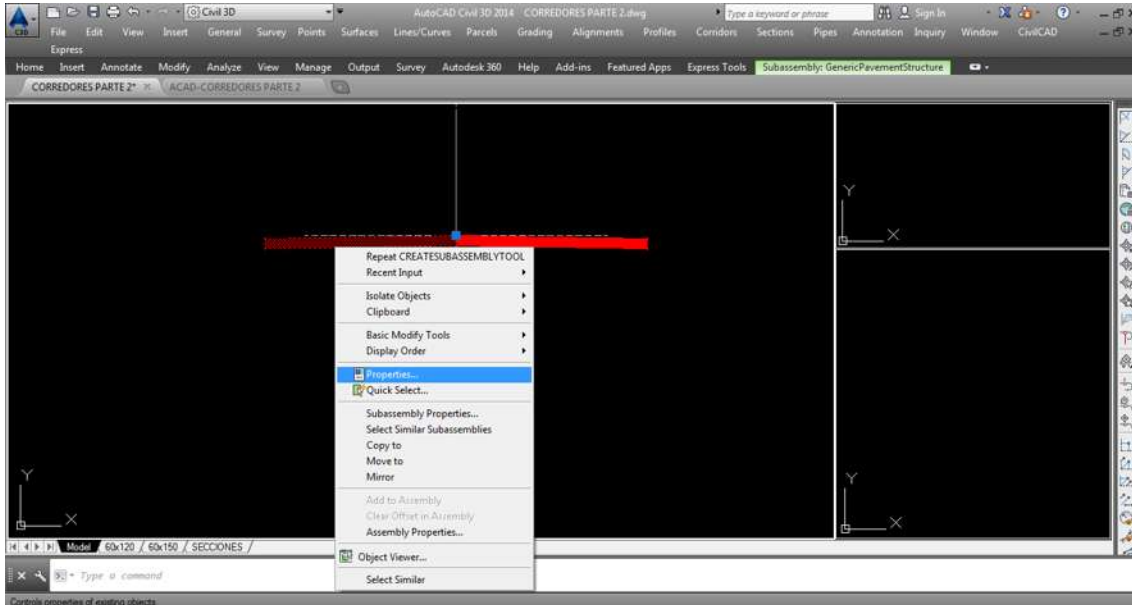


Paso 8: De igual manera que el paso anterior ahora crearemos el Subassembly en el lado derecho del Assembly, con esto completamos ambos lados de nuestro Assembly:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 9: Para darle las características de diseño a nuestros Subassembly, empezamos por seleccionar el Subassembly izquierdo y seleccionar la opción “Properties”:



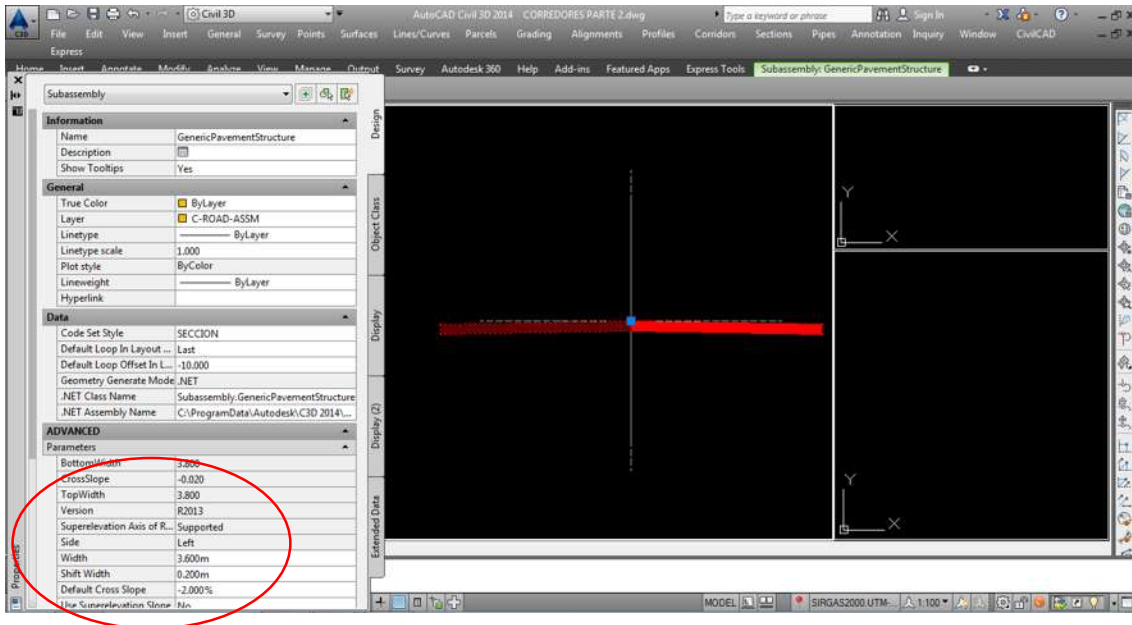
Paso 10: Inmediatamente después nos abrirá una ventana en donde podremos poner las características de diseño de acuerdo a lo requerido en la Sección Tipo de Proyecto.

Para ello debemos de localizar dentro de esa ventana el apartado “Parameters”, el cual contendrá los parámetros que podemos modificar, tales como:

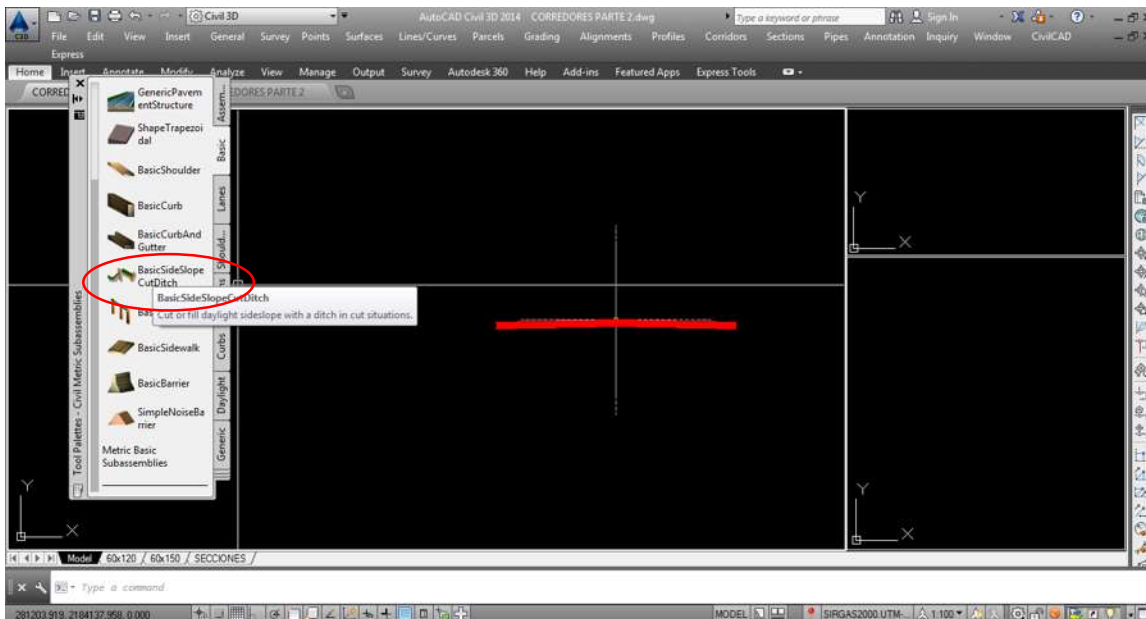
- El ancho o “Width” (que usualmente es el ancho que tiene en la Sección Tipo de Proyecto).
- El espesor o “Shift Width” (que es el espesor de la capa de la estructura según sea el caso).
- La Pendiente o “Default Cross Slope” (que es el valor de bombeo que tenemos en la vialidad).

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Todos estos parámetros se pueden editar para ambos Subassembly los cuales se muestran en la figura siguiente:

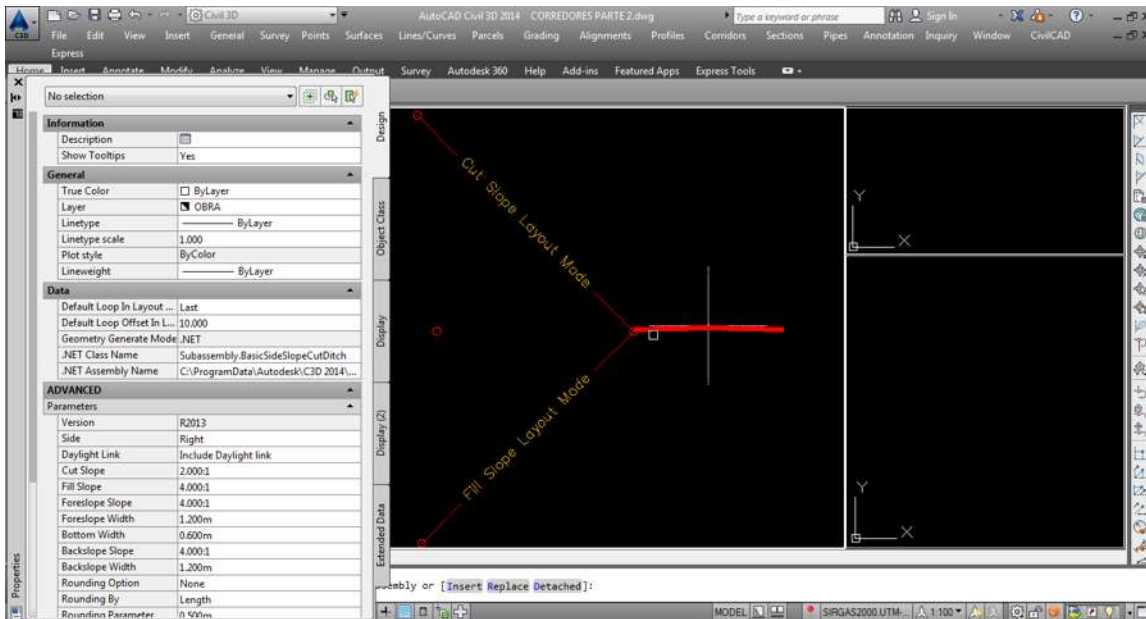


Paso 11: Ahora se procede a crear las propiedades de los taludes de corte y terraplén, para ello seleccionaremos en la barra de Subassembly Tool Palettes la opción “Basic Side Slope Cut Ditch”:

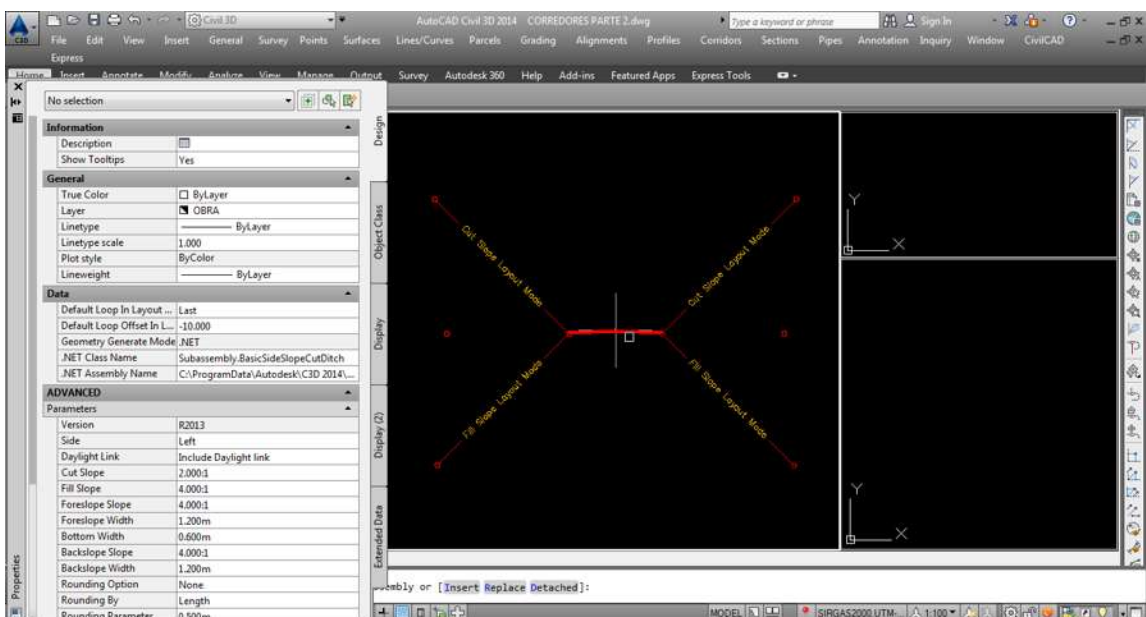


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 12: Una vez seleccionado esta opción, se procede a colocarlo donde necesitamos indicar que habrá los hombros de nuestra vialidad en donde se indicarán los taludes de corte o terraplén:



Paso 13: Hacer lo anterior a ambos hombros de nuestras vialidades:

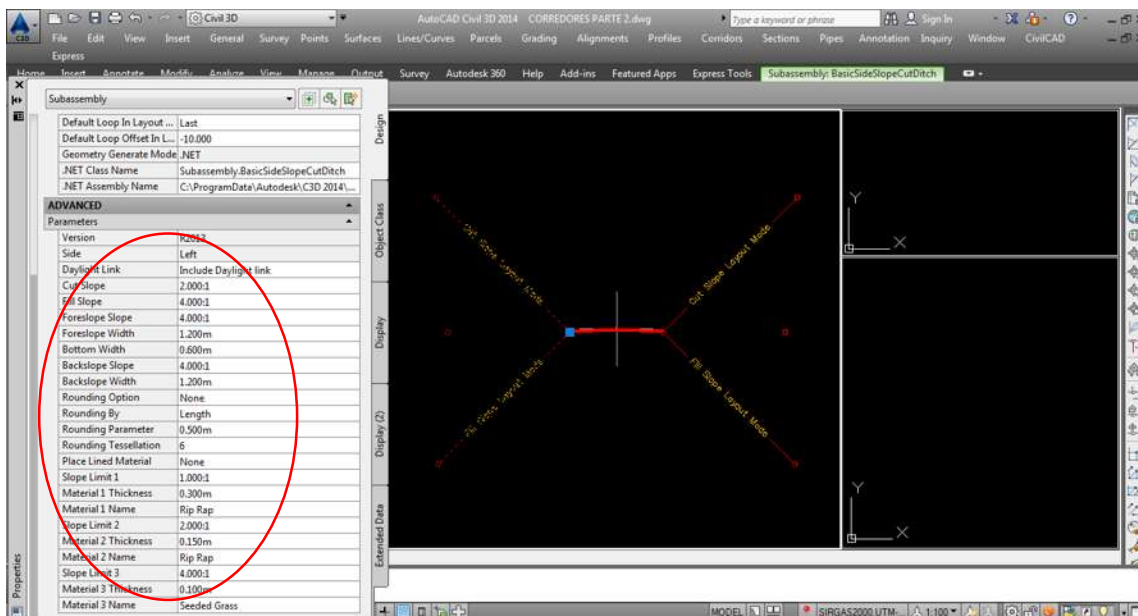


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 14: Proporcionar las características de corte y terraplén en cada uno de los asignados anteriormente; en esta parte se darán propiedades que se explican a continuación:

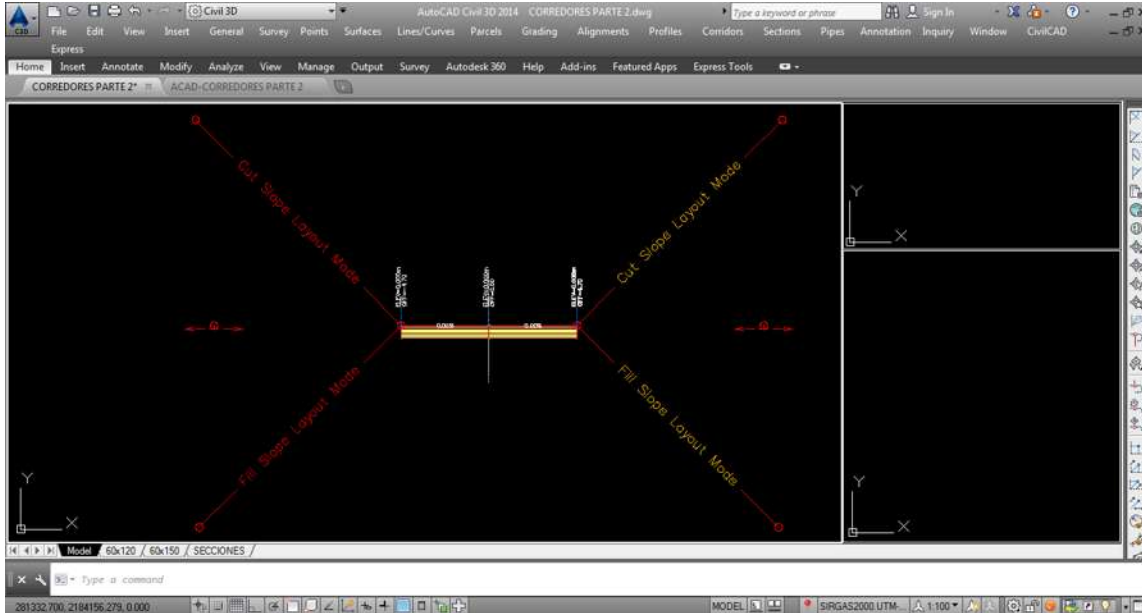
- Cut Slope: Talud de Corte del Terreno Natural = 0.5:1
- Fill Slope: Talud de Terraplén del Terreno Natural = 1.5:1
- Foreslope Slope: Talud de Caída de Cuneta
- Foreslope Width: Ancho Superior de Cuneta de Inicio
- Bothom Width: Ancho Inferior de Cuneta
- Backslope Slope: Talud de Subida de Cuneta
- Backslope Width: Ancho Superior de Cuneta de Fin

Estas características se pueden editar dando click derecho en el Subassembly y seleccionar la opción “properties” la cual nos abre la ventana de características:

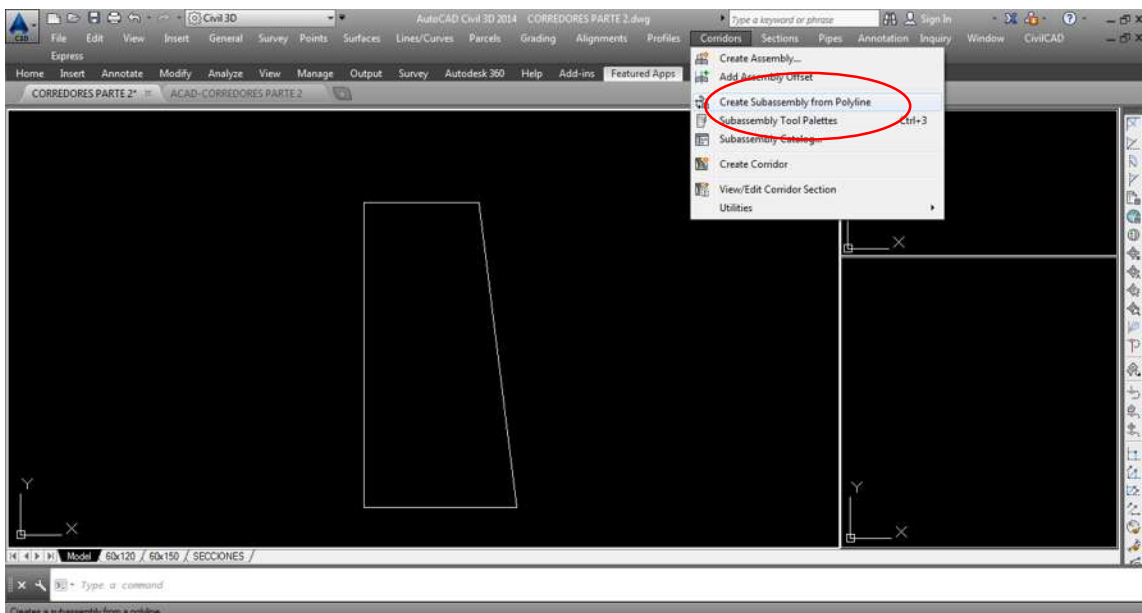


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 15: Damos las propiedades a ambos Subassembly:

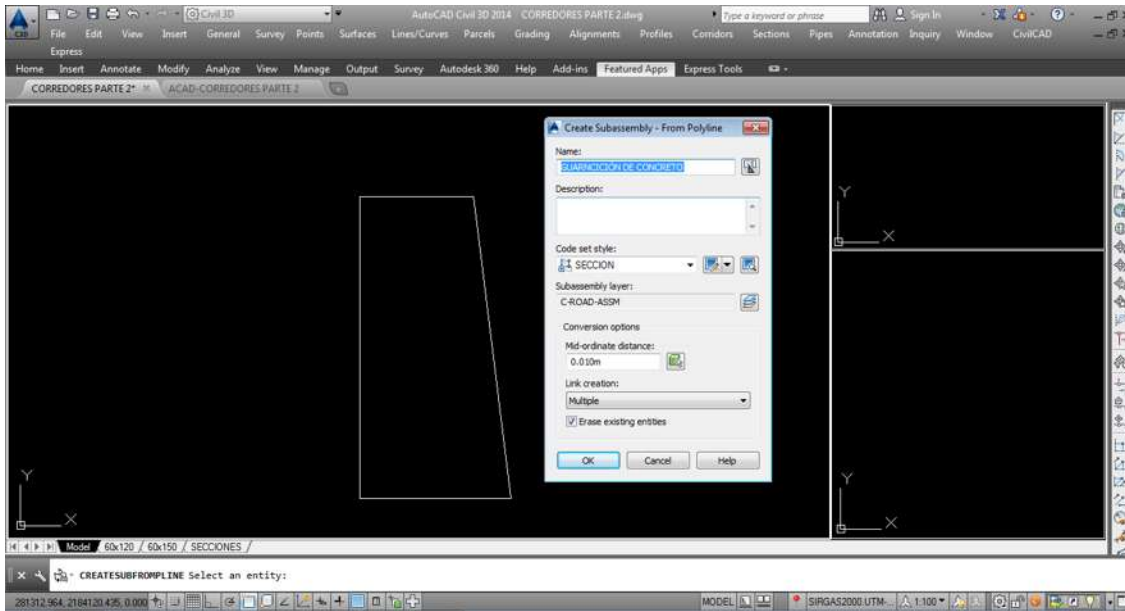


Paso 16: Para realizar la guarnición primero la dibujaremos con polilíneas dándole sus características geométricas, después se procede a seleccionar la pestaña “Corridors→Create Subassembly from Polyline”, la cual nos permitirá transformar una polilínea a un Subassembly:

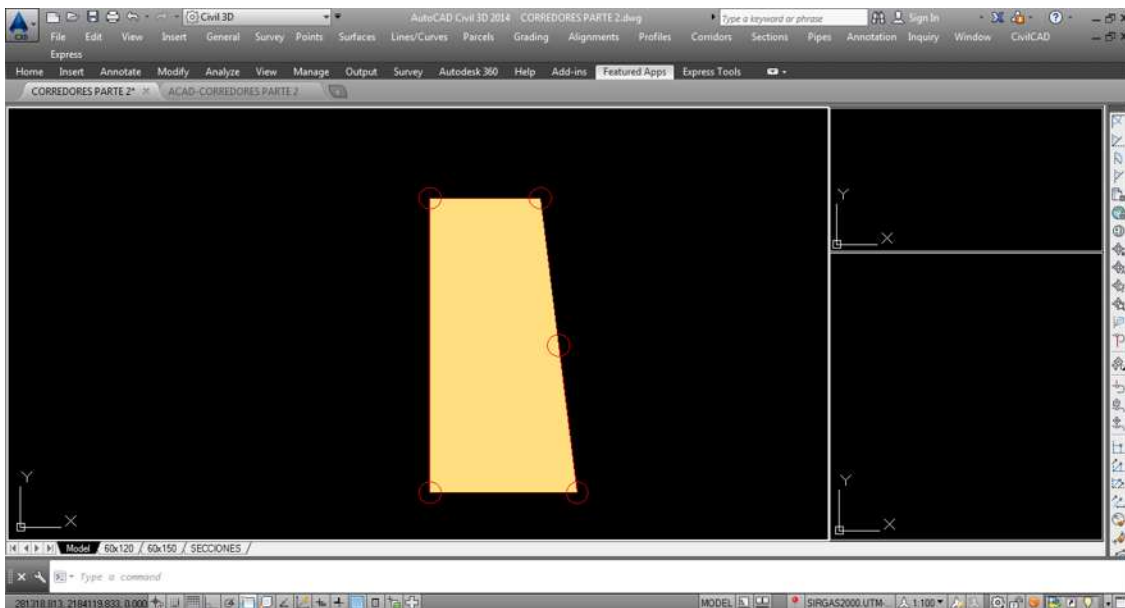


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 17: Nos abrirá una ventana en donde podremos asignar propiedades al Subassembly creado, tales como nombre, capa en la que se encuentra, etc.:

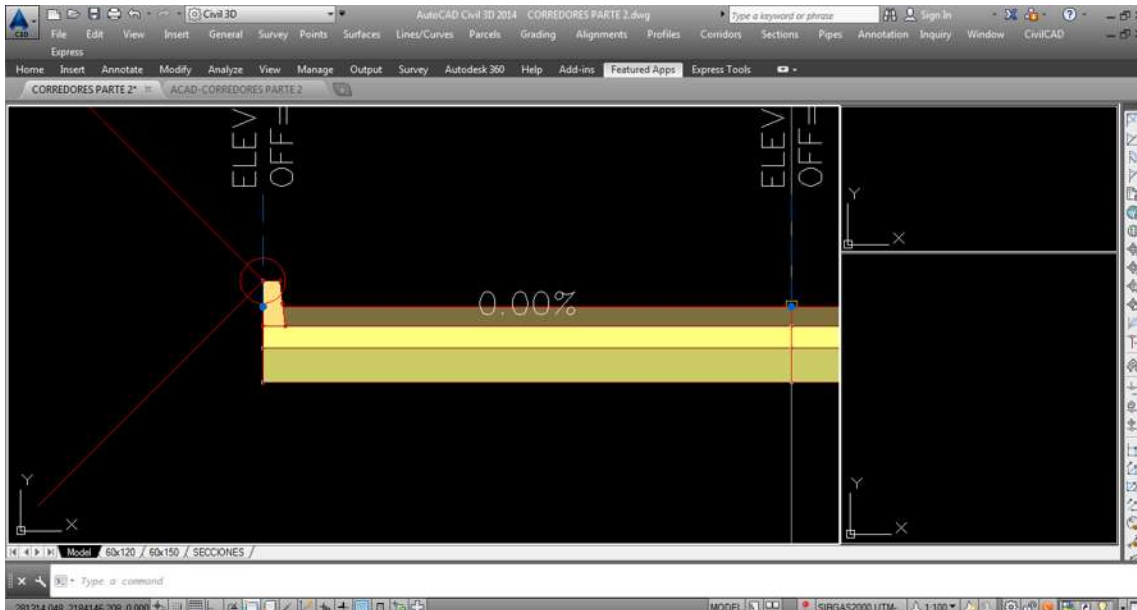


Paso 18: el Subassembly de nuestra guarnición ha sido creado:

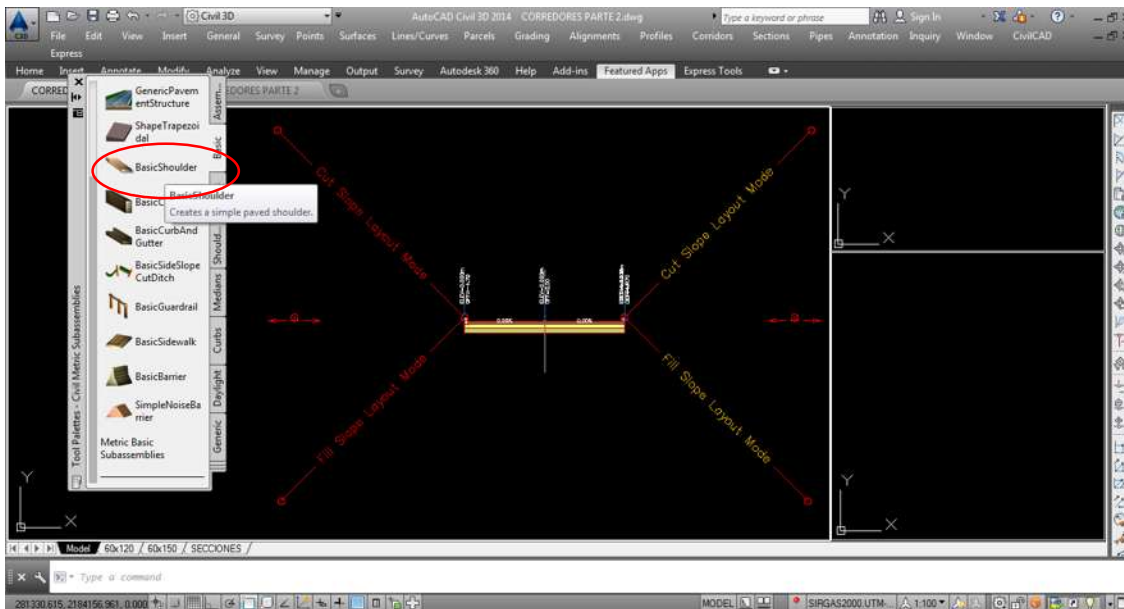


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 19: Se procede a colocar el Subassembly de la guarnición en las orillas de las vialidades:

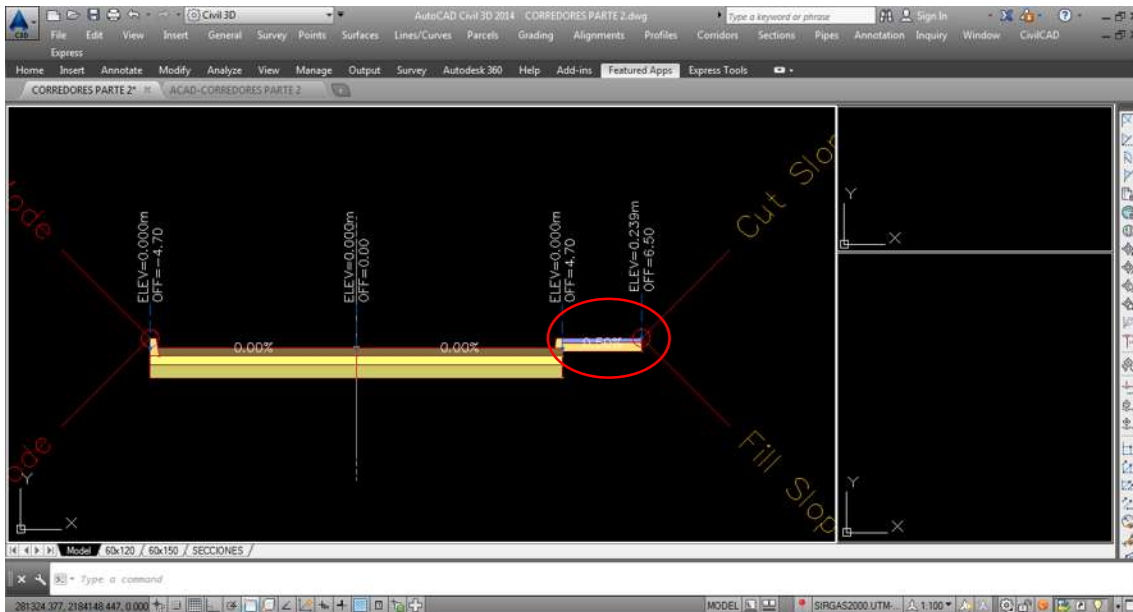


Paso 20: Procederemos a crear las banquetas en nuestras vialidades, para ello iremos a la sección “Subassembly Tool Palettes” y seleccionaremos la opción “Basic Shoulder”:



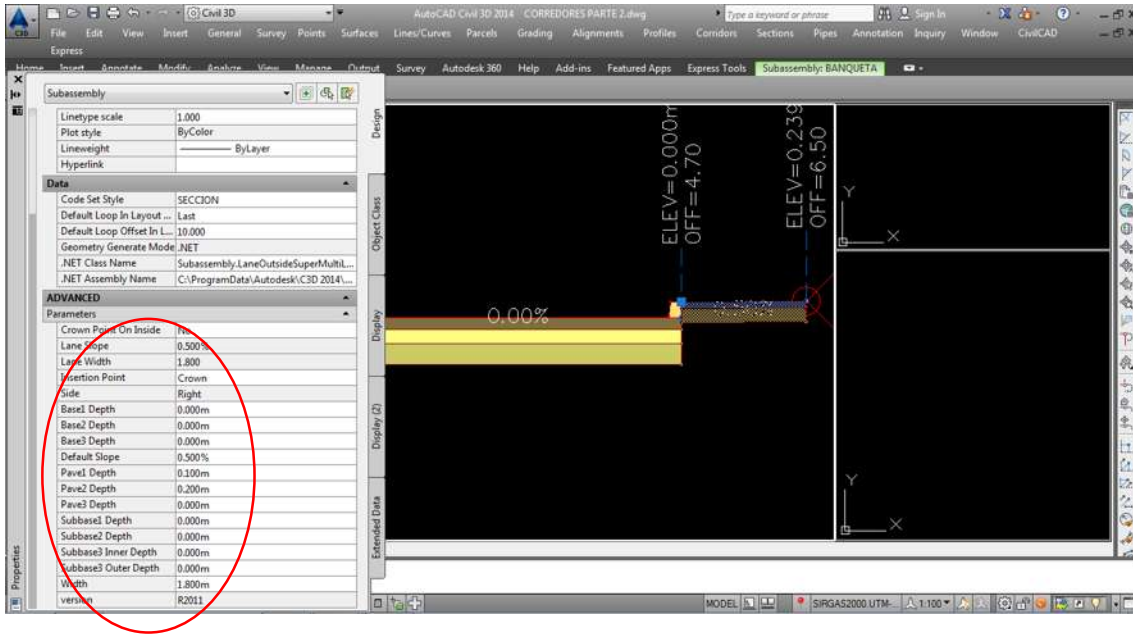
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 21: Colocaremos la banqueta en el lugar según la sección Tipo, en este caso sólo se colocarán banquetas del lado derecho de las vialidades, según lo indica el Proyecto:

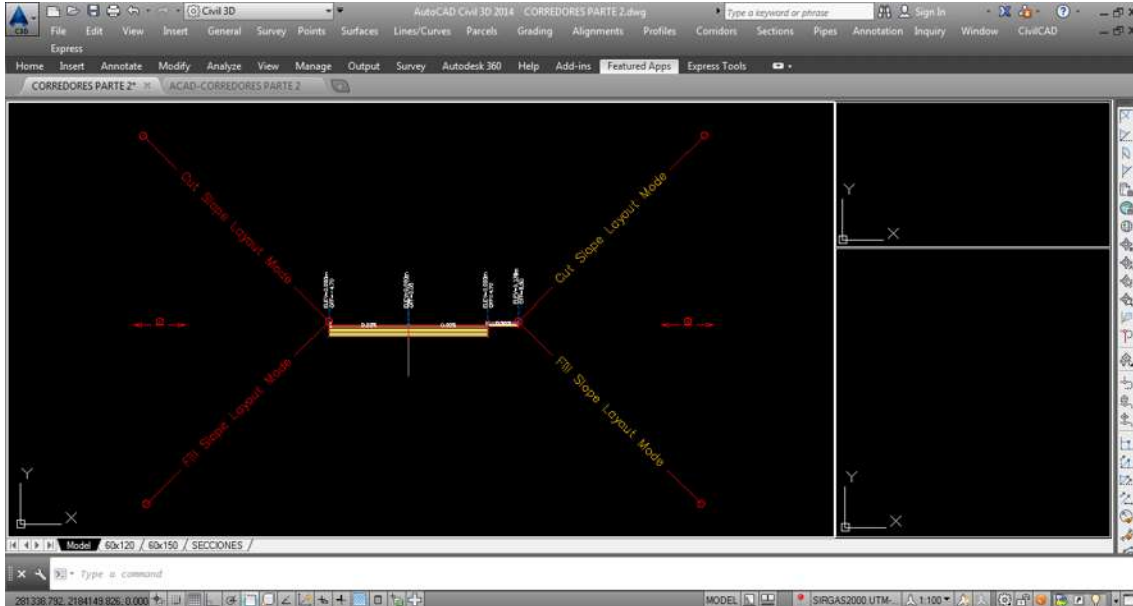


Paso 22: Al igual que las capas de la estructura de pavimento, será necesario proporcionar características de diseño a estas nuevas capas de banqueta:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

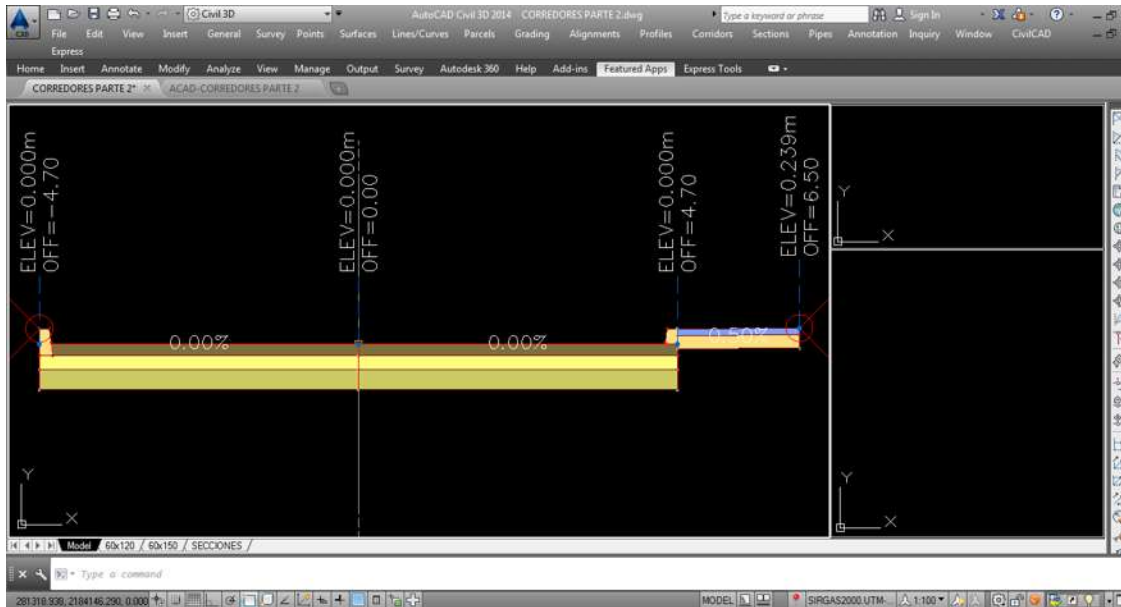


Paso 23: El Assembly de la Sección Tipo a utilizar en el proyecto se deberá apreciar así:



PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En vista más de cerca se puede apreciar la configuración del Assembly donde se indica los puntos estratégicos de información, tales como elevación y distancia respecto al eje, tal como se muestra en la figura siguiente:

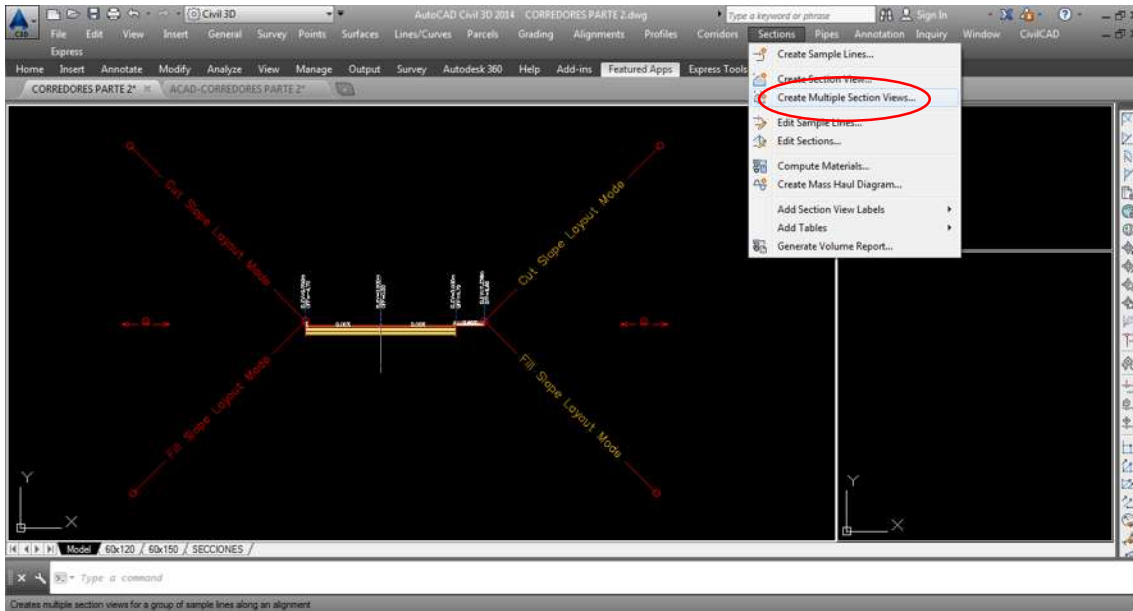


3.4.4 CREAR LAS SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVL 3D

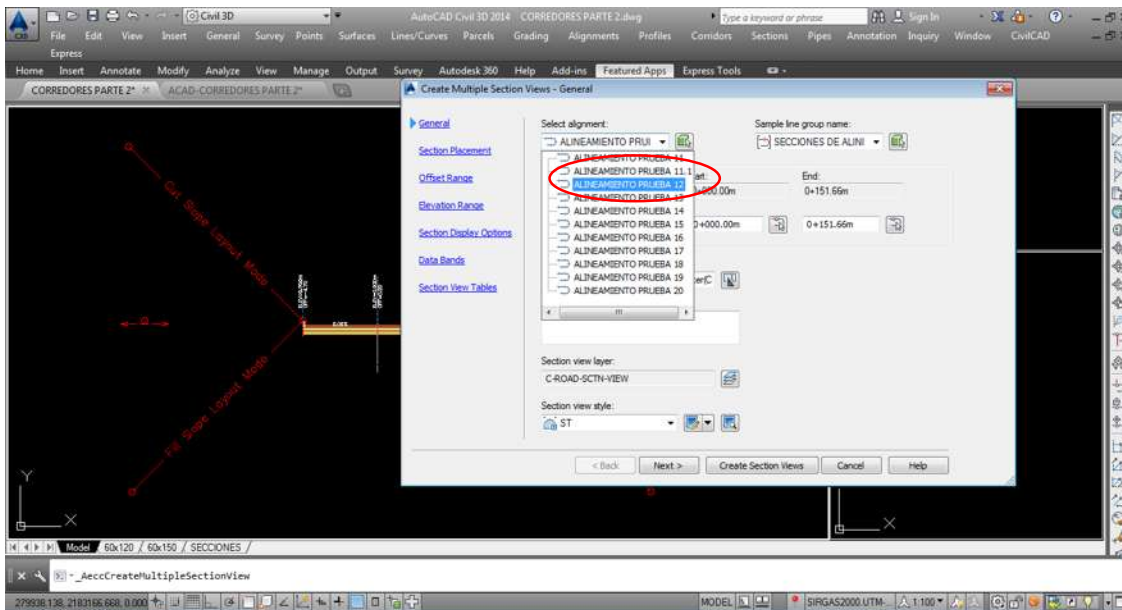
Una vez creado el Assembly de nuestra sección tipo, se procede a procesar nuestras vialidades para obtener las Secciones de Construcción.

Paso 1: Ir al Menú de Civil 3D y seleccionar la pestaña “Sections”, y de igual forma seleccionar la opción “Create Multiple Section Views”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

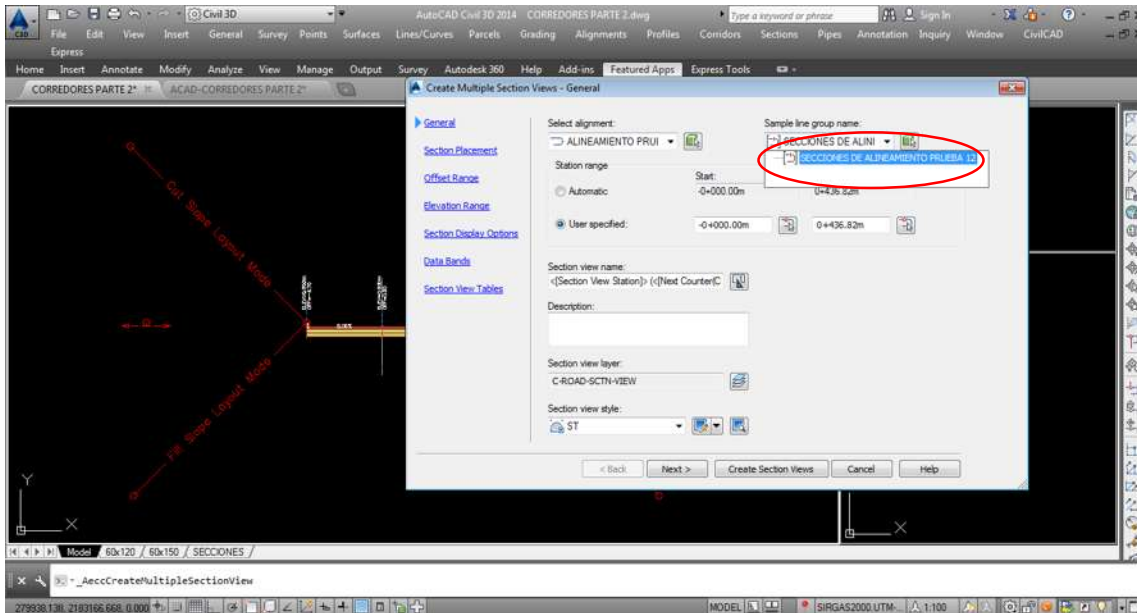


Paso 2: Se abre una ventana en donde se elegirá el alineamiento que queremos que se procesen las secciones:

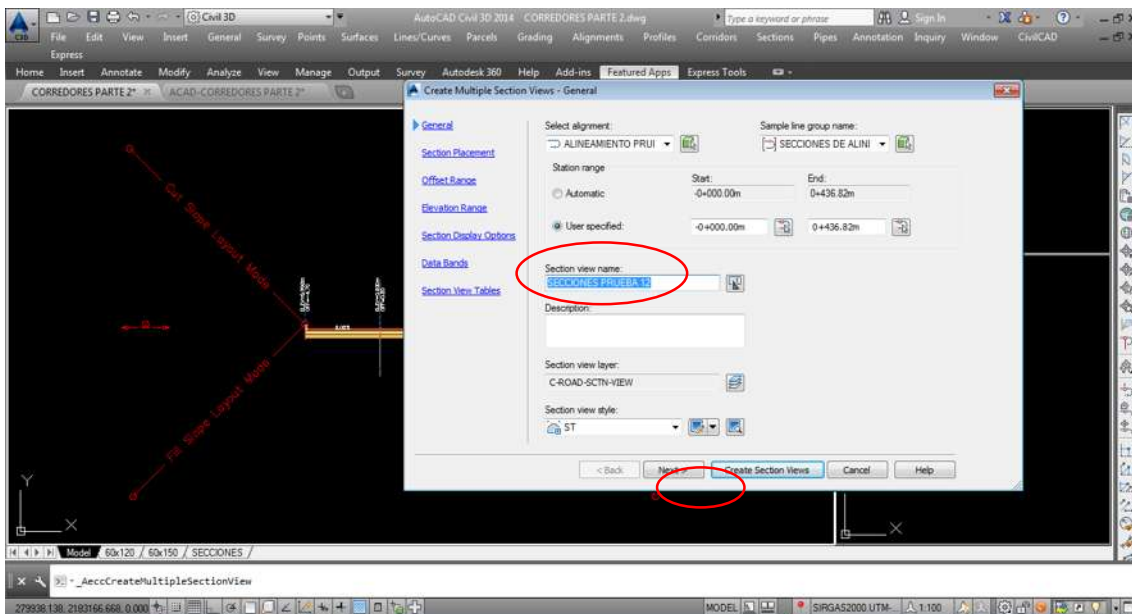


Paso 3: Así mismo se muestran el grupo de secciones con que cuenta el alineamiento seleccionado previamente:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

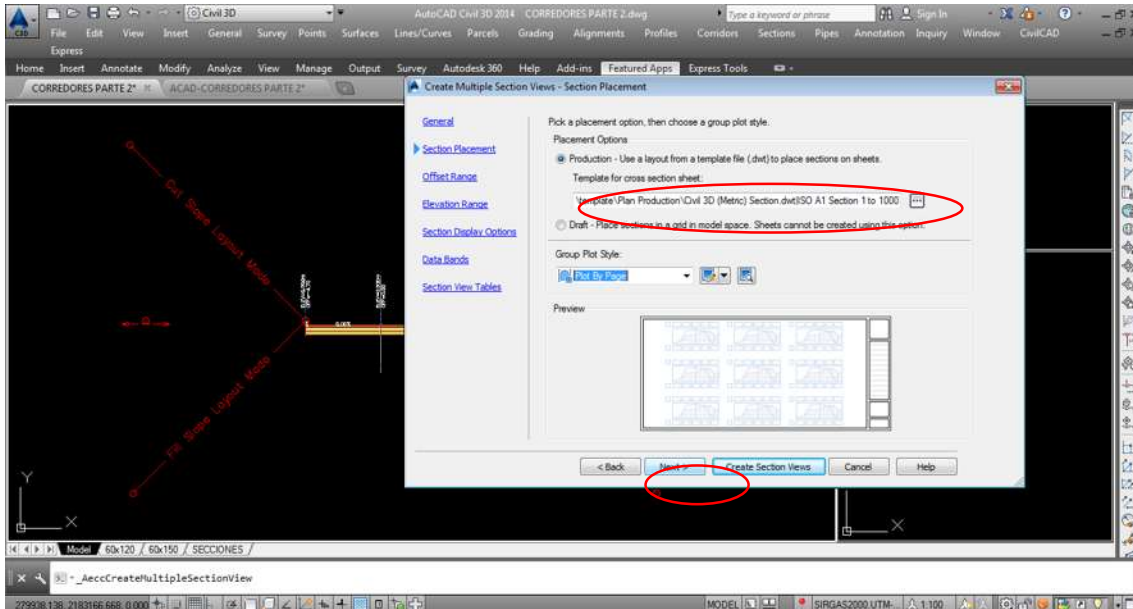


Paso 4: Darle un nombre a este grupo de secciones y dar click en “next”:

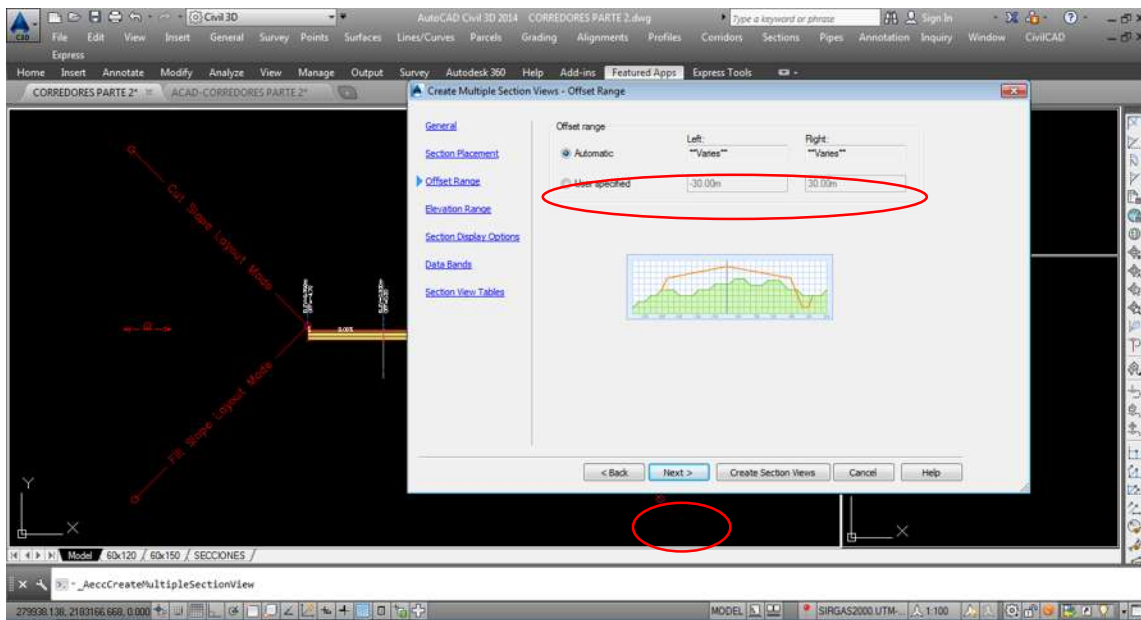


Paso 5: Elegir el estilo de presentación de las secciones, y dar click en “next”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

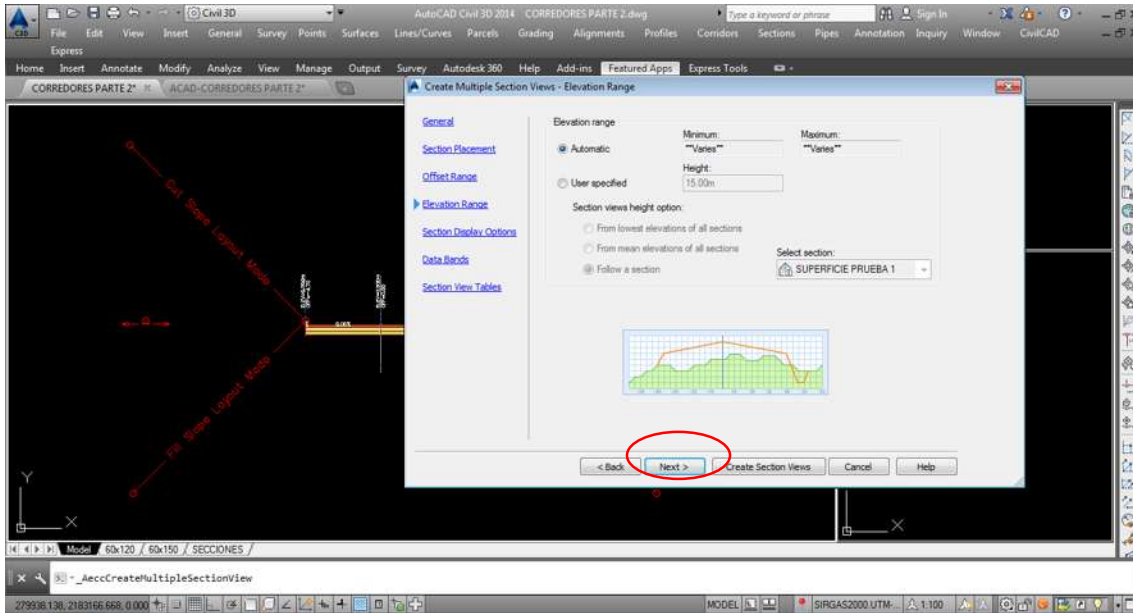


Paso 6: Elegir el rango en distancia horizontal que se quiera observar para cada lado del eje de las secciones, y después dar click en “next”:

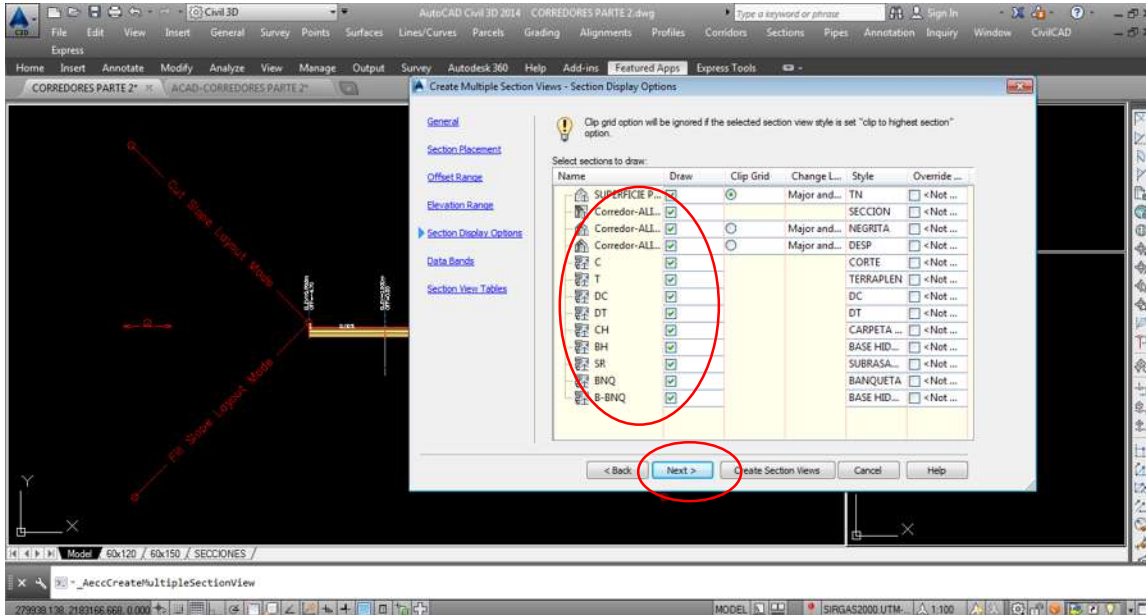


Paso 7: Elegir el rango de elevaciones que se quiera observar para cada lado del eje de las secciones, y después dar click en “next”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

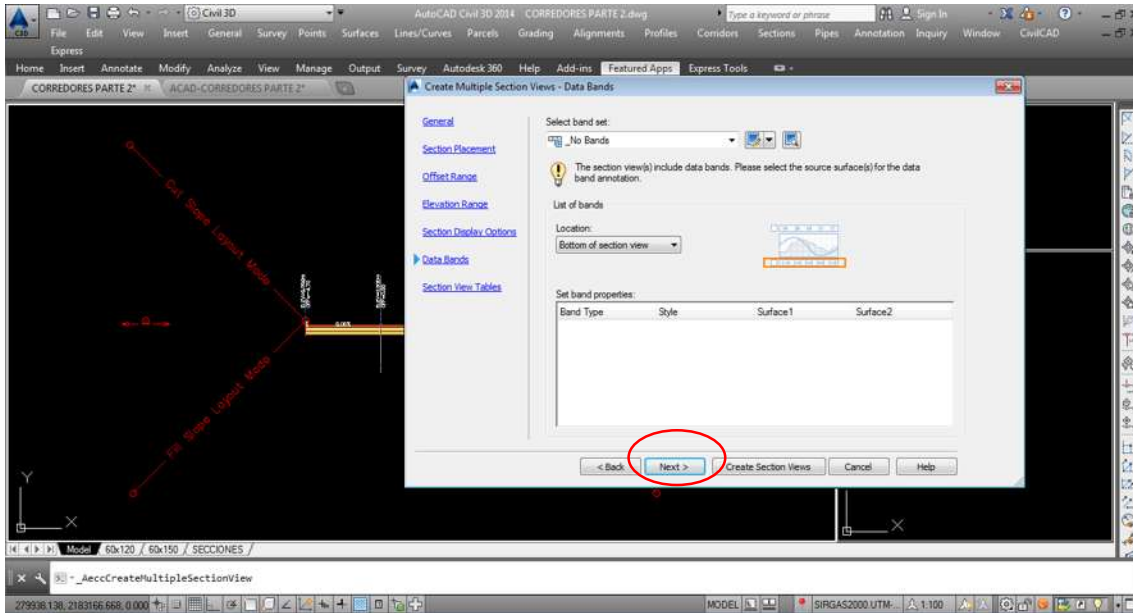


Paso 8: Seleccionar las capas de la estructura de pavimento que se desean observar, y dar click en “next”:

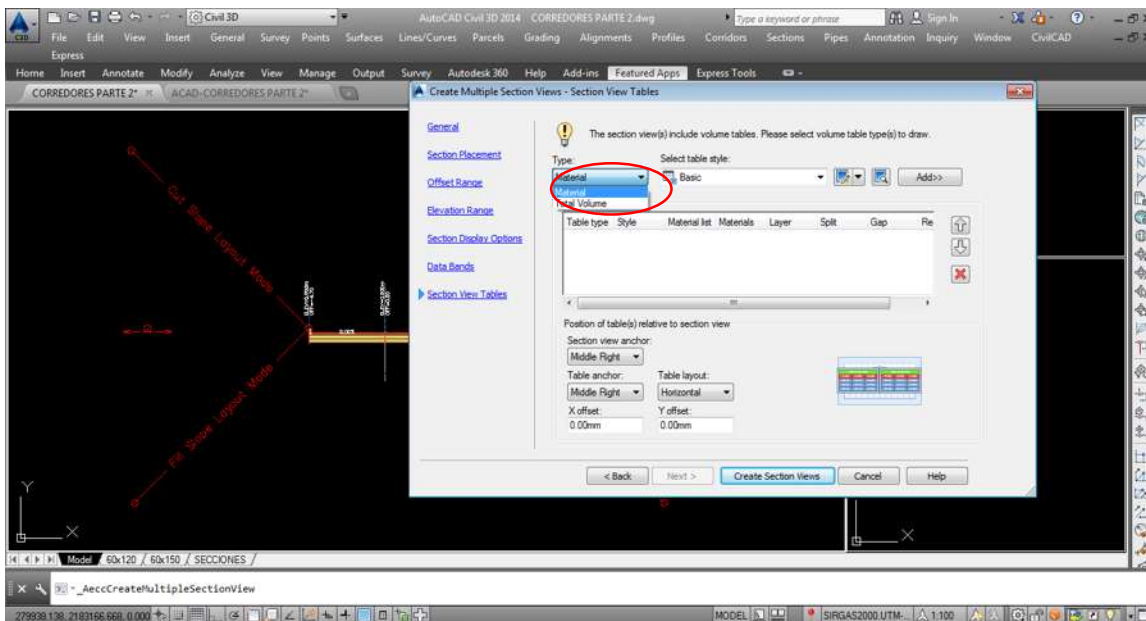


Paso 9: En esta parte se seleccionarán las bandas inferiores y superiores que se muestran en la vistas de secciones, damos click en “next”:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

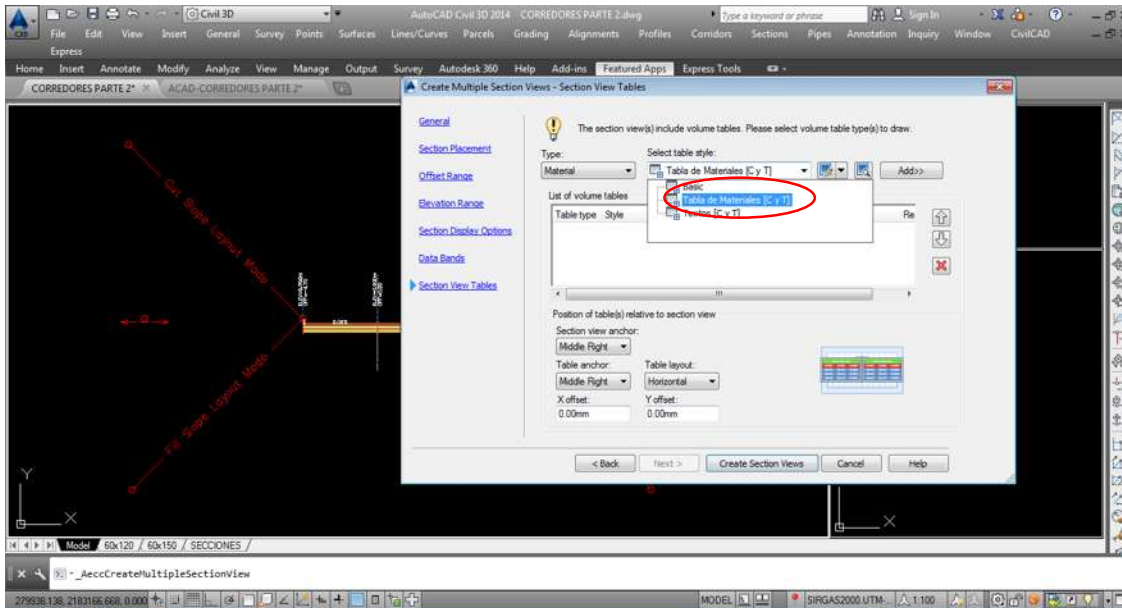


Paso 10: En esta sección se podrá elegir las tablas de volúmenes de área en cada una de las secciones mostradas, para ello comenzaremos con elegir la opción “Material” que significa que la tabla mostrará las áreas de acuerdo a los materiales dados en las secciones:

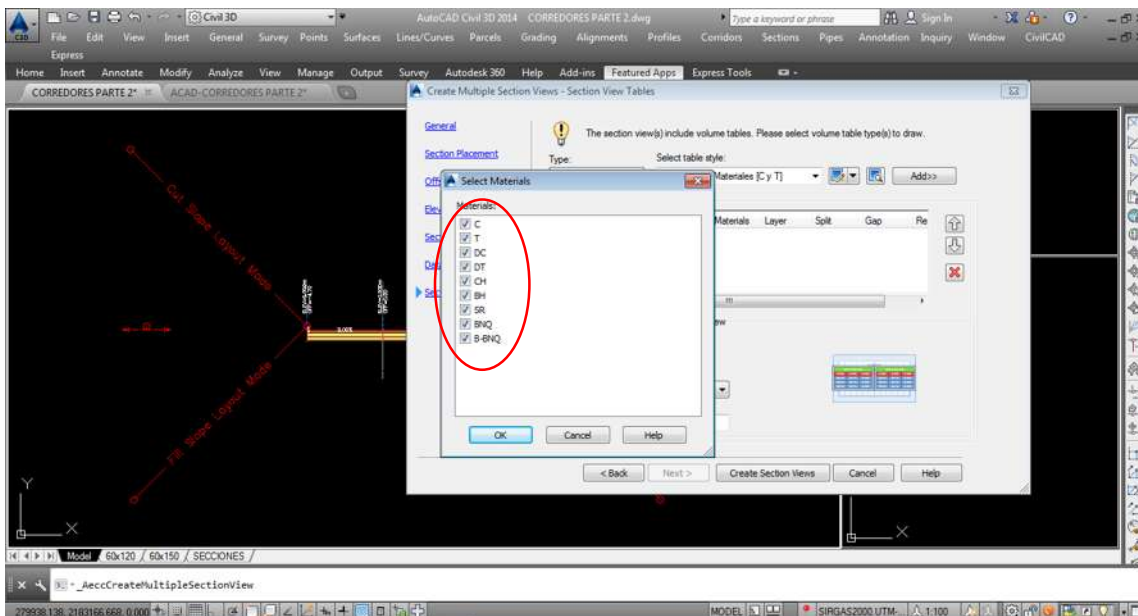


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 11: Seleccionar la opción “Tabla de Materiales (C y T)” la cual es la que contiene la información de los materiales de nuestra estructura de pavimento:

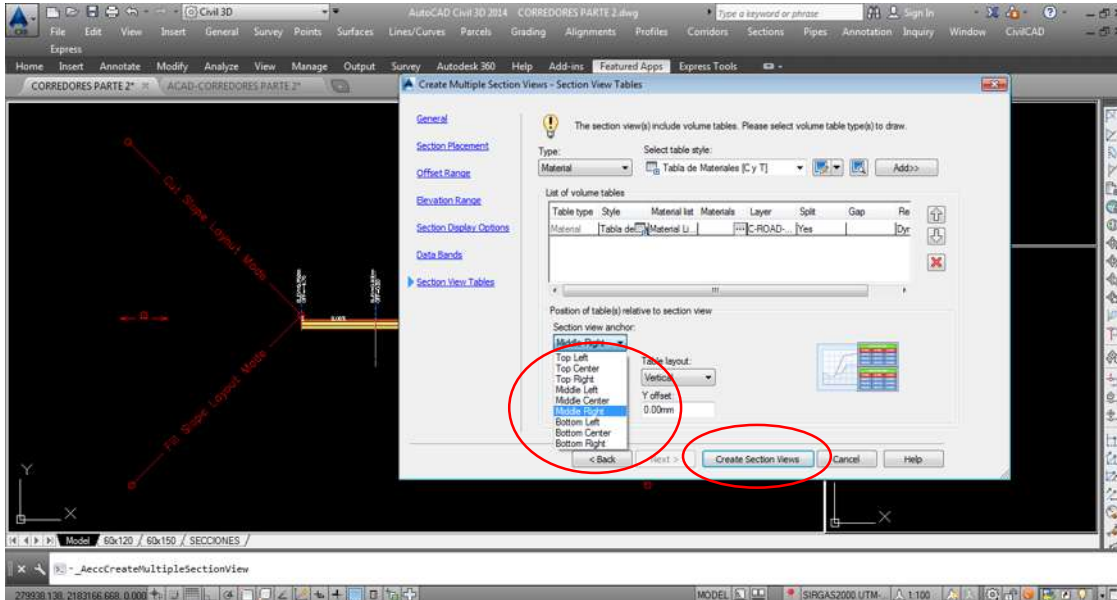


Paso 12: Se abre una ventana adicional en donde elegiremos los materiales que queremos se muestren las áreas correspondientes, una vez hecho esto damos click en “OK”:

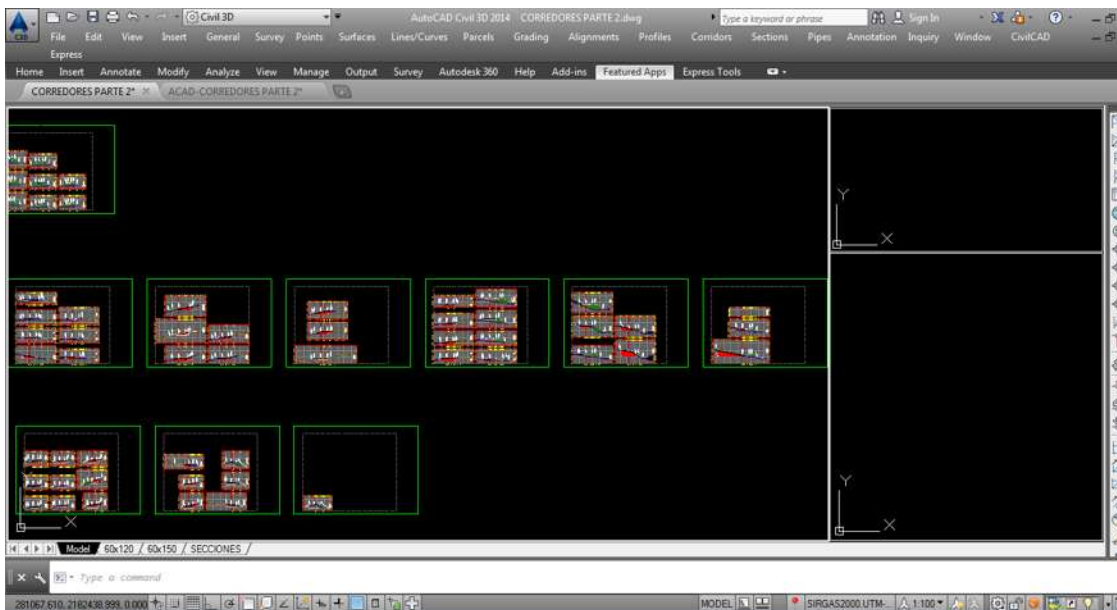


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 13: Seleccionamos la posición en donde queremos colocar los datos de áreas de acuerdo al cuadro de vista de sección; y procederemos a dar click en “Create Section Views”:

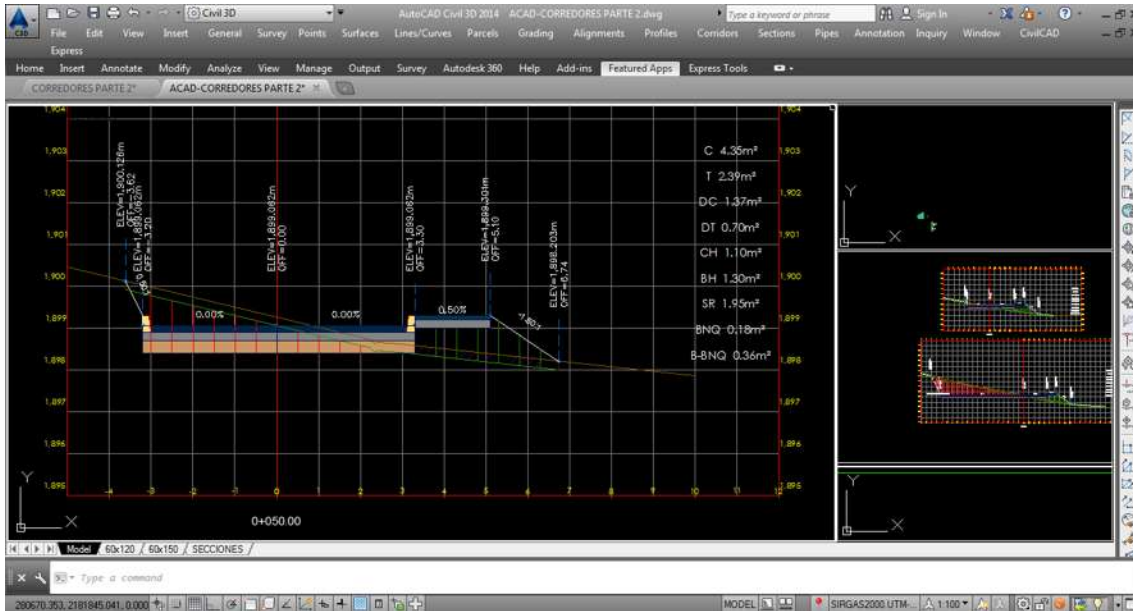


Paso 14: Colocar las vistas de secciones en el lugar deseado:

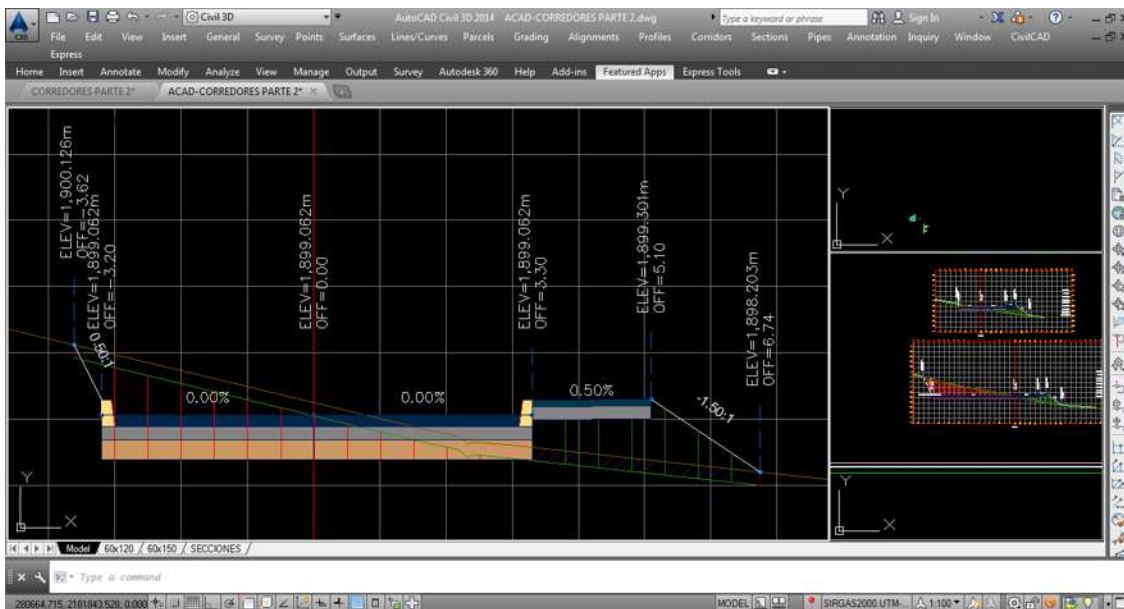


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 15: Las secciones se verán como lo muestra la figura siguiente:

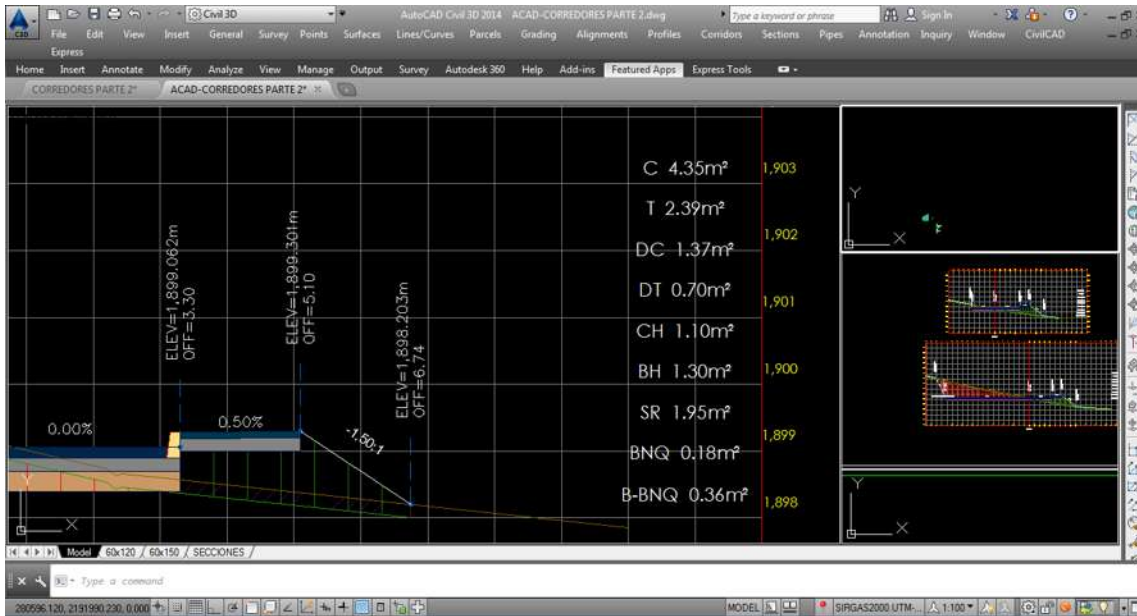


Paso 16: Se aprecian los datos de elevaciones y configuración de la sección que se desea ver:

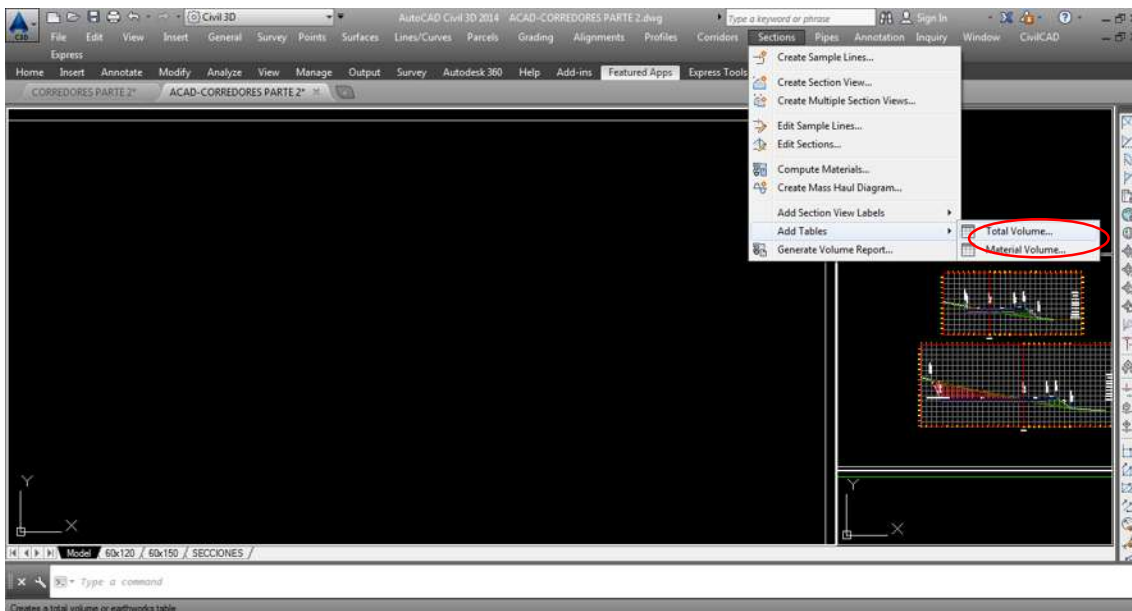


Paso 17: Se aprecian las áreas de la sección observada:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

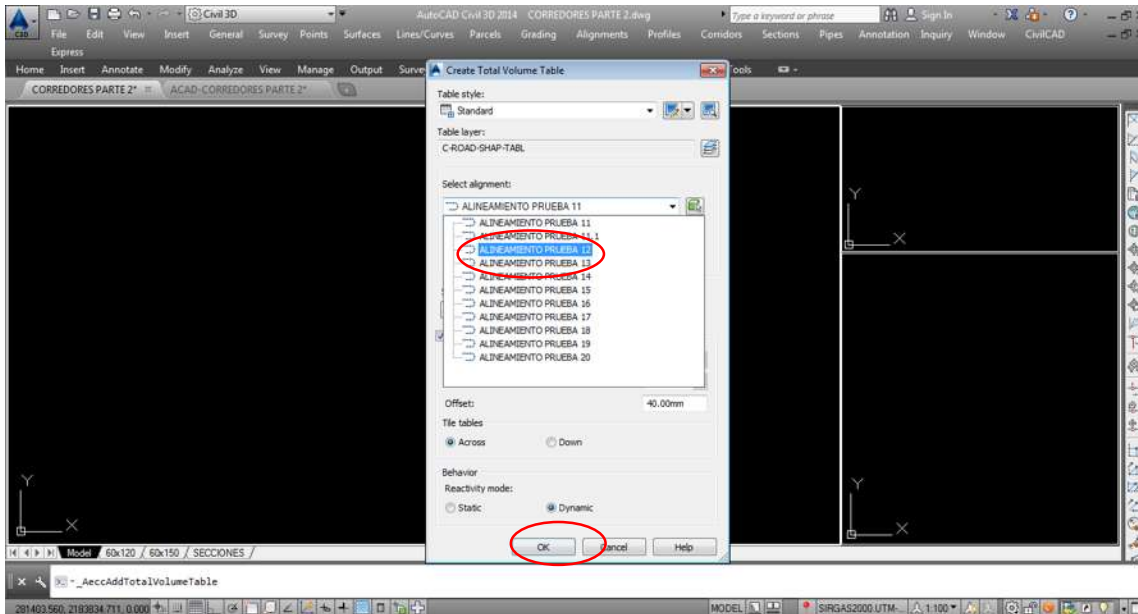


Paso 18: En esta parte vamos a crear las tablas donde se podrán apreciar las áreas y volumetrías procesadas, para ello, nos iremos al Menú de Civil 3D, seleccionaremos la opción “Sections→Add Tables→Total Volume”:

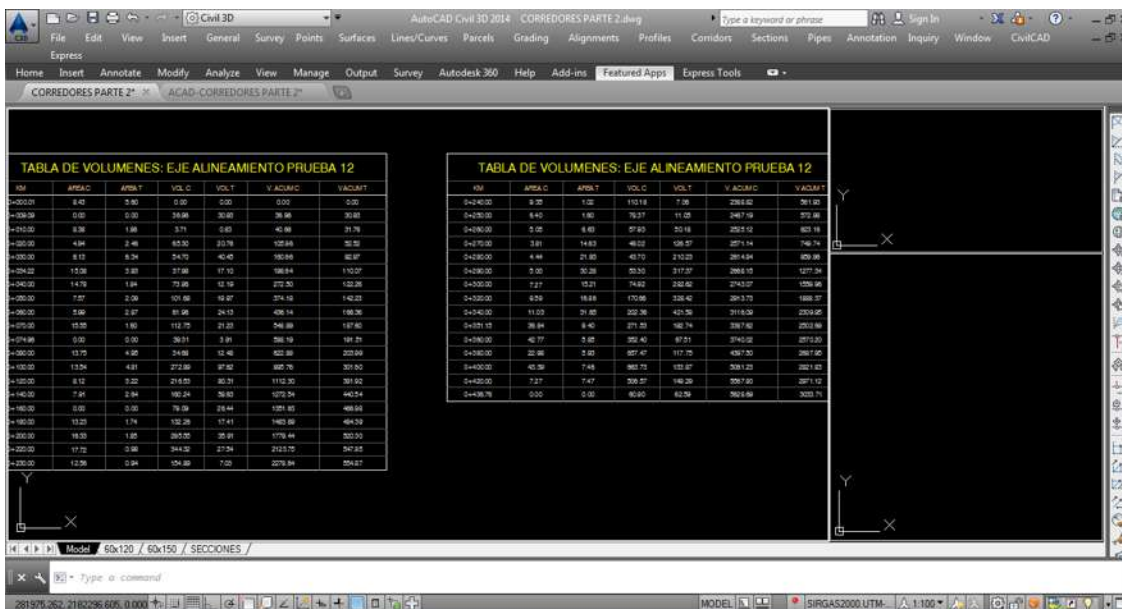


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 19: Seleccionar el alineamiento y el grupo de secciones que queremos elegir, y dar click en “ok”:

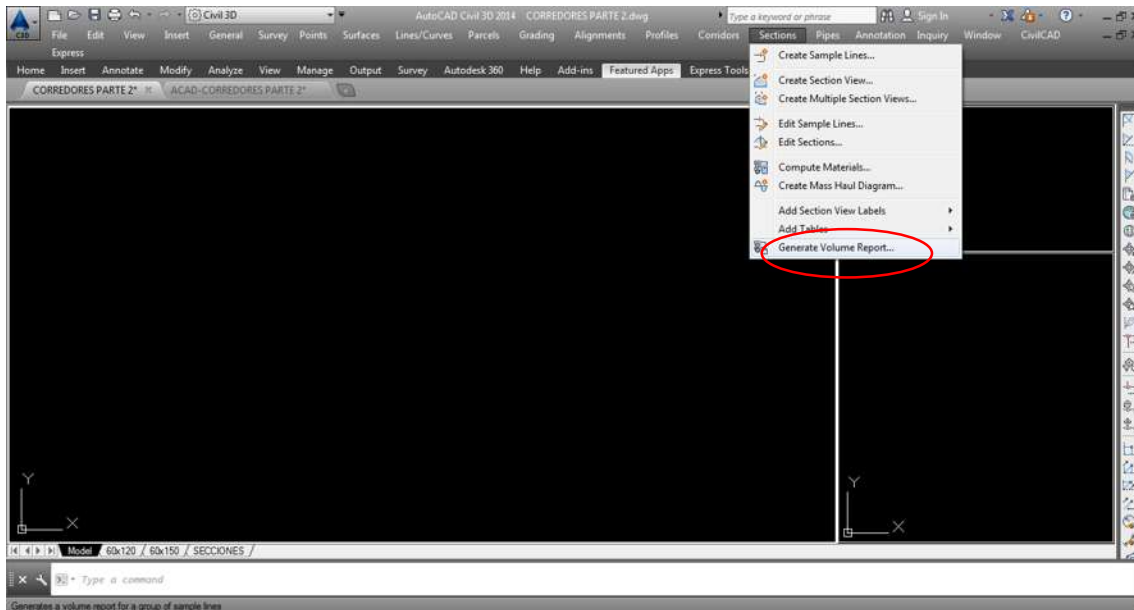


Paso 20: Colocar las tablas de volúmenes donde se requiera:



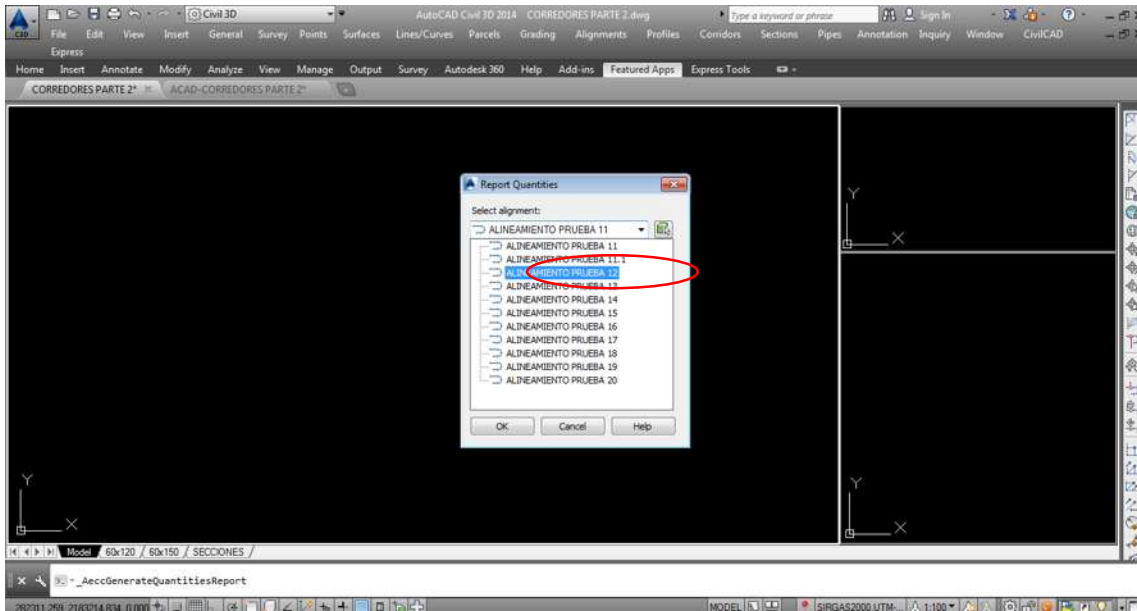
PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 21: En esta parte crearemos el reporte de volúmetrías para fines de cuantificación; para ello nos colocaremos en el Menú de Civil 3D y seleccionaremos la opción “Sections→Generate Volumen Report”:

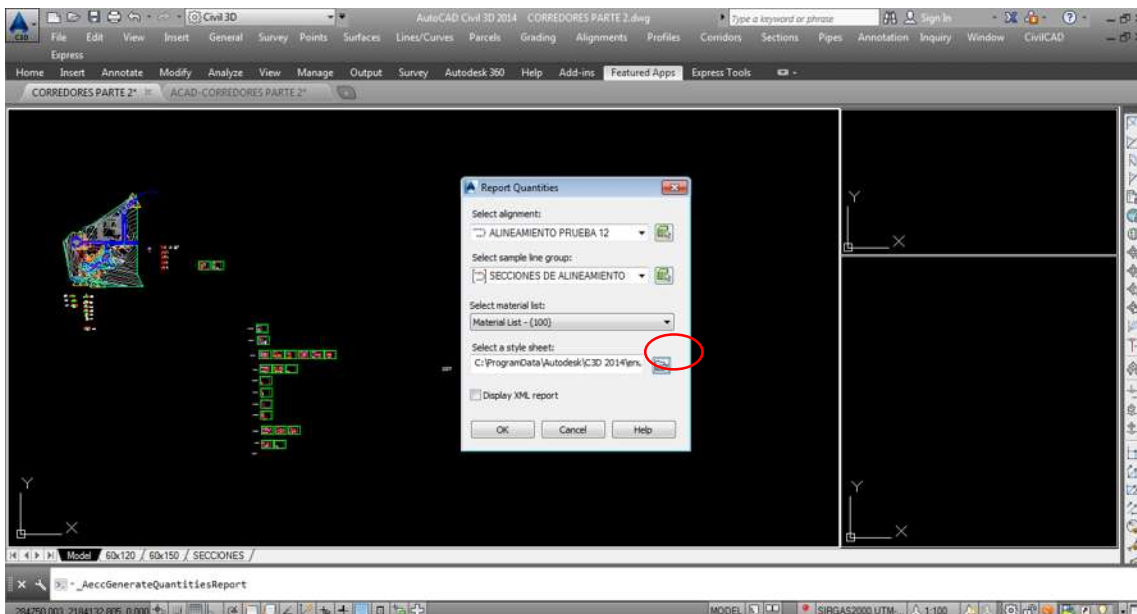


Paso 22: Seleccionar el alineamiento y grupo de secciones deseado del cual queremos obtener la información necesaria:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

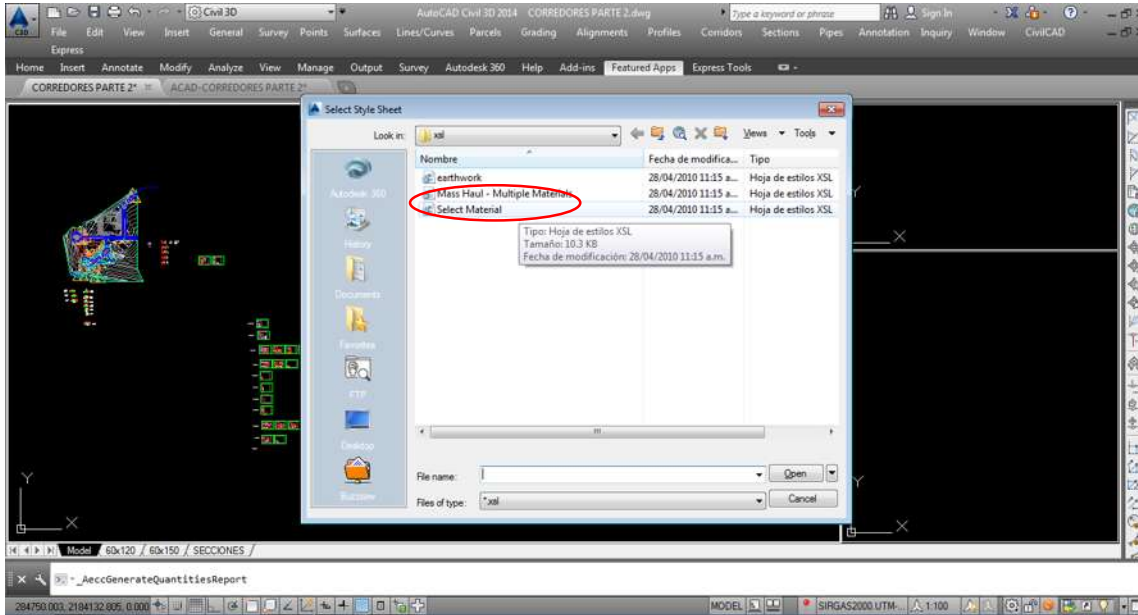


Paso 23: Seleccionar un estilo de tabla, dando click en el ícono que aparece con la imagen de una carpeta:

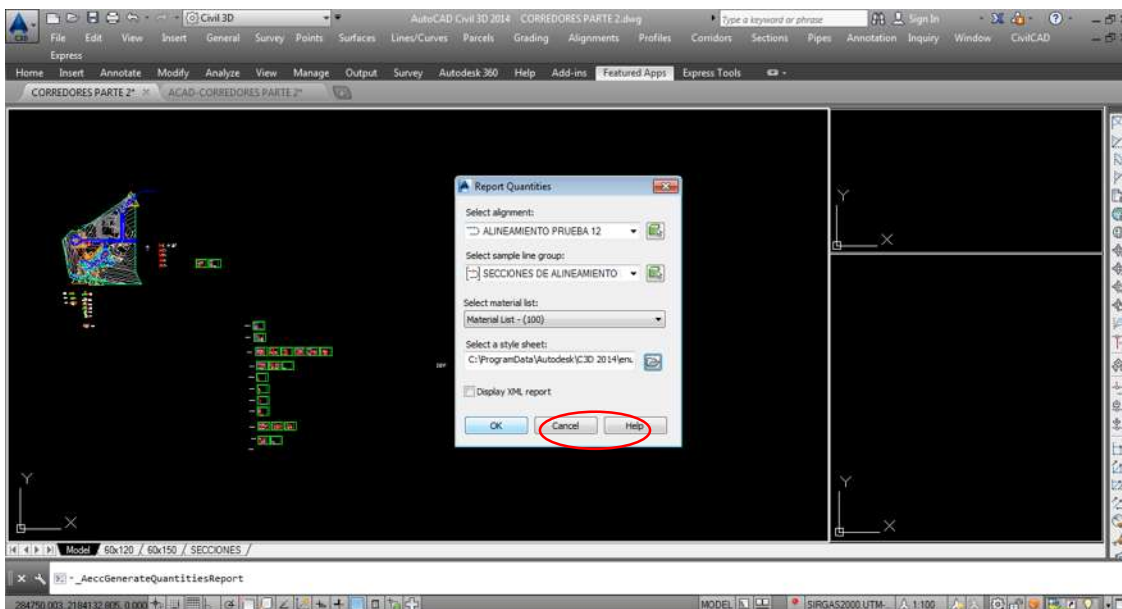


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 24: Se abre una ventana en donde se elegirá la opción “Select Material”, el cual seleccionará la información obtenida de las áreas de los distintos materiales de nuestra estructura de pavimento:

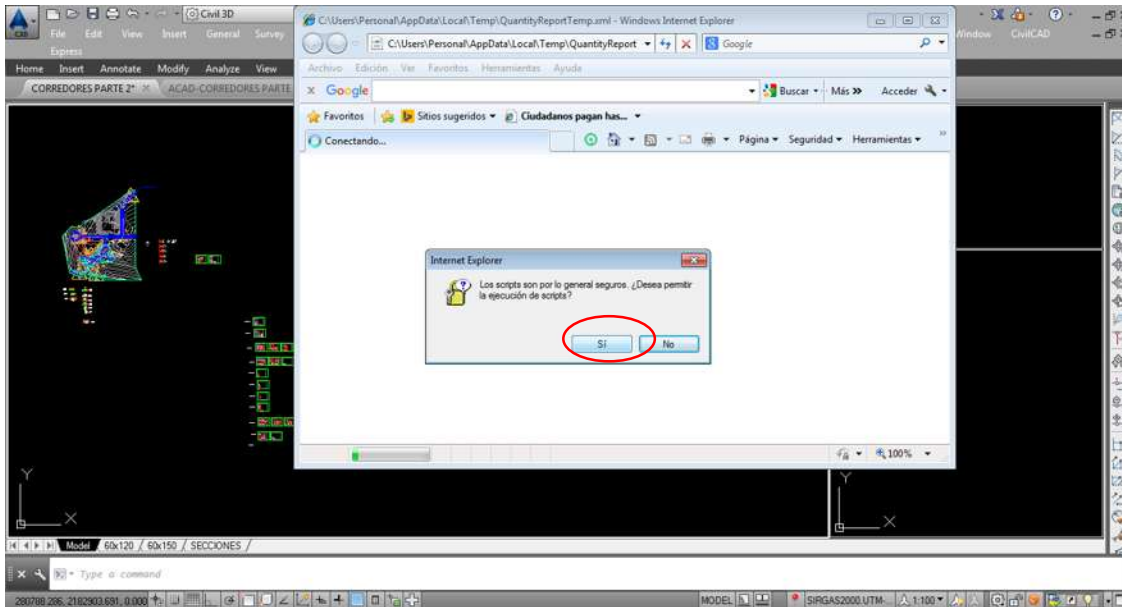


Paso 25: Si estamos de acuerdo con la información damos click en “ok”:

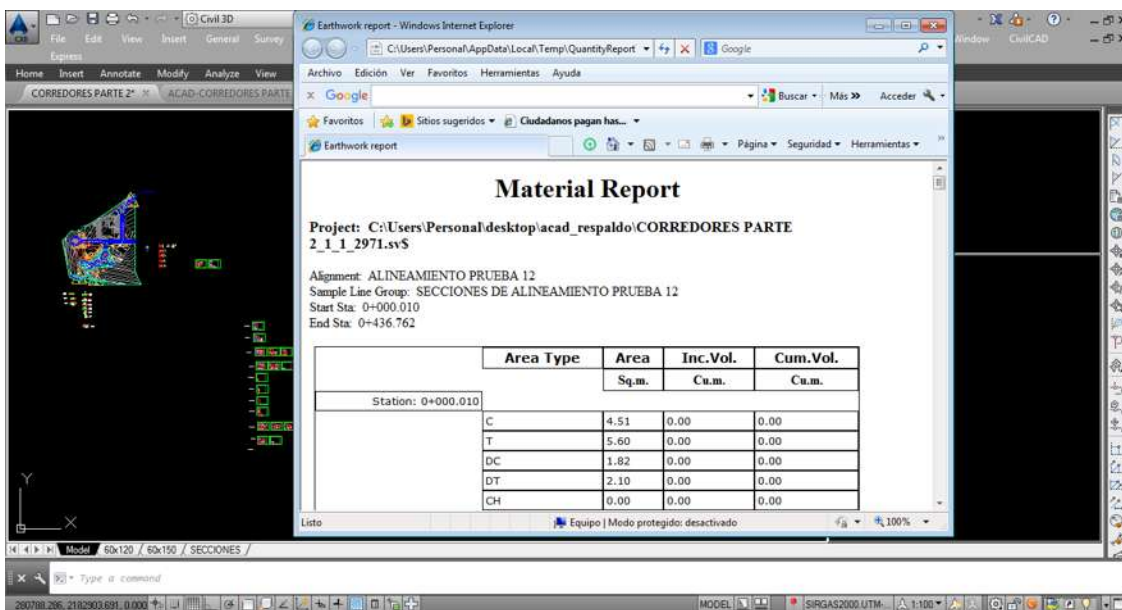


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 26: Se abrirá una ventana en el explorador de internet donde aparecerá la opción de ejecutar scripts, que no son sino códigos que se muestran en esta plataforma, damos click en la opción “sí”:

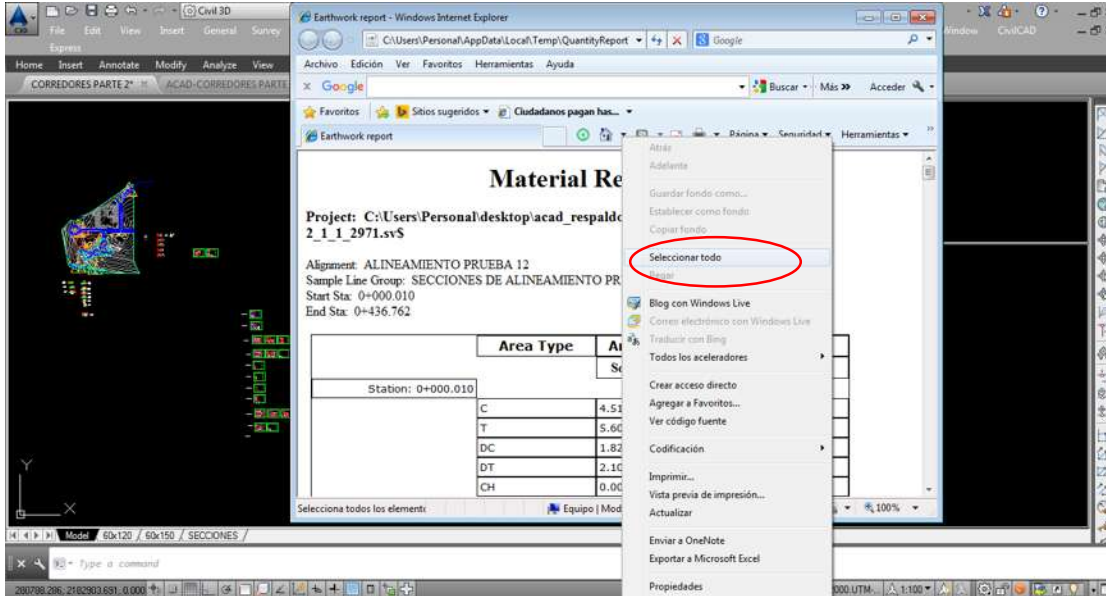


Paso 27: Se abre la información en la plataforma de internet:

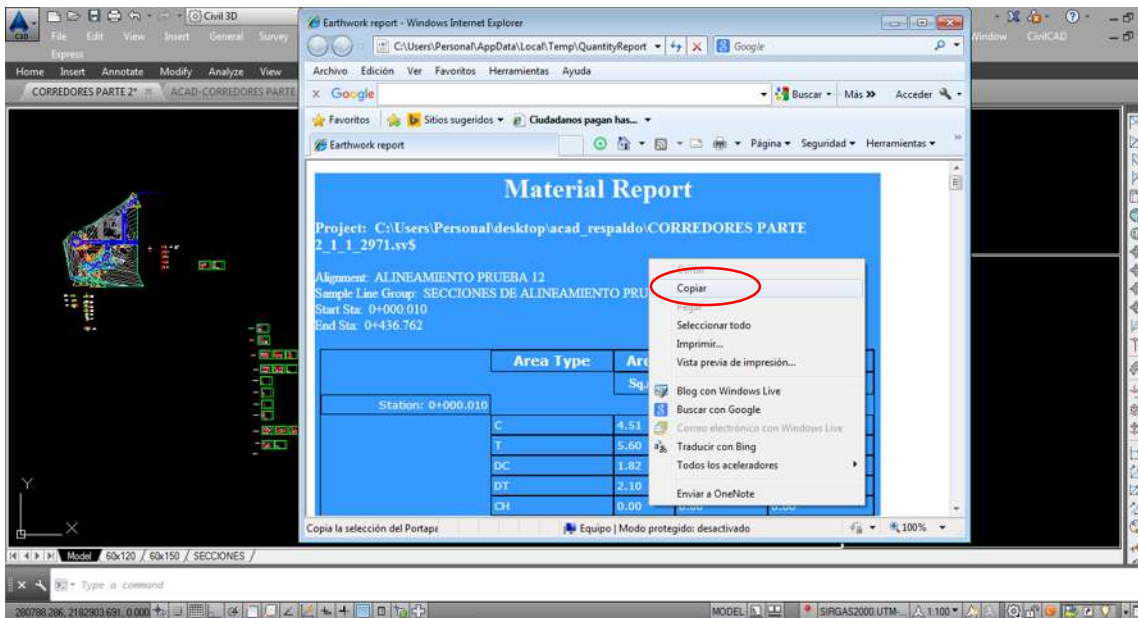


PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Paso 28: Damos click derecho en la pantalla y seleccionamos toda la información:

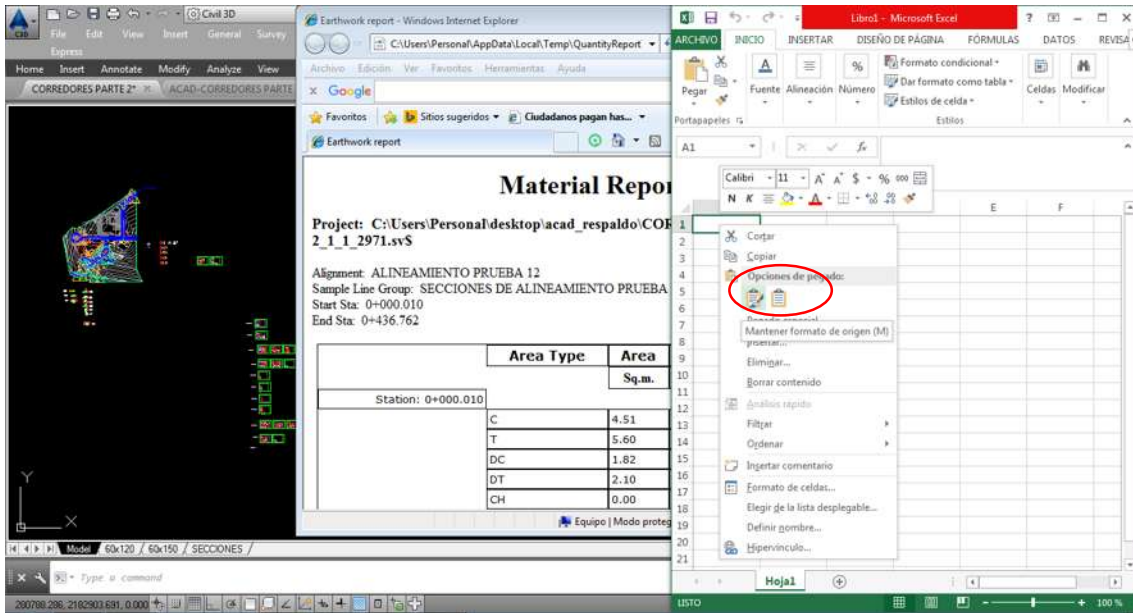


Paso 29: De igual forma que el paso anterior, copiamos la información seleccionada:

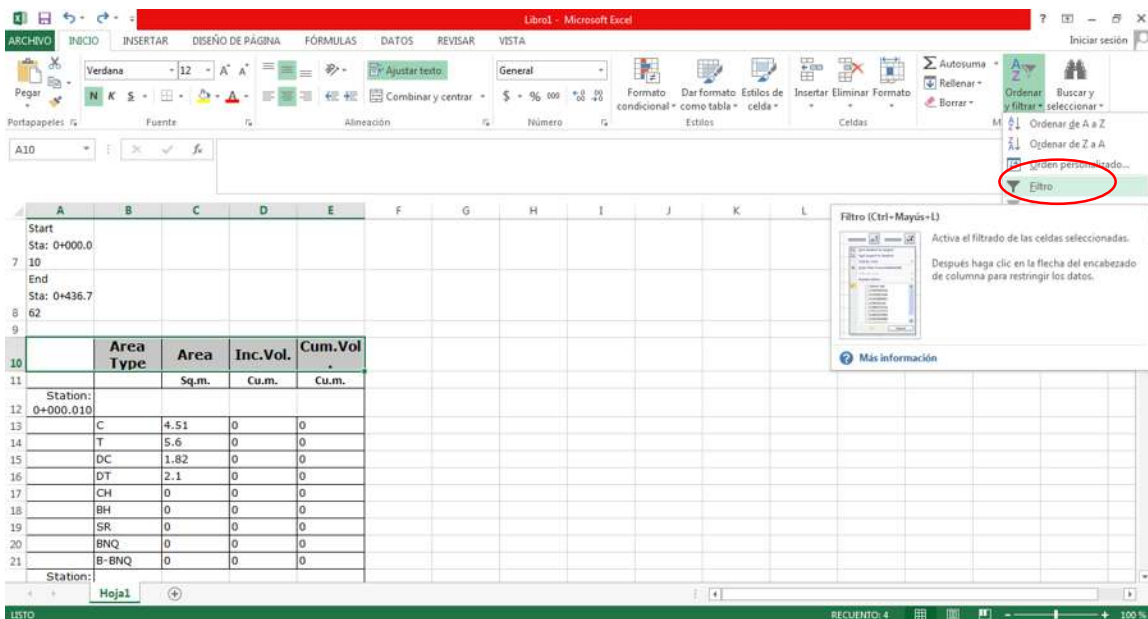


Paso 30: Abrimos una ventana de Excel y pegamos ahí la información que fue copiada previamente:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Paso 31: Dentro de la plataforma de Excel, seleccionamos la opción “Ordenar y filtrar”, la cual nos permitirá realizar filtros para posteriormente poder seleccionar solamente algunos datos los cuales servirán como base de datos para formar lo que posteriormente se conocerá como “Números Generadores”, los cuales se explicarán en el apartado correspondiente:



4.- ESTUDIOS Y PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

4.1 OBRAS COMPLEMENTARIAS

4.1.1 OBRAS DE DRENAJE

CONCEPTOS

Como es sabido, el “enemigo” número uno de cualquier Proyecto Geométrico de un camino es el deterioro de la estructura de pavimento debido a la fuerza que ejerce los escurrimientos de agua pluvial sobre este, desgastando poco a poco la capa de rodadura y disgregando la estructura hasta colapsarla.

El agua, este vital líquido también posee una fuerza destructora que amenaza la integridad de nuestro proyecto.

Cuando el agua circula a grandes velocidades, la fricción que esta genera con un cuerpo sólido provoca que poco a poco las partículas sólidas se vayan erosionando y desprendiendo de su estructura, por lo que de continuar así, la destruye completamente.

Cabe mencionar que otro problema bastante común es que se generen encharcamientos en las vialidades, cuando el torrente pluvial a base de gravedad, busca los puntos bajos en las vialidades, y al no contar con salidas, se provocan estos encharcamientos.

Por estas razones fue necesario pensar en ingeniería hidráulica y realizar un proyecto de obras de drenaje que permita tener un adecuado funcionamiento

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

hidráulico en el Complejo y que los escurrimientos pluviales no afecten las diversas construcciones que estarán en el Complejo Ciudad Salud.

Como lo he mencionado anteriormente, un parámetro que se tiene que considerar en el aspecto pluvial es el bombeo de nuestras vialidades y la pendiente longitudinal de estas; como se dijo, el bombeo determinado fue de cero (0%) el cual genera que los escurrimiento de agua pluvial circulen de manera uniforme por todo lo ancho de nuestras vialidades.

La pendiente longitudinal con que se diseñan las vialidades es el factor más importante a considerar para el diseño de obras de drenaje en caminos, y explico el porqué de la siguiente manera:

El proyecto de vialidades urbanas es en un sentido ambiguo, más complicado que un diseño de un camino, en el sentido de contar con un buen funcionamiento hidráulico, ya que en cada intersección que ocurra entre cada vialidad, siempre tendremos la posibilidad de contar también con lo que llamo el escurrimiento pluvial en la dirección descendente de una vialidad, o sea lo que en hidrología se le conoce como escurrimiento “aguas arriba-aguas abajo”. Por esta razón fue necesario pensar en que estratégicamente, las vialidades tuvieran pendiente longitudinal de tal manera que conectaran hacia puntos bajos donde captaríamos el agua de lluvia, así, logramos que todo el proyecto Geométrico de Vialidades conectara a 7 puntos bajos en donde colocaríamos alcantarillas para su desalojo y encauzamiento hacia una red de drenaje.

El sentido de flujo pluvial dentro de las vialidades se puede observar en el Plano de Obras de Drenaje.

LOSAS DE CONCRETO

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

En este proyecto se incluirán 3 Losas de concreto con aleros de mampostería de piedra de tercera clase; éstas darán salida a los escurrimientos pluviales que escurren a través de las cunetas propuestas,

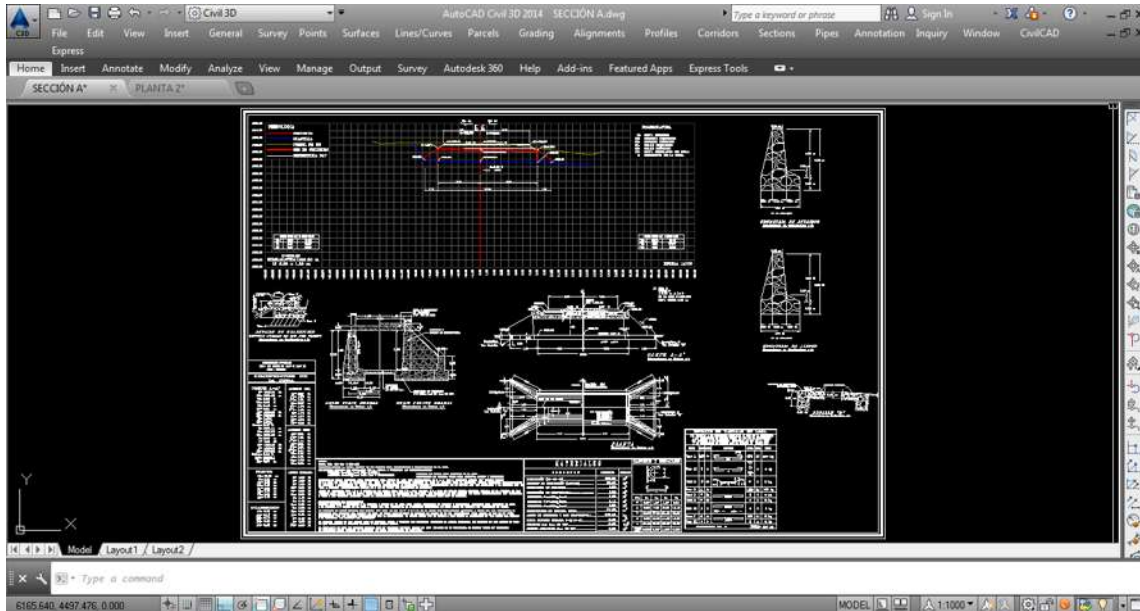
El diseño de estas se realizó en base a las características que se encuentran en el Manual de Proyectos Tipo de Obras de Drenaje de la SCT (para ver sus características de diseño consultar los planos correspondientes), en donde se aprecia las dimensiones que pudieran tener.

Es importante mencionar que para su elaboración, además de utilizar el Manual comentado anteriormente, fue necesario la utilización de un programa en Excel que a base de la inserción de datos de proyecto, procesa automáticamente y nos crea códigos (shortcuts) que podemos copiar en la plataforma de AutoCAD y nos dibuja nuestras obras de drenaje automáticamente.

Como este programa fue elaborado por un Ingeniero de SCOP que solicitó discreción, no mostraré el cómo se realiza las obras de drenaje en este programa, por respeto mutuo a los derechos de autor que le pertenecen al Ingeniero. Sin embargo puedo mencionar que gracias a la utilización de ese programa, el diseño de las obras de drenaje se hace de una manera más rápida, casi un 400% más rápido que se los dibujáramos en AutoCAD de la manera tradicional.

Este programa dibuja las obras de drenaje como lo muestra la figura siguiente:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



Para su mejor apreciación, consultar los planos correspondientes.

CUNETAS TRAPEZOIDALES

Este proyecto incluye la colocación de cunetas trapezoidales que se ubicarán para interceptar los escurrimientos pluviales que escurran sobre el terreno natural, y evitar que el agua se filtre hacia las vialidades. Para ello se pensó en diseñar un sistema de cunetas trapezoidales los cuales me permitieran captar la mayor parte de los escurrimientos pluviales posibles y su ubicación estratégica era colocarlos justo antes de que el agua traspasara hacia las vialidades.

Por estas circularía el agua de lluvia, y su cauce desembocaría a la red de drenaje pluvial que ya existe actualmente en el complejo.

El diseño de las cunetas fue implementar un buen funcionamiento hidráulico, por eso se pensó en una geometría trapezoidal, tal como lo muestra la Figura 24 que se muestra a continuación:

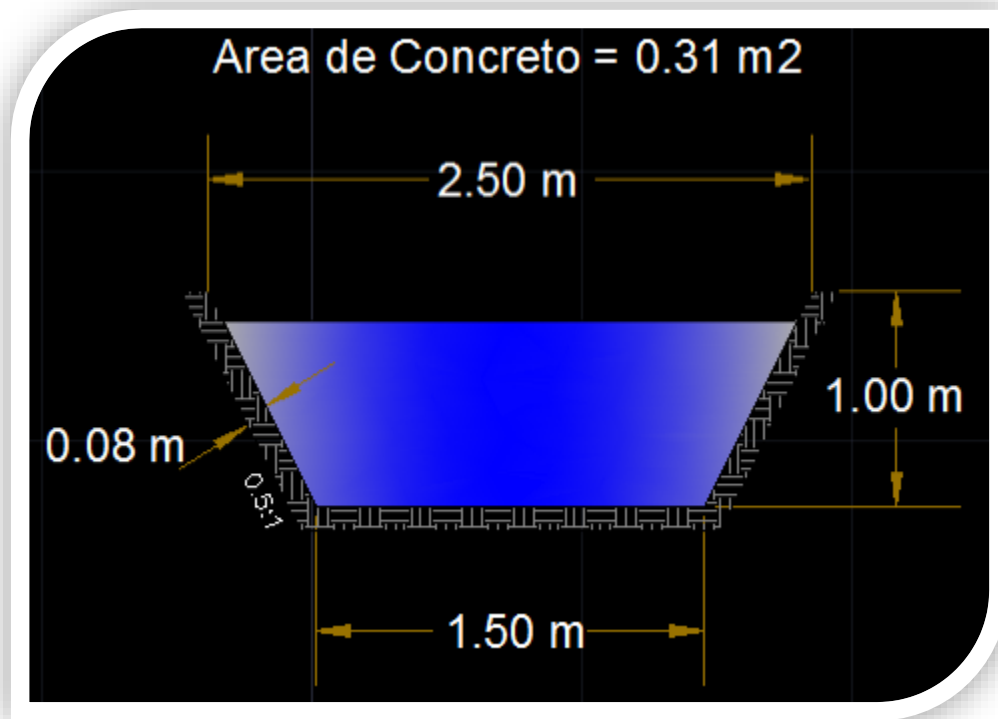


Figura 24. DETALLE DE CUNETA TRAPEZIAL EMPLEADA EN EL PROYECTO.

ALCANTARILLAS LONGITUDINALES

Recordando que el diseño de las vialidades se pensó en darle salida a los escurrimientos pluviales que circularán por las vialidades, es necesario incluir también una alcantarilla que drene toda el agua que llegara a los puntos bajos en dichos escurrimientos. Para ello se propuso una alcantarilla longitudinal que interceptara toda el agua a lo largo del ancho de la vialidad, y sus características se muestran en la Figura 25:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO



ALCANTARILLADO

**Canal y Rejilla 100 cm.
Paso de Tormenta**

Ficha Técnica
PRODUCTO
112-01






Nota: Las dimensiones pueden variar un 5%

- * Autoextinguibles.
- * De larga duración.
- * Diseños modernos.
- * Prácticamente irrompibles.
- * Con protector de rayos UV.
- * Estructurados con acero armado.
- * No producen ruido con el paso de vehículos.
- * Gran capacidad de captación de agua pluviales.
- * Resistencia conforme a Normas Internacionales.
- * Probadas en calles y avenidas de máxima circulación.
- * Cero robos, por ser un producto sin valor de reciclado.
- * Ahorro considerable en costos de transporte e instalación.
- * Pesan mucho menos que las fabricadas en cualquier otro tipo de material.

PRODUCTO	MEDIDA	DIMENSIONES		
		A	B	C
PRODUCTO 112-01 CANAL Y REJILLA de 100 cm				
	INTERIOR	100	52	75
	EXTERIOR	106	72	90.5
PRODUCTO 112-02 CANAL Y REJILLA de 90 cm				
	INTERIOR	90	50	75
	EXTERIOR	96	72	90.5

Canal y Rejilla 90 cm. Paso de Tormenta

Material: Polietileno

Ficha Técnica
PRODUCTO
112-02

Figura 25. FICHA TÉCNICA DE ALCANTARILLA TIPO BOCA DE TORMENTA A EMPLEAR EN EL PROYECTO.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Este tipo de alcantarillas permite interceptar los escurrimientos pluviales que circulan por las vialidades hacia los puntos bajos de estas, donde se podrían presentar encharcamientos, por ello también es necesario darle una conexión hacia la red de drenaje pluvial existente.

RED DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE

Debido a que el complejo Ciudad Salud se encuentra en la parte baja de una microcuenca, fue necesario primero pensar en la idea de crear un sistema completo de drenaje pluvial, para ello se construyó una red de drenaje a base de encofrados que permitirían el paso de las corrientes pluviales sin afectar la infraestructura del complejo. Este encofrado es a base de bóvedas rectangulares conectadas por canales (todo subterráneo y encofrado) de tal manera que permitiera tener un correcto funcionamiento hidráulico pluvial en el complejo.

Respecto a este proyecto, solo mencionaré las características geométricas de esta red de drenaje, pues estas aunque forman parte del Proyecto Geométrico de Vialidades, no fueron propuestas por un servidor, sino que ya estaban construidas incluso desde antes que se construyera cualquier edificación dentro del Complejo Ciudad Salud.

Por esta razón y sin preámbulos no presentaré más información sino las características geométricas y su ubicación dentro del complejo, tal como se muestra en la figura 26:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

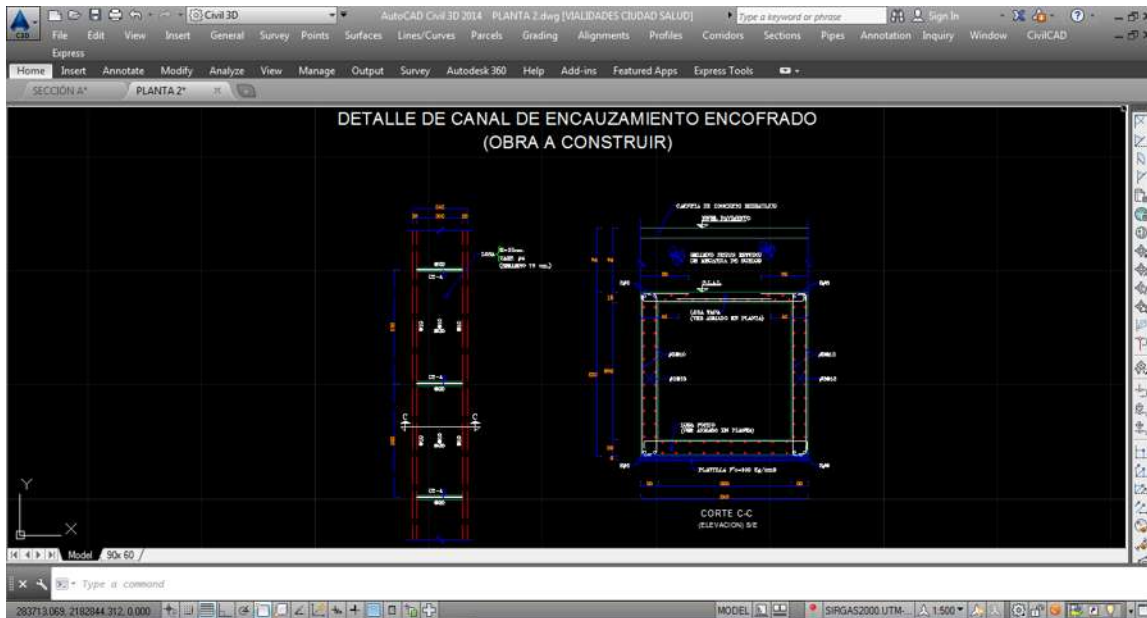


Figura 26. *DETALLE DE CANAL DE ENCAUZAMIENTO ENCOFRADO (OBRA A CONSTRUIR).*

Para ver su ubicación dentro del complejo consultar el Plano de Obras de Drenaje.

Todo fluye en armonía mientras así se decida, la cuestión es saber entender el comportamiento del agua pluvial, para así diseñar la obras de drenaje necesarias para tener un correcto funcionamiento hidráulico en las obras...eso es ingeniería civil.

4.1.2 MURO DE CONTENCIÓN

CONCEPTO

Los muros de contención son estructuras sólidas hechas a base de mampostería y cemento armado que están sujetas a flexión por tener que soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos. Éstas

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

están diseñadas para detener o reducir el empuje horizontal debido a: tierra, agua y vientos en las vías de comunicación terrestre.

Se pueden considerar económicas en comparación con otras estructuras (tabique, concreto armado); su cálculo y construcción son fáciles; no requieren de mantenimiento sofisticado, es fácil conseguir los materiales con que se construyen, protegen las vías y casas de las áreas urbanas, tienen mayor durabilidad y resistencia al deterioro ambiental, evitan pérdidas económicas de los insumos que se transportan vía terrestre. Controlan el deterioro de los márgenes de los ríos, son de utilidad en el mantenimiento de las áreas útiles de cultivo y también sirven para la delimitación de predios.

Para explicar el diseño de un muro de contención consultar el Anexo G.

El motivo por el cual se decidió incluir un muro de contención es debido a que en un tramo del proyecto, se encuentran vialidades donde existe un desnivel considerable una en relación con la otra, y para evitar que los taludes de estas se intercepten, es necesario colocar un muro de contención entre estas con el fin de que le den soporte a la estructura de pavimento que sobresale por encima de la otra vialidad, tal como se aprecia en la figura siguiente:

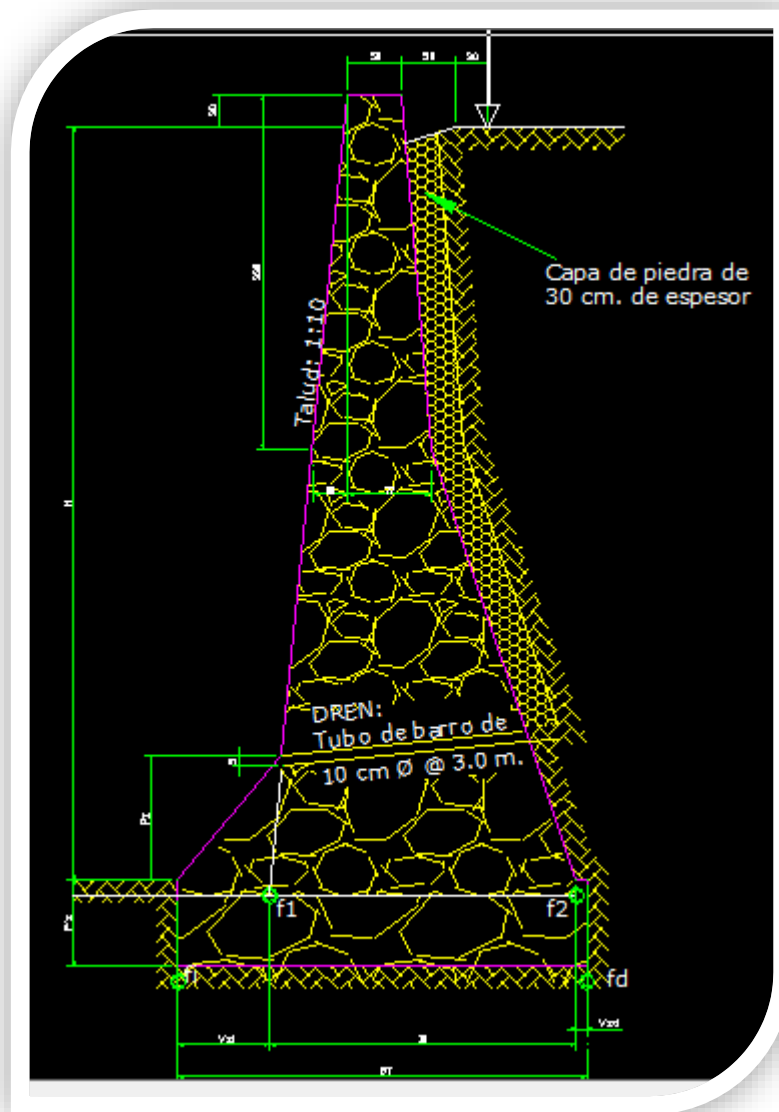
Además el muro de contención permitiría resistir las cargas debido al empuje horizontal que provocaría la vialidad que se encuentra en la parte alta.

Como se comentó anteriormente, el Estudio de Mecánica de Suelos es un factor fundamental para el diseño de la geometría del muro de contención, ya que al presentarse un suelo con alta capacidad de resistencia a las cargas, me permite diseñar un muro de contención con dimensiones mayores, y viceversa.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

La longitud será de 400 metros aproximadamente que es donde existe el desnivel entre estas vialidades, y su altura promedio es de 3.5 metros (ver Figura 27).

El material del que estará hecho el muro de contención será mampostería de tercera clase juntada como mortero-arena-cemento. Este material se eligió por economizar la obra, ya que como es un tramo bastante largo (casi 400m) se incrementarían los costos de construcción si el muro fuera hecho a base de concreto hidráulico armado.



*Figura 27. VISTA TRANSVERSAL DEL MURO DE CONTENCIÓN EMPLEADO EN
EL PROYECTO.*

Las características del muro de contención, así como su geometría, se pueden apreciar en el plano correspondiente.

4.2.- ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Una parte importante del proyecto geométrico de vialidades es el alumbrado público exterior, el cual consiste en la iluminación vial para que los vehículos que circulen por la noche dentro del Complejo Ciudad Salud puedan hacerlo de una manera segura y sin ocasionar algún accidente debido a un choque entre vehículos.

Para tener una mejor explicación sobre la iluminación en carreteras, se puede ver en el Anexo H que es un fragmento del Manual de Iluminación Vial 2015 emitido por la SCT.

CARACTERÍSTICAS DEL ALUMBRADO PROPUESTO EN EL PROYECTO

Debido a que en la carrera de Ingeniería Civil, el plan de Estudios no incluye temas específicos de sistemas eléctricos e iluminación vial, no cuento con los suficientes conocimientos en esta área y por lo tanto fue necesario consultar y solicitar apoyo a un Ingeniero Eléctrico especialista en el tema; es por esta razón que este Proyecto de Iluminación Vial fue realizado en colaboración con un Ingeniero Eléctrico, el cual es el encargado de realizar y revisar los proyectos de iluminación para las distintas obras que se encuentran a cargo de la SCOP, y asimismo me brindó su apoyo

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

con el diseño del Sistema de Iluminación Vial en base a las Especificaciones del Manual mencionado.

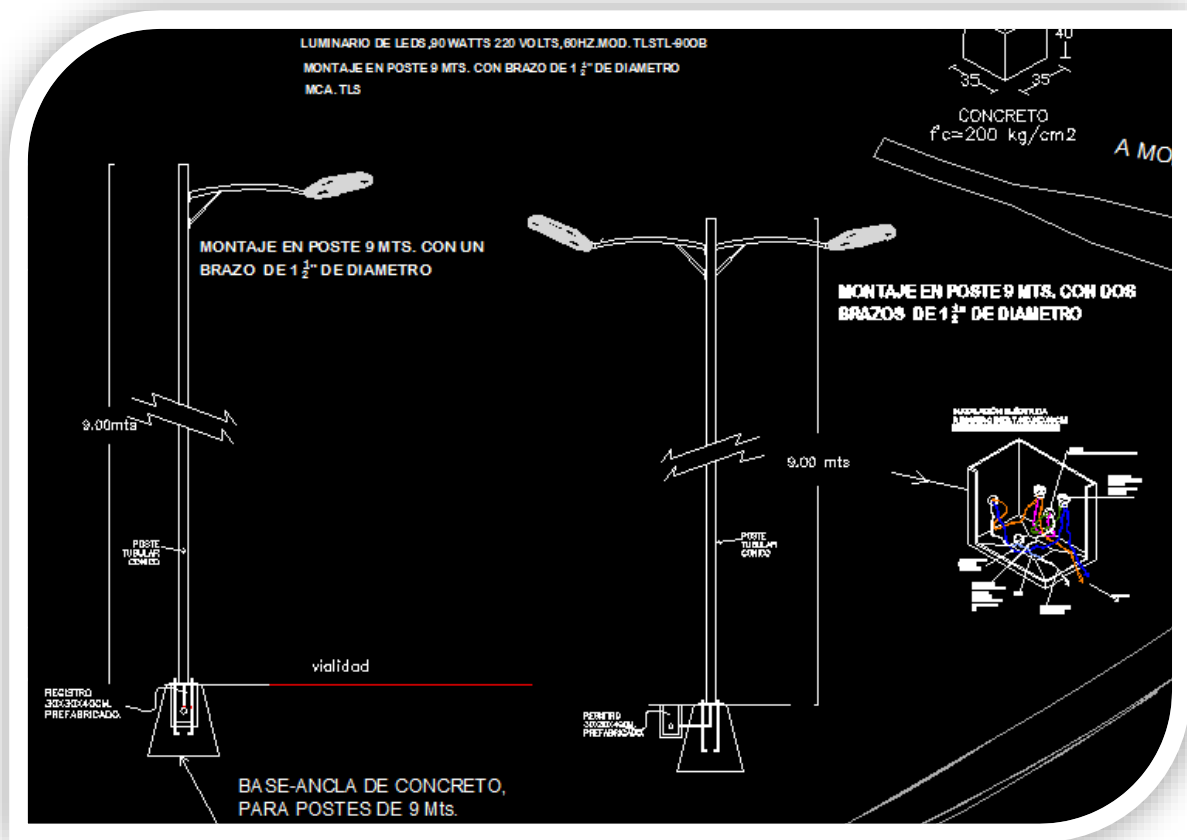
En base a lo comentado anteriormente, la propuesta que emitió el Ingeniero Eléctrico para la implementación de un Sistema de Iluminación Vial es la siguiente en base a sus criterios de diseño:

- 1.- Tipo de lámpara: Luminaria de LEDS de 250 watts; con este tipo de luminarias se adquiere una mayor iluminación ya que al ser menor el wattaje aumenta la luminosidad.
- 2.- Separación entre luminarias: la separación se consideró de 40 metros entre cada luminaria, lo cual es suficiente para que éstas puedan alumbrar lo suficiente.
- 3.- Registro: cada luminaria cuenta con un registro el cual se conecta al poste de la lámpara.
- 4.- Tipo de sistema eléctrico: Se incluyen líneas de media tensión las cuales llevan un nivel de voltaje alto (13 mil volts), lo cual economiza el gasto de energía eléctrica y genera un mayor ahorro en esta.
- 5.- Transformador: El transformador se coloca en los centros de carga, sirve para adecuar el voltaje de la línea de media tensión a las lámparas de 250 watts. Su colocación dependerá del número de lámparas (carga) que se tenga. En el plano se simboliza con "E-1" y solo se colocaron dos transformadores en el Proyecto.
- 6.- Tipo de cable conductor: El calibre del conductor depende de la longitud del ramal crítico (en nuestro caso 40 metros), y para ello se incluye un cable de calibre No. 2.
- 7.- Encofrado: No se utilizará encofrado en la zanja, solo para la caja donde serán los registros, esto disminuye los costos de la obra.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

8.- Número de circuitos: “C1” y “C2” son los circuitos o lámparas correspondientes a cada transformador; en este proyecto solo tendremos dos circuitos.

9.- Altura del poste de luminaria: La altura del poste depende de la capacidad (watts) de las lámparas en este caso serían de 9 metros; una condición establecida es que entre mayor sea el valor del wattaje, más altos serán los postes de las lámparas.



4.3.- SEÑALAMIENTO DEFINITIVO Y DE PROTECCIÓN DE OBRA

El acelerado desarrollo del sistema vial de nuestro país y el uso creciente del autotransporte ha producido un importante incremento de los viajes por carreteras y vialidades urbanas, al grado de que los conductores, motociclistas, ciclistas, pasajeros

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

y peatones, que coexisten en la infraestructura vial, dependen cada día más de la señalización vial y de los dispositivos de seguridad, para su protección e información. Para satisfacer esta necesidad es indispensable uniformizar a nivel nacional como internacional, la señalización vial, e instalar dispositivos de seguridad que minimicen la severidad de los daños causados en los accidentes.

GENERALIDADES DEL SEÑALAMIENTO

En esta parte se describen las características generales de los elementos de la señalización vial y de los dispositivos de seguridad, se mencionan algunos criterios básicos para el desarrollo de proyectos, elementos a considerar para su aplicación en campo, así como aspectos prácticos para la instalación y fabricación de señales y que conviene respetar independientemente de las características particulares de cada uno.

Para una mejor explicación respecto a este tema, se observa en el Anexo I que es un Fragmento del Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad 2014 emitido por la SCT.

SEÑALAMIENTO EN EL PROYECTO

Dentro de este proyecto es importante señalar con claridad los destinos a los cuales se necesita llegar, para así facilitarle al conductor una información más clara acerca de la ruta que debe seguir para llegar de una manera más segura, fácil y rápida, es por ello que se pensó en la necesidad de contar con un proyecto de señalamiento el cual se puede apreciar en el plano correspondiente

SEÑALAMIENTO DE PROTECCIÓN DE OBRA

Cabe mencionar que toda obra en construcción es necesario realizar un señalamiento provisional para la protección de la obra, en el cual permita realizar las

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

manobras correspondientes en caso de que las vialidades a construir estén cerca de vialidades en funcionamiento.

Como es sabido, actualmente ya existe un tramo de vialidad construido que es el acceso al Hospital del ISSSTE para lo cual es importante colocar señalamiento de protección de obra en este tramo debido a que ya se encuentra en operación. También se colocará este tipo de señales en los accesos Norte y Sur, debido a que estos serán entronques con carreteras actualmente construidas y en funcionamiento.

Para visualizar qué tipo de señales se incluirán y su respectiva localización, nos basaremos en el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad emitido por la SCT y además se podrá ver en el plano correspondiente.

5.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PRESUPUESTO DE LA OBRA

5.1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El Procedimiento Constructivo empleado en este Proyecto, fue elaborado por personal adjunto al Departamento de Laboratorio de Análisis y Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Michoacán (SCOP); para observarlo se recomienda consultar el Anexo J.

5.2.- PRESUPUESTO DE LA OBRA

5.2.1 NÚMEROS GENERADORES

Los números generadores, también conocidos como “Generadores” o “Generadoras de obra”, se pueden definir como el documento mediante el cual se lleva

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

a cabo la cuantificación o volumetría de un trabajo o concepto de obra, debidamente ubicado y referenciado por ejes, tramos, áreas, etc.

Para este proyecto es necesario comentar que no se cuenta con un formato específico para insertar las cantidades de obra, ya que por ejemplo en el caso de las terracerías se procesa automáticamente en un formato establecido, en el caso del señalamiento es necesario indicar las cantidades manualmente, etc. Por esta razón fue que en algunos casos los generadores de obra no se tomaron con un formato específico, y las cantidades de obra se colocaron directamente en el Catálogo de Conceptos el cual describiremos más adelante.

El único formato de generadores es el correspondiente a las capas que conforman la estructura de pavimento, el cual se muestra en el Anexo K.

5.2.2 CATÁLOGO DE CONCEPTOS

El catalogo de conceptos es el listado que contiene y describe las cantidades y características de todos los materiales y servicios necesarios para la construcción de tu Proyecto Arquitectónico.

Estos datos son extraídos del Proyecto Ejecutivo, los cuales cada uno indican: clave del concepto, descripción, unidad de medición y la cantidad o volumen necesario de compra. También se conoce la cantidad de mano de obra necesaria, especificando el volumen de trabajo de cada una de las actividades. Esta información es de gran utilidad para proseguir con las cotizaciones del Presupuesto de Obra.

Para este proyecto, el catálogo de conceptos fue realizado en base a dos parámetros los cuales son los siguientes:

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- a) Procedimiento Constructivo: Es importante reconocer que el catálogo de conceptos se debe estructurar de manera similar al procedimiento constructivo, para así, paso a paso revisar los conceptos que puedan estar incluidos en dicho catálogo.
- b) Catálogo Maestro de Conceptos: En la SCOP se cuenta con un Catálogo General de Caminos, el cual contiene todos los conceptos relacionados a la construcción de caminos en donde solamente se deben seleccionar los conceptos necesarios según los requerimientos de nuestro proyecto.

Una vez realizado el Catálogo de Conceptos se le agregan las cantidades de obra para pasar a la siguiente etapa que es la realización del Presupuesto de la Obra.

Para apreciar dicho Catálogo de Conceptos consultar el Anexo L.

5.2.3 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Presupuestar una obra, es establecer de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente se requieren (composición cuantitativa) para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado.

5.2.3.1 Características del Presupuesto.

Todo presupuesto tiene cuatro características fundamentales: es aproximado, es singular, es temporal y es una herramienta de control.

El presupuesto es **aproximado**, sus previsiones se acercaran más o menos al costo real de la obra, dependiendo de la habilidad (uso correcto de técnicas

presupuestales), el criterio (visualización correcta del desarrollo de la obra) y experiencia del presupuestador.

El presupuesto es **singular**, como lo es cada obra, sus condiciones de localización, clima y medio ambiente, calidad de la mano de obra características del constructor, etc. Cada obra requiere un presupuesto propio así como cada persona o empresa tiene su forma particular de presupuestar.

El presupuesto es **temporal**, los costos que en él se establecen sólo son válidos mientras tengan vigencia los precios que sirvieron de base para su elaboración. Los principales factores de variación son: Incremento del costo de los insumos y servicios; utilización de nuevos productos y técnicas; desarrollo de nuevos equipos, herramientas, materiales, tecnología, etc.; descuentos por volumen; reducción en ofertas de insumos por situaciones especiales, cambios estacionales.

El presupuesto es una **herramienta de control**, permite correlacionar la ejecución presupuestal con el avance físico, su comparación con el costo real permite detectar y corregir fallas y prevenir causales de variación por ajuste en alcances o cambios en actividades. No debe concebirse como un documento estático, cuya función concluye una vez elaborado. El presupuesto de construcción se debe estructurar como un instrumento dinámico, que además de confiable y preciso sea fácilmente controlable para permitir su actualización sistemática y evitar que se convierta en una herramienta obsoleta y de poca utilidad práctica.

5.2.3.2 Presupuesto y Costos de Construcción.

El presupuesto en construcción es una herramienta que tiene por objeto determinar anticipadamente el costo de la ejecución material de una obra.

Elaboración del Presupuesto.

Se realiza con base en los planos y en las especificaciones técnicas de un proyecto, además de otras condiciones de ejecución, se elaboran los cómputos de los trabajos a ejecutar, se hacen los análisis de precios unitarios de los diversos conceptos y se establecen los valores parciales de los capítulos en que se agrupan los conceptos, y así obtener el valor total de la obra. Los pasos a seguir son:

- **Listado de precios básicos.-** El presupuesto debe incluir la lista de precios básicos de materiales, equipos y salarios utilizados.
- **Análisis unitarios.-** Incluye indicaciones de cantidades y costos de materiales, transportes, desperdicios, rendimientos, costo de mano de obra, etc.
- **Presupuesto por capítulos.-** Los costos de obra se presentan divididos por capítulos de acuerdo con el sistema de construcción, contratación, programación, etc.
- **Componentes del presupuesto.-** Se presenta el desglose del presupuesto con las cantidades y precios totales de sus componentes divididos así: materiales, mano de obra, subcontratos, equipos y gastos generales. Finalmente en: costos directos y costos indirectos.
- **Fecha del presupuesto.-** Se debe indicar la fecha en la que se hace el estimativo, en caso de haber proyecciones de costos en el tiempo, se deben indicar.

Ajuste o Modificación del Presupuesto.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Se insiste en el carácter dinámico del presupuesto que conlleva el ajuste periódico, para que sirva de herramienta de control, que permita tomar las decisiones oportunas que garanticen la culminación exitosa del proyecto, para todas las partes.

Entre las condiciones de una obra, que al modificarse inciden en los costos y alteran su presupuesto, se pueden señalar:

- Reformas a los planos que implique mayores cantidades de los conceptos previstos: obras adicionales, o que conlleven trabajos diferentes que no se tuvieron en cuenta originalmente en el presupuesto, obras extras. También se pueden presentar disminuciones en las cantidades de los conceptos previstos.
- Cambios en las especificaciones de la construcción que modifiquen el nivel de calidad y costo de su presupuesto inicial.
- Alteraciones del programa de trabajo con base en el cual se elaboró el presupuesto de la obra, que pueden modificar los recursos de tiempo, materiales, mano de obra, equipos, etc.
- Cambios en las condiciones asumidas para realizar las obras: organización general, modalidad de contratación o pago, sistemas constructivos, rendimientos, desperdicios, condiciones diferentes de suelo, roca o medio de trabajo, y en general cualquier condición que signifique caso fortuito, fuerza mayor o factores imprevistos.
- Fallas de construcción que deben corregirse o deterioros que tengan que repararse ocasionando trabajos o desperdicios y que conlleven mayores costos.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- La fluctuación de los precios comerciales de los insumos básicos y los costos financieros, son condiciones externas a la obra que, si bien no se originan en ella, inciden en sus costos y afectan su presupuesto.
- En economías inflacionarias, las alzas de precios del mercado obligan a incluir en los presupuestos los incrementos correspondientes a la proyección de las alzas o actualizarse periódicamente para hacer las reservas de capital y planear los flujos de caja.

Los Costos en Construcción.

En general se pueden identificar los siguientes grandes componentes los cuales participan en los costos básicos de una obra:

- Materiales.
- Mano de obra.
- Equipos y herramientas.
- Gastos generales: administración e imprevistos.
- Impuestos.

Los tres primeros componentes se denominan costos directos. Tienen una relación directa con la ejecución física de la obra, estos costos están directamente relacionados con las cantidades de obra a ejecutar.

Los gastos generales también se conocen como costos indirectos, están relacionados especialmente con el tiempo de ejecución, e incluyen todos aquellos factores diferentes de los costos directos, que afectan la ejecución de la obra incluyendo gastos administrativos, de mantenimiento, financieros, impuestos, pólizas,

servicios públicos, comunicaciones, control técnico, campamentos, vías de acceso, etc., además de los imprevistos.

5.2.3.3 Etapas en el Estudio de un Presupuesto.

Generalmente, cuando se realiza un presupuesto, se tiene un tiempo definido para realizarlo y desde el punto de vista de una empresa constructora, se tiene que cumplir con una serie de aspectos técnicos para la presentación de la propuesta, por lo tanto se deben tomar los siguientes aspectos:

1. Se debe analizar el calendario para la presentación de la propuesta, es decir tomar en cuenta cuando se terminará el análisis de los precios de los materiales, el tiempo en que se terminará de elaborar los aspectos técnicos de la propuesta, tiempo que se requerirá la compaginación de la propuesta, etc.
2. Posteriormente se debe realizar un exhaustivo análisis de las bases de la licitación plasmado en el pliego de condiciones otorgado por la empresa contratante.
3. Se debe preparar un listado de cotizaciones de los materiales a utilizar en la obra, para esto se debe tener claramente identificadas las exigencias y especificaciones técnicas que pide la entidad contratante. En el caso de cotizaciones de subcontratos se debe procurar entregar el máximo de información disponible al cotizador.
4. Una vez tomado un conocimiento cabal del trabajo a ejecutar y las condiciones impuestas por la entidad contratante es siempre recomendable una visita al lugar, que generalmente es exigida por la

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

entidad contratante en el pliego de condiciones. En esta visita al lugar se debe detectar las condiciones en que se deberá efectuar la obra, los accesos, sitios de instalación de faenas, restricciones de paso en puentes y caminos, calidad del terreno, disponibilidad de materiales, maderas, combustible, agua potable, medios de transporte del personal, verificar el mercado de los materiales a utilizar, climatología, etc.

5. Otro paso importante en el estudio del presupuesto es el de proveerse de un listado de precios actualizado de mano de obra y maquinarias. En el caso de las maquinarias se debe tomar en cuenta el costo del combustible o la fluctuación que tendrá este durante el transcurso de la realización de la obra, mantenimiento, desgaste de neumáticos, etc.

5.2.3.4 Costo Directo.

El costo directo del precio unitario de cada concepto debe incluir todos los costos en que se incurre para realizar cada actividad, en general, este costo directo está conformado por tres componentes que dependen del tipo de conceptos o actividad que se esté presupuestando. (Excavación, concreto armado para vigas, replanteo, etc.).

- Materiales: es el costo de los materiales puestos en obra.
- Mano de Obra: es el costo de la mano de obra involucrada en el concepto, separado por cada especialidad, Por otra parte, se debe tomar también en cuenta los beneficios sociales.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Maquinaria, equipo y herramientas: es el costo de los equipos, maquinarias y herramientas utilizadas en el concepto que se está analizando.

Seguidamente se presenta la metodología para determinar los costos de cada uno de los componentes del costo directo.

Materiales.

Los materiales son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades o conceptos de la obra. Los materiales están determinados por las especificaciones técnicas, donde se define la calidad, cantidad, marca, procedencia, color, forma, o cualquier otra característica necesaria para su identificación.

Costo de los Materiales.

El costo de los materiales consiste en una cotización adecuada de los materiales a utilizar en una determinada actividad o concepto, esta cotización debe ser diferenciada por el tipo de material y buscando al proveedor más conveniente. El precio a considerar debe ser el **puesto en obra**, por lo tanto, este proceso puede ser afectado por varios factores tales como: costo de transporte, formas de pago, volúmenes de compra, ofertas del momento, etc.

El costo de los materiales tiene una gran importancia en el cálculo del presupuesto, debido a que en el caso de que se cometa errores en esta parte, trae como consecuencia un resultado muy alejado de la realidad, y por lo tanto una total distorsión en el costo total de la obra, que en caso de ser una licitación elimina directamente al contratista que se presenta a esta.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Por otra parte, se deberá tener conocimiento de toda la diversidad del mercado, en cuanto a los materiales a utilizar, una diferencia de precio mínima podrá incidir en los volúmenes grandes de material a comprar que se necesita en la construcción de una obra.

Rendimiento de los Materiales.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta en lo que se refiere a los materiales es el rendimiento que tienen estos, es decir la cantidad de material que se necesita en una determinada actividad o concepto.

La cantidad de materiales se determina mediante un estudio analítico, en el cual se considera el **rendimiento del material** que es propio de cada uno de sus componentes, al cual se adiciona las pérdidas producidas por fracturas durante el transporte del material que imposibilita el empleo en la obra. Éstas pérdidas son expresadas en un determinado porcentaje a lo que se llama el **rendimiento neto**, adicionando a éste da como resultado el **rendimiento total**. Es decir:

$$\text{Rend Total} = \text{Rend real} + \text{Rend neto}$$

Sin embargo, hay que decir que el cálculo de éstos rendimientos se hallan mediante exhaustivos estudios, pero en el caso de las licitaciones, en los pliegos de condiciones se encuentran las especificaciones técnicas del proyecto, por lo tanto se tiene un parámetro de los rendimientos de los materiales que se deben utilizar en una determinada actividad.

Mano de Obra.

La mano de obra es un recurso determinante en la preparación de los costos unitarios. Se compone de diferentes categorías de personal tales como: capataces,

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

albañiles, mano de obra especializada, peones y demás personal que afecta directamente al costo de la obra.

Los salarios de los recursos de mano de obra están basados en el número de horas por día, y el número de días por semana. La tasa salarial horaria incluye: salario básico, beneficios sociales, vacaciones, feriados, sobre tiempos y todos los beneficios legales que la empresa otorgue al país.

Costo de la Mano de Obra.

Es otro de los factores determinantes en la preparación de los costos unitarios. Se compone de jornales y sueldos de peones, albañiles, mano de obra especializada y demás personal que afecta directamente a los diferentes conceptos de la obra.

A pesar de la progresiva mecanización y el empleo cada vez mayor de elementos prefabricados, la mano de obra sigue aportando la mayor contribución en los trabajos de construcción.

Para la valoración del costo horario, debe tomarse en cuenta el salario básico, al cual debemos agregar las incidencias de los beneficios sociales.

Rendimiento de la Mano de Obra.

El rendimiento de la mano de obra se puede definir como la cantidad de unidades iguales que un obrero puede hacer en un periodo fijo o alternativamente el tiempo que se requiere de un obrero para hacer una unidad de obra; dicho en forma resumida, el rendimiento es:

- La cantidad de obra hecha en la unidad de tiempo, o
- El tiempo necesario para hacer una unidad de obra.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Para hacer un análisis del rendimiento de la mano de obra, se debe tomar en cuenta el tiempo total de permanencia de un trabajador en una obra se aprovecha sólo parcialmente, pudiendo hacerse una subdivisión de su trabajo de la siguiente manera:

- **Trabajo productivo:** actividad que aporta directamente a la producción.
- **Trabajo contributorio:** actividades de apoyo que deben ser realizadas para que el trabajo productivo se pueda hacer.
- **Trabajo no contributorio:** son todas las demás acciones que no se encuentran dentro las mencionadas anteriormente y que representan tiempos desaprovechados.

Por otra parte, el rendimiento de la mano de obra, varía de acuerdo a la experiencia del obrero, es decir, mientras más experimentado sea el obrero, los rendimientos serán más altos. Otro de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra, es el sistema de trabajo al cual se realizará la obra; estos sistemas de trabajo son por contrato y por jornal.

El sistema de jornal, es aquel por el cual se paga un determinado valor por jornada diaria de trabajo, en el cual se obtienen rendimientos bajos pero la calidad del trabajo es buena. Por el otro lado, el sistema de contrato es aquel por el cual se paga una determinada suma por la unidad de obra ejecutada; en este sistema se obtiene una disminución de la calidad en la ejecución de la obra, pero se obtiene rendimientos más altos.

El cálculo del rendimiento de la mano de obra es muy complicado, pero la determinación de éste factor puede hacerse de dos formas, una de las cuales es el cronometrado de tiempos empleados por diferentes obreros para la ejecución de un

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

mismo tipo de conceptos, tomando como rendimiento el término medio de éstos. Y el segundo método será resultado de los valores invertidos en mano de obra de la construcción terminada.

Por ejemplo, en el caso de que se tenga que cumplir en un determinado tiempo una construcción, es decir que se tenga un plazo fijo en la realización de la obra, se puede obtener un rendimiento de mano de obra adecuado, o mejor dicho un rendimiento teórico el cual permitirá la conclusión de la obra en dicho tiempo.

Beneficios Sociales.

Otro de los aspectos que se debe tomar en cuenta en el cálculo de la mano de obra es el de los **beneficios sociales**. Las leyes sociales del país determinan el pago de beneficios sociales a todas las personas asalariadas que deben ser involucradas dentro del costo de mano de obra.

Costo de los Equipos de Construcción y Herramientas.

En el costo de la maquinaria y equipos se considera a todas las maquinarias como ser: grúas, volquetes, cargadores frontales, etc. dependiendo el tipo de actividad o conceptos que este en estudio. En el caso de las maquinarias puede haber dos posibilidades para realizar el estudio:

- Equipos **alquilados**: en esta situación sólo se considera una precio por el alquiler del equipo, teniendo la precaución de conocer qué es lo que incluye dentro del alquiler, por ejemplo, si no se incluyen ciertos costos tales como el operador, mantención o accesorios, es necesario agregarlos, para presupuestar el costo real de operar los equipos.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

- Equipos **propios**: para este caso, la situación es un poco más compleja, ya que se requiere determinar los costos de depreciación del equipo y los de posesión y operación del mismo, mediante algún método, el cual se desarrollará más adelante en el presente capítulo.

Herramientas.

Este monto está reservado para la reposición del desgaste de las herramientas y equipos menores que son de propiedad de las empresas constructoras. Este insumo, es calculado generalmente como un porcentaje de la mano de obra que varía entre el 3% y el 5% dependiendo de la dificultad del trabajo.

5.2.3.5 Costos Indirectos.

Los costos indirectos son aquellos gastos que no son fácilmente cuantificables como para ser cobrados directamente al cliente.

Los costos indirectos incluyen: gastos generales, utilidades y los impuestos.

Gastos Generales.

Son aquellos gastos no incluidos en los costos directos y son muy variables, dependiendo de aspectos como el lugar donde se debe realizar la obra. Así por ejemplo, las obras locales tienen gastos generales más bajos que los que están ubicados en el campo y también es obvio que una empresa constructora grande tiene gastos generales mayores que la de una pequeña.

También tiene influencia el tipo de garantía (boletas bancarias o pólizas de seguro). El monto de contratos anuales y la magnitud de la empresa constructora. Por otra parte, existen dentro de los gastos generales costos fijos que representan un

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

porcentaje permanente del costo total de la mano de obra como son los aportes a entidades.

Depende entonces de cada empresa constructora determinar el porcentaje de gastos generales para cada una de sus obras

Los gastos generales no son un porcentaje de los costos directos; se los expresa como porcentaje solamente como un artificio matemático, para distribuir el gasto en cada uno de los conceptos de la obra, ya que la certificación de la obra, se realiza mediante medición del volumen de cada concepto multiplicado por su precio unitario.

Utilidad.

Las utilidades deben ser calculadas en base a la política empresarial de cada empresa, al mercado de la construcción, a la dificultad de ejecución de la obra y a su ubicación geográfica (urbana o rural).

Impuestos.

En lo que se refiere a los impuestos, se toma el Impuesto al Valor Agregado (IVA). El impuesto IVA grava sobre toda compra de bienes, muebles y servicios, estando dentro de estos últimos la construcción, su costo es el del 16% sobre el costo total neto de la obra y debe ser aplicado sobre los componentes de la estructura de costos.

5.2.3.6 Presentación de un Presupuesto.

Una vez analizados todos los componentes o conceptos del presupuesto del proyecto, es necesario preparar el presupuesto definitivo, la forma de presentación de

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

los presupuestos que se verá en este punto, es un ejemplo de cómo es se realiza el presupuesto final.

Es por eso que los precios unitarios tiene una gran importancia en lo que se refiere al presupuesto de una obra, puesto que los precios unitarios tienen que estar de acuerdo a la realidad del proyecto, es decir, tiene que tener una racionalidad de precios en relación al proyecto.

Como este Proyecto es de carácter público, el presupuesto lo debe realizar una Institución de Gobierno en la cual se vaya a realizar la licitación de Obra Pública; para ello, fue necesario que la SCOP, a través de la Dirección de Procesos de Licitación y Adjudicación de Obras, realizara el presupuesto de la Construcción de las Vialidades Internas del Complejo Ciudad Salud en base al Catálogo de Conceptos con Cantidades de Obra que le fue entregado a dicho departamento.

Debido a esto, ellos mismos realizan las tarjetas de precios unitarios necesarias para el presupuesto, pero como por cuestiones de ética, la SCOP no permite revelar dichas tarjetas.

Una vez realizado el dicho presupuesto se puede comentar que asciende a un monto final de \$33'618,538.76 (Treinta y tres millones seiscientos dieciocho mil quinientos treinta y ocho pesos 76/100 M.N.) al 09 de octubre del 2015.

Dicho presupuesto se encuentra en el Anexo M.

6.- CONCLUSIONES DEL PROYECTO

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Al desarrollar un Proyecto de Tesis te das cuenta de la importancia que va tomando el Proyecto una vez que lo has empezado a realizar y lo confirmas en el momento que lo terminas. Cada paso que avanzas en la realización de este, surgen dudas las cuales tienes que resolver y tomar decisiones que van de la mano con el criterio que se tenga como Ingeniero Civil...

Cuando me asignaron este Proyecto de Tesis pensé que iba a ser algo sencillo, solo trazar vialidades como si fuera un proyecto escolar, pero gran sorpresa me llevé cuando no fue así; en ese momento comprendí que lo que había aprendido en la Facultad, solo era la base de todo lo relacionado con el diseño completo de un Proyecto Geométrico de Carretera.

Cada vez que avanzaba más en el proyecto, surgían más dudas que tenía que resolver y en ocasiones momentos de frustración por no saber realizar ciertas cosas en el proyecto; pero gracias al apoyo de mi asesor y coasesores pude seguir avanzando en este proyecto.

Muchos me preguntaron el por qué no elegí la opción del Examen Ceneval para Titularme, mi respuesta fue que el hacer un Proyecto de Tesis significa un mayor esfuerzo, paciencia y perseverancia. No es solo resolver una simple ecuación, sino resolver todo un conjunto de ecuaciones en un sistema al mismo tiempo; al hacer una tesis eliges el camino largo, el camino que pocos se atreven a tomar, el camino difícil pero al mismo tiempo interesante, y lo más importante que es también el camino donde te demuestras a ti mismo hasta donde llegan tus habilidades y capacidades. Eso es por lo que uno estudia la Carrera en Ingeniería Civil.

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Yo considero que el realizar un Proyecto de Tesis no es una pérdida de tiempo, sino una oportunidad para demostrarte a ti mismo cuan fuerte y capaz eres para realizar algo de esa magnitud. Duré 18 meses en terminar este Proyecto, 18 largos meses y al fin veo los resultados, este momento tan anhelado que me hace que suspire hondo y exhale un aire de satisfacción personal, que provoca un sentimiento de superación profesional inexplicable que me motiva a seguir luchando por alcanzar mis metas y objetivos, no solo en lo profesional, sino en todos los ámbitos.

Este proyecto lo realicé en gran parte con ayuda del Programa Civil 3D, el cual me permitió desarrollar mis habilidades para entender y manejar este Programa; además me abrió la puerta a desarrollar algo que es muy importante para cualquier Ingeniero Civil, el tener criterio profesional para el Diseño de un Proyecto Geométrico de Carretera.

Yo sé que tal vez mi propuesta de Proyecto no sea la más viable, que quizá algún otro Ingeniero pueda mejorar mi Proyecto en varias cuestiones, pero una cosa si es cierta, yo realicé este Proyecto con el fin de que fuera una Obra óptima en todos los aspectos posibles, económico, social, ecológico y político, ya que todos estos aspectos son indispensables en todo proyecto, y es el Ingeniero Civil es una pieza clave para que todos estos aspectos sean posibles.

Este es un proyecto real, que tal vez no hoy, ni mañana, pero en algún futuro cercano se logrará realizar, y ese día estaré tan orgulloso de mí mismo por el hecho de haber colaborado con algo para mejorar nuestro Estado, nuestro Michoacán.

Cabe mencionar que una de las inconformidades más comunes de la población en relación a la Construcción del complejo Ciudad Salud fue su ubicación o lejanía

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

fuera de la Ciudad, pero en realidad, los tiempos de traslado hacia este complejo se han reducido gracias a la modernización y construcción de las Vialidades de la Ciudad; en este caso, la modernización del Libramiento Norte de la Ciudad, la cual cuenta con una red de vialidades en modalidad de vía rápidas, las cuales permiten disminuir los tiempos de traslado y literalmente cruzar la ciudad en menos de media hora. Este Libramiento conecta con las distintas rutas de llegada a dicho Complejo por lo que resulta aún llegar más rápido a este. Por este motivo el comentar que el Complejo Ciudad Salud se encuentra “lejos”, ya no es un buen argumento.

Esta es la visión de un Ingeniero Civil y me enorgullece formar parte del Proyecto único en su tipo en todo el Estado, una Obra Civil que sin duda alguna revolucionará la Historia de nuestro país, y donde una vez más demostraremos a todo México que Michoacán es un ejemplo a seguir, que los michoacanos siempre hemos sido punta de lanza en el desarrollo de esta nación y lo seguiremos siendo, porque Michoacán ha estado presente en todos los grandes movimientos sociales de este país, y es por una sencilla razón: Michoacán es alma de México.

No hay ecuación que resolver, ni libro por terminar, mucho menos variables por cambiar; hoy se finaliza una etapa para comenzar otra, hoy se hace historia, hoy se escribe un nuevo capítulo en esta vida, hoy seré leyenda; por qué?...porque soy joven y soy Ingeniero Civil.

Noches de desvelo, días de cansancio, semanas de desesperación, todo este tiempo tuve que esperar pero todo ha valido la pena, todo tiene sentido ahora, esta era mi misión desde un principio solo que no me di cuenta sino hasta ahora; debía hacerlo, debía demostrarme a mí mismo mis límites y capacidades, debía romper las

PROYECTO GEOMÉTRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIALIDADES PRINCIPALES
DEL COMPLEJO CIUDAD SALUD, UBICADO EN MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

cadena y seguir luchando solo para demostrarme a mí mismo una sola cosa: mi fortaleza de vencedor.

Esta es nuestra naturaleza, no como ingenieros sino como seres humanos, siempre queremos llegar más alto aunque a veces caigamos, lo importante no es cuantas veces caigas, sino la fuerza con la que te levantas y sigues de nuevo.

“Por mucho tiempo se ha dicho que los jóvenes somos el futuro de este País...ese momento, ha llegado”

Oscar Rodríguez Rangel

¡AVISO IMPORTANTE!

De acuerdo a lo establecido en el inciso “a” del **ACUERDO DE LICENCIA DE USO NO EXCLUSIVA** el presente documento es una versión reducida del original, que debido al volumen del archivo requirió ser adaptado; en caso de requerir la versión completa de este documento, favor de ponerse en contacto con el personal del Repositorio Institucional de Tesis Digitales, al correo dgbrepositorio@umich.mx, al teléfono 443 2 99 41 50 o acudir al segundo piso del edificio de documentación y archivo ubicado al poniente de Ciudad Universitaria en Morelia Mich.

U.M.S.N.H
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS