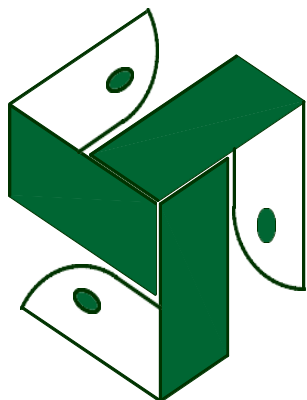




**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO**

**INTRODUCCIÓN DE RED DE AGUA
POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y
PAVIMENTACIÓN DE CALLE SANTA
BÁRBARA EN RINCONADA SAN MARCOS
TULTITLÁN**

**INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

ALUMNO: ANTONIO SÁNCHEZ GUARNEROS

**ASESOR: M. EN G. E. GRETTEL PATRICIA FLORES
STREICHER**

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉX. MARZO, 2024

Preliminares

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por motivarme, brindarme su apoyo incondicional, comprensión y por confiar en mi durante este largo proceso.

A mis profesores por transmitirme todo su conocimiento y experiencia a lo largo de mi vida estudiantil y en especial a mis asesores la M. en G. E. Gretel Patricia Flores Streicher y la Arq. Evangelina Isabel Camacho Palma quienes me brindaron su tiempo y dedicación como asesores interno y externo respectivamente para la realización de este proyecto y así compartirme sus experiencias en el ámbito laboral.

Al H. Ayuntamiento de Tultitlán. y en especial a la Dirección de Obras Públicas donde me dieron la oportunidad de ser parte de este proyecto.

Resumen

El presente proyecto tendrá una longitud de calle de 624.43 metros aproximadamente con anchos de arrollo variables debido a la naturaleza del terreno accidentado en cuanto a la pavimentación de la calle se refiere, en cuanto a las banquetas de la misma forma se tratará de mantener los anchos pertinentes admitidos para el paso de peatones buscando en todo momento garantizar el paso seguro de peatones y tratando de estandarizar los anchos del arroyo en la medida de lo posible.

En cuanto al drenaje se construirá la línea principal con sus respectivas descargas (1 por cada domicilio) a lo largo de toda la calle y en cuanto a la red de agua potable se introducirá la línea principal con sus tomas domiciliarias correspondientes a cada predio.

Índice

Contenido

Preliminares	2
Agradecimientos	2
Resumen	3
Índice	4
Generalidades del proyecto.....	7
Introducción	7
Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.....	8
Problemas a resolver	8
Objetivos.....	9
General	9
Específicos.....	9
Justificación	9
Marco Teórico	10
Topografía:	13
Pavimento.....	15
Tipos de pavimentos	15
Pavimento MR-35.....	18
Alcantarillado	21

Pozos de visita	22
Agua potable.....	24
Características del agua potable y como se obtiene:.....	24
Principales características del agua potable	24
El proceso de potabilización	25
Desarrollo	26
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	26
Resultados	33
Conclusiones.....	34
Competencias desarrolladas	36
Competencias desarrolladas y/o aplicadas	36
Topografía.....	36
Materiales y Procesos constructivos.....	36
Costos y presupuestos	37
Abastecimiento de agua	37
Alcantarillado.....	37
Diseño y Construcción de pavimentos.....	37
Fuentes de información	38
Referencias	38
 Fotografía 1- Despalme de terreno	 Fotografía 2 – Despalme de terreno. ...27
Índice de Fotografías	

Fotografía 3 – Trazo	27
Fotografía 4 – Trazo y nivelación.....	27
Fotografía 5 – Corte en caja	Fotografía 6 – demolición para
alojamiento de pavimento	28
Fotografía 7 – Descarga domiciliaria	29
Fotografía 8 – Colocación línea principal drenaje	29
Fotografía 9 excavación en roca para cepa de línea	Fotografía 10 –
Tendido de tubería drenaje	29
Fotografía 11 – Conexión de toma	Fotografía 12 –
Conexión de toma larga	30
Fotografía 13 – Tendido de línea principal de A.P.	Fotografía 14 – Relleno de
tepetate en banquetas	30
Fotografía 15 – Colado de losa de fondo de pozo	Fotografía 16 – Desplante
de muros para pozo de visita	31
Fotografía 17 – Limpieza general	Fotografía 18 – Pintura
en guarniciones.....	31
Fotografía 19 – Limpieza.....	32

Generalidades del proyecto

Introducción

Derivado de las necesidades naturales de la sociedad por mejorar la calidad de vida de las personas que habitan especialmente sobre la calle Santa Bárbara que serán los beneficiados directamente y gracias al sorteo por el cual fue beneficiada en base a previa licitación pública, surge este proyecto el cual contará con una longitud de arroyo de 624.43 metros aproximadamente con anchos de arrollo variables por la naturaleza del terreno accidentado en cuanto a la pavimentación de la calle se refiere, en cuanto a las banquetas de la misma forma se tratará de mantener los anchos pertinentes admitidos para el paso de peatones buscando en todo momento garantizar el paso seguro de peatones y tratando de estandarizar los anchos del arroyo en la medida de lo posible.

En cuanto al drenaje se construirá la línea principal con tubería PAD (polietileno de alta densidad) de 30 cm de diámetro con sus respectivas descargas domiciliarias con tubería PAD (polietileno de alta densidad) de 20 cm de diámetro a lo largo de toda la calle

Para la red de agua potable se introducirá la línea principal a lo largo de toda la calle con tubería de pvc hidráulico de 2.5" de diámetro con sus tomas domiciliarias a base de manguera de polietileno Kit-tec con alma de acero la cual se colocará en cada predio.

Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA: H. Ayuntamiento de Tultitlán

SECTOR: Obras Públicas

PUESTO: Auxiliar de Residencia de Obra

Problemas a resolver

En esta obra integral resolveremos principalmente 3 problemas

- Servicio de drenaje
- Servicio de agua potable
- Pavimentación de la calle que incluye: guarniciones, banquetas y rampas
priorizando el acceso para sillas de ruedas hacia las banquetas

Objetivos

General

Supervisar todos los trabajos referentes a la Introducción de Red de Agua Potable, Drenaje Sanitario y Pavimentación de calle Santa Bárbara en Rinconada San Marcos Tultitlán

Específicos

- 1) Revisar todos y cada uno de los materiales utilizados dentro de la obra para que estos cumplan con la especificación y calidad requerida en el catálogo de conceptos
- 2) Revisar planos generales del proyecto
- 3) Revisar levantamiento topográfico
- 4) Revisar números generadores para saber que se está trabajando y cobrando los conceptos y dimensiones detallados en el proyecto
- 5) Revisar Equipo de protección personal para garantizar una obra con el menor índice de riesgo posible

Justificación

Este proyecto se realizó principalmente para ofrecer a la población una calle plana y uniforme en la medida de lo posible, transitable y segura; que tengan acceso a los servicios básicos como los son el drenaje y el agua potable

Marco Teórico

Antecedentes:

El desplazamiento de las personas de residencia dentro esta zona siempre ha sido un conflicto ya que por la naturaleza del suelo y por su ubicación geográfica los caminos y pendientes muy pronunciadas en ciertos puntos a lo largo del arroyo se volvieron un problema real al que ya con el paso del tiempo los residentes se han tenido que acostumbrar, siguiendo el modelo clásico de expansión municipal conforme los asentamientos, la edad media de la población residente disminuye, indicando que son las familias de nueva formación las que ocupan el territorio más distante del centro del municipio y resolviendo sus problemas de vivienda a costa de sacrificar servicios.

En las últimas décadas, la población, ha mostrado un gran dinamismo y avance significativo en el proceso de transición demográfica. Dichos cambios guardan estrecha relación con la evolución económica, el patrón de distribución de la población y las políticas de población definidas por el Estado, las cuales pasaron de una orientación natal hacia otra de desaliento al crecimiento.

Detalles de proyecto

Monto del contrato: \$ 18,345,190.01

Inicialmente se hace el levantamiento topográfico para conocer la altimetría y planimetría de la zona, una vez identificados los niveles y ubicación específica de todos y cada uno de los elementos que se van a encontrar sobre la calle, se comienza con el trazo para dar inicio con la apertura de caja por medios mecánicos para la conformación y alojamiento del pavimento de concreto hidráulico el cual tendrá 15 cm de espesor con una resistencia a la compresión de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra, esto por la dificultad de acceso a la calle para el suministro de concreto premezclado, terminado el trazo, la apertura de caja y marcando los niveles con respecto a la subrasante se comenzará a suministrar la base para el mejoramiento del terreno natural, en este caso en particular por ser una parte alta y cercana a la sierra de

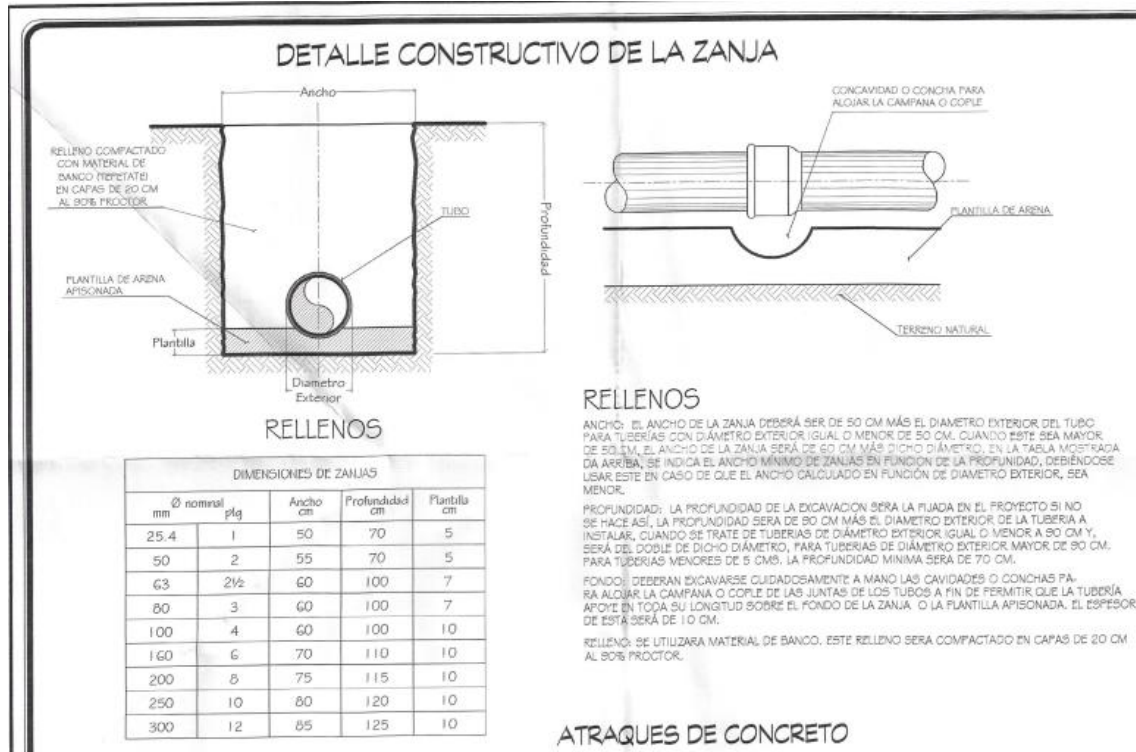
Guadalupe, las propiedades naturales del suelo indican que tenemos material tipo C (roca) por lo que se tendrá que efectuar cualquier tipo de excavación por medios mecánicos con un martillo hidráulico “pica” para demoler dicha roca y no será necesaria la base.

Una vez alcanzando los niveles marcados por la topografía de la subrasante se descabezarán los pozos existentes, el descabece significa que el pozo o los pozos existente tienen un nivel más alto al de proyecto por lo cual es necesario re nivelarlos al nivel de subrasante para que no tengamos obstáculos para la motoniveladora a la hora de abrir caja, normalmente se rebajan 10 cm abajo del nivel de subrasante para poder ser tapados con polines y la motoniveladora pueda pasar y cortar sobre todo el ancho de arrollo sin que los pozos sean contaminados con material de corte. Posterior a ello se comenzará con la excavación (demolición de roca) en cepa para el alojamiento de la línea de drenaje principal (tubería de 30 cm de diámetro) que tendrá una sección de 60 cm de base por profundidades variables dependiendo los niveles de las descargas sanitarias de cada predio, a esta línea principal se conectarán todas las descargas sanitarias domiciliarias (1 descarga sanitaria por predio) las cuales serán de 20 cm de diámetro cuya sección de excavación para alojamiento de tubería será de 40 cm de ancho por una profundidad variable y al igual que la línea principal será de tubería PAD corrugado (Polietileno de alta densidad); toda la tubería deberá estar asentada sobre una cama de arenilla de tezontle cuyas dimensiones están descritas en el catálogo de conceptos, (10 cm de espesor) la misma tubería tendrá un acostillado del mismo material al de la cama (arenilla de tezontle) y un relleno con tepetate compactado con compactador hidráulico en capas de 20 cm sobre las cepas tanto de línea principal como de descargas domiciliaria

Teniendo el nivel de la subrasante delineado y afinado se comenzará con la preparación de la base para el desplante de la guarnición, la cimbra y construcción de guarniciones de una sección típica de 20 cm de base por 15 cm de corona y un peralte de 50 cm de altura con una resistencia de proyecto de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ construidas con concreto premezclado para

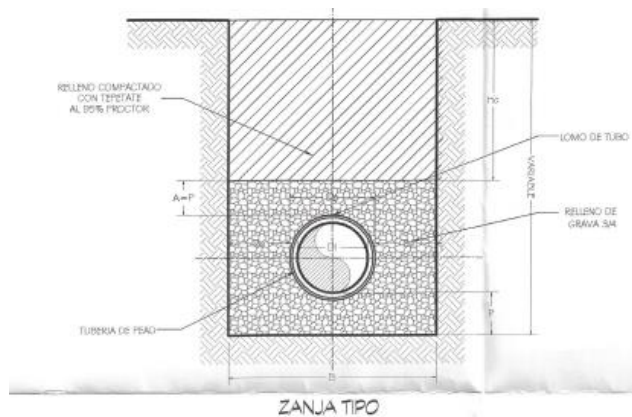
delimitar el ancho del arroyo, Simultáneamente sobre el hombro izquierdo se realizará la excavación en cepa de forma mecánica para el tendido de la tubería de PVC hidráulico de 2 ½ “ de diámetro que será la línea principal de abastecimiento de agua potable a la cual se conectarán las tomas domiciliarias con manguera kit-tek con alma de acero de ½” de diámetro y accesorios necesarios para poder recibir el servicio. Servicio que será abastecido por medio del sistema Cutzamala de tipo red abierta.

Una vez finalizados los trabajos de plomería, se realizarán los rellenos correspondientes con tepetate y si culminarán las áreas de banquetas con adocreto de 6 cm de espesor sobre base compactada de tepetate y cama de arena de 7 cm de espesor así como la elaboración/re nivelación de los pozos de visita nuevos de proyecto/existentes según corresponda, también se trabajará con la excavación manual para el alojamiento y construcción de registros pluviales ubicados estratégicamente a lo largo del arroyo y en los puntos de nivel más bajos para garantizar su efectividad en cuanto a funcionalidad se refiere, estos registros son a base de muros de concreto reforzado con malla electrosoldada 10-10/6-6 de $f'c=200$ kg/cm² con fondo de relleno de tezontle de 20 cm de espesor para ahora si dar paso al pavimento hidráulico, como todo pavimento hidráulico éste tiene una base; en este caso la base es un 70/30 de grava de 1 ½” de diámetro y arena pesada nivelada y compactada con rodillo vibrador, finalizada la base se construirá un pavimento de concreto hidráulico de $f'c=250$ kg/cm² con concreto premezclado revenimiento 12 +- 2 cm. fraguado normal a 28 días con cortes @360 cm descrito en proyecto y junta en los cortes de poliuretano, cortes en coladeras, brocales registros a 45° como lo marca la norma. Todo este proceso constructivo se finaliza como en toda obra de construcción con una limpieza general sobre toda el área trabajada, así como la entrega de obra y previas pruebas del correcto funcionamiento de los servicios hidráulicos y sanitarios introducidos, así como la limpieza de pozos, caja de válvulas, pintura de tráfico sobre guarniciones, balizamiento, marimbas y todo lo necesario y previamente definido y detallado en el catálogo de conceptos



ATRAQUES DE CONCRETO

Imagen. Detalle de zanja según diámetro de tubería agua potable



ZANJA TIPO PARA PEAD

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO INTERIOR*	DIÁMETRO EXTERIOR*	ANCHO DE ACOSTILLADO	ANCHO DE ZANJA	COCHÓN MÍNIMO	PLANTILLA DE GRAVA 3/4"
Dn	Di	De	Ba	B	Hc	P'
polgadas	cm	cm	cm	cm	cm	cm
6.00	15.20	17.60	20.20	40.00	50.00	10.00
8.00	20.00	23.30	19.05	65.00	50.00	10.00
10.00	25.10	28.70	21.15	70.00	50.00	10.00
12.00	30.00	36.70	21.15	80.00	50.00	10.00
15.00	38.00	44.80	20.60	88.00	50.00	10.00
18.00	45.30	53.60	22.17	100.00	50.00	10.00
24.00	61.40	71.30	25.05	120.00	50.00	10.00
30.00	76.20	89.20	38.40	170.00	50.00	10.00
36.00	91.40	105.30	46.05	200.00	50.00	15.00
42.00	105.40	121.20	44.20	210.00	50.00	15.00
48.00	122	133.30	46.30	225.00	70.00	15.00
60.00	151.40	166.40	46.30	270.00	70.00	15.00

Imagen. Zanja tipo para tubería PEAD corrugado en base al diámetro del tubo.

Topografía:

La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Define también las líneas y niveles que se necesitan para la construcción de edificios, caminos, presas y otras estructuras. Además de estas mediciones en campo, la topografía incluye el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones, así como la elaboración de los diagramas y planos necesarios. (Mc Cormac, 2006)

La topografía es una ciencia geométrica dedicada a la representación gráfica de la superficie terrestre. Es la disciplina que estudia los principios y procedimientos que nos permiten ilustrar las formas, detalles y elementos de la Tierra, tanto los naturales como los creados por el ser humano.

Dicha representación se hace siempre respecto de una extensión de terreno limitada, aplicando un plano imaginario y un conjunto de coordenadas tridimensionales (x, y, z). El resultado es un mapa topográfico, que indica cuál es el relieve de la zona estudiada.

Así, los mapas topográficos muestran la elevación del terreno mediante sistemas de líneas que conectan puntos específicos con un plano de referencia, el cual suele ser el nivel del mar.

Los estudios topográficos son muy importantes para otras disciplinas, como la agrimensura, la arquitectura, la arqueología, la geografía, la espeleología, la cartografía, la minería, la oceanografía y un enorme compendio de ingenierías.

Es especialmente útil a la hora de edificar o hacer obras de ingeniería civil, ya que básicamente la topografía se ocupa de describir fielmente la realidad física inmóvil de un lugar determinado, sea éste una ciudad, un campo o un valle entre montañas. (Editorial Etecé, 2020)

Pavimento

(Téllez, 2023) El pavimento por definición es una estructura heterogénea de suelos y rocas naturales, que el ingeniero toma, procesa y transforma, para formar capas resistentes que, en su conjunto, soporten cargas que le transmitirán los vehículos y sujetas a los agentes naturales de la región, durante toda su vida útil de servicio. Las diferencias que en este artículo se tratarán, se ubican en la capa superior que proporciona la superficie de rodamiento, esto es, concreto hidráulico o mezcla asfáltica.

Con fines fundamentales prácticos, los pavimentos se dividen en rígidos y flexibles. Sin embargo, la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es fácil de definir tan adecuadamente como para permitir una diferenciación entre uno y otro tipo de pavimento y hasta cierto punto materia de juicio, el precisar que tan rígido puede ser un pavimento flexible o que tan flexible puede llegar a ser un pavimento rígido.

Los pavimentos se diferencian y definen en términos de los materiales de que están constituidos y de cómo se estructuran esos materiales y no por la forma en cómo distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidas por los vehículos a las capas inferiores, lo que constituirá un criterio de clasificación más acertado.

Tipos de pavimentos

Pavimentos Flexibles

Un pavimento flexible es una carpeta asfáltica, la cual proporciona la superficie de rodamiento. Las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores se distribuyen por medio de las características de fricción y de cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Las capas que forman un pavimento flexible son:

Carpeta Asfáltica.

Base.

Sub-Base.



Imagen 1 Estructura del pavimento flexible

Esta estructura se diseña según condiciones especiales, los principales parámetros de diseño de un pavimento por métodos racionales son:

- Numero de ejes o vehículos que pasan por la vía.
- Módulos elásticos de las capas que conforman el pavimento.
- Temperatura del proyecto.
- Espesores de las capas.

Este tipo de pavimento llamado flexible, se diseña para un determinado número de repeticiones de carga, y alcanzar este número de repeticiones, se espera que el pavimento se fatigue y falle, este fallo del pavimento se demuestra con la presencia de fisuras y grietas en la parte superficial.

Pavimentos rígidos

Un pavimento rígido es aquel cuyo elemento fundamental es una losa de concreto hidráulico en la que se distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que

se presente la falla estructural. Aunque en teoría las losas de concreto hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la sub-rasante, es necesario construir una capa de sub-base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla de la losa.

La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por:

- Losa de concreto.
- Capa de sub-base.
- Ambas apoyadas sobre la sub-rasante.

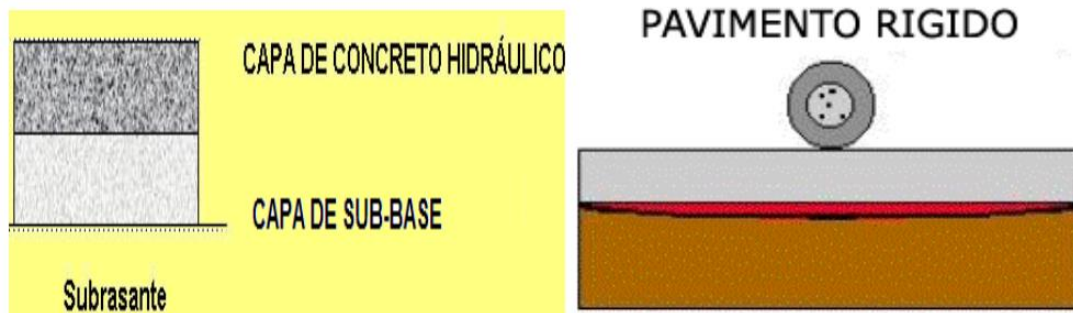


Imagen 2 Estructura del Pavimento Rígido

Para el caso de un pavimento rígido el cual no posee, todas estas capas y donde la más externa es una capa construida en concreto que por lo general es colocada en placas, se diseña también con un tráfico específico, con la diferencia que este pavimento puede fallar con solo una repetición de carga. La grafica anterior nos muestra un ejemplo de materiales en la conformación de un pavimento rígido.

Como vemos un pavimento no es solo lo que vemos, es una estructura funcional, compleja y donde la tecnología nos lleva a utilizar materiales no convencionales para sus diseños, por ejemplo, en pavimentos flexibles se realizan diseños con capas de grava –escoria, grava – cemento, cauchos etc., con el fin de brindar calidad a menores costos.

Pavimento MR-35

El concreto premezclado debido a su gran manejabilidad se comporta dependiendo del resultado que busquemos para cumplir ciertas necesidades de acuerdo con los proyectos. Uno de los concretos que se pueden elaborar en Concreto Solido de México es el concreto MR que está diseñado para ser utilizado en todo tipo de construcciones en donde se requiera soportar cargas resultantes de tensión; principalmente en losas de rodamiento en donde existe una alta demanda de esfuerzos de tensión por la concentración de las cargas de vehículos que transitan o se estacionan en este tipo de estructuras. Este concreto es altamente recomendado para la construcción de obras en donde se tiene un tráfico intenso de vehículos o carga de alto tonelaje.

Este tipo de concreto es la mejor opción para la construcción de superficies de rodamiento, como los pavimentos y pisos industriales. Debido a sus características e ingredientes utilizados para su fabricación es ideal para cualquier condición de carga donde hay un constate flujo de vehículos ligeros o pesados, montacargas e inclusive zonas peatonales de alto tráfico.

Entre las principales aplicaciones del concreto MR principalmente para la construcción de losas de rodamiento se pueden mencionar:

- Autopistas
- Carreteras
- Pavimentación de calles
- Pisos industriales
- Patios de maniobras
- Estacionamientos
- Plataformas de aeropuertos
- Plataformas marinas

- Terminales de autobuses

Para su producción, se utilizan materiales de calidad controlada; agregados densos y limpios, que da como resultado un producto que satisface la más alta exigencia de calidad en la industria de la construcción. Es elaborado cuidadosamente en una planta dosificadora de concreto de forma industrial en donde toda la materia prima es dosificada por peso en equipos calibrados.

Para lograr un acabado idóneo y mejores resultados al fraguar se deben tener ciertas consideraciones. Para un buen manejo en el vaciado de concreto se debe verificar: acceso a la obra (accesos en buenas condiciones a pie de descarga), tener disponible el personal y el equipo necesario, por ningún motivo agregue agua al concreto, iniciar la colocación del concreto en cuanto se presente en obra, tome en cuenta las condiciones ambientales para evitar colar durante la lluvia y generar segregaciones del material al colocarlo, observar buenas prácticas constructivas durante la colocación y compactación, iniciar el curado del concreto inmediatamente que alcance el fraguado inicial. Finalmente se recomienda que, para que el concreto alcance su máxima resistencia, manténgalo húmedo por siete días.

Algunas de las ventajas que podemos mencionar después de una buena colocación y de acuerdo con las características que se hayan solicitado podemos mencionar:

- Resistencia medida a la Tensión por Flexión MR.
- Mayor resistencia al desgaste y la abrasión.
- Vialidades con mayor comodidad para los usuarios.
- Estructuras con mejores desempeños.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Bajo costo de iluminación.
- Mayor durabilidad de las construcciones.

Principales ventajas del concreto MR-35

Este concreto es un producto que tiene un estricto control con las materias primas utilizadas para su fabricación. A diferencia de otros tipos de concreto, el MR tiene una relación grava-arena que es mayor, como consecuencia se tiene una mayor resistencia a la flexión, abrasión y desgaste superficial. Por esta razón, es ideal para ser utilizado en zonas de condiciones críticas, como cualquier superficie de rodamiento.

En algunos casos, se puede agregar fibras de polipropileno con el objetivo de incrementar la resistencia, lo que ayuda a resistir mucho mejor los agrietamientos en zonas con una temperatura muy variable debido a la contracción del polímero. Entre muchas de las ventajas que ofrece sobresalen las siguientes:

- Masa Unitaria del concreto fresco mayor o igual a 2,200 kg/m³.
- Concreto altamente cohesivo y trabajable.
- Facilidad y rapidez para la colocación y acabados.
- Revenimiento controlado, cumple con la norma NMX-C-155-ONNCCE-2004.
- Gama de revenimientos de acuerdo con las necesidades de la obra.
- Uniformidad en toda la mezcla.
- Tiempo de trabajabilidad controlado.

También ofrece varias ventajas una vez que el concreto se ha endurecido por completo, proceso que tarda algunos días, según la mezcla utilizada. Las más destacables son:

- Resistencia medida a la Tensión por Flexión MR.
- Mayor resistencia al desgaste y la abrasión.
- Vialidades con mayor comodidad para los usuarios.
- Estructuras con mejores desempeños.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Bajo costo de iluminación.

- Mayor durabilidad de las construcciones.
- Módulo de ruptura: 35, 36, 38, 40, 45 y 48 kg/cm².
- Edad: 28, 14, 7 y 3 días.
- TMA: 40 y 20mm.
- Revenimiento: 10-12-14.
- Colocación: Tiro directo o bomba.

Alcantarillado

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

De acuerdo a las necesidades actuales de la ciudad y de los reglamentos existentes en materia de control ambiental, se ha optado por separar los sistemas de alcantarillado que por años su tendencia fue construirlos combinados por razones económicas y técnicas que en su tiempo se justificaban.

Es evidente que entre los diferentes tipos de alcantarillado hay situaciones técnicas comunes, como son el diseño hidráulico, profundidades, especificaciones de construcción, etc., que, si se describieran para cada uno en los subcapítulos correspondientes, harían extenso este documento innecesariamente, por lo que se optó por hacer énfasis al detalle en el subcapítulo de alcantarillado sanitario debido a la importancia que reviste en la actualidad en nuestro medio el saneamiento, describiendo en los demás únicamente el criterio de cálculo.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

- A) Alcantarillado sanitario: Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.

- B) Alcantarillado pluvial: Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.
- C) Alcantarillado combinado: Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración.
- D) Alcantarillado semi-combinado: Se denomina al sistema que conduce el 100% de las aguas negras que produce un área ó conjunto de áreas, y un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales captadas en esa zona que se consideran excedencias y que serían conducidas por este sistema de manera ocasional y como un alivio al sistema pluvial y/o de infiltración para no ocasionar inundaciones en las vialidades y/o zonas habitacionales.

Es importante hacer la aclaración que en este capítulo al hacer referencia a subcolectores y colectores nos referimos a los componentes del sistema que cumplen esa función exclusivamente dentro del área objeto de estudio, de tal manera que se drenará un área en particular. Por lo que al tratarse de colectores y subcolectores que su objetivo sea el de atravesar varias zonas ó áreas en estudio para su drenado, estos pueden ser responsabilidad en cuanto a proyecto y construcción del Gobierno del Estado, a través de su Departamento de Obras Publicas o del SIAPA directamente.

Pozos de visita

Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente.

Los materiales utilizados para la construcción de los pozos de visita deben asegurar la hermeticidad de la estructura y la conexión con la tubería. Pueden ser contruidos en el lugar o

prefabricados, su elección dependerá de un análisis económico

En todos los tipos de pozos de visita, las tapas deberán ser de fundición dúctil y del tipo ciega, ventiladas (exclusivamente para pluvial, perforadas) con mecanismo de apertura-cierre.

Se deberán construir a una distancia máxima de separación de 80 m para facilitar las operaciones de inspección y de mantenimiento de la red. Se construyen de tabique, concreto reforzado o de mampostería de piedra, juntado con mortero cemento-arena en proporción 1:4, de un espesor mínimo de 28cm a cualquier profundidad

Este tipo de pozos se deben aplanar interiormente con mortero cemento-arena 1:3 mezclado con impermeabilizante para evitar la contaminación y la entrada de aguas freáticas; el interior del pozo deberá ser con acabado pulido.

El pozo deberá disponer de escalones de 60 cm de largo, separados a cada 40 cm a partir del nivel de piso terminado del pozo, debidamente empotrados y separados a 15 cm del muro.

El material del escalón deberá ser resistente a la corrosión, antiderrapante y rígido; pudiendo ser de acero inoxidable, fibra de vidrio reforzada o alma de acero, fierro fundido (con recubrimiento anticorrosivo) o de polietileno de alta densidad (PEAD), de un espesor mínimo de 3/4" (Ø)

Se deberán instalar mangas de empotramiento a todos los tipos de pozos de visita para asegurar una conexión hermética con la tubería, así como para garantizar la hermeticidad del sistema de conducción sanitario

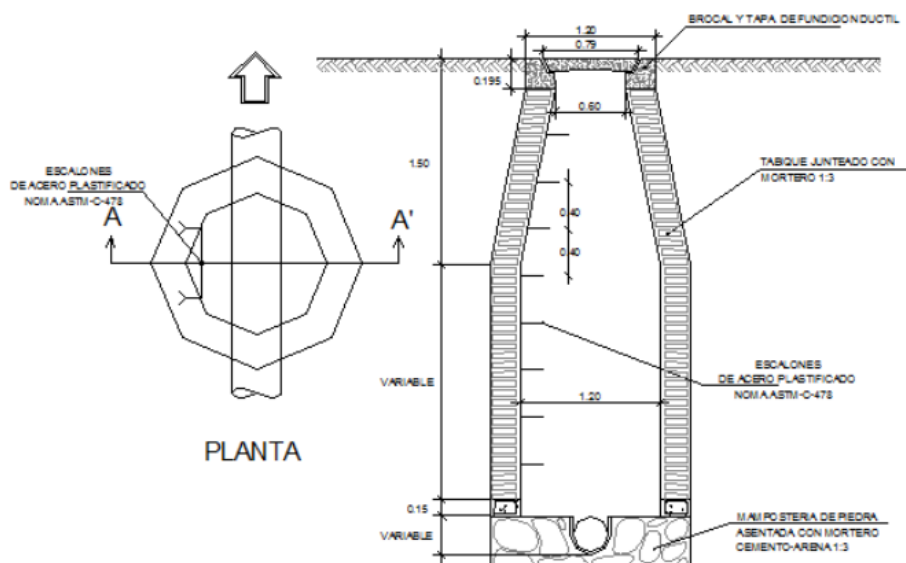


Imagen 4 Pozo de visita (SIAPA, 2014)

Agua potable

Características del agua potable y como se obtiene:

Nuestro planeta está compuesto por agua en tres cuartas partes. Pero no toda esa agua es potable. Disponer de una fuente de agua potable es fundamental para nuestra supervivencia diaria. Conozcamos las características del agua potable y los procesos para conseguirla.

El agua potable es una de los principales recursos que necesitamos los seres humanos para sobrevivir día a día. Las características del agua potable son las que hacen que esta sea la única apta para el consumo humano, ya que no supone un riesgo para la salud al estar libre de microorganismo y sustancias tóxicas. Son muchas las personas que no tienen una fuente de agua potable de fácil acceso a la que recurrir diariamente y para conseguirla se ven obligadas a recorrer kilómetros diarios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que existe un acceso cuando la fuente de agua potable más cercana se encuentra a menos de un kilómetro de distancia. La OMS también establece que es necesario que se pueda conseguir un mínimo veinte litros de agua diarios por cada componente de una unidad familiar para hablar de un acceso de agua potable.

Principales características del agua potable

Las principales características del agua son comunes a sus diferentes tipos, pero el agua potable resultar muy particular debido al consumo humano que se hace de ella y sus implicaciones en la salud. Además de tener en cuenta la calidad del agua para medirla, para

considerar que cierta agua es potable se deben evaluar una serie de características concretas.

- Debe ser limpia y segura. Para su consumo y su uso en la producción de otros alimentos no puede presentar ningún riesgo de contraer cualquier enfermedad.
- Debe ser incolora. El agua potable ha de ser transparente, aunque a veces, por el cloro, pueda parecer blanquecina.
- Debe ser inodora. No puede incluir nada en su composición que pueda generar olor en ella.
- Debe ser insípida. No puede tener sabor. Si lo tiene, existe algún elemento en la composición que lo está generando.
- Carecer de elementos en suspensión. El agua potable no puede presentar turbiedad alguna, salvo aquella que provoque la presión de las tuberías. En este caso, deberá desaparecer en un breve lapso de tiempo.
- Libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radiactivos.
- Mantener una proporción determinada de gases y sales inorgánicas disueltas.
- No debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. Para ello se deben realizar análisis exhaustivos sobre la concentración de bacterias coliformes y otras de origen fecal.

El proceso de potabilización

Dentro de las características del agua potable se encuentra el proceso específico al que debe someterse para poder ser considerada como tal. Se trata de una serie de tratamientos conocidos como proceso de potabilidad que se llevan a cabo en las plantas potabilizadoras de agua, con las siguientes fases:

- Captación del agua desde fuentes de aguas naturales como ríos, lagos o embalses. A través de un conjunto de electrobombas se colecta el agua y durante su transporte se va filtrando por una serie de rejillas de distintos tamaños

que van reteniendo los sólidos.

- Coagulación/floculación. Con este tratamiento se eliminan las algas, el plancton y otros tipos de sustancias. Los productos que se usan en esta fase son los que pueden producir, después, olor y sabor al agua.
- Sedimentación. Elimina los flóculos mediante la acción de la gravedad.
- Filtración. El agua pasa a través de un filtro o un medio poroso con el objetivo de reducir la turbidez del agua y quistes de organismos parásitos.
- Desinfección. Consiste en la eliminación de los microorganismos patógenos del agua.

En caso de que no sea posible encontrar agua potable, existen tratamientos sencillos que están al alcance de todos y que se pueden utilizar para potabilizar esta sustancia. Se trata de hervir el agua antes de consumirla, un proceso asegura la eliminación de los microorganismos patógenos que puedan encontrarse en el agua, como bacterias y virus. Una vez hervida el agua, se puede beber o usar para lavar alimentos dado que puede considerarse potable. (AQUAE Fundación, 2021)

Desarrollo

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Las actividades a supervisar y coordinar son las siguientes:

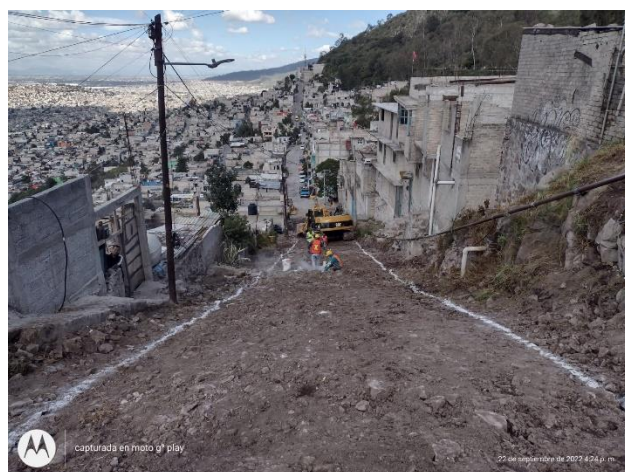
El proyecto consiste inicialmente con el levantamiento topográfico para conocer la altimetría y planimetría de la zona, una vez identificados los niveles y ubicación específica y detallada de todos y cada uno de los elementos que se van a encontrar sobre la calle, se comienza con el trazo para dar inicio con la apertura de caja por medios mecánicos para la conformación y alojamiento del pavimento de concreto hidráulico el cual tendrá 15 cm de espesor con una resistencia a la compresión de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra, esto por la dificultad de acceso a la calle para el suministro de concreto premezclado,



Fotografía 1- Despalme de terreno



Fotografía 2 – Despalme de terreno.



Fotografía 3 – Trazo



Fotografía 4 – Trazo y nivelación

Una vez teniendo el trazo, la apertura de caja y marcando los niveles con respecto a la sub-rasante se comenzará a suministrar la base para el mejoramiento del terreno natural, en este caso en particular por ser una parte alta y cercana a la sierra de Guadalupe, las propiedades naturales del suelo indican que tenemos material tipo C (roca) por lo que se tendrá que efectuar cualquier tipo de excavación por medios mecánicos con un martillo hidráulico “pica” para demoler dicha roca y no será necesaria la base.



Fotografía 5 – Corte en caja



Fotografía 6 – demolición para alojamiento de pavimento

Una vez alcanzando los niveles marcados por la topografía de la sub-rasante se descabezarán los pozos existentes y posterior a ello se comenzará con la excavación (demolición de roca) en cepa para el alojamiento de la línea de drenaje principal (tubería de 30 cm de diámetro) a la cual se conectarán todas las descargas sanitarias domiciliarias (1 descarga sanitaria por predio) las cuales serán de 20 cm de diámetro y al igual que la línea principal será de tubería PAD corrugado (Polietileno de alta densidad); toda la tubería deberá estar asentada sobre una cama de arenilla de tezontle cuyas dimensiones están descritas en el catálogo de conceptos, la misma tubería tendrá un acostillado del mismo material al de la cama y un relleno con tepetate compactado con compactador hidráulico en capas de 20 cm sobre las cepas tanto de línea principal como de descargas domiciliarias.



Fotografía 7 – Descarga domiciliaria



Fotografía 8 – Colocación línea principal drenaje



Fotografía 9 excavación en roca para cepa de línea principal de drenaje



Fotografía 10 – Tendido de tubería drenaje

Teniendo la sub-rasante delineada y afinada se comenzará con la cimbra y construcción de guarniciones para delimitar el ancho del arroyo, Simultáneamente sobre el hombro izquierdo se realizará la excavación en cepa de forma mecánica para el tendido de la tubería de PVC hidráulico de 2 ½ “ de diámetro que será la línea principal de abastecimiento de agua potable a

la cual se conectarán las tomas domiciliarias con tubería kit-tek con alma de acero de $\frac{1}{2}$ " de diámetro para poder recibir el servicio. Una vez finalizados los trabajos de plomería, se realizarán los rellenos correspondientes con tepetate y si culminarán las áreas de banquetas con adocreto de 6 cm de espesor sobre base compactada de tepetate y cama de arena así como la elaboración de los pozos de visita



Fotografía 11 – Conexión de toma



Fotografía 12 – Conexión de toma larga



Fotografía 13 – Tendido de línea principal de A.P.



Fotografía 14 – Relleno de tepetate en banquetas

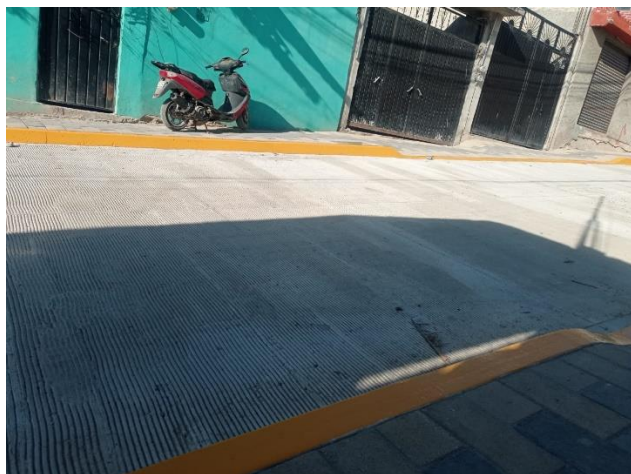


Fotografía 15 – Colado de losa de fondo de pozo



Fotografía 16 – Desplante de muros para pozo de visita

Para terminar, se realizará como en toda obra de construcción una limpieza general sobre toda el área trabajada, así como la entrega de obra y previas pruebas del correcto funcionamiento de los servicios hidráulicos y sanitarios introducidos, así como la limpieza de pozos, bocas de tormenta caja de válvulas, pintura de tráfico sobre guarniciones, balizamiento, marimbas y todo lo necesario y previamente definido y detallado en el catálogo de conceptos.



Fotografía 17 – Limpieza general



Fotografía 18 – Pintura en guarniciones



Fotografía 19 – Limpieza

Paralelo a todas estas actividades de obra la contratista deberá presentar cada mes sus generadores de obra para poder hacer efectivo el pago de su estimación correspondiente, dichos generadores deberán ser revisados, cotejados, conciliados y aprobados por la residencia de obra para poder conformar y procesar dicha estimación.

Pruebas de laboratorio

Como todo proceso constructivo existen pruebas de laboratorio que por norma se deben hacer y por supuesto acreditar para garantizar una buena calidad de los materiales y resistencia como lo son:

1. Pruebas de compactación de terreno
 - SUB RASANTE
 - BASE
 - CEPA PARA ALOJAMIENTO DE GUARNICIÓN
 - RELLENO DE CEPA DE DRENAJE
 - RELLENO DE CEPA DE AGUA POTABLE

2. Pruebas de revenimiento y resistencia del concreto

- CONCRETO DE GUARNICIÓN
- CONCRETO DE PAVIMENTO

** En el caso de la línea de agua potable la prueba se hace a la hora de terminar por completo la línea principal, las tomas domiciliarias y las cajas de válvulas, se le inyecta el agua potable y se verifica que no haya ninguna fuga y que las tomas domiciliarias estén abastecidas de agua, como tal no existe una prueba especial de hermeticidad para la línea de agua potable simplemente en campo se observa y se supervisa alguna posible fuga y se corrige inmediatamente

Resultados

Los resultados obtenidos de este proyecto fueron muy benéficos para los habitantes de

esta zona ya que como se mencionó anteriormente, carecía de servicios básicos para poder vivir dignamente como sociedad; No se contaba con servicio de drenaje sanitario, agua potable y la calle prácticamente era intransitable para los vehículos, por la naturaleza rocosa del terreno natural

Ver anexo 1 Plano Topográfico

Conclusiones

Este proyecto fue ejecutado siguiendo el programa de obra planeado, por ello, todas y cada una de las actividades fueron supervisadas minuciosamente para garantizar la calidad y

un buen trabajo en tiempo y forma, bajo los estándares de las normativas aplicables para garantizar la vida útil de todas las instalaciones y trabajos ejecutados referentes a la INTRODUCCIÓN DE RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DE CALLE SANTA BÁRBARA EN RINCONADA SAN MARCOS TULTITLÁN

Aun así, después de haber supervisado encontramos ciertos detalles como se describen en la siguiente lista:

- Los trabajadores no contaban con el equipo de protección personal adecuado para realizar los trabajos
- Los suministros de los materiales no estaban en tiempo dentro de la obra por lo que los tiempos de ejecución de los trabajos se fueron retrasando y así el programa de obra fue afectado día a día
- No todos los materiales colocados cumplían con la calidad/especificación requerida o detallada en el catálogo de conceptos
- Las secciones de las excavaciones y/o cepas no siempre se podían cumplir con lo detallado en proyecto porque la naturaleza del T.N. (Roca) limitaba la posibilidad
- La arenilla de tezontle no resultó viable a la hora de la colocación por que la lluvia se la llevaba
- Se tuvo que cambiar el concepto de concreto premezclado a concreto hecho en obra por la dificultad de acceso para las ollas

El finalizar, este proyecto me ha dejado mucha experiencia y me ha abierto un poco más el panorama sobre el arduo trabajo que conlleva la construcción de lo que al inicio me parecía muy sencillo como lo es una pavimentación de una calle... Me queda claro que la topografía, los niveles y el buen control de obra durante el procedimiento constructivo son tan importantes como los detalles técnicos y la calidad de los materiales descritos en el catálogo de conceptos.

Competencias desarrolladas

Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Topografía

- Identifica la importancia de la topografía y sus conceptos para realizar levantamientos topográficos y los aplica en los diferentes proyectos de ingeniería civil.
- Utiliza equipo y herramienta para la realización de levantamientos topográficos, elaborando planos topográficos que incluyan los cálculos de coordenadas y superficies, utilizando software de dibujo asistido por computadora y/o Civilcad para representar el terreno.
- Reconoce diferentes tipos de nivelaciones topográficas para determinar cotas, perfiles, volúmenes de corte y terraplén, para aplicarlas en las obras de ingeniería civil.

Materiales y Procesos constructivos

- Identifica los materiales de construcción, así como la clasificación de suelos y rocas para su aplicación en la región.
- Investiga las características de las diferentes herramientas, equipos y maquinaria para su uso en los procesos constructivos.
- Identifica las técnicas de despalme y limpieza de un terreno para desarrollar trazo y nivelación en un terreno
- Reconoce los planos de instalaciones para su interpretación y despiece

Costos y presupuestos

- Conoce cada uno de los conceptos de la ingeniería de costos para que logre familiarizarse con la terminología interpretando en cada momento el sentido correcto de las palabras técnicas.
- Genera y Cuantifica los conceptos de obra con la finalidad de integrarlos a un catálogo de conceptos de un proyecto de obra civil de manera precisa atendiendo las especificaciones.
- Elabora e integra un presupuesto a precios unitarios y tiempo determinado con la finalidad de conocer el importe total de una obra civil con el uso de software.

Abastecimiento de agua

- Identifica las características y componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable para aplicar en el proyecto.

Alcantarillado

- Reconoce las características, componentes, y tipos de una red de alcantarillado sanitario o pluvial para aplicarlo al proyecto.

Diseño y Construcción de pavimentos

- Reconoce las características de los agregados y los asfaltos para determinar el comportamiento en su utilización en un proyecto de carretera y normatividad vigente.
- Aplica los métodos de diseño de los pavimentos rígidos en diferentes tipos de carreteras.

Fuentes de información

Referencias

AQUAE Fundación. (15 de 12 de 2021). *Fundacionaquae.org*. Obtenido de Características del agua potable y como se obtiene: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/>

Editorial Etecé. (2020). *Concepto*. Obtenido de Topografía: <https://concepto.de/topografia/>

Mc Cormac, J. (2006). *Universidad de Colima*. Obtenido de Facultad de ingeniería civil: <https://portal.ucol.mx/fic/topo05.htm>

SIAPA. (Febrero de 2014). *Siapa.gob.mx*. Obtenido de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf

Téllez, R. (mayo de 2023). *Instituto Mexicano del Transporte*. Obtenido de imt.mx: <http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=361&IdBoletin=134#:~:text=El%20pavimento%20por%20defini>
[ci%C3%B3n%20es,su%20vida%20%20C3%BAtil%20de%20servicio.](http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=361&IdBoletin=134#:~:text=El%20pavimento%20por%20defini)

Hibbeler, R. (2017) *Mecánica de materiales*. Pearson

Cárdenas, J. (2013) *Diseño de pavimentos* ECOE Editores