

CAPITULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 Datos del sitio y características regionales

- a. Nombre del grupo étnico:** Cultura Cholulteca o Cholollán.
- b. Localización:** Centro del Estado de Puebla
- c. Servicios públicos:** Los servicios públicos con los que cuenta la región son los siguientes: Cuenta con drenaje, la mayoría de las casas cuenta con luz eléctrica y escuelas desde el nivel preescolar hasta universidades siendo la más importante la de las AMÉRICAS (UDLA), TECNOLÓGICO DE MONTERREY, también hay líneas telefónicas hospitales públicos y privados. La región es atravesada por la carretera Federal Panamericana que la comunica con otros estados.
- d. Lengua:** Mixteca, Chochopacla y Nahuatl
- e. Tipo de vestimenta:** Ropa de Manta y Huaraches
- f. Nombre de la población:** El nombre de la población está integrado por tres elementos; el símbolo del agua, ya que Cholula se deriva del Náhuatl Chololoaque, que significa “Agua que cae”. La gran pirámide Tlachihualtepetl, la cual representa las siete culturas que habitan la zona. Quetzalcoatl que quiere decir serpiente emplumada, era el Dios del viento y San Andrés por el Santo Patrono de la población. Estos tres elementos

representan las diferentes épocas históricas, por las que atravesó esta población.

g. Historia: Hablar con veracidad de la fundación de San Andrés Cholula, es casi imposible debido a la falta de investigación y a que los datos que existen son contradictorios. En un principio se recolectaron 10 versiones distintas que después se clasificaron en dos patrones que tenían algunos puntos en común:

- Debido a los estudios arqueológicos sobre cerámica en la región de Cholula, nos han permitido revelar datos muy importantes que nos permiten plantear que San Andrés fue el primer pueblo que se estableció en el Valle del Atoyac y después se dividió en dos secciones: San Andrés y San Pedro; más tarde gente forastera se apoderó de Cholula y quitó la Pirámide a los habitantes de San Andrés. El segundo patrón menciona tres regiones primeras: San Andrés, San Pedro y Santa Isabel Cholula.
- Cholula es uno de los asentamientos más antiguos de América. Además se ha mantenido constantemente poblada por diversos grupos étnicos.
- Entre los grupos más antiguos destacan los Olmecas preclásicos que florecieron alrededor del siglo XV a J.C. posteriormente durante el periodo clásico (200 d. J.C.), el valle recibió influencia Teotihuacana. Más tarde durante el siglo XII (1168 d.C.) arribó un grupo de emigrantes de la tribu Tolteca-Chichimeca con grandes habilidades guerreras lo cual les permitió derrotar a los antiguos señores.
- Sin embargo, la inversión Tolteca no significó la eliminación de los Olmecas-Xicalancas por el contrario después de ser desplazados buscaron refugio en la parte sur de la pirámide “Tlachihualtepetl”, lo

cual les permitió seguir conservando cierta autonomía político religiosa hasta la actualidad (San Andrés Cholula.)

h. Características políticas: Los sumos sacerdotes Aquiach y Tlaquiach, gobernaron en sus inicios a la ciudad, gobernando en forma compartida con 6 consultores o asesores que eran:

- *El Teopixque:* sumo sacerdote encargado de mantener en constante fervor el culto gentilicio, que vestía ropas en negro con un corte talar.
- *El Teopixhazique:* era el agorero encargado del oráculo divino; este personaje es descrito con una faja distintiva cuajada de jeroglíficos que se ponía sobre los hombros y por pectoral un sol de oro.
- *El Maculteotlaloque:* expedía las leyes y decretos para el gobierno de la nación.
- *El Teopixcatlatolanque:* administraba la justicia y en su atuendo figuraba el melitztlequihuac, que era una piedra esculpida, la cual colgaba de una vara.
- *El Teopixtlalanque:* gran conocedor de astronomía cuyo distintivo era el Metzteocuitlatl o luna de plata.
- *El Teopixcapatique:* que profesaba la medicina usaba el huipilquemetl que era una especie de túnica negra con dobladillos rojos en las mangas.
- En ocasiones solemnes de sínodo se ceñían la frente con una cinta de oro a guisa de diadema y calzaban cacles del preciado metal. Su vestimenta como podemos ver tenía que ver con su importancia y puesto otorgado, sin contar lo anteriormente mencionado en el párrafo anterior.
- Se dice que en la gran ciudad existían nueve edificios públicos:

- **1º** Tlaxiltlenango.- En este edificio era donde se administra justicia, el cual se ubicaba poco antes de llegar a la actual Capilla Real.
- **2º** Tlaxelolque.- Era el edificio donde se encontraba la seguridad publica y se hallaba en donde esta actualmente la Parroquia.
- **3º** Chialinco.- Sitio donde las personas esperaban el turno de las resoluciones dadas.
- **4º** Tlatolanque.- Palacio en el que habitaban los jueces situado en el lugar del Templo de San Francisco.
- **5º** Ticpatitla.- La casa de la salud donde eran repartidas las medicinas y estaba junto al Tlatolanque por el lado norte.
- **6º** Telpilolla.- Servía como un penal, se encontraba en la ahora plaza de la constitución y a los delincuentes se castigaban de dos modos:

La primera, amarrando al culpable con el pecho unido a la piedra, le daban azotes y luego lo ponían en libertad; la segunda, amarrar al delincuente con espalda hacia la piedra, permaneciendo en esta postura el número de días que lo condenaban.
- **7º** El Ixtenenetitla.- Fabrica que producía armas y objetos de ixtle y de obsidiana, esta se encontraba en el extremo oriental de la actual calle Olid.
- **8º** Xihxihitla.- Biblioteca en la que se conservaban anuarios, estudios científicos, resoluciones jurídicas, notas cronológicas y fechas importantes escritas en jeroglíficos.
- **9º** El palacio de Xayacatzin.- En este habitaba el procurador general y el cual sirvió de alojamiento a Hernán Cortes cuando entro a Cholula y de escenario en la sangrienta matanza. Cada uno desempeñaba una función de suma importancia ya que de ella dependía el orden de la ciudad.

- i.* **Gobierno teocrático:** Como el gobierno de los cholultecas fue teocrático, el sacerdocio ocupó prominente lugar en la administración pública. Ejercía el poder principal dos sacerdotes de máxima investidura, eran ellos Aquiach y Tlaquiach; el primero usaba por divisa una águila "Cuauhtli", como símbolo de dominio sobre las aves y animales; y el segundo, un tigre "Ocelotl", por emblema, que significaba el mando de los hombres. Este poder era compartido por seis consultores o asesores, que eran el Teopixque sumo sacerdote, encargado de mantener en constante fervor el culto gentilicio; su vestidura era negra de corte talar. El Teopixhazique, que era el agorero encargado del oráculo divino; lo describen con una faja distintiva cuajada de jeroglíficos, que se ponía sobre los hombros, y por pectoral un sol de oro. El Maculteotlatoque que expedía las leyes y decretos para el gobierno de la nación; el Teopixcatlatolanque que administraba justicia; en su atuendo figuraba el Melitzlequi huac, que era una piedra preciosamente esculpida, la cual colgada de una vara. El Teopixtlalanque, gran conocedor de astronomía, cuyo distintivo era el Metzteocuitlatl o luna de plata y el Teopixcapatique que profesaba la medicina, usaba el Huipilquemetl, especie de túnica negra con dobladillos rojos en las mangas. En ocasiones solemnes de sínodo, si les es dado tal que nombre a sus reuniones, se ceñían la frente con una cinta de oro a guisa de diadema, y calzaban cactles del preciado metal.
- j.* **Sacerdocio:** Los sacerdotes, según la historia, eran escogidos de la clase noble y no plebeya, procedían de un barrio distinguido que llamaban Tlanquiznahuac; los que profesaban entregaban su fortuna a Quetzalcoatl,

y los teópix (sacerdotes) de alta investidura, no salían del templo, excepto los casados a quienes se les permitía dormir en sus casas; pero, al siguiente día, al sonar los caracoles que servían de trompetas, o las calabazas largas (acocotes) con que también llamaba a los fieles, tenían que acudir al teocalli, para orar e incensar a su dios Quetzalcoatl, para implorar su protección, agua para sus siembras, salud para sus habitantes, éxito en su comercio y paz y sosiego en la república. Comían en el templo lo que de sus casas les llevaban, y cada veinte días lo hacían todos juntos en el templo.

Usaban por hábito una capa negra; los recién entrados debían llevarla por cuatro años; después de este tiempo, les daban otra del mismo color con cenefa colorada, que llevaban el mismo tiempo de cuatro años; después, les daban otra labrada de negro y rojo. Concluido el tiempo, les proporcionaban de nuevo las capas negras, con las que pasaban el resto de su vida; pero había una honrosa distinción para los más antiguos de la Orden, que andaban vestidos de colorado, y les era dable usar el cintillo o diadema de oro.

"Si los grandes sacerdotes de la más alta investidura, que se denominaban Aquiach y Tlaquiach morían, sucedían los dos más antiguos con las mismas insignias: El águila y El tigre, con atribuciones religiosas, judiciales, militares y administrativas, teocráticas en toda la extensión de la palabra".

"Los sacerdotes encendían anualmente el fuego nuevo, pero como señal de que el mundo no se acabaría, sino como muestra de que ese es el principio de la vida, que cada año renace como renacen las plantas y las hojas de los árboles".

k. Topiltzin o sacrificador: En cuanto al sacrificio humano que practicaron los cholultecas, como consecuencia del retorno de Huemac a la región idólatra. El padre Clavijero habla de los seis sacerdotes que asistían al victimado. El sacrificador o Topiltzín era hereditario en su empleo, y en cada caso usaba el nombre de la cruel divinidad que aceptaba, impasible, corazones de víctimas en holocausto. Vestía traje de algodón rojo floreado; en la cabeza ostentaba adornos; y en las orejas y labio superior agujerados, pendientes de oro y piedras preciosas. Tenía cinco auxiliares que vestían de blanco e iban con adornos y bien trajeados de finos géneros de algodón. Ellos conducían a la víctima hasta el adoratorio, donde la colocaban de espalda sobre la piedra de sacrificio sujetándolo por las cuatro extremidades, y con la cabeza mantenida cual si fuese a un yugo.

En esta forzada posición el topiltzín hundía el agudo pedernal en el pecho, arrancaba el corazón y lo ofrecía sangrante en holocausto a su bárbara deidad. Con la sangre que goteaba humedecía los labios sedientos del dios, y las cornisas del templo. El cuerpo decapitado y sin el corazón se echaba a rodar por las escaleras de piedra, y en la plataforma era recogido por el soldado que lo había apresado.

2.2 Cronología de hechos históricos

- 1557 Construcción del Convento Franciscano.
- 1640-41 Con la reforma de Palafox, logra erigirse como parroquia 1714 San Andrés se constituye como República de indios con el derecho a elegir gobernador, alcalde y regidores.
- 1861 San Andrés se constituye como municipio.

2.3 Medio Físico

2.3.1 Localización

El municipio de San Andrés Cholula, se localiza en la parte centro-oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 59' 12" y 19° 03' 24" de latitud norte y los meridianos 98° 15' 06" y 90° 20' 42" de longitud occidental. Colinda al Norte con el municipio de San Pedro Cholula, al Sur con los municipios de Ocoyucan y la ciudad de Puebla, al Oeste con el municipio de San Gregorio Atzompa y al Este con la ciudad de Puebla.

2.3.2 Extensión

Tiene un superficie de 69.89 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 150 con respecto a los demás municipios del estado.

2.3.3 Orografía

El municipio se localiza con su mayor parte dentro del Valle de Puebla, el cual constituye la altiplanicie poblana; la suroeste atraviesa la represión de

Valsequillo, represión que sirve de fondo al cause del río Atoyac. El relieve del municipio representa una topografía francamente plana; se identifican algunos lomeríos que no sobrepasan los 60 m. de altura, como el que se ubica en San Francisco Acatepec, o en San Bernabé Temoxtitla. Se observa un ligero declive de oeste-este en dirección al Atoyac, que no pasa de 100 m. presenta una altura promedio de 2150 metros sobre el nivel del mar.

2.3.4 Hidrografía

El agua de los ríos es utilizada para regar las zonas agrícolas, las más importantes son: Atoyac, Molinos, Tipexco y Atotolinotan también hay manantiales como: Ahuehuate y Atlimeyalco de los que se extrae agua potable para consumo de la población.

El municipio se ubica en la porción sur de la cuenca alta del río Atoyac, una de las más importantes del estado. El único río permanente que lo recorre es el Atoyac, que lo baña con un corto tramo al sureste, sirviéndole de límite con el municipio de Puebla. El río Zapatero que nace al sureste de la Universidad de las Américas, recorre el Oriente a partir del poblado de Concepción la Cruz hasta unirse al Atoyac, sirve de límite con el municipio de Puebla.

También cuenta con unos arroyos intermitentes, afluentes del Atoyac, como el Alamo que nace al sureste de Tlaxcalancingo, así como el que nace en San Francisco Acatepec.

2.3.5 Clima

El clima en general es templado y la lluvia se presenta en verano. El municipio se ubica dentro de la zona de los climas templados del valle de Puebla; se identifica un solo clima: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Su temperatura media anual fluctúa entre 18° y 20°, la media del mes mas frío (enero) entre los 10° y 16° y la del mes mas cálido (mayo) entre 20° y 22° C. Lo cual denota un clima sin variaciones extremas, durante el ciclo anual.

2.3.6 Principales ecosistemas

La zona montañosa de la sierra del Tenso esta cubierta de bosque encinazos asociados a vegetación secundaria y arbustiva.

Al poniente cuenta con un área reducida dedicada a la agricultura de riego que forma parte de la extensa zona de regadío del valle de Atlixco. La parte correspondiente a la depresión de Valsequillo y a la mesa de San Bernardino está dedicada a la agricultura de temporal. En el intermedio de los bosques de encino y las zonas temporaleras, se tiene áreas dispersas de pastizal inducido.

2.3.7 Características y uso del suelo

Presenta gran diversidad edafológica; se identifican suelos de 4 grupos diferentes:

- 1.- Suelo Regosol: Ocupa un área reducida al poniente.
- 2.- Suelo Cambisol: Se localiza en una angosta franja del río Atoyac.

- 3.- Suelo Feozem: Es el suelo predominante; que cubre la parte septentrional.
- 4.- Suelos Vertí sol: Ocupa la porción meridional; presenta fase durica profunda (tepetate entre 50 y 100 cm. de profundidad).

2.4 Infraestructura de Comunicaciones

2.4.1 Medios de comunicación

Cuenta con servicio de teléfono, telégrafo y correo. Recibe las cadenas de TV y estaciones radiodifusoras así como periódicos, revistas estatales y regionales.

2.4.2 Vías de comunicación

De la cabecera del municipio parte hacia el oriente. Una carretera secundaria que la comunica con San Pedro Cholula, San Jerónimo Tecuanipan, Nealtican y San Nicolas de los Ranchos, en los límites de éste último y el Estado de México; entronca con una carretera que llega hasta Amecameca. Un ramal de la carretera estatal 67 llega a San Andrés Cholula y la comunica con Puebla. Santa Isabel Cholula, Atlixco, Huaquechula, Tepeojuma e Izúcar de Matamoros. Otro ramal de la carretera estatal se une a un camino secundario que va hasta la presa de Valsequillo. Lo atraviesa el ferrocarril México-Puebla. El servicio de transporte foráneo es proporcionado a través de combis, microbuses, taxis; entre los que destacan, Transporte Puebla-Cholula y Transporte Angelopolitano.

2.5 Actividad económica

- **Flora:** Su flora es diversa ya que cuenta con plantas de muchos tipos como: frijol, maíz, calabaza, amaranto, se siembran también rosas, orquídeas, gladeolas y crisantemos como podemos darnos cuenta la región es apropiada para la agricultura.
- **Fauna:** La gente se dedica a la cría de ganado como el vacuno, caprino, porcino, lanar, equino y bovino, varios tipos de aves, también se encuentran criadero de carpa y trucha arco iris.
- **Agricultura:** Agricultura apareció antes de los 3500 a 2000 a.C. y se extendió por Aljojuca, Totimehuacan, Cholula e Izúcar. La irrigación agrícola surge entre el 900 y el 200 a.C. Se cultivaba maíz, frijol, calabaza, chile, y algodón huautli (alegría). La región de Tepexi de Acatlán y parte de Chiautla fueron señoríos mixtecos. Otro grupo, los Olmeca -Xicalancas y Nahuas, se ubicaron en la parte central del territorio de Puebla y asimilaron la cultura tolteca que floreció en Cholula; en el norte, se asentaron los totonacos, los mazatecos y los otomíes, desarrollando la cultura del Tajín. En el siglo XV la Gran Alianza de Guerra sometió a todas las poblaciones: la parte central y sur la controló México-Tenochtitlán, y la norte Texcoco, dominio que duró hasta la llegada de los conquistadores hispanos. En el municipio se cultivan granos como maíz y frijol, legumbres, forrajes (avena, pasto y alfalfa).

- **Herbolaria**

Medicina: El reino vegetal constituyó el fundamento de su ciencia médica, aunque también atribuía propiedades curativas para algunas piedras y animales.

Las plantas medicinales empleadas por los aztecas fueron bastantes numerosas como la muestra la obra del doctor Francisco Hernández, médico enviado por Felipe II, quien lo envió a la nueva España a estudiar la flora medicinal en su obra "Historia de la Nueva España" consiguió Hernández unas 1500 plantas descritas botánicas.

Con aceites y resinas hacían los curanderos ungüentos y emplastados, y con hierbas, raíces, hojas y cortezas elaboraban cataplasmas, infusiones, pócimas, purgantes, polvos etc. Utilizaban también el zumo de las plantas para preparar gotas. Ejercían el curanderismo hombres y mujeres, y estos conocimientos eran transmitidos de padres a hijos.

- **Ganadería:** En esta actividad se cuenta con cría de ganado vacuno (para carne y leche), porcino, bovino y la cría de aves de corral para auto consumo.
- **Industria:** Este municipio desarrolla esta actividad económica por medio de la industrialización de la leche, (queso, crema, y derivados). Fabricación de muebles rústicos y herrería. Así como también la industria de la construcción.

- **Explotación forestal:** Los bosques con que cuenta el municipio se integran de pino y encino principalmente, los cuales son inexplorados.
- **Turismo:** Cuenta con actividades turísticas tales como: la zona arqueológica, arquitectura, pinturas y murales religiosos, el observatorio, el centro de cultura, los balnearios (Cristo vivo, puerto Escondido, los Laureles y Camino Real), así como discotecas para bailar, centros nocturnos y restaurantes.
- **Comercio:** Esta actividad se desarrolla en tiendas de abarrotes y misceláneas, venta de frutas y legumbres, panaderías cristalerías y carnicerías.
- **Artesanías:** Durante el horizonte Posclásico su prestigio de ciudad sagrada va acompañado con el de su cerámica policroma, existe en Cholula cerámica monocroma de uso doméstico, pero es la de uso ceremonial la que distingue al sitio predominando platos, copas y cajetes. La cerámica policroma se destaca por su decoración, ya que como su nombre lo indica, tienen diversos colores que decoran a esta, aplicándoles una capa de pintura blanca bajo el resto de los colores, que hace resaltar al resto, pero debido a que esta capa se aplicaba después de la cocción de la cerámica, los colores llegan a desprenderse.

Entre su decoración encontramos motivos geométricos, naturales y simbólicos, con esto encontramos que una pequeña vasija puede estar decorada con plumas en los bordes, hasta una mariposa en el interior de

esta; en ocasiones pueden o podían estar decoradas con motivos derivados de fragmentos de códices como el Borgia y el Laúd.

Su cerámica puede ser comparada con la Mixteca por sus vivos colores y diversas tonalidades.

A principios del posclásico, Cholula se ha sacudido por fin de la influencia Teotihuacan, ya que difería en las costumbres funerarias de Teotihuacan. La mayoría de esta se asocia con un templo o edificio, es por ello que la cerámica ha sido encontrada bajo pisos sellados, escombros y/o pozos, y en a mediados del posclásico medio, recibe la influencia de los pueblos como:

- 1.-Culhuacan.
- 2.-Coyotlatelco.
- 3.-Mazapa (con tradiciones Toltecas).

Es por ello que la cerámica cholulteca además de colorida es muy variada debido a la influencia recibida por otros pueblos. Durante esta etapa se caracteriza por la combinación bicroma de: negro - rojo amarillento y rojo - café claro. Cuando tenían motivos zoomorfos estos se hacían a manera de pastillaje.

En la cerámica los cholultecas fueron verdaderos maestros, donde las vasijas eran de barro, con formas muy variadas y hermosamente decoradas: hacían platos, copas e incensarios. La cerámica utilizada en objetos de uso diario era tosca de barro gris y amarillo y decorado con rojo,

en los objetos de carácter suntuario el barro era muy fino de paredes delgadas, pulidas y brillantes, ostentando multitud de colores.

Cholula fue famosa por su cerámica policroma, de hermosos colores, representando escenas de la vida religiosa y motivos geométricas.

También destacaron por su filigrana de oro y plata, y por la maestría con que trabajaron la roca y el jade.

2.5.1 Actividades económicas del municipio por sector

Las actividades económicas del municipio por sector, se distribuyen de la siguiente forma:

- **Sector primario**

Agricultura, ganadería, caza y pesca.....30.6%

- **Sector secundario**

Minería, petróleo, Ind. Manufacturera, construcción y electricidad..... 29.9%

- **Sector terciario**

Comercio, turismo y servicio.....35.3%

2.5.2 Principales localidades

El municipio de San Andrés Cholula cuenta con 22 localidades entre las que Destacan:

- **Cabecera municipal San Andrés Cholula:** Sus principales actividades económicas son las agropecuarias y el comercio. El número de habitantes aproximado es de 24,060. Tiene una distancia aproximada a la capital del Estado de 8 kilómetros.
- **San Francisco Acatepec:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos el maíz, el frijol y forrajes, además se crían aves de corral. Su distancia aproximada a la cabecera municipal es de 6 kilómetros y tiene una población aproximada de 69 habitantes.
- **San Antonio Cacalotepec:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos el maíz, el frijol y forrajes además se crían aves de corral y puercos. Su distancia aproximada a la cabecera municipal es de 5 kilómetros y tiene una población aproximada de 79 habitantes.
- **San Rafael Comac:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos el maíz y el frijol además se crían aves de corral. Su distancia aproximada a la cabecera municipal es de 2 kilómetros y tiene una población aproximada de 2,300 habitantes.
- **San Luis Tehuiloyocan:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos de maíz, el frijol y legumbres, además se crían aves de corral y puercos. Su distancia aproximada a la cabecera

municipal es de 5 kilómetros y tiene una población aproximada de 3,848 habitantes.

- **San Bernardino Tlaxcalancingo:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos el maíz, el frijol y el nopal, además se crían aves de corral. Su distancia aproximada a la cabecera municipal es de 4 kilómetros y tiene una población aproximada de 16,036 habitantes.
- **Santa María Tonantzintla:** La actividad preponderante es la agropecuaria, siendo los principales cultivos el maíz, el frijol y la floricultura, además se crían aves de corral. Su distancia aproximada a la cabecera municipal es de 3.5 kilómetros y tiene una población aproximada de 87 habitantes

2.6 Otros datos interesantes

- **Costumbres:** Los cholultecas eran más mercaderes que guerreros, usaban los soldados flechas, macanas, hondas y se cubrían con morriones, de los cuales había de oro y plata. Tenían armaduras de tejidos de algodón, que también usaba el pueblo en sus trajes; sus sandalias eran de ixtle de maguey, pero los nobles se vestían lujosamente, pues una de las artes más celebradas era la fabricación de telas de algodón, entretejidas de vistosas plumas de aves hermosas y pelo de conejo y de liebre.

Por lo que respecta a las ceremonias, eran las mismas que los aztecas acostumbraban, así en los matrimonios como en los entierros, en estos últimos a los cadáveres los sepultaban sentados. Sus vestiduras civiles tampoco eran diferentes: la manta, "Tlimatli", cuadrada y anudada sobre el hombro derecho; el maxtli, los cactli o zapatos eran los mismos; en las mujeres, el huipile y la enagua; la diferencia de trajes eran solamente para los sacerdotes de Quetzalcoatl.

"Tuvieron los cholultecas continuas guerras con los de Huejotzingo, Tlaxcala, Tepeaca, y México; en sus guerras hacían uso de la espada de obsidiana y Cahuitl madera; de flechas y arcos, y como armas defensivas, la coraza de algodón, llamada Ichcahuepilli, y el escudo Chimalli de carrizos forrados algunas veces de pieles, más para adorno que para defensa."

Eran también grandes mercaderes, pues recorrían toda la Nueva España, llevando preciosas mantas, orfebrería de oro y plata; en cerámica, preciosidades con el distintivo de su greca. Gabriel de Rojas, Corregidor de Cholula en 1581, al hacer una relación de la ciudad a la Corona de España, dice que los cholultecas eran admirables en el arte de la cerámica, porque hacían delicada y fina loza de barro colorado, negro y blanco. A los oficiales de alfarería les llamaban Tultecatli. Las mujeres podían conceptuarse como grandes hilanderas y tejedoras de mantas preciosas.

García de Rojas, en su relación, ensalza a los alfareros, lapidarios y plateros que tenía Cholula, y dice que los indios llamaban a esta ciudad:

Tullan-Cholollán-Tlachihualteptl. Otros, confirman lo que expresa el Corregidor García de Rojas, manifiestan: *"Que la principal industria de Cholula era la cerámica y su productiva riqueza, el comercio que tenía con el Imperio Mexicano"*.

- **Mito y/o leyendas:** "...En la época del diluvio moraban sobre la tierra los gigantes, muchos perecieron sumergidos en las aguas, algunos quedaron convertidos en peces y sólo siete hermanos sobrevivieron en las grutas de la montaña de Tlaloc. Xelhua uno de los gigantes, fue al sitio que después se llamó Cholollan y con grandes adobes fabricados en Tlamanalco y conducidas de mano en mano en una fila de hombres que era igual de larga que la distancia entre ambos pueblos, comenzó a construir la pirámide en memoria de la montaña en que fue salvado. Tonacatecutli irritado y padre de todos los dioses, lanzó el fuego celeste, pues la construcción amenazaba con llegar a las nubes y con una gran piedra en forma de sapo mató a muchos constructores dispersándose el resto y de ahí no paso adelante la construcción; sin embargo el monte artificial subsiste todavía atestiguando el gran poder de Xelhua el gigante.

El llamado mural de los Bebedores de pulque, pertenece también a la fase Cholula II, dentro de un edificio casi destruido de 70 metros de largo, con frente al oriente y 2 metros de altura sobre el piso original del patio de los altares al que delimita por ese lado, formado por dos cuerpos escalonados cuyo frente se encuentra totalmente pintado con una representación de lo

que parece ser una ceremonia en la que los personajes se encuentran posiblemente bebiendo pulque.

Este mural de aproximadamente 56 metros de largo con una altura original de 2.5 metros y que posee unos cien individuos sentados en una banca sentados en dos grupos de dos en dos con gran naturalidad y libertad, vestidos con una faja en la cintura, con grandes tocadas, máscaras, orejeras y collares, cuelga de la banca un tapiz con diversos dibujos que se repiten abajo de cada grupo los colores brillantes, predominando el color rojo de fondo; el ocre, destinado a los cuerpos de los personajes y el azul para las fajas, orejeras y ornamentos del tapiz.

2.7 Resultados de los estudios

El proyecto de este camino tiene 2,600 m. el cual se puede subdividir en tres zonas de acuerdo a la exploración visual y de los datos de campo obtenidos en los sondeos.

La primera zona comprendida del Km. 0+000 al Km. 0+360 que ya se encuentra en proceso de construcción, llevando un avance hasta la capa de base hidráulica impregnada, la cual dejaría de estar comprendida en este proyecto.

La segunda zona del Km. 0+360 al Km. 0+800 en una parte del camino que se encuentra en malas condiciones, debido a que no cuenta con ningún tipo de revestimiento, solo existe un despilme de material formado por los arrastres

pluviales, en esta zona desfavorece mucho que el nivel del camino esta a la misma altura que los terrenos de labor adyacentes al camino, debido a lo anterior entre los Km. 0+500 al Km. 0+600 se encuentran fuertes encharcamientos con embalses de agua acumulada.

La tercera zona considerada del Km. 0+800 al Km. 2+600 es la parte del camino que tiene una especie de revestimiento de un limo arcilloso con escombros y basura que se considero como despalme, en virtud de que durante la construcción se tendría que eliminar; ésta parte del camino se ha tratado dentro de su mantenimiento con motoconformadora, por lo que existe un camino de terracerías con cierta nivelación y bombeo.

Las figuras que a continuación se muestran (figuras 4, 5, 6 y 7), nos indican las condiciones actuales en las que se encuentra el camino de San Luis Tehuiloyocan-San Pedro Cholula;

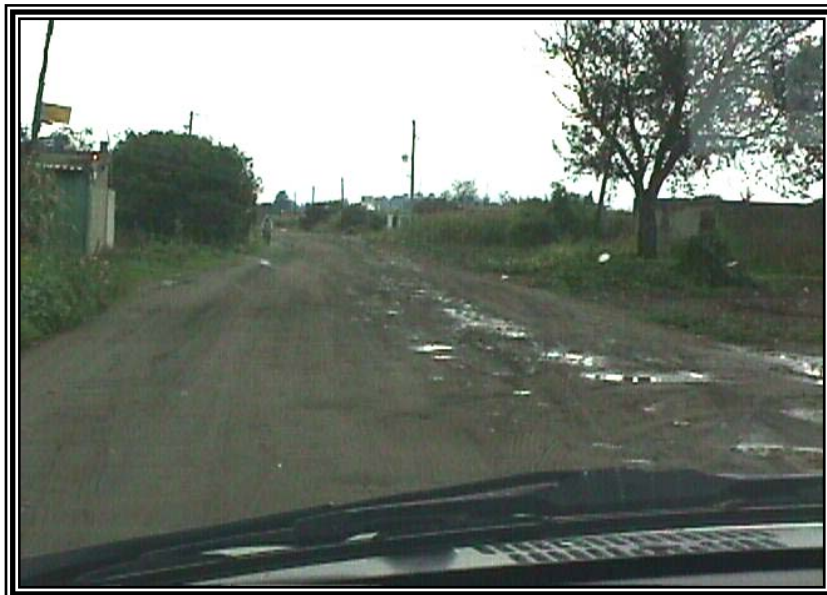


Figura 7. Zona del Km. 0+000 y estado actual.



Figura 8. Zona del Km. 0+500 y estado actual.



Figura 9. Zona del Km. 1+500 y estado actual.



Figura 10. Zona del Km. 2+600 y estado actual.

2.7.1 Determinación geotécnica del camino.

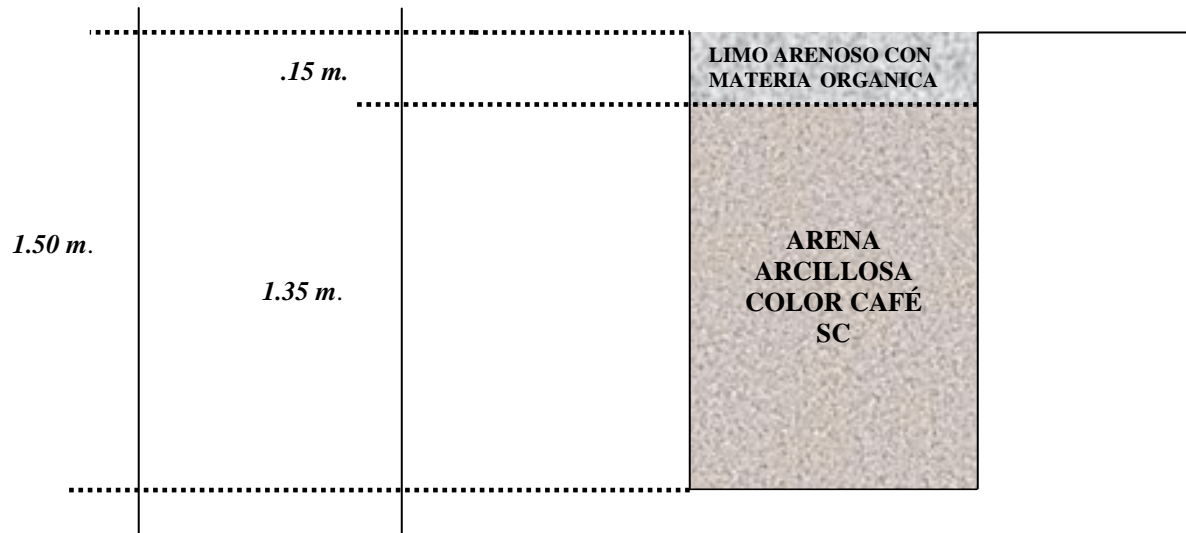
Determinación de la Geotecnia del camino por medio de cuatro sondeos a cielo abierto para estudio de espesores de los materiales existentes en el camino por proyectar.

En la realización con los trabajos de esta parte del proyecto se ejecutaron cuatro sondeos a cielo abierto para estudio de espesores a una profundidad de 1,50 m., con la finalidad de explotar la estratigrafía y calidades de los materiales del lugar, encontrando lo que se describe a continuación:

1. Sondeo ubicado en el Km. 0+600: En este sondeo se verifico que existe una capa de despulme de 15 cm. compuesto por un limo arenoso contaminado con materia orgánica, derivado de los arrastres pluviales de las temporadas de lluvias, posterior a esta capa se encontró el terreno natural compuesto por material de arena arcillosa café, de la cual se verificaron su existencia hasta una profundidad de 1,35 m. de espesor, como dato relevante de esta zona se menciona que el nivel del camino y de los terrenos de labor adyacentes es el mismo.

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO A CIELO ABIERTO

UBICADO EN EL KM 0+600

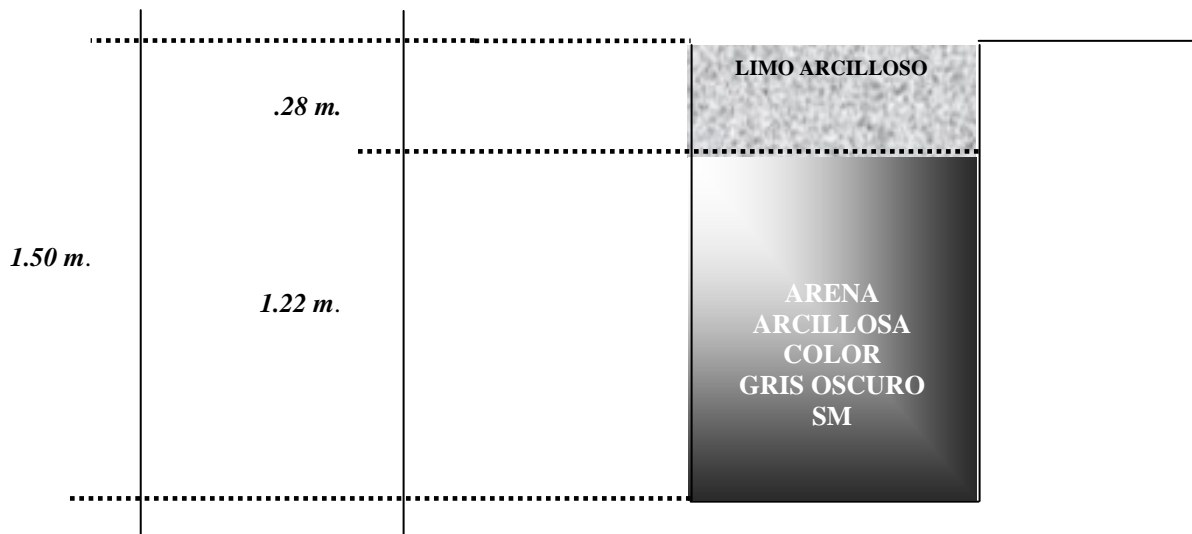


Observaciones: sondeo realizado sobre el camino, con poca pendiente longitudinal cerca de una zona con estancamientos de agua producto de precipitaciones pluviales.

2. Sondeo ubicado en Km. 1+000: La zona donde se ejecuto este sondeo se ubica en una área donde ha realizado mantenimiento al camino, aunque el mantenimiento solo se a hecho con el mismo material del lugar, en este sondeo se encontró que existe una capa de revestimiento compuesto de material de un limo arcilloso con escombros y basura de 28 cm. de espesor, considerándose como una capa de despalme, posterior a esta capa se encontró el terreno natural compuesto por un limo arenoso color gris, verificándose su existencia hasta una profundidad de 1,22 m. de espesor.

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO A CIELO ABIERTO

UBICADO EN EL KM 1+000

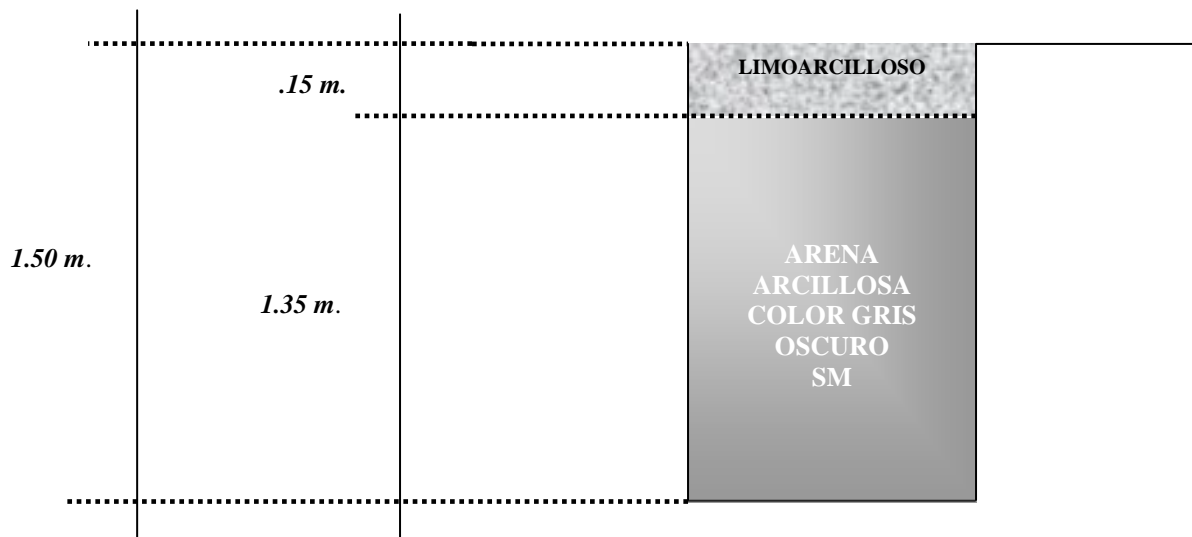


Observaciones: sondeo realizado sobre el camino con poca pendiente longitudinal.

3. Sondeo ubicado en Km. 1+500: Al igual que en el sondeo 2 se encontró una capa de despalme, en este caso de 15 cm., compuesta de material de limo arcilloso con escombros y basura, considerándose como una capa de despalme, inmediatamente después de esta capa se encontró el terreno natural identificado como un limo arenoso color gris, este material se presentó de forma homogénea hasta una profundidad de 1,35 m.

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO A CIELO ABIERTO

UBICADO EN EL KM 1+500

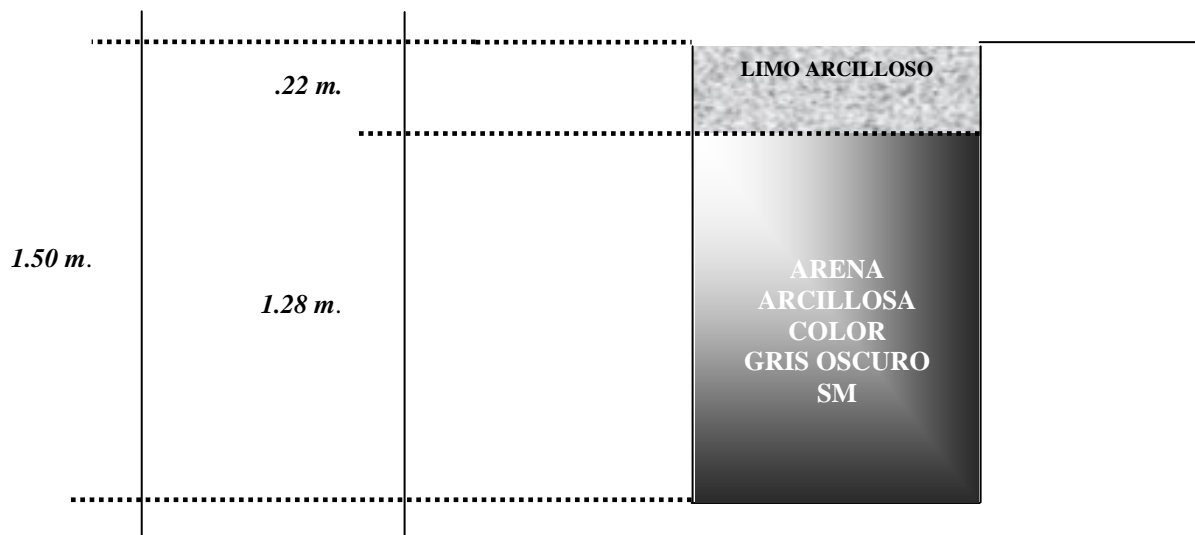


Observaciones: sondeo realizado sobre el camino con poca pendiente longitudinal.

4. Sondeo ubicado en Km. 2+400: En este ultimo sondeo se encontró que existe la misma estratigrafía que en los sondeos No. 2 y 3 con la diferencia de que el espesor de la capa de despalme es de 22 cm. y también después de la capa de despalme se encontró el terreno natural de material de limo arenoso color gris, verificándose su existencia hasta una profundidad de 1,28 m. Los resultados de los ensayos efectuados a los materiales encontrados en cada uno de los sondeos se registran en la Tabla No. 10 y 11.

ESTRATIGRAFIA DE SONDEO A CIELO ABIERTO

UBICADO EN EL KM 2+400



Observaciones: sondeo realizado sobre el camino con poca pendiente longitudinal.

Descripción de la Prueba	Ubicación de los sondeos (Km)			
	0+600	1+000	1+500	2+400
Tamaño máximo	No. 4	No. 4	No. 4	No. 4
% retenido en malla 75 mm	0	0	0	1
% que pasa malla 4.75 mm	100	100	100	100
% que pasa malla 0.425 mm	77	73	61	71
% que pasa malla 0.075 mm	39	27	13	27

Tabla 10. Resultados de ensayos

Descripción de la Prueba	Ubicación de los sondeos (Km)			
	0+600	1+000	1+500	2+400
Límite Líquido %	24.65	21	21.41	18.33
Índice Plástico %	6.75	Inap.	Inap.	Inap.
Contracción Lineal %	2.2	1.4	0	0
Peso Vol. Seco Suelto (Kg/m ³)	1089	1276	1134	1341
Peso Vol. Seco Máx (Kg/m ³)	1837	1902	1774	1816
Humedad óptima %	16.2	11.9	19.8	11.4
Humedad natural %	16.9	8.2	16.4	8
Compactación del lugar %	90	92	91	91
V.R.S. estándar saturado %	17.3	51.3	24.6	57.9
Expansión	0.41	0.2	0	0
Clasificación SUCS	SC	SM	SM	SM
V.R.S. modificación 95 %	12.8	40.4	16.4	15.8
V.R.S. modificación 90 %	8.6	31.9	12.6	11.4

Tabla 11. Tipo de Prueba Realizada y resultados

2.7.1.1 Métodos de muestreo y ensaye de materiales.

El muestreo consiste en obtener una porción representativa del material con el que se pretende construir una terracería o bien del material que ya forma parte de la misma. El muestreo incluye además las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras, las que se clasifican como sigue:

2.7.1.2 Muestras cúbicas inalteradas.²

Son aquellas en las que se conserva la estructura y el contenido de agua natural del suelo en el lugar donde se toma la muestra, por lo que su obtención, envase y transporte, requieren cuidados especiales a fin de no alterarlas. Son generalmente cúbicas, de aproximadamente 40 cm. por lado, que se recubren con una membrana impermeable hecha de manta de cielo, parafina y brea para protegerlas y evitar la pérdida de agua durante el transporte y almacenamiento, (Figura 11 y 12)

2.7.1.3 Muestras representativas.¹

Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que se toman precauciones especiales para conservar el contenido de agua, envasándolas en bolsas de plástico u otros recipientes impermeables para impedir la pérdida de agua durante el transporte y almacenamiento, (Figura13.)

² METODOS Y MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES (M-MMP-1-01/03) SCT.

2.7.1.4 Muestras integrales.

Son aquellas que esta constituidas por el material disgregado o fragmentado de diversos estratos, en las que quedan representados cada uno de los diferentes materiales en la proporción en la que participan, (FIGURA 11.)

- **Tipo, tamaño y número de muestras.**

Según su propósito, el tipo, tamaño y numero de las muestras, serán los establecidos en la Tabla 12 que se muestra continuación.

PROPOSITO DE LA MUESTRA	TIPO Y NUMERO	TAMAÑO DE LAS MUESTRAS PARCIALES ^[1] KG
DETERMINAR LA ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO A LO LARGO DEL TRAZO DE UNA OBRA O SELECCIONAR LOS PRETAMOS Y BANCOS PARA TERRACERIAS.	UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE CADA ESTRATO EN CADA POZO A CIELO ABIERTO O FRENTE ABIERTO DE MATERIAL.	4
	UNA MUESTRA INTEGRAL POR CADA POZO A CIELO ABIERTO Y POR CADA 150 M3 DE MATERIAL APROVECHABLE.	50
	DOS MUESTRAS INTEGRALES DE CADA FRENTE ABIERTO DE MATERIAL.	20
	UNA MUESTRA INTEGRAL POR CADA ESTRATO DE SUELO FINO, PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES MACENICAS. EL NUMERO SERA DEFINIDO POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.	[3]
ESTUDIO DE ALMACENAMIENTOS	UNA MUESTRA INTEGRAL POR CADA 1000 M3 DE MATERIAL HOMOGNEO [2]	20
CONTROL DE CALIDAD	UNA MUESTRA INTEGRAL POR CADA 300 M3 DE MATERIAL QUE SE UTILICE PARA TERRAPLEN O SUBYACENTE Y POR CADA 200 M3 PARA SUBRASANTE.	10
	UNA MUESTRA INTEGRAL POR CADA 1000 M3 DE MATERIAL QUE SE UTILICE PARA TERRAPLEN, POR CADA 800 M3 PARA SUBYACENTE Y POR CADA 500 M3 PARA SUBRASANTE.	50

[1] La cantidad indicada se obtendra mediante cuarteos, conforme al procedimiento indicado en el Manual M-MMP-1-03, de la SCT.

[2] El material se considera homogneo cuando visiblemente sus características de color y tamaño no presentan variaciones significativas.

[3] De acuerdo con lo indicado anteriormente en el punto 1.1 de este trabajo.

Tabla 12.- Numero y tamaño de las muestras.



Figura 11.-Obtención de una muestra cúbica inalterada.

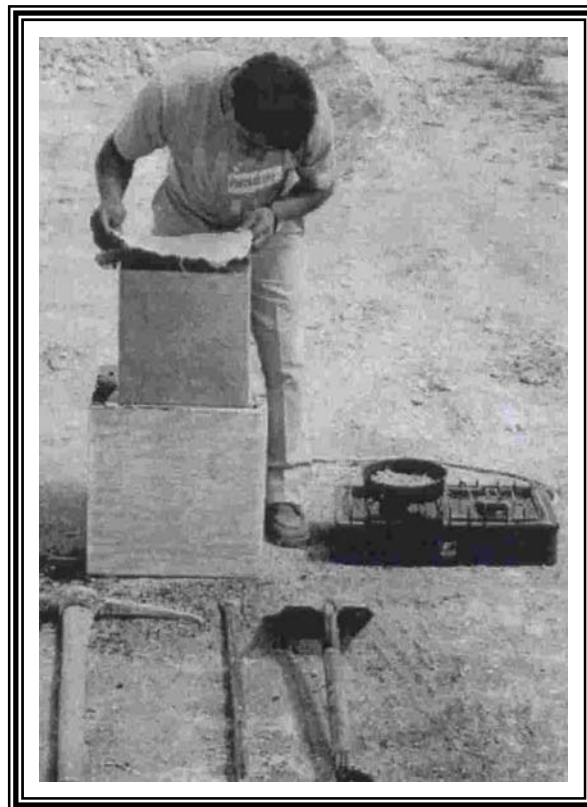


Figura 12.- Aplicación de la capa protectora en una muestra inalterada.

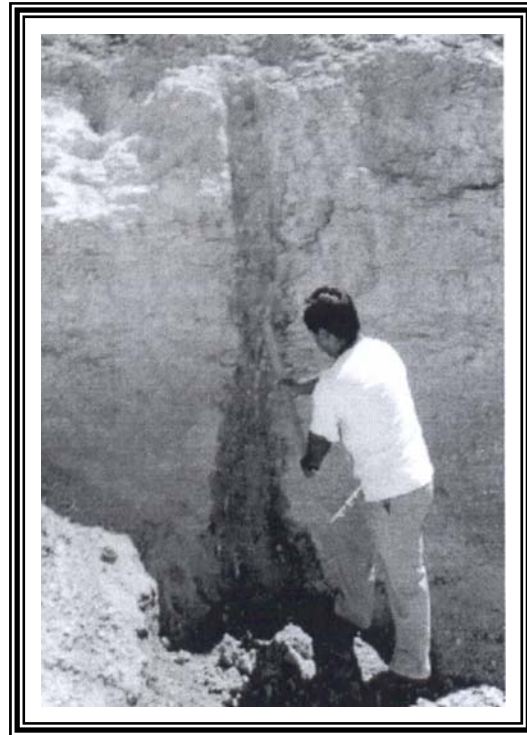


Figura 13.- Obtención de una muestra representativa.

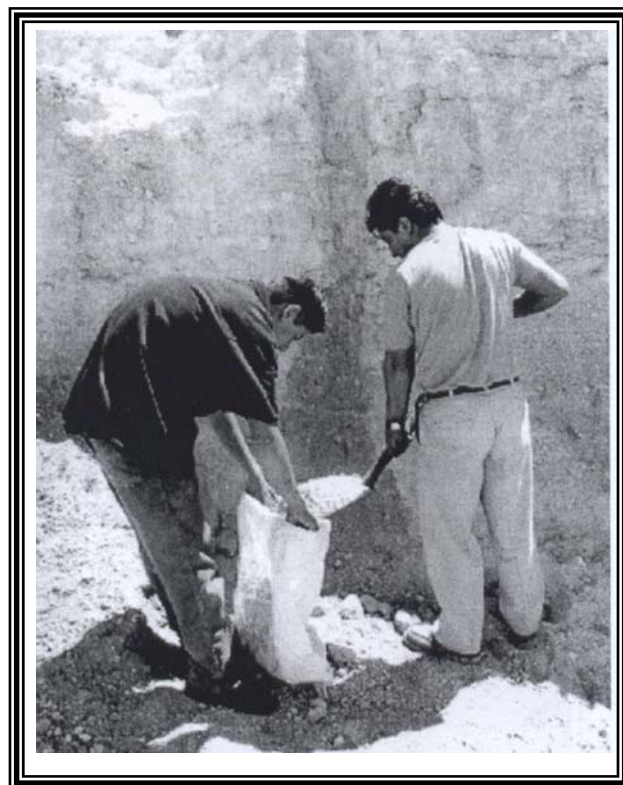


Figura 14.- Envase de muestras integrales.

Una vez obtenidas las muestras necesarias se procederá a proporcionarles un número de identificación, y se almacenarán en un lugar techado, cerrado, limpio y seco o en un cuarto húmedo cuando se trate de muestras inalteradas, colocándolas sobre una tarima a 15 cm. del suelo como mínimo, que permita el paso del aire y acomodándolas ordenadamente de forma tal que no se confundan y no puedan sufrir caídas o alteraciones.

2.71.5 Clasificación de fragmentos de roca y suelo.

Clasificar los materiales para terracerías, que pueden ser fragmentos de roca o suelos, mediante prueba índice, que permitan estimar algunas de las propiedades físicas y mecánicas del material y con base en éstas, determinar su tipo de acuerdo con un sistema de clasificación de fragmentos de roca y suelos previamente definido.

2.7.1.6 Clasificación de fragmentos de roca.

Los fragmentos de roca son todos aquellos cuyo tamaño está comprendido entre 7.5 cm. (3") y 200 cm. Según su tamaño se clasifican como se señala en la Tabla No. 12.

Los fragmentos de roca se identifican por su tamaño, textura superficial y grado de alteración, utilizando para ello las características que se indican en la Tabla No. 13.

Tipo	Subtipos	Identificación	Simbolo de grupo
Fragmentos de roca (tamaños mayores de 7,5 cm y menores de 2 cm)	Grandes (mayores de 75 cm y menores de 2 cm)	Fragmentos grandes, con menos del 10 % de otros fragmentos o de suelo.	Fg
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos, predominando los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fgm
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos, predominando los grandes con menos del 10 % de fragmentos medianos o de suelo.	Fgc
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos y chicos, predominando los grandes sobre los medianos y estos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fgmc
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los grandes sobre los chicos y estos sobre los medianos, con menos del 10 % de suelo.	Fgcm
	Medianos (mayores de 20 cm y menores de 75 cm)	Fragmentos medianos, con menos del 10 % de otros fragmentos o de suelo.	Fm
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes, predominando los medianos sobre los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fmg
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos, predominando los medianos sobre los chicos, con menos del 10 % de fragmentos grandes o de suelo.	Fmc
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes y chicos, predominando los medianos sobre los grandes y estos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fmgc
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos y grandes, predominando los medianos sobre los chicos y estos sobre los grandes, con menos del 10 % de suelo.	Fmcg
	Chicos (mayores de 7.5 cm y menores de 20 cm)	Fragmentos chicos, con menos del 10 % de otros fragmentos o de suelo.	Fc
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes, predominando los chicos, con menos del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Fcg
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos, predominando los chicos, con menos del 10 % de fragmentos grandes o de suelo.	Fcm
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y estos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fcgm
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos y grandes, predominando los chicos sobre los medianos y estos sobre los grandes, con menos del 10 % de suelo.	Fcmg

Tabla 13.- Clasificación de los fragmentos de roca.

FORMA	REDONDEADA SUBREDONDEADA ANGULOSA LAJEADA ACIRCULAR [1]
TEXTURA [2]	LISA RUGOSA MUY RUGOSA
GRADO DE ALTERACIÓN	SANOS ALTERADOS MUY ALTERADOS

[1] En forma de aguja.

[2] Cuando los fragmentos sean francamente porosos se hará notar también esta característica.

Tabla 14.- Características de los fragmentos de roca.

2.7.1.8 Clasificación de suelos en base en el sistema

SUCS.

Los suelos son materiales con partículas de tamaño menor de 7.5 cm. (3"). Se clasifican como se indica en la Tabla 4, con base en su composición granulometría determinada mediante los procedimientos indicados en el manual M-MMP-1-06, de la SCT y en sus características de plasticidad, representada por los límites de consistencia determinados de acuerdo con lo establecido en el manual M-MMP-1-07, de la SCT.

2.7.1.9 Suelos Gruesos.

Los suelos gruesos se clasifican como grava cuando más del 50 % de las partículas de la fracción gruesa tiene tamaño mayor que 4.75 Mm. (malla No. 4) y como arena cuando el 50 % de las partículas o más de la fracción gruesa, son de tamaño menor.

La grava se identifica con el símbolo G (Gravel) y la arena con el símbolo S (Sand). Ambas a su vez se subdividen en ocho grupos:

- Grava o arena bien graduada (GW o SW)
- Grava o arena mal graduada (GO o SP)
- Grava o arena limosa (GM o SM)

- Grava o arena arcillosa (GC o SC)

TIPO	SUB-TIPOS	IDENTIFICACION	SIMBOLO DE GRUPO	
Suelos (partículas menores de 7,5 cm)	[Diagrama de Grava]	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3	Menos del 5% en masa pasa la malla No. 200	GW
		Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3	Menos del 5% en masa pasa la malla No. 200	GP
		Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo	Más del 12% en masa pasa la malla No. 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH	GM
		Grava arcillosa; mezclas de grava, arena y arcilla	Más del 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH	GC
	[Diagrama de Arena]	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3	Menos del 5% en masa pasa la malla No. 200	SW
		Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW	Menos del 5% en masa pasa la malla No. 200	SP
		Arena limosa; mezcla de arena, grava y limo.	Más del 12% en masa pasa la malla No. 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH	SM
		Arena arcillosa; mezclas de arena, grava y arcilla	Más del 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH	SC
	[Diagrama de Limo]	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se lo caliza dentro de la zona I de la carta de plasticidad		ML
		Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se lo caliza dentro de la zona II de la carta de plasticidad.		CL
		Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se lo caliza dentro de la zona I de la carta de plasticidad.		OL
		Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se lo caliza dentro de la zona III de la carta de plasticidad		MH
		Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se lo caliza dentro de la zona IV de la carta de plasticidad.		CH
		Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad		OH
ALTAMENTE ORGANICOS		Turba, fácil de identificar por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa		Pt

Tabla 15.- Clasificación de los suelos con base en el succ.

[1] LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc), QUE SE UTILIZAN PARA DETERMINAR LA GRADUACIÓN DE LOS SUELOS GW, GP, SW Y SP, ESTAN DADOS POR LAS SIGUIENTES EXPRESIONES:

$$Cu = D_{60} / D_{10}, Cc = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$$

Donde D10, D30 y D60 son los tamaños de las partículas para el cual el 10,30 y 60% en masa del material es menor que estos tamaños, respectivamente, determinados gráficamente de la curva granulométrica como se indica en el Manual M-MMP-1-06, de la SCT.

- Grava o arena bien graduada limosa (GW-GM o SW-SM)
- Grava o arena mal graduada limosa (GP-GM o SP-SM)
- Grava o arena bien graduada arcillosa (GW-GC o SW-SC)
- Grava o arena mal graduada arcillosa (GP-GC o SP-SC)

2.7.1.10 Suelos Finos.

Los suelos finos se clasifican según sus características de plasticidad, en:

Limo (M)

El suelo fino se clasifica como *limo* cuando su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (Ip), determinados como se indica en el manual M-MMP-1-07, de la SCT, definen un punto ubicado en las zonas I o III de la Carta de plasticidad que se muestra en la Tabla 5, y se identifica con el símbolo M (del sueco *mo* y *mjala*). Si dicho punto se aloja en la zona I, el material se clasifica como *limo orgánico de baja compresibilidad* y se identifica con el símbolo MH.

Si el material contiene una cantidad apreciable de materia orgánica y el punto definido por su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (Ip) se ubica cercano y por debajo de la línea A de la carta de plasticidad, se clasifica como *limo orgánico de*

baja compresibilidad si su límite líquido (ω_L) es menor de 50% y se identifica con el símbolo OL, o como *limo orgánico de alta compresibilidad* si su límite líquido (ω_L) es mayor y se identifica con el símbolo OH.

Arcilla (C)

El suelo fino se clasifica como arcilla cuando su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (I_p), determinados como se indica en el Manual M-MMP-1-07 de la SCT, definen un punto ubicado en las zonas II o IV de la Carta de plasticidad que se muestra en la Tabla 5, y se identifica con el símbolo C (Clay). Si dicho punto se aloja en la zona II, el material se clasifica como *arcilla de baja compresibilidad* y se identifica con el símbolo CL, si se ubica en la zona IV, se clasifica como *arcilla de alta compresibilidad* y se identifica con el símbolo CH.

Altamente orgánicos (Pt)

El suelo fino se clasifica como *altamente orgánico* cuando se identifica por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa; se le denomina turba y se identifica con el símbolo **P_t**.

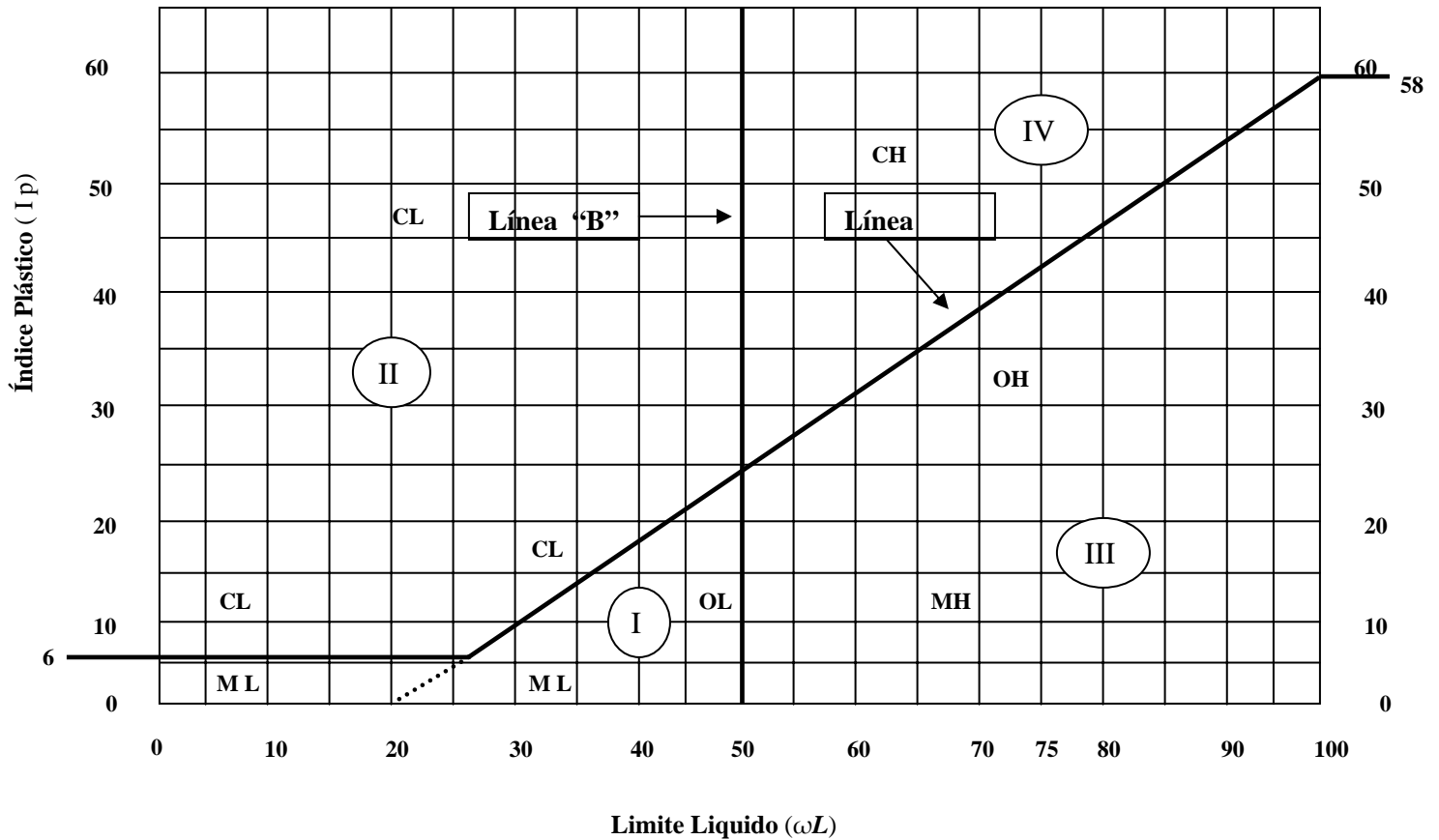


Tabla 16.- Carta de plasticidad.

2.7.1.11 Requisitos de calidad para terracerías y pavimentos.

Para los materiales que se pretendan emplear en la construcción de las diferentes capas que conformaran las terracerías y pavimentos, se deberá cumplir con ciertas características; tanto físicas, como en su función mecánica, continuación se describirán los aspectos de calidad que tendrán que cumplir cada una de estas, en base a las normas vigentes de la SCT, ya que esta ultima es la que dicta los parámetros que se tienen que seguir al respecto.

2.7.1.12 Materiales para terraplen.

Los materiales para terraplén son suelos y fragmentos de roca, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar el cuerpo de un terraplén hasta el nivel de desplante de la capa subyacente.

Requisitos de calidad.

Los materiales que se utilicen para la formación de terraplenes cumplirá con los requisitos de calidad que se establece en la Tabla No. 16, a menos que exista un estudio previamente aprobado por la SCT, en ningún caso se utilizaran materiales orgánicos, ni materiales producto de despalmes.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Limite liquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR) [1]; %, mínimo.	5
Expansión; %, máxima.	5
Grado de compactación [2]; %	90 +/- 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASTHO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba.

Tabla 17.- Requisitos de calidad de materiales para terraplén.

2.7.1.13 Materiales para subyacente.

Los materiales para la capa de subyacente son suelos y fragmentos de roca, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar dicha capa inmediatamente encima del cuerpo de terraplén.

Requisitos de calidad.

Los materiales que se utilicen para la formación de la capa subyacente, en función de sus características y de la intensidad del tránsito esperada en términos del número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento (ΣL), cumplirán con lo que se indica en la Tabla No. 17; a menos que exista un estudio previo aprobado por la SCT, en ningún caso se utilizaran materiales orgánicos como turba (Pt.)

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Tamaño máximo y granulometría	Que sea compactable
Límite líquido; %, máximo	50
Expansión; %, máxima	3
Valor Soporte de California (CBR)[1]; %, min.	10
Grado de compactación [2]; %	95 +/- 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASTHO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba.

Tabla 18.- Requisitos de calidad de materiales para terraplén

2.7.1.14 Materiales para subrasante.

Los materiales para la capa subrasante son los suelos naturales, seleccionados o cribados, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utiliza para formar dicha capa inmediatamente encima de la cama de los cortes, de la capa de subyacente o del cuerpo de un terraplén cuando esta última no se construya, para servir de desplante a un pavimento.

Requisitos de calidad.

Los materiales que se utilicen para la formación de la capa de subrasante, en función de sus características y de la intensidad del tránsito esperada en términos del número de ejes equivalentes de ocho, dos (8,2) toneladas, acumulados

durante la vida útil del pavimento (ΣL), cumplirá con lo que se indica en la Tabla No. 18, en ningún caso se utilizaran materiales altamente orgánicos como turba (Pt).

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Tamaño máximo ; mm	76
Limite liquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Expansión; %, máxima	3
Valor Soporte de California (CBR)[1]; %, min.	10
Grado de compactación [2]; %	95 +/- 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASTHO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba.

Tabla 19.- Requisitos de calidad de materiales para terraplén

2.7.1.15 Materiales para bases hidráulicas.

Son materiales granulares, que se colocan normalmente sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Requisitos de calidad.

Estos materiales, según el tratamiento que recibieron, pueden ser:

- **Materiales cribados:** Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria. Una vez extraídos y en su caso disgregados, si contienen entre el cinco (5) y el veinticinco (25) por ciento de partículas mayores de setenta y cinco (75) milímetros (3") y no mas de veinticinco por ciento de material que pase la malla con abertura de cero coma cero setenta y cinco (0,075) milímetros (No. 200), para hacerlos

utilizables requerirán de un tratamiento mecánico de cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

- **Materiales parcialmente triturados:** Son poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados, que contienen veinticinco (25) a setenta y cinco (75) por ciento de partículas mayores de setenta y cinco (75) milímetros (3”), que para ser utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de trituración y cribado, para satisfacer la composición granulométrica.
- **Materiales totalmente triturados:** Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total y cribado, para satisfacer la composición granulométrica.
- **Materiales mezclados:** Son los que se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren los puntos anteriores, en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos.

El material cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases para pavimentos asfálticos o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

El material para la base hidráulica será de cien (100) por ciento producto de la trituración de roca sana, cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL) sea mayor de (10) millones de ejes equivalentes acumulados de ocho coma dos (8,2) toneladas; cuando este tránsito sea de uno (1) a diez (10) millones, el material contendrá como mínimo setenta y cinco (75) por ciento de partículas producto de la trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor de (1) millón, el material contendrá como mínimo (50) por ciento de esas partículas.

Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de concreto hidráulico, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la tabla 19, con los requisitos de calidad que se indican en la tabla 20.

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
Abertura mm.	Designación	
37.5	1,1/2"	100
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9,5	3/8"	40-100
4.75	N°4	30-80
2	N°10	21-60
0,85	N°20	13-44
0,425	N°40	8-31
0,25	N°60	5-23
0,15	N°100	3-17
0,075	N°200	0-10

Tabla 20.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.

CARACTERISTICA	VALOR %
Limite liquido , máximo	25
Índice plástico, máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	40
Valor soporte de California (CBR) mínimo [1]	80
Desgaste los Ángeles, máximo	35
Partículas alargadas y alejadas, máximo	40
Grado de Compactación [2]mínimo	100

[1] Con el grado de compactación indicado en esta tabla

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba ASSHTO

Tabla 21.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10$	$\Sigma L > 10$
37,5	1 1/2"	100	100
25	1"	70 – 100	70 – 100
19	3/4"	60 – 100	60 – 86
9,5	3/8"	40 – 100	40 – 65
4,75	N° 4	30 – 80	30 – 50
2	N° 10	21 – 60	21 – 36
0,85	N° 20	13 – 44	13 – 25
0,425	N° 40	8 – 31	8 – 17
0,25	N° 60	5 – 23	5 – 12
0,15	N° 100	3 – 17	3 – 9
0,075	N° 200	0 – 10	0 – 5

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes de 8,2 t, esperando durante la vida útil del pavimento.

Tabla 22.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

CARACTERISTICA	VALOR %	
	$\Sigma L \leq 10$	$\Sigma L > 10$
Limite liquido [2], máximo	25	25
Índice Plástico [2], máximo	6	6
Equivalente de arena [2], mínimo	40	50
Valor soporte de California (CBR) [2,3] mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles [2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas [2], máximo	40	35
Grado de compactación [2,4], mínimo	100	100

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta tabla

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba ASSHTO modificada.

Tabla 23.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

2.7.2 Granulometría de materiales.

Estas pruebas permiten determinar la composición por tamaños (granulometría) de las partículas que integran los materiales empleados para Terracerías, mediante su paso por una serie de mallas (Tabla No. 23) con aberturas determinadas. El paso del material se hace primero a través de las mallas con la abertura mas grande, hasta llegar alas mas cerradas de tal forma que los tamaños mayores se van reteniendo, para así obtener la masa que se retiene en cada malla, calcular su porcentaje respecto al total y determinar el porcentaje de la masa que pasa.

FRACCION	MALLAS	
	DESIGNACION	ABERTURA NOMINAL EN MM
GRAVA	3"	75,0
	2"	50,0
	1 1/2"	37,5
	1"	25,0
	3/4"	19,0
	1/2"	12,5
	3/8"	9,5
	1/4"	6,3
	No. 4	4,75
ARENA CON FINOS	No. 10	2,0
	No. 20	0,850
	No. 40	0,425
	No. 60	0,250
	No. 100	0,150
	No. 200	0,075

Tabla 24.- Juego de mallas.

2.7.2.1 Preparación de la muestra.

De una muestra integral de aproximadamente 15 kilos, se vacía poco a poco el material en la malla de mayor designación sin pasar la capacidad de esta y pasando el material de una malla a otra hasta haber realizado esta operación por cada una de la mallas, teniendo cuidado de no tener perdida de material en

ninguna de esta, posteriormente se pesara el material retenido en cada una de las mallas y se registrara en una hoja de calculo, determinando el retenido parcial en por ciento y el por ciento de material que pasa.

Esto nos ayudara a determinar la granulometría del material y si este cumple con los conceptos de calidad ya antes mencionados para granulometrías dependiendo el uso que se le vaya a dar a dicho material.

2.7.2.2 Compactación aashto.

Estas pruebas permiten determinar la curva de compactación de los materiales para Terracerías y a partir de esta inferir su masa volumétrica seca máxima y su contenido de agua optimo. Consiste en determinar las masas volumétricas secas de un material compactado con diferentes contenidos de agua, mediante la aplicación de una misma energía de compactación dinámica y, graficando los puntos correspondientes a cada determinación trazarla curva de compactación de cada material.

2.7.2.3 Variantes de las pruebas.

Las pruebas se pueden realizar con una de las siguientes cuatro variantes, según se muestra en la tabla no. 24.

- Variante A, que se aplica a materiales que pasa la malla numero 4 (4,75 mm) y se compactan en el molde de 101.6 mm de diámetro interior.
- Variante B, que se aplica a materias que pasa la malla numero 4 (4,75 mm) y se compactan en el molde de 152,4 mm de diámetro interior.
- Variante C, que se aplica a materia que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) y se compacta en el molde de 101,6 mm de diámetro interior.

- Variante D, que se aplica a materiales que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm) y se compacta en el molde de 152,4 mm de diámetro interior.

Para las variante A y C se separa por cuarteos una fracción aproximadamente de 4 Kg., y de 7.5 Kg. aproximadamente para las variantes B y D. En el caso de las variante A y B el material se criba a través de la malla numero 4 (4,75 mm), mientras que para las variante C y D el materia se criba a través de la malla $\frac{3}{4}$ " (19 mm). En las variantes A y C se aplicara 25 golpes por capa y en las variante B y D se aplicar 56 golpes por capa, todos los datos obtenidos se registraran y graficaran dentro de un reporte que se presenta en la tabla numero 15.

TIPO DE PRUEBA	ESTANDAR		MODIFICADA	
Masa del pisòn, Kg.	2,5 +/- 0,01		4,54 +/- 0,01	
Diámetro del pisòn, mm.	50.8		50,8	
Numero de capas	3		5	
Altura de caída del pisòn, cm.	30,5 +/- 0,1		45,7 +/- 0,1	
VARIANTES	A y C	B y D	A y C	B y D
Tamaño máx. del material.	4,75	19,0 (3/4")	4,75	19,0 (3/4")
Diámetro int. Del molde, mm	101,6 +/- 0,4	152,4 +/- 0,7	101,6 +/- 0,4	152,4 +/- 0,7
Numero de golpes por capa	25	56	25	56
Tamaño de la muestra de prueba, Kg.	4,0	7,5	4,0	7,5

Tabla 25.- Características de las variantes de compactación.

Todos los procedimientos aquí descritos, son los que conllevan a conocer las características físicas y mecánicas, de los materiales que se pretenden emplear en la construcción de nuestras terracerías y pavimentos, y están basadas, estas pruebas en los manuales de METODOS DE MUESTREO Y PRUEBAS DE

MATERIALES, que se encuentran vigentes por parte de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.³

2.7.3 Obtención de muestras de los materiales de bancos por emplear en este proyecto.

Como parte importante de este proyecto consideramos que es preciso hacer una buena selección de los materiales a emplear para la construcción de este camino, por lo que se determino emplear bancos de materiales de la región, que reúnan la calidad acordes a la necesidad del camino, seleccionando los bancos como se indica a continuación:

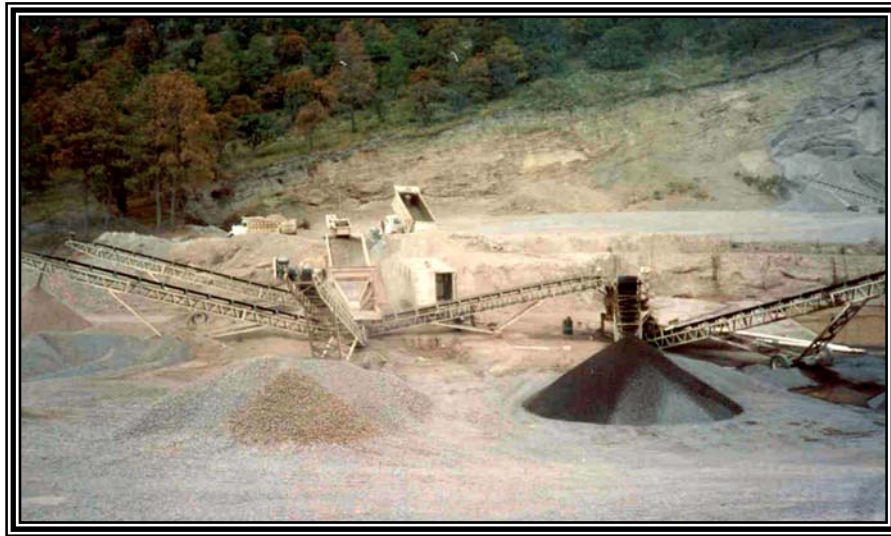


Figura 15. Banco de Materiales.

a) Material para la capa de terraplén y Sub-rasante: Para este concepto se eligió un material de tezontle del banco Tecajete, ubicado en el Km. 85+000 desviación derecha de la carretera federal México - Puebla,

³ MMP. METODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES, 1-01/03, 1-02/03, 1-03/03, 1-04/03, 1-05/03, 1-06/03, 1-07/03, 1-08/03, 1-09/03.

considerando que esta muy cercano a la obra y que además cumple con los requisitos de calidad que indican las normas generales de construcción S.C.T., (se presentan resultados en el anexo No.3)

b) Material para la capa Base Hidráulica: Para el caso del material de esta capa, se decidió emplear material triturado de basalto del banco San Bernardino Chalchihuapan, ubicado en el Km. 16+750 desviación izquierda 3,000 m carretera federal Puebla- Atlixco; (se presentan resultados en el anexo 3)

c) Material para la capa de Carpeta Asfáltica: En este caso se determinó emplear carpeta asfáltica elaborada en algunas de las plantas del corredor de la zona industrial de Chachapa, Pue., teniendo en cuenta que estas plantas emplean material pétreo procedente del banco Derrumbadas, ubicado en el Km. 62+300 desviación derecha 100 m de la carretera San Hipólito – Xalapa, según el libro del inventario nacional del banco de la S.C.T.; debido a lo anterior se tomaron las muestras correspondientes para su análisis correspondiente y diseño de mezcla.



Figura 16. Planta de Asfalto

2.7.4 Ensaye de los materiales obtenidos en los sondeos a cielo abierto y de los bancos.

Se describirán de manera breve las pruebas aplicadas conforme a los métodos indicados en los manuales de las normas generales de construcción de la S.C.T.

Una vez obtenidas las muestras, se procedió a ensayar los materiales aplicándole las pruebas que se indican a continuación:

- 1. Determinación del tamaño máximo:** Este dato es importante y sirve para conocer la magnitud de los tamaños que contiene la muestra del suelo por analizar; el tamaño máximo se refiere a la partícula o fragmento mayor que contiene la muestra.

- 2. Determinación del porcentaje (%) retenido en malla de 75mm:** El porcentaje retenido en la malla de 75 Mm. se requiere para clasificar el material como compactable o no, debido a que si se retuviera mas del 20 % en esta malla el material se clasificaría como no compactable, este dato se obtiene pasando la muestra por dicha malla y el resultado se obtiene de la relación aritmética del retenido entre el pesos total de la muestra.
- 3. Determinación de la granulometría del material:** La ejecución de esta prueba sirve para conocer los tamaños que componen el suelo que se está analizando, verificando si es una grava, arena o una arcilla, para este caso se emplean las mallas con aberturas de 4.75 Mm., 0.425 Mm. y 0.075 Mm., donde previamente se prepara una muestra y se tamiza por las mallas calculando cada retenido relacionado con el peso total de la muestra preparada.
- 4. Límites de consistencia:** Esta prueba tiene por objeto determinar la plasticidad de una porción de material que pasa la malla de 0.425 Mm. que forma parte de un suelo.
- 5. Límite Líquido:** Es la humedad que contiene el suelo en el estado que separa las consistencias semi-sólidas y plásticas.
- 6. Índice Plástico:** El índice plástico de un suelo queda expresado por la diferencia aritmética entre el límite líquido y el límite plástico.

- 7. Contracción lineal:** La contracción lineal de un suelo es la disminución en una dimensión de la masa del mismo, expresado como un porcentaje de la dimensión original, cuando el contenido de la humedad se reduce desde una cantidad igual a la del límite líquido hasta el límite de contracción.

Conforme indica el método de prueba donde primeramente se prepara la porción de material tamizado por la malla 0.425 Mm. con una humedad inicial , luego se procede a la ejecución de la prueba empleando la copa de Casa Grande, siguiendo todos los pasos indicados para la obtención de los resultados en forma conjunta del límite líquido, límite plástico, índice plástico y contracción lineal.

- 8. Determinación del peso volumétrico Seco Suelto:** Este valor se obtiene para conocer el peso del material en volumen dado, en este caso el metro cúbico. Y nos sirve para poder cuantificar o calcular los volúmenes por manejar en la obra.

Este valor se determina empleando un recipiente con un volumen conocido, se vierte el material en dicho recipiente y por medio de operaciones se obtiene el valor del peso volumétrico seco suelto.

- 9. Determinación del Peso Volumétrico Seco Máximo:** Este valor es parte fundamental para conocer hasta que tanto se puede compactar un suelo,

donde por medio de carga dinámica aplicada se eliminan los vacíos contenidos en una muestra del material. Este valor se obtiene compactando una muestra de material preparado como indica el manual de procedimientos de pruebas empleando un equipo AASHTO, donde se van incrementando porcentajes de agua calculada hasta llegar a un estado de saturación, con lo que posteriormente por medio de cálculos aritméticos se obtiene el valor del pesos volumétrico seco máximo.

10. Determinación del Valor Relativo de Soporte (V.R.S.) y la Expansión:

La finalidad de estas pruebas es conocer el trabajo mecánico de un suelo, bajo condiciones extremas de saturación de humedad. Esta prueba se obtiene laborando especímenes de prueba, saturándolos en un tanque con agua durante un tiempo de 72 a 120 horas, dependiendo de que se observe que el espécimen de prueba a dejado de tener movimiento, que se verifica con el micrómetro instalado, equipo que se utiliza para la prueba, una vez observado esto se retira el espécimen del agua y enseguida se mete el espécimen de prueba a la máquina donde se le da penetración con cierta velocidad y tiempo, anotando las lecturas obtenidas conforme la deflexión del anillo de la máquina, para que después por medio de cálculos se obtenga el Valor Relativo de Soporte y el resultado de la expansión determinada por el porcentaje de crecimiento del espécimen relacionado de la altura original del espécimen de prueba.

11. Determinación del valor relativo de soporte en pruebas modificadas a diferentes grados de compactación: Estas pruebas se hacen con la finalidad de tener un comparativo del trabajo mecánico que desarrollaran los suelos a diferentes grados de compactación siendo esta prueba parte fundamental para el desarrollo del cálculo de la estructura del pavimento, esta prueba se ejecuta a partir del valor de pesos volumétrico seco máximo reproduciendo las compactaciones con las humedades calculadas, sometiéndolas a pruebas de penetración para conocer su valor relativo de soporte semejando a las condiciones en que trabajara la estructura del pavimento.

2.7.5 Resultado de las pruebas de los materiales extraídos de los sondeos.

Los materiales que se ensayaron corresponden a los terrenos naturales que se tomaron en los sondeos a cielo abierto, cabe hacer mención que el material que se encuentra como revestimiento se tomo como despalme, en virtud de que esta compuesto por un limo arcilloso mezclado con escombros y contaminado con basura, principalmente por desechos inorgánicos.



Figura 17. Sondeo a cielo abierto.

Observaciones:

- Material de terreno natural del sondeo ubicado en Km. 0 + 600: El material de esta capa corresponde a una arena arcillosa de mediana plasticidad, pero al encontrarse con saturación de humedad como es el caso, tiende a compactarse como cualquier otra arcilla, provocando inestabilidad en el suelo, esto predomina debido a que en esta zona, el camino por proyectar está al mismo nivel que los terrenos de cultivo que se encuentran adyacentes al camino.
- Material de terreno natural de sondeos ubicados en el Km. 1 + 000, Km. 1 + 500 y Km. 2 + 400: En el caso de éstos tres sondeos los materiales resultaron ser unos limos arenosos finos inertes que se consideran de buena calidad, dejando ver que sobre este terreno se pueda desplantar la estructura del pavimento sin ningún problema.