



**UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A. C.**  
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEGA TIROLESA EN LA REGIÓN DE ACAPULCO,  
GUERRERO.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**KARLA ITZEL LIMÓN MONTALVO**

**ASESORA DE TESIS:**

**ING. SUSANA ELVIRA GONZÁLEZ CARRASCO**

**COATZACOALCOS, VER.**

**OCTUBRE 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TÍTULO:**

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEGA TIROLESA EN LA REGIÓN DE ACAPULCO,  
GUERRERO.

## **PROBLEMÁTICA**

La economía de Acapulco gira sobre todo en torno al sector servicios, el turismo es una importante fuente de vida en esta ciudad mexicana. En la generación de empleos, el turismo también juega un papel importante para su crecimiento.

Se añade que Guerrero mostró un crecimiento anual de 1.2 por ciento durante el tercer trimestre de 2017, ocasionó que el estado se situara, como una atracción turística de deportes extremos como lo es la tirolesa más grande del mundo a nivel de mar. Las actividades primarias incluyen la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, lo que originó que la entidad se colocara en el lugar 29 respecto al resto de los estados.

Las actividades secundarias corresponden a los sectores dedicados a la industria de la minería, manufacturas, construcción y electricidad.

Las actividades terciarias, que incluyen a los sectores dedicados a la distribución de bienes y aquellas actividades vinculadas con operaciones de información y de activos, así como con servicios afines al conocimiento y experiencia personal.

Acapulco se ha convertido en una de las ciudades más violentas del mundo debido a la tasa de homicidios sector turístico que se encuentran en números rojo, está en riesgo la estabilidad económica de muchos comercios que pudieran cerrar por lo cual más de 1000 negocios han cerrado por problemas en Acapulco, afectando a más de 36 mil trabajadores en el puerto el problema más grande es la extorsión a negocios, la peor crisis económica.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente anunció que, al menos 16 playas mexicanas, se encuentran altamente contaminadas, e incluso que ya habían provocado problemas de salud entre residentes y turistas. También, la Profepa señaló que la contaminación por desechos fecales, aguas negras, basura y residuos industriales ha provocado desde enfermedades gastrointestinales hasta infecciones respiratorias agudas. Lo cual, en Acapulco, Guerrero no muestra su belleza por lo cual no existe una presentación de su paisaje Ambiental y belleza Ecológica.

Por lo cual tuvo la necesidad de crear nuevas atracciones para el turismo no solo radica en sus costumbres sino en nuevas alternativas como los son los proyectos de ingeniería aplicados en diseños de atracciones que no solo crean una diversión, sino que también ofrezcan una seguridad apoyados sobre marcos normativos.

## JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Acapulco, Guerrero necesita nuevas alternativas turísticas que haga una reposición en el turismo de aventura a nivel nacional e internacional con el atractivo de la tirolesa Xtasea, con la cual se busca concursar en Record Guinness como la más larga del mundo sobre el mar al medir 1800 mts de largo y 100 mts de altura, la tirolesa se ubica en el ranking cuatro o cinco como proyecto de aventura más importante del mundo y será un atractivo más y una excusa nueva para ir a Acapulco.

La velocidad que se tiene previsto alcanzar es de 120 km/hr en cuatro líneas en forma simultánea y se pasará sobre 100 mts sobre el nivel de mar y en un tiempo aproximado de 2 minutos en un estilo de descanso, que es el más intrépido que existe que es la posición Superman, así mismo el proyecto cuenta con los estándares de calidad brindando con ello seguridad a todos sus usuarios.

Se ubicada en el Fraccionamiento Brisas Marqués y descenderá hasta Cabo Marqués, como parte del megaproyecto del Grupo Auto fin y Mundo Imperial, contando con los mejores estándares, tecnología de punta y todos los factores de seguridad en los seis cables que se colocarán paralelamente, lo que permitirá que cuatro personas puedan disfrutar de la atracción de manera simultánea.

La cual permitirá cambiar el rostro de Acapulco, Guerrero y su posición económica para el futuro lo cual generara más de 40mil empleos, por ello fue necesario una nueva atracción que despierte un mayor interés no solo en el ámbito turístico internacional, sino que también despierte la unión social de sus pobladores mediante algo que los identifique a nivel de tecnología, cultural y social.

## **OBJETIVO GENERAL**

Implementar la construcción de la mega tirolesa con 1.80km, mediante normativas mexicanas y diseño de ingeniería para la región de Acapulco, Guerrero.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- El estudio de la ciudad, así como la alta densidad de población en el comercio e industria.
- Levantamiento de datos para la recopilación de información del estatus actual con el propósito de identificar problemas y oportunidades de mejoras.
- Diseño de construcción e implementación para la solución de problemas de mercado y evaluar oportunidades de trabajo.
- Costos para la medición de eficiencias y toma de decisiones en cuanto a la producción.

## **HIPÓTESIS**

La implementación de una mega tirolesa en Acapulco, Guerrero reposicionará el turismo como principal destino mexicano turístico.

	<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>		9
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</b>	10
1.1	Marco Histórico	11
1.2	La brecha de guerrero	15
1.3	Costumbres	21
1.3.1	Comida típica de Guerrero	23
1.3.2	Traje típico de Acapulco, Guerrero	24
1.4	Factores económicos	26
1.4.1	Sector secundario	27
1.5	El estado de Guerrero	29
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	32
2.1	Área de estudio para la construcción de la Mega Tirolesa	33
2.2	Ubicación Lote 5A y cimentación	35
2.2.1	Ubicación Lote 95 y cimentación	38
2.3	Estudio mecánico de rocas	40
2.3.1	Cálculo de capacidad de anclas provisionales	41
2.4	Protección Ambiental	42
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	45
3.1	Procedimiento de trazo y nivelación	46
3.1.1	Estacas	47
3.1.2	Excavación	49
3.2	Clasificación de materiales y requisitos de ejecución	49
3.2.1	Elaboración de concreto	52
3.2.2	Procedimiento	55
3.3	Relleno y compactación	59
3.3.1	Tendido de material	62
3.4	Trabajos en campo	64
3.5	Expansividad del suelo	66
3.5.1	Capacidad de carga admisible de suelo	76
3.6	Muestreo de excavación de pilas	81
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA MEGA TIROLESA</b>	87
4.1	Construcción de la tirolesa	88
4.1.1	Habilitado y corte de acero de refuerzo	88
4.1.1.1	Procedimiento	90
4.2	Habilitado en caliente	91
4.2.1	Tipos de habilitado	92
4.3	Espaciamiento del acero de refuerzo	93
4.3.1	Conceptos a revisar durante la colocación	94
4.3.2	Tolerancias	97
4.3.3	Verificación del acero de refuerzo	98

<b>CAPÍTULO V</b>	<b>COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>	100
5.1	Costos	101
5.1.1	Proyección de costos del proyecto	101
<b>CONCLUSIÓN</b>		104
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		105
<b>ANEXOS</b>		106

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de implementación de una mega tirolesa en Acapulco, Guerrero consistió en la construcción de dos plataformas con techos de lona; una plataforma de salida con un área de 6.0m<sup>2</sup> a una altura de 14 metros y una plataforma de llegada a una altura de 2 metros, para la construcción de una tirolesa que atravesará la bahía de puerto marqués. Para la construcción se llevó a cabo estudios de mecánica y suelo, para la cimentación de las bases de las torres de salida y llegada, ya que están sometidas a grandes esfuerzos por la tensión de los cables que se utilizaron y debido a la posición geográfica que se utilizó en el proyecto máquinas retroexcavadoras, perforadoras y tractores.

Este trabajo explica la construcción del proyecto y descripción de materiales, como acero estructural, y describe el sistema de calidad en los procedimientos de soldadura, procedimientos de rastreabilidad, pruebas destructivas que se generaron en el taller de fabricación, la cual determina los materiales adecuados para los esfuerzos de tensión y carga que soporta la estructura.

Una de las aportaciones de esta investigación de proyecto efectuado, es que cuenta con información de riesgos sísmico debido a las condiciones geológicas de la zona que es susceptible a constantes temblores de alta sismicidad con diversa intensidad por efectos de la falla local, factores actuantes que pueden vulnerar la estabilidad de la construcción por lo que se recomienda la construcción de estructuras diseñadas para soportar los movimientos sísmicos para evitar que se dañe y quede inhabilitada la construcción, por lo cual se observan el global de estructura de conocimiento de ingeniería industrial aplicada.

La contribución de este marco de conocimientos coadyuvó a nuevas alternativas turísticas, aportando una reposición en el turismo de aventura a nivel nacional e internacional con el atractivo de la mega tirolesa, se ubicó en el ranking cuatro o cinco como proyecto de aventura más importante del mundo y será un atractivo más.

Es por ello que este trabajo permite construir una visión más objetiva de los conocimientos generales del ingeniero industrial, con una gama de sapiencias como normativas, seguridad, calidad, costos, administración, ecología, sociedad, economía, mecánica, entre otras ciencias; que logran enfocar y consolidar proyectos desde la planeación hasta su término.

**CAPITULO I**  
**ANTECEDENTES**  
**Y**  
**MARCO TEÓRICO**

## 1.1 MARCO HISTÓRICO

Uno de los lugares costeros más populares y hermosos de México, donde por tres costados de su bahía la imponente Sierra Madre del Sur llega hasta la orilla del mar, Acapulco.

En un inicio, Acapulco fue habitado por grupos primitivos tal como aparece en la Foto 1. Descubrimientos recientes han surgido en forma de petroglifos que indican asentamientos aproximadamente del año 3000 a.C. Más tarde, un grupo indígena.

"El Lugar de las Cañas" es lo que Acapulco quiere decir en náhuatl (Acatl: caña, pul: espeso, denso; como: lugar). Sin embargo, hay quienes dicen que significa "en el lugar donde las cañas fueron destruidas" de acuerdo a una leyenda acerca de un príncipe llamado Acatl (caña) quien se enamoró de la princesa Quiahuitl (lluvia). Incapaces de consumar su amor, el príncipe Acatl donde se disuelve en sus propias lágrimas y se convierte en un estanque de lodo donde crecen las cañas. Para entonces la princesa Quiahuitl se había transformado en una enorme nube errante que una tarde flotaba por la bahía. Al ver a su amado, ella también se condensa en agua y cae aplastando las cañas para morir en el estanque de lodo, junto con el príncipe.

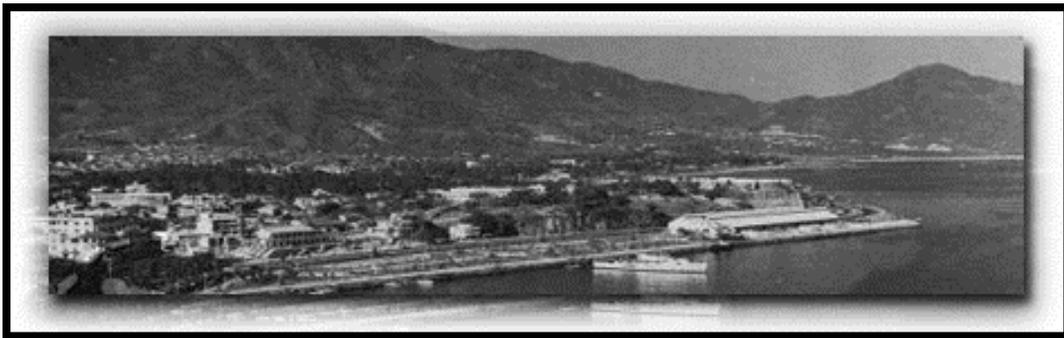


Foto 1.- Acapulco como grupo indígena de linaje náhuatl y antecesores de los Aztecas, llamados los Nahoas, se establecieron en el área.

Existe otra leyenda que dice que el primer extranjero que llegó a Acapulco era un monje chino con el nombre de Fashien quien visitó el pequeño poblado en tiempos prehispánicos, alrededor del 417 D.C, mucho antes que Cristóbal Colón hubiera cruzado el Atlántico para descubrir América. De regreso en China, el monje relató

sobre el hermoso pueblo que llamó "Ye Pa Ti" o el "Lugar de las Aguas Hermosas". Contó de llegar y encontrar a amigables nativos pertenecientes a la rama de los indios Nahoá, con quienes pudo comunicarse a través de buena voluntad y señas. Les dio a los nativos su primera probada de arroz y a cambio le dieron a él tortillas de maíz, venado seco y cerdo salvaje. Les dejó muestras de vestimentas de seda y aparentemente logró cruzar en varias ocasiones más, trayendo cada vez consigo más artículos para trueque. Esta leyenda habla sobre encuentros y comercio tempranos con la cultura china, pero, aunque existe testimonio de esto en varios registros chinos, es poca la evidencia física con la que se cuenta.

Después, llegaron los españoles; un marinero, enviado por Hernán Cortés para encontrar puertos marítimos adecuados, encontró Acapulco en el día de Santa Lucía y nombró la bahía en honor al santo. Después de la caída del Imperio Azteca en 1521, Acapulco fue conquistado y el dominio español establecido por Juan Rodríguez de Villafuerte. Los exploradores españoles utilizaron el puerto, que virtualmente es el único puerto natural de aguas profundas al sur de San Francisco, para explorar lo que se conocía como los "Grandes Mares del Sur". El sitio era ideal y por tanto lo convirtieron en un astillero donde se construían barcos con el fin de conquistar más territorios; los barcos que fueron enviados a ayudar a Federico Pizarro en su conquista del Perú fueron contruidos allí. No obstante, los asentamientos y colonización española iniciaron hacia 1550 y fue entonces cuando los indígenas Nahoá fueron esclavizados y destituidos de su hogar de más de 1000 años. Fue hasta 1599 cuando el Rey Carlos II de España ascendió a Acapulco.

Poco después, Acapulco se convirtió en un importante centro comercial en la ruta de intercambio entre el Lejano Oriente y España. Varias expediciones zarparon de este puerto en el siglo XVI, como la expedición al Sur Pacífico de Francisco Mendoza en 1532. En 1565, Fray Andrés Urdaneta navegó desde las Filipinas y bajó anclas en la Bahía de Acapulco. Se convirtió en el primer hombre en navegar la ruta que viajaría por más de 200 años la famosa Nao de China o Galeón de Manila. Era ocasión para una gran feria de comercio cada que desembarcaba la nave en Acapulco para que la mercancía de oriente (sedas, especies, perlas, objetos laqueados, arroz, porcelana) se intercambiaba por productos originarios de España, México (jitomates, chiles, maíz, plata) y Perú. La plata se negociaba en tales cantidades que las monedas de plata mexicana llegaron a ser, por más de un siglo, la moneda común de los Mares del Sur. No hubo otra línea marítima mercantil que haya durado por tanto tiempo, ni hubo otra así de difícil. El viaje desde Manila hacia el este duraba un promedio de seis meses, pero a pesar de las enormes dificultades que implicaba el viaje.

El gigantesco tesoro en mercancía y plata que se comerciaba en la feria anual de Acapulco atraía a los piratas, incluyendo a Sir Francis Drake quien escondía sus barcos en la bahía de Puerto Marqués y saqueaba las embarcaciones repletas de tesoros. El persistente ataque pirata exigió la construcción del Fuerte de San Diego, el primer fuerte español en todo el Pacífico. La estructura actual, conocida como el "nuevo" Fuerte, fue reconstruida en 1776 sobre las ruinas de una primera construcción.

Acapulco tuvo un papel clave en la independencia de México de España en 1810. Durante la Guerra de Independencia el padre y patriota mexicano, José María Morelos y Pavón, capturó Acapulco y aceptó la rendición del Fuerte de San Diego, el cual había permanecido como el último puesto virreinal en el Pacífico. Los españoles se retiraron de Acapulco en 1815, el Galeón de Manila dejó de navegar, y el vasto comercio de México con el Oriente llegó a su fin.

Acapulco se sumergió en una oscuridad de la cual no pudo empezar a recuperarse por más de un siglo, hasta finales de los 1920s cuando abrió el primer buen camino que lo comunicaba con la ciudad de México. La travesía duraba más de una semana, pero había suficientes viajeros que lo envalentaban para impulsar la construcción del primer hotel en 1934. De allí en adelante, la popularidad de Acapulco comenzó a aumentar. Se dice que la transformación de Acapulco en un principal destino turístico se inició cuando el Príncipe de Gales, el futuro Rey Eduardo.

Mexicanos adinerados, escritores americanos, estrellas de Hollywood y europeos del jet-set pronto se congregaron en Acapulco. Fue allí donde Elizabeth Taylor contrajo matrimonio con Mike Todd, John F. Kennedy y Brigitte Bardot gozaron sus lunas de miel, y Frank Sinatra, Judy Garland, Harry Belafonte y el Baron de Rothschild se convirtieron en visitantes frecuentes. Otras celebridades internacionales como Luis Miguel, Julio Iglesias y Plácido Domingo, han adquirido casas para su residencia personal en el puerto. Equipos de filmación de cadenas televisivas y compañías de producción de cine provenientes de Estados Unidos, Canadá, Japón, Malasia, Escandinava, Reino Unido, Italia, Argentina, Alemania y Brasil, así como fotógrafos y reporteros de un gran número de publicaciones internacionales, constantemente llegan a Acapulco para registrar su incomparable belleza.

El Acapulco moderno es un grito a leguas del tranquilo pueblo que recibió a las estrellas hollywoodenses y otras celebridades en los 1940s. Donde antes había dos

o tres pequeñas casas de huéspedes, ahora hay más de 300 hoteles, y sobre las orillas de sus cerros se encuentran mansiones millonarias con las mejores vistas de la bahía. Hoy en día, Acapulco es uno de los lugares más emocionantes en el mundo que cautiva a aquellos que les ¡encanta jugar todo el día y quedarse despiertos toda la noche.

## 1.2 LA BRECHA DE GUERRERO

Debido a que este proyecto se desarrolla en un asentamiento geográfico, es importante definir los estudios de interés no solo su situación geográfica sino las características de su comportamiento de suelo.

J. Rubén G. Cárdenas. -Físico y M. en C. por la UNAM y la Universidad de Pavía, Italia, escribe en su artículo de la UNAM, donde declara que actualmente analiza estudios y doctorados en el Instituto Universitario Superiores en Pavía, Italia y ha sido colaborador activo CIENCIORAMA.

De donde se desprende la siguiente información: las placas tectónicas también hacen otras contribuciones, hay estudios que sugieren, por ejemplo, que la erosión y los procesos de meteorización eliminan de la roca elementos como el cobre, el zinc y el fósforo, llevándolos hasta el mar.

Son nutrientes importantes para organismos como el plancton y podrían haber sido responsables de estallidos de diversidad como la explosión cámbrica ocurrida hace 540 millones de años.

Hay pruebas que también sugieren que períodos de poca erosión -con menos nutrientes disponibles en el océano- coincidieron con eventos de extinción masiva.

Al desplazar continentes, las plazas tectónicas también podrían haber creado diversos hábitats que impulsaron la evolución de la vida, y son también responsables de los respiradores hidrotermales sobre el lecho marino.

Cerca del borde de una placa, el agua del mar puede filtrarse en las grietas, donde el magma las calienta a cientos de grados, expulsando el agua caliente de vuelta al océano, esos respiradores albergan diversos ecosistemas y algunos científicos sugieren que unas fuentes similares dieron origen a las primeras formas de vida sobre la Tierra.

Los movimientos constantes de las placas pueden incluso desempeñar un rol en el campo magnético terrestre, que podría haber actuado como un escudo, impidiendo que el viento solar arrancara la atmósfera.

## ¿Placas y vida extraterrestre?

Los astrónomos calculan que hay hasta cien mil millones de planetas en la galaxia, y muchos del tamaño de la Tierra están dentro de la llamada zona habitable de su estrella, la región donde no hace demasiado calor, ni demasiado frío para que potencialmente exista agua líquida sobre la superficie.

Estar en la zona habitable y tener agua líquida son los factores más importantes para determinar si puede existir vida sobre un planeta.

Pero después de eso, otras características, como las placas tectónicas, entran en juego, dice Norm Sleep, geofísico de la Universidad de Stanford, EE.UU.

Sleep dice que, si un planeta las tiene, "la habitabilidad aumentaría enormemente". Todo eso es, obviamente, especulativo, ya que la Tierra es el único ejemplo conocido de mundo habitable y con placas tectónicas.

Algunos investigadores dicen que incluso puede que no hayan sido necesarias para que hubiese vida en la Tierra. En 2016, Craig O'Neill, un científico planetario de la Universidad Macquarie en Sídney, Australia, desarrolló modelos informáticos que sugieren que no había placas tectónicas en el pasado distante del planeta, ni siquiera cuando la vida se originó hace 4.100 millones de años.

Sin embargo, otros investigadores señalan que esa conclusión es prematura. "Hay que tomar cualquier predicción sobre los inicios de la Tierra con pinzas", señala Foley.

Este estudio general es importante para aterrizarlo y comprender el comportamiento tectónico que tiene parte evaluable en este proyecto, es por ello que ahora se describe el comportamiento de placas en la región de estudio que es el estado de Guerrero.

El científico J. Rubén G. Cárdenas, de acuerdo a estudios declara los resultados de que el régimen tectónico en las costas del estado de Guerrero, en la parte central de México, es dominado por la subducción de la Placa de Cocos bajo la de Norteamérica. Las placas tectónicas son fragmentos de litosfera que se desplazan sobre la astenosfera de la Tierra (ver en cienciorama: Ondas sísmicas y el interior de la Tierra) como bloques rígidos sin presentar deformación interna.

Este desplazamiento es producido por las corrientes de convección en el interior de la Tierra que liberan el calor original adquirido durante su formación ver en cienciorama: Deriva Oceánica).

Las distintas placas tienen tres tipos de límites un límite entre placas lo definen las fronteras de las placas, así como se muestra en la Foto 2 que dependen de cómo se acoplen. La costa de Guerrero está marcada por una bien definida brecha sísmica en donde ningún sismo de grandes magnitudes (mayor que 8 en la escala de Richter) ha ocurrido desde 1908.

Debido a que las placas se están moviendo y chocando, la energía almacenada debe ser liberada a lo largo del tiempo de alguna manera; la Tierra lo hace produciendo un sismo. Imaginemos que sostenemos en la orilla de una mesa un trozo delgado de madera en forma de una regla. Si nosotros empezamos a doblar la regla, la regla se rompe y el resto queda oscilando en el borde de la mesa; de manera similar pasará con las placas en Guerrero.

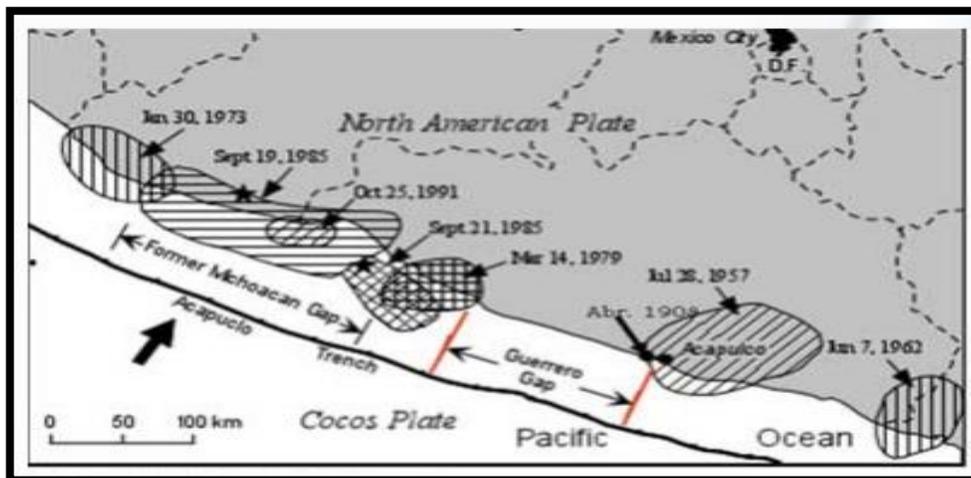


Foto 2.- Mapa de Intensidades Sísmicas para la costa de Guerrero y Michoacán. Se muestran las fechas de los sismos más importantes en el último siglo y la Brecha de Guerrero (Guerrero gap) Imagen tomada de <http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx> (modificada por el autor de la nota, incluyendo el sismo de 1908).

Los mapas de intensidad se forman conociendo hasta qué punto, a partir del hipocentro, fueron sentidos los efectos de un sismo en particular. Con esta información se dibujan los círculos que apreciamos en la figura, de tal modo que un círculo mayor significará un sismo más grande.

Como es apreciable, en la zona de La brecha de Guerrero no ha habido sismos significativos en los últimos cien años; esto no implica que no haya habido actividad sísmica, resultado de una investigación de la UNAM y que muestra más de 6900 microsismos ocurridos entre septiembre de 1987 hasta agosto de 1992, más bien, como esta zona se encuentra en una zona de subducción, los sismos son cosa de todos los días.

La posibilidad de un terremoto es particularmente importante para Guerrero y para la ciudad de México ya que ésta se encuentra a 175km de esta zona. Un gran sismo en Guerrero produciría ondas sísmicas que viajarían rápidamente hacia la capital y puesto que la ciudad está construida sobre yacimientos blandos y saturados con agua que amplifican la energía sísmica, los resultados serían catastróficos.

En 1985 un terremoto de 8.1 se disparó debido al hundimiento de la placa de Cocos bajo la placa de Norteamérica frente a las costas de Guerrero y Michoacán, y alcanzó a la ciudad de México casi 2 minutos después. Mató a aproximadamente a 10 000 personas en la ciudad de México, dejó cerca de 50 000 heridos y causó un estimado de \$ 5 mil millones de dólares en daños a las propiedades. Ya que el último de los grandes sismos en el noroeste de Guerrero, frente a las costas de Acapulco, claro ejemplo en la Foto 3 fue de 7.6 en el año de 1908, la zona está almacenando energía que podría liberarse en el futuro. Por ello es muy importante proseguir con la vigilancia sísmica y los estudios que arrojan, además, información más amplia para entender mejor estos fenómenos.

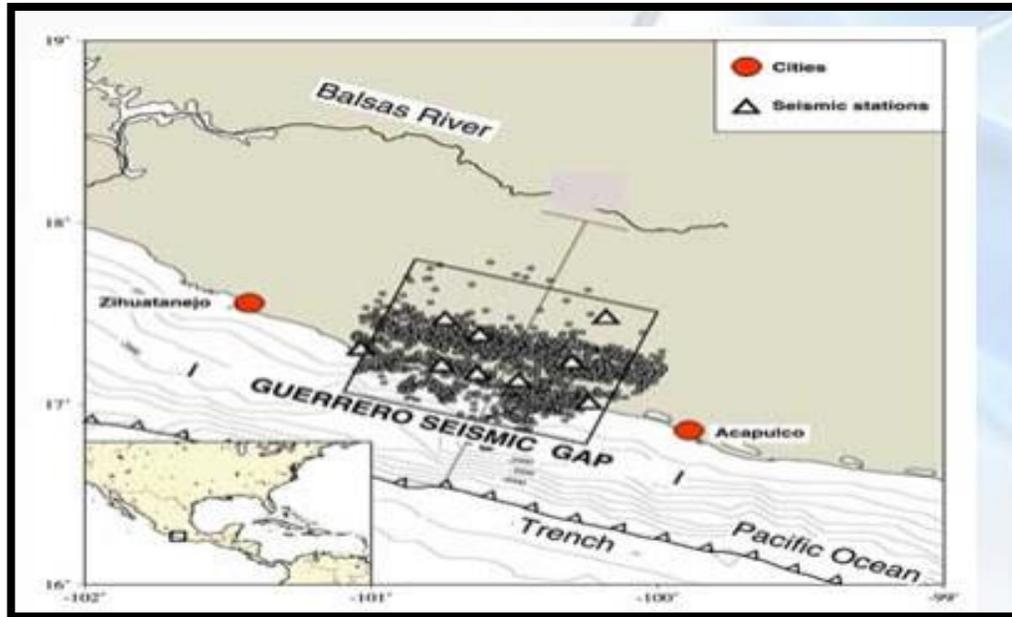


Foto 3.-. Sismicidad medida por la red telemétrica sísmica de septiembre de 1987 hasta agosto de 1992. De un total de 6900 microsismos, la figura solamente muestra 2350 eventos (puntos grises) los triángulos blancos indican la localización de las estaciones sísmicas y las ciudades grandes (Acapulco y Zihuatanejo) se muestran como círculos rojos.

En un emocionante descubrimiento un equipo de investigación coordinado por Kristine Larson de la Universidad de Colorado, Shin ichi Miyazaki de la Universidad de Tokio, Vladimir Kostoglodov y José Antonio Santiago, de la UNAM, encontraron que una de las zonas en la placa de Norteamérica en la mitad del año 2006 se ha movido en forma inversa de como lo ha venido haciendo por millones de años entre Acapulco y la ciudad de México.

En vez de deslizarse hacia la ciudad de México en aproximadamente 2.5 centímetros por año -la velocidad de desplazamiento esperada según la teoría de la tectónica de placas- esta zona cerca de Acapulco se movió en dirección opuesta por seis meses y aceleró su movimiento en cuatro ocasiones. El cambio en el movimiento fue detectado al analizar datos de los aparatos de geo posicionamiento satelital (GPS), instalados en Guerrero bajo la coordinación de Vladimir Kostoglodov, geofísico de la UNAM.

Los receptores de GPS grabaron los pulsos láser emitidos como el a Foto 4 que desde una nave espacial en órbita con la Tierra para medir pequeñísimos movimientos en la placa. Antes de los GPS, se suponía que el suelo tectónico se movía a velocidad constante en una dirección; el reconocimiento de eventos donde las placas se mueven en dirección opuesta a la conocida puede ser considerado

como el descubrimiento geofísico más importante desde la introducción de las medidas GPS.

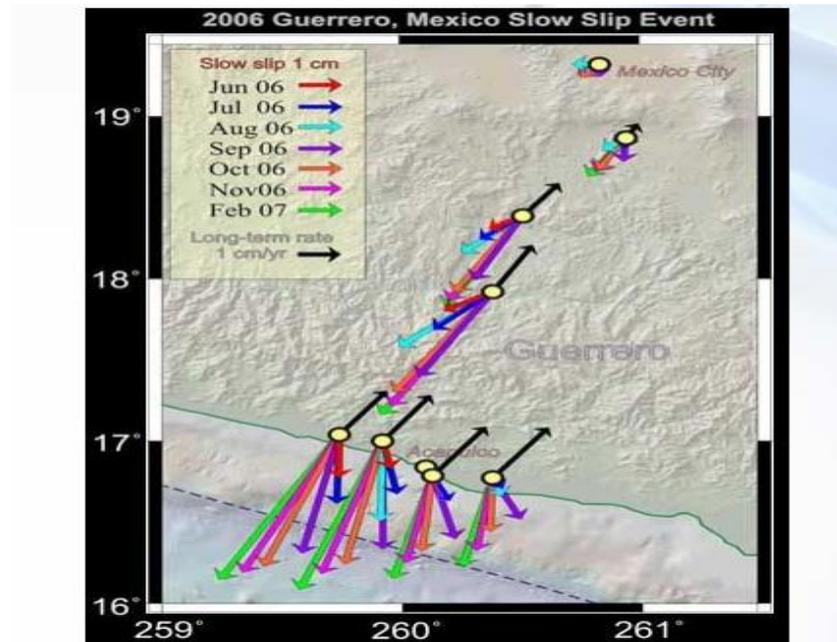


Foto 4.-Imagen tomada de <http://www.colorado.edu>, la tensión entre las placas en la región o el espectro de posibilidad de un terremoto de grandes

La inversión en el movimiento de una zona en la placa tectónica de Norteamérica (en la región de subducción) cerca de Acapulco, México 2006 (flechas de color) como fue medida por receptores GPS, las flechas negras indican la velocidad y la dirección hasta ahora conocida del movimiento de la placa.

Este movimiento no ha hecho lo suficiente para aliviar tensión sísmica en la región y la posibilidad de un terremoto de gran magnitud que podría repercutir en la ciudad de México. Aunque este hecho probablemente no aliviará la tensión entre las placas en la región o el espectro de posibilidad de un terremoto de grandes proporciones en esa zona en las próximas décadas, si cambia nuestra manera de pensar en el sentido en que las placas tectónicas se mueven solamente en una dirección.

Estudios del comportamiento de la brecha de Guerrero, como este movimiento inverso de las placas, están ayudando a los científicos a mejorar el entendimiento de otras zonas de subducción alrededor del mundo que han presentado este movimiento inverso, por ejemplo, la región de Cascada enfrente de la costa de Washington y Oregón, zona con un historial sísmico importante que ha registrado movimientos inversos más pequeños, pero más acelerados.

Para ubicar los conceptos definiremos los distintos tipos de límites entre las placas:

- 1) Divergentes que corresponden al medio oceánico que se extiende de manera discontinua a lo largo del eje de las dorsales.
- 2) Convergentes donde dos placas se encuentran. Dentro de los límites convergentes, existen otros dos tipos: los de colisión que se originan cuando la convergencia facilitada por la subducción provoca la aproximación de dos masas continentales y los de fricción, cuando dos placas están separadas por un tramo de falla transformante (las fallas transformantes quiebran transversalmente las dorsales, permitiéndoles desarrollar un trazado sinuoso).
- 3) El tercer tipo de límite es el de subducción que se produce cuando una de las placas se dobla formando un ángulo pequeño hacia el interior de la Tierra, introduciéndose bajo la otra. Este límite viene marcado por la presencia de una fosa oceánica o fosa abisal, una estrecha zanja con cada uno de sus flancos perteneciendo a una placa distinta. Por la naturaleza de la litosfera en la placa que recibe la subducción puede ser de tipo continental u oceánico, en cuyo caso se desarrollan allí edificios volcánicos que forman un arco de islas.

BIBLIOGRAFIA Larson, K. M., V. Kostoglodov, S., Miyazaki, and J. Santiago, En Aseismic Slow Slip Event in Guerrero, México: new results from GP, Geophys. Res. Lett., 2007, Vol. 34 Jaime Domínguez, Gerardo Suárez, Diana Comte y Luis Quintanar, Seismic velocity structure of the Guerrero gap, Geofísica Internacional, 2006, México, Vol. 45, Núm. 2, pp. 129-139.

### **1.3 COSTUMBRES.**

Las varias fiestas y tradiciones con las que cuenta Acapulco, nos animan a presenciar e incluso participar de numerosas celebraciones en donde se combinan dos distintivos particulares de los acapulqueños: la alegría y la fe. Los festejos que se llevan a cabo en este rincón del estado de Guerrero, nos hacen patentes los valores que definen a la comunidad.

Uno de los festejos más representativos de Acapulco, es su colorido carnaval, mismo que se desarrolla anualmente, durante el mes de febrero. Otra fecha relevante en el calendario acapulqueño es el 19 de marzo, cuando se festeja al Señor San José.

Prosiguiendo con las fiestas y tradiciones acapulqueñas, hay otra importante celebración, que tiene lugar en el mes de noviembre. Está relacionada con el comercio y genera una gran expectación entre los habitantes de la zona. Se trata de

la feria ganadera y artesanal de la Nao de China. Para fines turísticos, asistir a este gran evento, es una acertada manera de conocer el pulso comercial y productivo del estado de Guerrero.

Una recomendación adicional con respecto a las fiestas y tradiciones de Acapulco, la tenemos en la celebración en honor de la Virgen de Guadalupe. Es una emotiva fiesta que también se realiza en el resto del territorio mexicano teniendo como fecha, el 12 de diciembre, en el marco de esta celebración se llevan a cabo procesiones y ferias florales, sumamente coloridas y valiosas a nivel cultural claro ejemplo en la Foto 5.

Vale la pena viajar a Acapulco en cualquier época del año, pero especialmente en el marco de estas fiestas y tradiciones. De esta manera se podrá obtener una perspectiva más completa de Acapulco, ahora no solo como un deslumbrante destino turístico, sino también como una comunidad llena de vida y emociones comunitarias.

Definitivamente las fiestas patronales, los eventos típicos y las celebraciones tradicionales de Acapulco, son fieles representantes de la esencia de este mágico rincón de Guerrero.



Foto 5.- Se muestra que el 12 de diciembre, se celebra y se lleva a cabo procesiones y ferias florales, sumamente coloridas y valiosas a nivel cultural en Acapulco, Guerrero.

### **1.3.1 COMIDA TÍPICA DE GUERRERO.**

Las comidas de Guerrero son de gran variedad. Confluyen tres grandes corrientes culinarias: la indígena, la española y la francesa. Predomina la primera, pues los ingredientes dominantes son: el maíz, el chile, el frijol y la carne. De ascendencia indígena son los moles rojo, verde, clemole, ayomole, huaxmole y todos los chilmoles o salsas de chile; las tortillas, memelas, picadas, chalupas, tostadas, totopos.

Los atoles blancos y dulces combinados con diversas frutas; los pozoles blancos, verde y de elote o el pozole; los frijoles se preparan de muchas maneras y son de alimento cotidiano. Además del chocolate y los platillos basándose en jitomate y tomate de cáscara. Entre las bebidas calientes, a parte de los variados atoles, el chocolate y el café, hay que considerar las variadas infusiones con “té”, el toronjil, hojas de toronjo, flores de naranja y limón, hierbabuena, manzanilla; entre las bebidas frescas, además de las aguas de limón, naranja, piña, guayaba, guanábana, Jamaica y tamarindo, el chilate de Costa Chica y las aguas frescas de mango, papaya, mamey, marañona, zapote prieto, coco, tuba de palma, jugo de caña y aguamiel de mamey clara referencia se muestra en la Foto 6. De las debidas alcohólicas, el mezcal de Guerrero es superior, según los conocedores, a cualquier otro mezcal, su producción es muy limitada y su consumo es únicamente de carácter local. También es famoso el vino de Huitzucó.



Foto 6.- Grandes platillos a la indígena, la española y la francesa, típicos en Acapulco Guerrero.

### 1.3.2 TRAJE TÍPICO DE ACAPULCO GUERRERO.

El vestuario que se utiliza en esta región es muy variado, pero el que predomina consta:

Mujer - Falda floreada largo a media pantorrilla, blusa en satín, en colores chillantes con adornos de blonda de Sada, manga tres cuartos y se lleva por fuera, nagua blanca, un mandil y paliacate. Se peinan con dos trenzas cruzadas sobre la cabeza (Malacate).

Hombre - Camisa y pantalón blanco, paliacate, sombrero de palma, zapato o huarache como se aprecia en la Foto 7.

Varias fiestas y tradiciones con las que cuenta Acapulco, nos animan a presenciar e incluso participar de numerosas celebraciones en donde se combinan dos distintivos particulares de los acapulqueños: la alegría y la fe. Los festejos que se llevan a cabo en este rincón del Estado de Guerrero, nos hacen patentes los valores que definen a la comunidad.

Uno de los festejos más representativos de Acapulco, es su colorido carnaval, mismo que se desarrolla anualmente, durante el mes de febrero. Otra fecha relevante en el calendario acapulqueño es el 19 de marzo, cuando se festeja al Señor San José.

Prosiguiendo con las fiestas y tradiciones acapulqueñas, hay otra importante celebración, que tiene lugar en el mes de noviembre. Está relacionada con el comercio y genera una gran expectación entre los habitantes de la zona. Se trata de la feria ganadera y artesanal de la Nao de China. Para fines turísticos, asistir a este gran evento, es una acertada manera de conocer el pulso comercial y productivo del Estado de Guerrero.

Una recomendación adicional con respecto a las fiestas y tradiciones de Acapulco, la tenemos en la celebración en honor de la Virgen de Guadalupe. Es una emotiva fiesta que también se realiza en el resto del territorio mexicano teniendo como fecha, el 12 de diciembre, en el marco de esta celebración se llevan a cabo procesiones y ferias florales, sumamente coloridas y valiosas a nivel cultural.

Las fiestas típicas de Acapulco se proyectan como un contrapeso al cosmopolitismo extremo de su faceta turística, de cara al extranjero. Y es que Acapulco es mucho más que sus maravillosas playas y moderna infraestructura hotelera. También lo definen una rica historia, diferentes costumbres y tradiciones y un talante fervoroso y alegre por parte de sus habitantes.

Sin que tenga una capital relevancia el motivo de las celebraciones acapulqueñas, estas convocan a miles de lugareños y turistas interesados en contemplar o en formar parte de estas tradicionales fiestas. Habitualmente, tales eventos comparten un enorme colorido, bailes entusiastas y tiempos de adoración religiosa.

Vale la pena viajar a Acapulco en cualquier época del año, pero especialmente en el marco de estas fiestas y tradiciones. De esta manera se podrá obtener una perspectiva más completa de Acapulco, ahora no sólo como un deslumbrante destino turístico, sino también como una comunidad llena de vida y emociones comunitarias.

Definitivamente las fiestas patronales, los eventos típicos y las celebraciones tradicionales de Acapulco, son fieles representantes de la esencia de este mágico rincón de Guerrero.



Foto 7.- Traje típico de Acapulco, Guerrero que se utiliza el 19 de marzo en el festejo el Sr. San José.

#### **1.4 FACTORES ECONÓMICOS.**

##### Agricultura:

La agricultura, en el medio rural guerrerense, sigue siendo la actividad económica más importante, no tanto por la vocación productiva de sus suelos, que en la mayoría de los casos es limitada para dichos propósitos, sino por el número de personas dedicadas a la actividad agropecuaria, estimado en unas 800 mil que, a través del cultivo de la tierra, producen gran parte de sus alimentos, el de sus familias y el de la población urbana de la entidad y de otros estados.

##### Ganadería:

La actividad ganadera es de significativa importancia económica; su influencia en apoyo a la alimentación de la población guerrerense se manifiesta en el crecimiento tanto del inventario ganadero como en la producción y en la generación de empleos.

Su importancia también se ve reflejada en el hecho de ocupar alrededor del 39% del territorio estatal, la creciente introducción de razas mejoradas, la aplicación cada vez más amplia de nuevas tecnologías de producción y el

establecimiento de praderas inducidas con un manejo agronómico más tecnificado; todo ello ha favorecido la consolidación del sector pecuario, que ha contado con importantes apoyos gubernamentales.

#### Actividad forestal:

Guerrero es un estado forestal; el Inventario Nacional Forestal publicado en 1994 lo ubica, en el contexto del país, en un octavo lugar en superficie forestal, con 5.2 millones de hectáreas, que equivalen al 81% de la superficie total de la entidad; en 2000 y 2001, en un sexto lugar en producción maderable, con un volumen anual del orden de 300 000 m<sup>3</sup>/rollo, el cual se redujo a menos de 200 000 m<sup>3</sup>/rollo en 2002 y 2003; séptimo lugar en volumen maderable, con un potencial del orden de los 184 millones de m<sup>3</sup>/rollo, de los que se podrían cosechar anualmente 1.5 millones; pero situaciones diversas, principalmente falta de infraestructura caminera,

áreas no incorporadas al manejo forestal, conflictos agrarios internos y/o externos y, más recientemente, la entrada al país de madera importada más barata que la local sólo permiten una producción maderable equivalente a una octava parte de lo que teóricamente es cosechable.

### **1.4.1 SECTOR SECUNDARIO.**

#### Industrial:

Históricamente, en el estado la industria no ha tenido un desarrollo dinámico, debido fundamentalmente a la falta de orientación de inversiones, lo que ha dado lugar a la existencia de pequeños establecimientos a nivel artesanal, como son platerías, talleres de costura, herrerías, carpinterías,

fábricas de sombreros, rebozos, ropa típica, artículos de palma, trapiches, entre otros; contrastando con un reducido número de maquiladoras de prendas de vestir para exportación.

En la entidad se dispone de importantes superficies para parques industriales, sobre todo en Zihuatanejo, Acapulco e Iguala; éste último, que

es el más extenso, cuenta con energía eléctrica, pavimentación, drenaje, alumbrado público, caseta de vigilancia, un pequeño aeropuerto y una central de abasto medianamente utilizada.

### Comercios:

En el sector secundario se emplea el 18.73% de la población, ocupando el segundo lugar de captación laboral. En este nivel se incluyen los mercados, las tiendas de productos al menudeo, las farmacias, zapaterías, tiendas de ropa, de insumos, supermercados, etc. Este sector emplea a 34,323 personas. Es el mismo porcentaje que viene empleando desde 1990. Este sector sólo cubre las necesidades básicas de la población que vive preponderantemente del sector servicios.

### Sector terciario

La actividad económica preponderante se da en el sector terciario, siendo la rama de servicios la que concentra la mayor actividad con un 72.92%. Dentro de ésta, se encuentra la industria hotelera, restaurantes, transporte y comunicaciones, servicios financieros, seguros, bienes raíces, servicios bancarios, servicios comunales, sociales y personales. En esta actividad se emplean alrededor de 75 mil personas en 10,890 empresas orientadas a esta rama productiva.

### ¿Cómo se relacionan entre si esos sectores económicos?

Mediante sus actividades; Acapulco es un paraíso natural que exige un previo conocimiento de sus propiedades antes de iniciar unas agradables vacaciones por lo que sus sectores económicos deben de ser sumamente cuidados para focalizar sus ganancias económicas en temporadas altas por lo que estos sectores trabajan de forma conjunta para equilibrar su economía.

### ¿Cómo se relacionan con el turismo?

La afluencia de turistas a Guerrero se da mayoritariamente hacia Acapulco como se muestra en la foto 8; Ixtapa– Zihuatanejo y Taxco de Alarcón, centros que, en conjunto, constituyen lo que es conocido internacionalmente como el Triángulo del Sol; sin embargo, la entidad cuenta con un enorme potencial turístico adicional que paulatinamente se va incorporando a la actividad económica; destacan entre éstos un sinnúmero de playas a lo largo de los 500 km de litoral, balnearios de agua dulce, grutas y zonas arqueológicas (que en la medida en que se vayan restaurando podrán recibir cada vez más visitantes).

También son de gran importancia, para el novedoso concepto de ecoturismo, los grandes bosques y selvas que constituyen los ecosistemas más extensos del territorio suriano el claro ejemplo se muestra en la Foto 8. Es incuestionable que gran parte de la base de sustentación del desarrollo estatal descansa en la actividad turística; por ello, todos los sectores gubernamentales, privados y sociales, están comprometidos y obligados a cuidar su crecimiento y desarrollo.



Foto 8.- La gran parte de la base de sustentación del desarrollo estatal en las diferentes regiones que descansa en la actividad turística.

## 1.5 EL ESTADO DE GUERRERO.

(Geografía, economía, sociedad, educación, retos y prospectiva).

De acuerdo al Programa Institucional de Desarrollo Estratégico (PIDE) 2006-2010 de la Universidad Autónoma de Guerrero, referente a la situación espacial y sociopolítica del Estado de Guerrero, se describen los siguientes aspectos:

### Geografía:

El estado de Guerrero se encuentra situado en la región meridional de la República Mexicana colindante con el Océano Pacífico y se localiza entre los 16° 18' y 18° 48' de latitud Norte y los 98° 03' y 102° 12' de latitud Oeste (Anuario Estadístico Guerrero 2001, INEGI). Limita al Norte con el estado de México (216 km), al Noroeste con el estado de Puebla (128 km), al Este con el estado de Oaxaca (241 km) y al Sur con el Océano Pacífico (500 km). Su extensión territorial es de 64,282 km<sup>2</sup>, que corresponde al 3.3% del territorio nacional, ocupando el 14° lugar con relación a las entidades federativas del país. Cuenta con un litoral de aproximadamente 500 km, desde la desembocadura del río Balsas en el noroeste, hasta el límite con Oaxaca en el municipio de Cuajinicuilapa, al sureste. La longitud

total de los límites del estado de Guerrero con las entidades federativas colindantes y con el Océano Pacífico es de 1,597 km.

### Economía:

El Estado de Guerrero, se distingue por ser proveedor de alimentos, materias primas y fuerza de trabajo. Para el año 2000, las actividades primarias ocupaban a 26.7% de la Población Económicamente Activa empleada, el sector secundario el 20.3%, en tanto que el sector terciario destaca por absorber el 50.6% (Censo General de Población 2000, INEGI). En términos de PIB, la economía del estado descansa cada vez más en el sector terciario, mismo que seguirá absorbiendo y orientando predominantemente la demanda de profesionistas egresados de la Universidad. Aun así, los gobiernos federal y estatal, así como la Universidad deben tomar en cuenta la relevancia del potencial agropecuario guerrerense, debido a su extensa riqueza acuícola, silvícola y frutícola, a su potencialidad hidrológica y a las posibilidades de la pesca, sin descartar sus recursos humanos, que son en realidad la fortaleza del estado.

### Sociedad:

El estado de Guerrero es uno de los estados más rezagados, tanto económica como socialmente. En el año 2000, la población llegó a los 3,700,977 habitantes, de los cuales el 55% están clasificados como población marginada y el 58.1% del total de los municipios del estado se clasifican como de marginación muy alta, mientras que en el país sólo el 19.5% entra en esa clasificación (Censo General de Población 2000)

### Educación:

En el aspecto educativo, existen fuertes contrastes en la atención de la demanda de educación media superior y superior; en tanto en la primera la cobertura es del 93%, en la segunda apenas llega a un 20%. El índice de analfabetismo llega al 28.9%, porcentaje que se concentra mayoritariamente en zonas indígenas. Se estima que 6 de cada 10 personas analfabetas son mujeres.

### Retos y prospectiva:

En la actualidad, Guerrero enfrenta dos grandes retos:

I. Superar el atraso económico y social, que se traduce en expresiones dramáticas de pobreza extrema, violencia, inequidad, discriminación, narcotráfico, drogadicción, adicciones, explotación irracional de los recursos naturales, deterioro del medio ambiente y denigración de la persona humana.

II. Su incorporación al proceso de avanzada científico-tecnológica, para superar la situación económica que incide de manera significativa en el movimiento social y el significado de la identidad cultural, que le permitan insertarse de manera adecuada y con ventaja en los mercados internacionales.

En síntesis, en el estado de Guerrero están presentes factores de atraso económico, político y administrativo, que constituyen fuertes obstáculos para la planeación y evaluación concurrentes. En este contexto, se puede advertir que se están agotando los estilos tradicionales de operar y se generaliza la conciencia de la existencia de nuevas oportunidades para impulsar el cambio educativo; de tal modo, que éste sea un medio eficaz para reducir la desigualdad y heterogeneidad de las condiciones sociales y mejorar la calidad de vida de los guerrerenses.

La Universidad, como institución generadora del conocimiento para beneficio del hombre, no puede quedar al margen del desarrollo de la región, debe ser promotora y partícipe de éste. Aportar el conocimiento científico y los técnicos calificados necesarios para llevar a cabo el desarrollo, que se constituye como el objetivo a alcanzar por cualquier institución de educación superior y posgrado; por tal razón, está obligada no sólo a desarrollar programas de vinculación con los sectores sociales y productivos, sino también, de producción de conocimientos compatibles a las necesidades del estado, que además contribuya a la conservación del medio ambiente, debido a que en nuestra entidad permanece una de las regiones con mayor biodiversidad, de México y del mundo.

Para atender los problemas fundamentales de la economía estatal, debe contarse con una nueva estrategia de desarrollo económico y social, que transforme las viejas tradiciones y estructuras, donde la Universidad debe jugar un papel predominante, como factor de cambio y potenciador del desarrollo sustentable en la entidad, a través, de la oferta de una educación media superior y superior integral, de calidad, fundamentada en valores, principios éticos y que contribuya a una vida en armonía y paz social.

# **CAPÍTULO II**

## **ESTUDIO DE SUELO**

## 2.1 ÁREA DE ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MEGA TIROLESA.

El municipio de Acapulco de Juárez se localiza al sur de Chilpancingo de los bravo entre los paralelos 16° y 17° de latitud al norte y meridiano 99° y 99° de longitud oeste como se hace mención en la foto 9. Su extensión territorial es de 1882.6 km<sup>2</sup>, lo que representa el 2.95% de la superficie estatal. Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R., al sur con el océano pacifico al este con el municipio de San Marcos y al oeste con Coyuca, se observa en la foto 9.

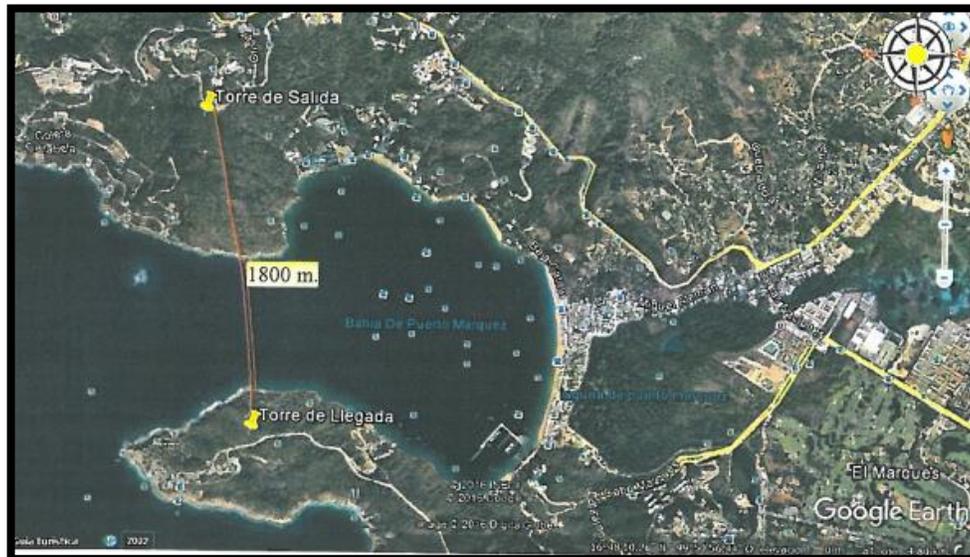


Foto 9.- Croquis y localización de ubicación de la tirolesa, con condenadas

El proyecto de Tirolesa Xtesa consta en la tirolesa de aproximadamente 1800 metros de longitud que cruzará puerto marques con una altura mínima de la catenaria de 85 metros a nivel de mar 700 metros que cruzará sobre el agua y el resto sobre tierra firme. Para llevar a cabo dicho proyecto se edificará con 2 torres de estructura metálica.

La torre de salida del lote 95° brisas del marques se asentará limo arenoso con una capa de hojarasca y tierra vegetal sin embargo cabe señalar que el sitio presenta meteorización con existencia superficial de rocas de gran tamaño producto de la demolición del manto rocoso de la parte superior.

La torre de llegada lote 5° se asentará sobre limo arenoso con una capa de hojarasca y tierra vegetal cabe señalar la existencia de rocas de gran tamaño donde se anclará provisionalmente los cables de acero ambos modelos de pendientes se aprecian en la Foto 10.

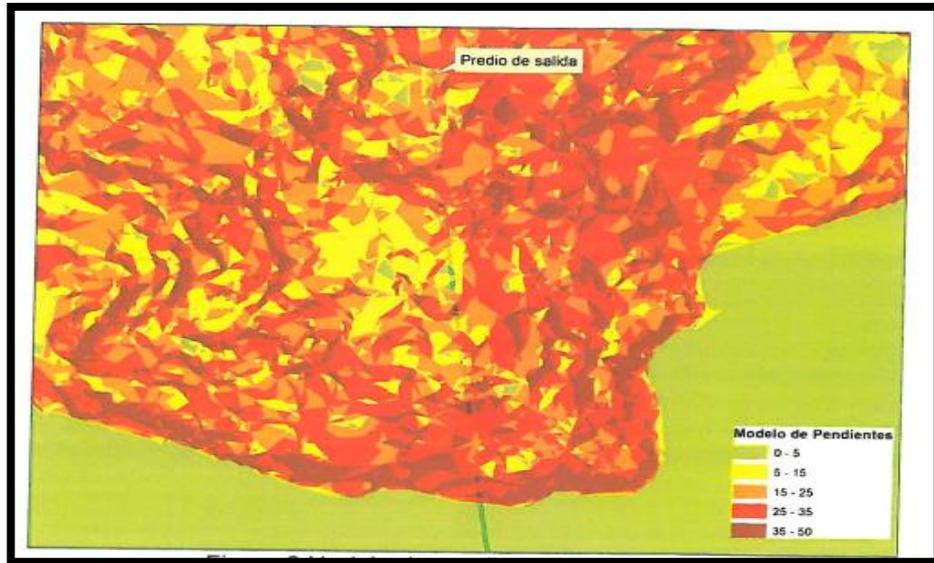


Foto 10.- Modelo de pendientes del promedio de salida

El lote donde se instaló la torre de salida presentaba terrenos vírgenes no modificados por la mano del hombre y se observaba rocas de gran volumen de origen orgánico que se observan en la foto 10; con la característica de ser superficial ante la presencia de movimientos ya relacionados en el lugar por la edificación de las torres es posible algún fenómeno sísmico que podría provocar el desplazamiento generando un riesgo por caído o movimiento de rocas.

## 2.2 UBICACIÓN LOTE 5A Y CIMENTACIÓN.

La Tirolesa se encuentra ubicado en la península de Cabo Marques, dentro del lote 5A. ver mapa ubicación foto 11.



Foto 11.- Ubicación de lote 5, en la península de cabo marques

### El Terreno Lote 5a:

Con una superficie de terreno en el Lote 5<sup>a</sup> de 12,000 M2. La tirolesa con sus anclas, zapatas de torres y una vialidad de acceso desde el lote 4 las siguientes coordenadas UTM.

- 1- Al Noroeste, colindando con la Bahía de Puerto Marques, con una longitud de 52.39 mts en línea quebrada.
- 2- Al Noreste, colindando con el lote 8 Paraiso Diamante, con una longitud de 241.90 mts
- 3- Al Sur, colindando con la vialidad principal de Cabo Marques con una longitud de 45.78 mts en línea quebrada.
- 4- Al Oeste, colindando con el Lote 4 Autofin México, con una longitud de 261,08 mts.

La Tirolesa tendrá una superficie total de 239.00 M2 de construcción. Consta de 5 anclas, 10 cimentaciones de torres, 3 torres de cables y 3 torres para dos plataformas ubicación en la Figura 1.

Las anclas están ubicadas en los Niveles; +136.22, +137.6, +139.00, +140.39 y +141.80, tendrá una superficie construida de 62.00 M2.

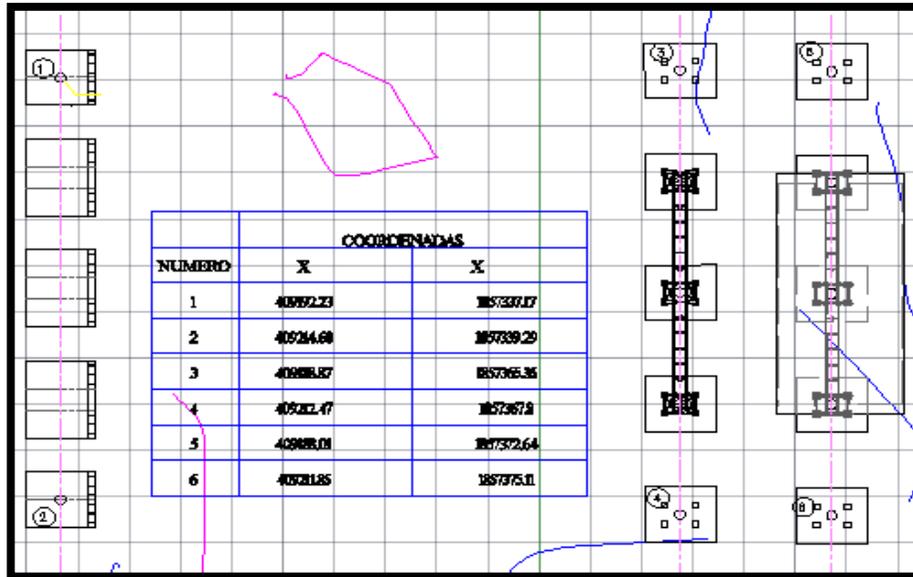


Figura 1.- Ubicación de anclas y zapatas de las torres de construcción.

Las cimentaciones de las torres de cables y de plataformas están ubicadas con NPT +135.50, + 136.55, + 130.55 y + 132.55 y tendrá una superficie de 105.00 M2 Figura 2.

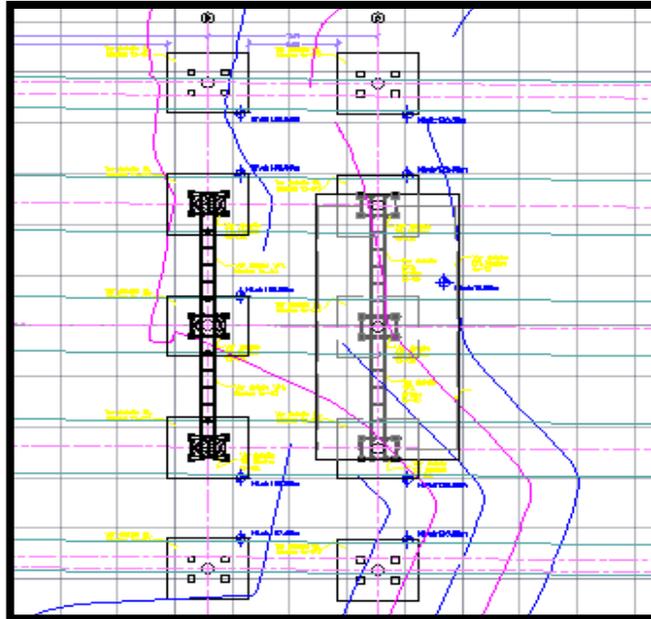


Figura 2.- Ubicación de cimentación de cables y plataformas.

El sistema constructivo para las anclas y cimentación de torres se realiza con concreto premezclado con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y se utiliza acero de refuerzo. Las torres se construirán con columnas redondas astm A53 grado b, y con angulares en horizontal y en diagonal estos angulares serán astm A36

### 2.2.1 UBICACIÓN LOTE 95 Y CIMENTACIÓN.

La Tirolesa se encuentra ubicada en la península de Cabo Marques, dentro del lote 95 ver mapa ubicación figura 3

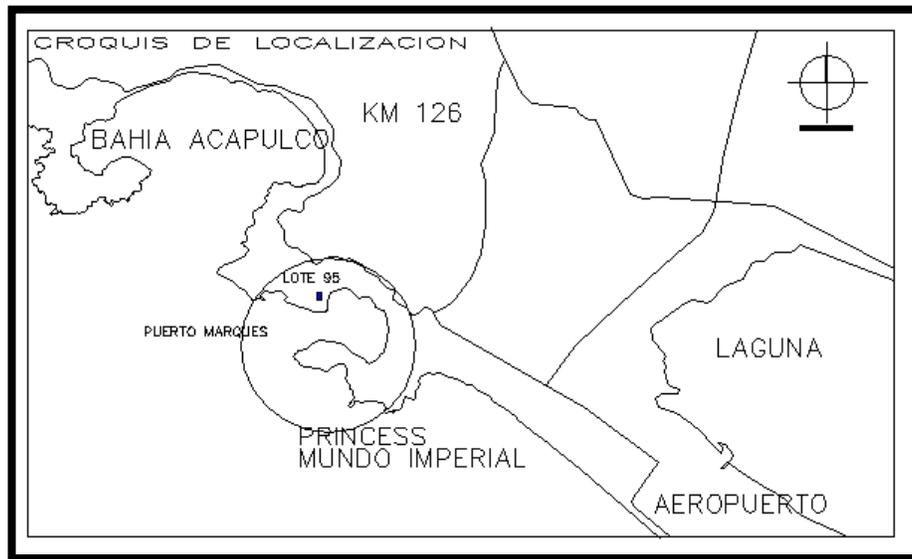


Figura 3.- croquis de localización del lote 95

#### EL TERRENO LOTE 95:

Con una superficie de terreno en el Lote 95 de 1551 M2. La tirolesa consta sus anclas, zapatas de torres y dos puentes colgantes

- 1- Al Norte, colindando con calle Clipper, con una longitud de 26 mts
- 2- Al Noreste, colindando con el lote, con una longitud de 56 mts
- 3- Al Sur, colindando con lote, con una longitud de 30 mts.
- 4- Al Oeste, colindando con el Lote, con una longitud de 54.86 mts.

La Tirolesa tendrá una superficie total de 262.00 M2 de construcción. Consta de 5 anclas, 5 cimentaciones de torres, 2 puentes colgantes y 3 torres para dos plataformas ubicación en la Figura 4.

Las anclas están ubicadas en los Niveles; +299, tendrá una superficie construida de 74.00 M2

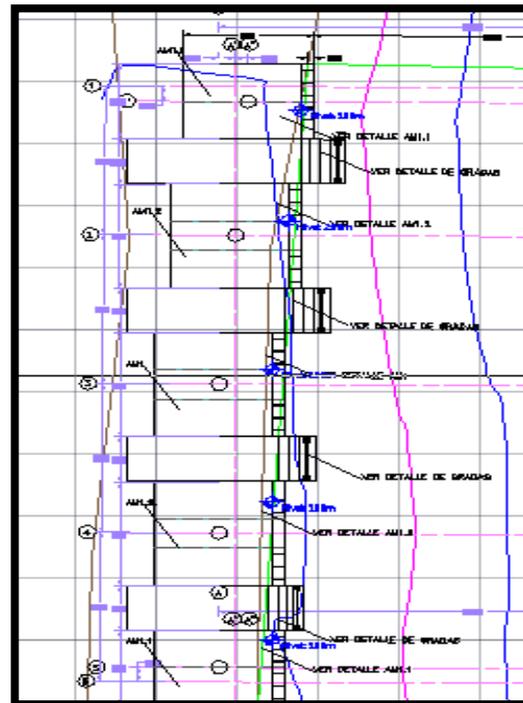


Figura 4.- Ubicación de anclas a nivel de su construcción.

Las cimentaciones de las torres de plataformas están ubicadas con NPT +289.35 y tendrá una superficie de 52.5 M2

El sistema constructivo para las anclas y cimentación de torres se realiza con concreto premezclado su ubicación se muestra en la Figura 5 con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y se utiliza acero de refuerzo. Las torres se construirán con columnas redondas astm A53 grado b, y con angulares en horizontal y en diagonal estos angulares serán astm A36.

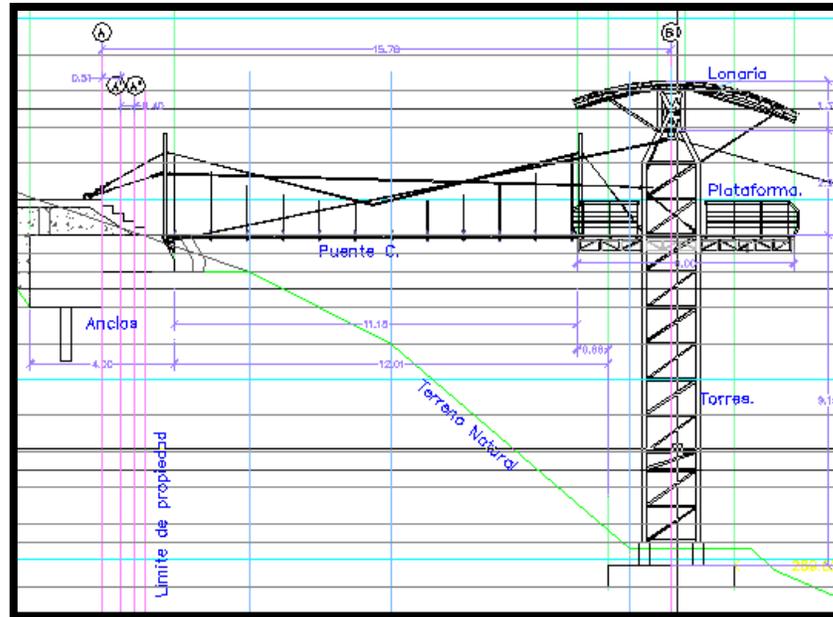


Figura 5.- cimentaciones y superficie de anclas

### 2.3 ESTUDIO MECÁNICO DE ROCAS.

La realización de estudio puntual a cada roca que esté en riesgo de caer sobre todo en la parte superior del camino de dicho acceso deberá determinar cómo está posicionada la roca y arrojar conclusiones sobre como estabilizar en caso de ser necesario demolerla para mitigar el riesgo.

El estudio de mecánica de rocas recomendada para el lote de salida es el esfuerzo en talud aplicando un sistema que incremente peso de la superficie a base de gaviones o algún otro sistema que evite que la latitud continúe suelta y sin estructura que encauce la fuerza aplicada de la roca suelta sobre la superficie de latitud si se decide reforzar con anclajes deberá preverse la aplicación del agua al perforar el ancla.

Es necesario reforzar el talud ya que en el análisis de su estabilidad presento un valor inferior al permitido para su buena estabilidad en el material que en vuelve la estructura rocosa; de la estructura rocosa obtuvimos tal como se muestra en la Foto 12 que es un factor de seguridad que sobre pasa los recomendados para un talud estable podemos decir que aporta el peso suficiente en tres secciones marcadas por sus cambios de pendiente lo que hace estable y evita deslizamientos de superficie.

El lote donde se instalará la torre de llegada presenta en sus alrededores pendiente que van de los 5° a los 40° en su mayor parte del terreno es virgen no modificado por la mano del hombre y se localiza un grupo de macizos rocosos de gran volumen de origen intrusivo inorgánicos tipo granito.

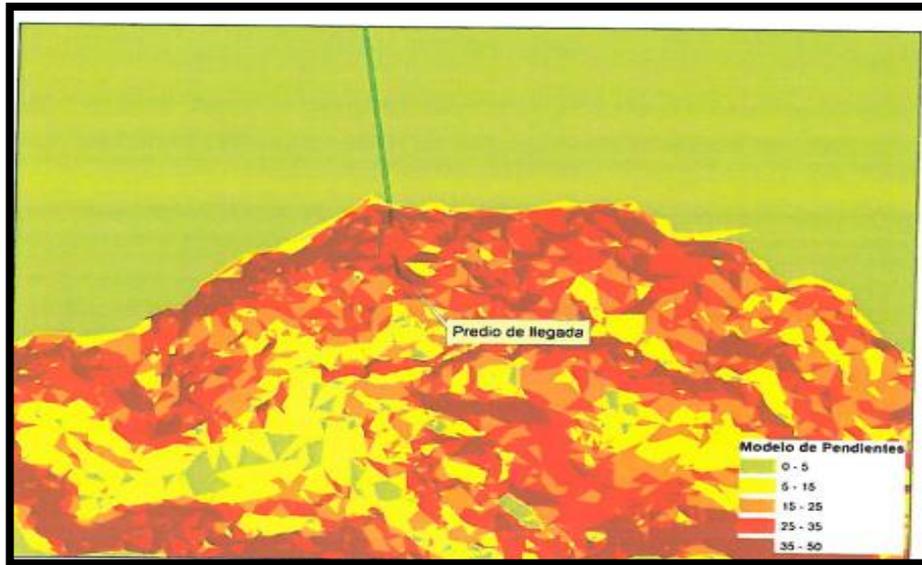


Foto 12.- Modelo de pendientes predio llegada mediante el estudio mecánico de rocas.

### 2.3.1 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE ANCLAS PROVISIONALES.

Volumen aproximadas de piedras:  $4 \times 1.8 \times 2.5 = 18$  metros cúbicos

Volumen aproximadas de piedras:  $3.2 \times 2.6 \times 2 = 16.64$  metros cúbicos

Peso volumétrico de piedra=  $2800 \text{ Kg/m}^3$

Peso de piedra más pequeña =  $16.64 \text{ m}^3 \times 2800 \text{ kg/m}^3 = 46,592 \text{ kg}$

Los cables prácticamente no van a tener tensión, es decir las anclas prácticamente solo van a soportar el peso propio, la catenaria va a estar a 1/3 de la distancia, es decir el peso tributaria de las anclas provisionales corresponden a  $1800 \text{ kg}/3$ , esto equivale a  $600 \text{ Kg}$  por cable, si ponemos 3 cables en un ancla seria  $1800 \text{ kg}$

Adicionalmente se cargó las anclas a  $4220 \text{ kg}$  como se muestra en la Foto 13 donde la tensión y se midió con un tensiómetro, prueba se realizó a ambas anclas provisionales y las anclas soportaron esta carga sin problemas.



Figura 13.- Tensión y medición de cableado con un instrumento llamado tensiómetro.

Y por último se escarbo en la parte de atrás de la roca hasta un metro de profundidad y sé que la roca se encontraba a esta altura por lo menos.

La capacidad de las rocas es muy superior a carga que se va aplicar, también para corroborar estos datos se realizaron las pruebas de tensión a las anclas provisionales, a una tensión mayor a la que va a estar cargada.

## 2.4 PROTECCIÓN AMBIENTAL.

El proyecto consiste en la construcción de dos plataformas con techos de lona una plataforma de salida con un área de 6.0m<sup>2</sup> a una altura de 14 metros y una plataforma de llegada a una altura de 2 metros para la construcción de una tirolesa que atravesara la bahía de puerto marqués.

Una vez analizada la información presentada el proyecto no se encuentra dentro de algún área natural protegida de carácter federal o estatal o regiones hidrológicas o terrestres o áreas de conservación de aves lo cual no afectara a especies de flora y fauna que se encuentren reportados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no ocasionara desequilibrios ecológicos ni rebasara límites y condiciones establecidas.

Los aspectos ambientales de las obras y actividades correspondientes al proyecto es necesario tramitar y obtener autorizaciones, permisos, en caso de que se pretenda llevar acabo otras obras o actividades diferentes deberá notificarlo de manera previa a esta delegación. Queda prohibido realizar actividades o acciones siguientes:

1. Derramar los residuos líquidos tales como aceites, grasas, solventes, sustancias tóxicas en el suelo y cuerpos de agua estos deberán conectarse y caracterizarse de acuerdo a las normas oficiales mexicanas NOM-052-SERMANAT-2005 y NOM-053-SERMANAT-1993. Estos residuos se recolectarán y transportarán fuera del área de las obras para enviarlos a empresas que los reutilicen o bien a lugares que la autoridad que determinen ese fin.
2. Depositar cualquier tipo de residuo al aire libre en la zona del proyecto y en zonas aledañas.
3. Las áreas de estacionamiento, deberá recubrirse con materiales que eviten erosión en el terreno, pero que favorezcan la permeabilidad y el libre flujo de los escurrimientos naturales superficiales y temporales.
4. En la creación de las áreas jardinerías se seleccionará preferentemente especies vegetales nativas y propias de la región con excepción de las buganvillas, por ningún motivo deberán introducirse especies exóticas.
5. Para llevar a cabo las actividades de construcción deberá realizarse riego de agua de los mismos (escombros, cascajo, materiales térreos) para disminuir la generación de polvos, asimismo deberá extremar los cuidados para no causar accidentes que pudieran afectar.
6. No deberá ubicar materiales producto de la construcción en predios, calles, avenidas y vía pública con la finalidad de evitar arrastres por el efecto de las lluvias.
7. Los camiones que transporten el material deberán cubrir su caja con una lona para evitar la dispersión de polvos, así como el vertimiento de esos materiales a la vía pública que pudiesen provocar un accidente a los transeúntes y vehículos que circulan por la calle.
8. Se prohíbe la disposición final de los materiales producto de las actividades de la construcción en:
  - ✚ Cuencas
  - ✚ Canales pluviales
  - ✚ Zonas húmedas
  - ✚ Área donde exista flora y fauna silvestre
9. Se deberá implementar medidas de prevención y estabilización de los cortes taludes que pretendan realizar como parte de actividades de construcción
10. Deberá estrictamente prohibido encender fogatas o quemar residuos sólidos urbanos (basura)
11. En lo que se refiere a las fuentes emisoras a la atmósfera deberá sujetarse a lo establecido en las normas oficiales NOM-085-SEMAMAT-1994, contaminación atmosférica para las fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles, sólidos, líquidos o gaseosos cualquiera de combinaciones que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de

humos y partículas suspendidas, bióxido de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los calentamientos así como los niveles máximos permisibles de bióxido de azufre.

12. En lo que se refiere a las fuentes emisoras de ruido deberá sujetarse a lo establecido en las normas oficiales mexicanas en materia el ruido NOM-080-SERMANAT-1994 Y NOM-SERMANAT-081-1994.
13. La dirección general de ecología y protección al medio ambiente estará llevando a cabo revisiones trimestrales para verificar el cumplimiento.

# CAPITULO III

## LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

### 3.1 PROCEDIMIENTO DE TRAZO Y NIVELACIÓN.

El trazo previo antes de iniciar las obras tiene como objeto asegurar que las edificaciones a construir y las instalaciones y equipos a montar se encuentren en el lugar indicado y localización exacta, marcando los límites del área de interés con bases fijas que pueden servir como referencia en trazos posteriores, se realizaran todos los trazos que se requieren de acuerdo con las actividades establecidas en los documentos de ingeniería del proyecto claro ejemplo en la Foto 14.

Se determinarán los perfiles de terreno que sean necesarios para obtener las alineaciones y rasantes en los puntos necesarios, para que con el auxilio de los planos de detalle se pueda proceder a realizar los trabajos de cimentación de la edificación, bases o estructuras de equipo.



Figura 14.- procedimiento de trazo a puntos de partida de localización

Se señalará una línea de nivel invariable (banco de nivel), que marcará el plano horizontal de referencia para el resto de trabajos a realizar en la obra. Se localizará en el área destinada a la construcción del proyecto el punto y/o puntos de partida, así como el banco de nivel que en los documentos de ingeniería del proyecto y/o cliente.

Se proporcionan como referencia de inicio del proyecto, para tomarlos y trasladarlos a lugar de los trabajos como base y de ahí hacer los trazos y localización de los demás puntos de referencia y control necesarios para ejecutar el proyecto.

Se deben llevar anotados los registros de localización de coordenadas en una libreta de tránsito o bitácora.

Se procederá a marcar sobre el terreno y referidos a unos ejes y planos concretos de referencia, los ejes principales de la edificación, cimentación o estructura que es necesario trazar. Estos ejes se marcarán con puntos que queden invariables durante la marcha de la obra.

### 3.1.1 ESTACAS.

Pueden ser de madera o varilla y pueden colocarse en cada una de las estaciones clavadas al ras del suelo, con una tachuela o clavo en el eje del trazo y rotularse claramente en el punto progresivo que le corresponde a la estación. Los puntos de inflexión no serán considerados como estación como en la Foto 15.

Para indicar los puntos de un eje o el vértice de un ángulo usando estacas de madera, sobre la cabeza de las mismas, se clavara una tachuela o clavo que marque el centro del eje o el vértice del ángulo, efectuando el trazo de los ejes en las estacas que se indican, se sustituyen por otras colocadas en ambos lados de las mismas uniéndolas entre sí con tiras de madera llamadas travesaños, colocados generalmente en los extremos de los cimientos, en los cuales se indicara por medio de hilos, el centro del eje y el ancho de los cimientos.



Figura 15.- trazo, corte y habilitado de estacas

### Mojoneras:

Se fijará el límite del área de trabajo o los puntos de referencia y control mediante la construcción de mojoneras de concreto. Estas mojoneras de concreto son construidas con el fin de tener puntos de referencia y de control, son puntos fijos, notables e invariables localizados en lugares convenientes que no sean removidos durante la etapa de construcción; son señalados cada uno de estos con coordenadas geográficas y elevación referencial al nivel medio del mar: Se elaborara un plano general de ubicación de mojoneras al inicio del proyecto.

En caso de ser necesario, se realizará la verificación de las coordenadas de los vértices del predio. La profundidad (H) será la suficiente para que la mojonera se apoye en una superficie estable y deberán ser de concreto de forma piramidal con las dimensiones siguientes: base de 25 x 35 cm. Altura 40 cm. Pintadas con esmalte color blanco en la cara superior y con una varilla o alambrión enterrado a 10 cm.

En el concreto indicando el eje y el número de punto de inflexión (PI) y/o estación (E) pintado de color rojo en una de las caras, el nombre de la línea, el kilómetro o encadenamiento y en su caso el ángulo de deflexión. Las mojoneras deberán fijarse firmemente al terreno debiendo sobresalir entre 10 y 15 cm.

### Registro de campo:

Se anotarán los datos de campo en su libreta de acuerdo a los datos que se vayan recopilando. Teniendo en cuenta que las notas de campo es la parte más importante del trabajo de campo de la topografía, los datos deben de anotarse con toda claridad para evitar para evitar transcribirlos posteriormente y se debe de incluir la mayor cantidad de datos complementarios posibles para evitar confusiones o malas interpretaciones.

Los registros de campo serán hechos en libretas de transito de uso exclusivo de la obra. Los registros deberán contener todos los datos necesarios expresados en forma clara y concisa, de modo que permitan elaborar los planos de perfil y planta. En la portada se anotará el número de libreta y en la primera hoja el nombre de la obra, el nombre del topógrafo, el aparato utilizado, su marca, tipo y precisión teórica. Al inicio de cada hoja utilizada en un día de trabajo se anotará invariablemente la fecha.

### MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- ✚ Todos los riesgos de trabajo, accidentes y enfermedades pueden evitarse si se siguen las recomendaciones en la ejecución de sus tareas diarias.
- ✚ Verifique que el personal conozca y respete las Normas de seguridad y las Prácticas de Construcción, debe verificar que se instalen las barricadas y los carteles de seguridad advirtiendo el riesgo.

- ✚ Utilice su equipo de protección personal.
- ✚ Notifique a su jefe inmediato de cualquier cambio de Procedimiento o práctica de Construcción, equipo y materiales.
- ✚ Mantengan el orden y la limpieza en su área de trabajo.
- ✚ Utilice solo la herramienta adecuada y asegúrese que se encuentre en buenas condiciones.
- ✚ Revisar que las condiciones del terreno sean la adecuada a modo de evitar accidentes por deslaves o derrumbes.

### **3.1.2 EXCAVACION.**

#### Excavación:

La excavación es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en forma mecánica con excavadoras, y cuyo objeto consiste en alcanzar el plano de arranque de la edificación, es decir las cimentaciones.

La excavación puede ser:

#### ✚ Desmante:

El desmante es el movimiento de todas las tierras que se encuentran por encima de la rasante del plano de arranque de la edificación.

#### ✚ Vaciado:

El vaciado se realiza cuando el plano de arranque de la edificación se encuentra por debajo del terreno.

#### ✚ Terraplenado:

El terraplenado se realiza cuando el terreno se encuentra por debajo del plano de arranque del edificio y es necesario llevarlo al mismo nivel.

### **3.2 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES Y REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

Material tipo – A: Es un material poco a nada cementado, que puede ser manejado eficientemente sin ayuda de maquinaria, aunque esta se utilice para obtener mayor rendimiento. Los materiales más comúnmente clasificados de este tipo son los suelos agrícolas, los limos y cualquier material blando y suelto con partículas hasta de 7.5 centímetros.

Material tipo – B: Es el material que por su dificultad de extracción y carga solo puede ser manejado eficientemente con maquinaria sin el uso de explosivos. Los materiales más comúnmente clasificados son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas, tepetates y las piedras sueltas menores de 75 cm. y mayores de 7.5 cm.

Material tipo – C: Es el material que por su dificultad de extracción solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos. Entre los materiales clasificados se encuentran las rocas basálticas, las areniscas, conglomerados fuertemente cementados, calizas, rolitas, granitos y andesitas sanas y las piedras sueltas mayores de 75 cm

A los materiales que por sus características no puedan ser considerados totalmente dentro de una de las clasificaciones anteriores, se les fijará una clasificará intermedia, asignándoles porcentajes de material tipo A, B y C en proporciones a las cantidades y características de cada uno de los materiales que intervengan, mencionando los tres mediante el porcentaje que corresponda a cada uno de ellos, siempre en el orden A, B y C y de manera que la suma de los tres sea cien (100)

Material lodoso: Es aquel que por su alto contenido de agua se adhiere o se escurre de la maquinaria o la herramienta utilizada para su extracción, reduciéndose la eficiencia del trabajo.

Arena: En trabajos de excavación se considera como arenas a aquellos materiales granulares con un tamaño máximo de 6 mm (pasan la maya N°4) limpios de limo y arcilla y sin plasticidad.

Requisitos de ejecución:

Se fijará la holgura necesaria, las tolerancias de excavación y la inclinación de los taludes para que se pueda construir la obra proyectada en forma segura y eficiente.

El Cliente aprobará el uso de ademes cuando lo juzgue necesario por condiciones de seguridad para los trabajadores y para que se pueda realizar la excavación requerida de acuerdo a la clasificación del material y a la profundidad de la excavación.

Los materiales producto de la excavación se depositarán en el lugar donde indique la supervisión para utilizarlo posteriormente para rellenos o se desalojara al banco de tiro.

En la ejecución de las excavaciones se consideran los siguientes casos:

- ✚ En seco
- ✚ Eliminando el agua de la excavación mediante drenes auxiliares o por bombeo.
- ✚ En agua. ejecutada con maquinaria, cuando no sea posible eliminarla económicamente por bombeo o mediante drenes auxiliares pudiéndose utilizar el equipo wellpoint el cual se debe indicar su uso en la ingeniería.
- ✚ En material saturado o lodoso
- ✚ Si las paredes o el fondo de una excavación se van a usar como formas para colados de concreto, se cortarán las raíces o cualquier material que sobresalga de los taludes o el piso. Y las dimensiones de la excavación no excederán de 5 a 10 cm a los del proyecto, según se indique.
- ✚ Actividades topográficas
- ✚ Se realiza el trazo e indicación de los niveles correspondientes de acuerdo a los documentos de ingeniería

Si el material del fondo de las excavaciones es susceptible de afectarse por intemperismo, y si la cimentación proyectada no se va hacer de inmediato, la excavación se suspenderá antes de llegar al nivel de desplantes dejando una capa de material sin extraer de cuando menos 15 cm. de espesor; o bien se procederá de inmediato hacer la plantilla al llegar la excavación al nivel de desplante.

La supervisión indicará si es necesario compactar el fondo de la excavación o llenar con material las grietas o cavernas que se presenten.

Excavación con maquinaria; La profundidad de la excavación de preferencia debe ser de 10 cm arriba del nivel marcado, si se sobre excavó o se excavó por debajo del nivel especificado, este debe ser rellenado y compactado con material de banco o producto de la excavación

Se tomarán las precauciones necesarias para proteger las construcciones vecinas a la zona de excavación. Si se considera necesario se harán nivelaciones de dichas construcciones durante la excavación, para controlar los posibles asentamientos que pudieron presentarse.

Las holguras en las excavaciones deben determinarse tomando en cuenta la profundidad de la excavación y la dificultad del trabajo a ejecutarse entre la pared del talud y el elemento a construir.

La colocación de los ademes se hará de forma que garantice la estabilidad de los taludes y techos de la excavación

La superficie final de la excavación debe estar libre de raíces, troncos o material suelto y tendrá el nivel y pendiente de proyecto.

## MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- ✚ Todos los riesgos de trabajo, accidentes y enfermedades pueden evitarse si se siguen las recomendaciones en la ejecución de sus tareas diarias.
- ✚ Verifique que el personal conozca y respete las Normas de seguridad y las Prácticas de Construcción, debe verificar que se instalen las barricadas y los carteles de seguridad advirtiendo el riesgo.
- ✚ Utilice su equipo de protección personal.
- ✚ Notifique a su jefe inmediato de cualquier cambio de Procedimiento o práctica de Construcción, equipo y materiales.
- ✚ Mantengan el orden y la limpieza en su área de trabajo.
- ✚ Utilice solo la herramienta adecuada y asegúrese que se encuentre en buenas condiciones.
- ✚ Tener las debidas precauciones al trabajar con maquinaria pesada.

### **3.2.1 ELABORACIÓN DE CONCRETO.**

Obtener los conocimientos básicos para monitorear las instalaciones de la planta de concreto, calidad de los materiales, procedimientos de elaboración, fabricación y transporte del concreto fresco, y hacer que cumplan con los requisitos técnicos y de calidad establecidos en las especificaciones del proyecto. Aplica a todas las mezclas de concreto elaboradas, para cumplir con las especificaciones solicitadas en los proyectos.

#### Cemento:

Ningún cemento podrá emplearse en la elaboración de concreto cuando el tiempo de almacenamiento exceda de 45 días, para el caso de que éste sea suministrado en sacos o de 90 días en el caso de que sea a granel y solo se utilizara en caso de mostrar evidencia mediante un análisis fisicoquímico con resultados positivos de que este no ha perdido sus propiedades

El cemento suministrado en sacos deberá almacenarse sobre tarimas de madera dejando pasillos de ventilación (con un ancho mínimo de 60 cm.) para el fácil acceso de la inspección e identificación de cada lote recibido; éste deberá estar en un local (almacén) que lo proteja adecuadamente contra la acción de los agentes atmosféricos, así como de la humedad, que es el elemento crítico a evitar.

Cuando el cemento se reciba envasado en sacos de 50 Kg, verificar que cuente con el nombre, marca y tipo, además de que los sacos deberán venir completamente cerrados de fábrica.

El cemento deberá cumplir con los estándares aplicables al proyecto, y podrán ser de los siguientes tipos:

- ✚ CPO. - Cemento Portland Ordinario
- ✚ CPP. - Cemento Portland Puzolánico
- ✚ CPEG. - cemento Portland con Escoria granulada de alto horno
- ✚ CPC. - Cemento Portland Compuesto
- ✚ CPS. - Cemento Portland con Humo de Sílice
- ✚ CEG. - Cemento de escoria Granulada de Alto horno
- ✚ RS. - Resistencia a sulfatos
- ✚ BRA. - Baja reactividad Álcali Agregado
- ✚ BCH. - Bajo Calor de Hidratación
- ✚ B.- Blanco

Clases de resistencias 20, 30, 30R, 40 y 40R n/mm<sup>2</sup> (200, 300 y 400 kg/ cm<sup>2</sup>)

Al menos que se permita o se requiera otra cosa, el cemento debe ser de tipo I o Tipo II ASTM-C-150, (Tipo CPO Cemento Portland Ordinario o Tipo CPP Cemento Portland Puzolánico NMX C 414), en caso contrario deberá ser el que venga especificado en el proyecto.

El tipo de cemento que se use en planta deberá corresponder al tipo cemento utilizado, cuando se diseñen previamente las proporciones del concreto.

#### ADITIVOS:

El almacenamiento de los aditivos será de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de cada tipo de aditivo utilizado, y por lo que se deberán contar con estas recomendaciones o instrucciones en la planta donde se elaborará el concreto.

Los aditivos a usarse en el concreto, cuando así se requiera, o así lo demande el propio proyecto, deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- ✚ Aditivos inclusor de aire.
- ✚ Aditivos reductores de agua, retornantes y acelerante.

#### Aditivos Puzolánico.

Se deberá cuidar que los aditivos utilizados en la elaboración del concreto sean de la misma composición que aquellos utilizados para establecer las proporciones del concreto.

#### AGUA:

El agua que se mezclará con el cemento y los agregados para formar el concreto, deberá satisfacer los requerimientos necesarios. Los recipientes para el almacenamiento del agua a utilizarse para la elaboración del concreto, deberán estar tapados, con la finalidad de evitar la contaminación con materiales extraños o ajenos. El recipiente deberá contar con un dispositivo que permita tener el control del volumen a utilizar. Los recipientes se deberán encontrar limpios, libres de materiales extraños que puedan alterar la composición del agua; de preferencia se efectuarán limpiezas periódicas al recipiente que almacena el agua.

#### AGREGADOS:

Los agregados gruesos y finos deberán ser preferentemente colocados sobre un firme de concreto pobre y/o similar con una pendiente mínima del 2% y con drenes perimetrales, que garantice que no se formarán encharcamientos durante el periodo de lluvias. Los materiales (gravas y arenas) deberán ser almacenados por separado, manteniendo pasillos entre ambos de aproximadamente 5 metros de ancho como mínimo, para evitar la contaminación, o en su defecto se recomienda la colocación de mamparas divisorias, para evitar que se contaminen entre ellos. Se recomienda señalar cada uno de los materiales que han sido almacenados en la planta de producción del concreto, mediante letreros visibles cuyas dimensiones serán como mínimo de 0.80 x 0.60 metros y letras de 5 cm., en color, indicando el tipo de agregado, el nombre del banco de producción, y que el material cumple con los parámetros indicados. Los agregados (gravas y arenas), para elaborar el concreto de peso normal deberán satisfacer los requerimientos de las normas aplicables, a menos que se especifique otra cosa. Los agregados finos y gruesos deben manejarse como elementos separados. Cada tamaño del agregado grueso, así

como la combinación de tamaños, deberán almacenarse por separado y deberán ser protegidos mediante el uso de lonas para evitar se contaminen o se mezclen entre sí.

### **3.2.2 PROCEDIMIENTO.**

#### Dosificación y mezclado del concreto:

La dosificación se efectuará por peso para el cemento y agregados y por volumen para el caso del agua y los aditivos (en caso de ser líquidos).

En la dosificación de los materiales (los cuales serán medidos por separado) se deberá asegurar que estos cumplan con los porcentajes de precisión o de tolerancia.

El tiempo de mezclado del concreto deberá ser determinado previamente mediante pruebas de uniformidad efectuadas por el laboratorio al mezclador para determinar el desempeño de este cuando el concreto sea descargado.

El periodo de mezclado deberá ser medido desde el momento en que la totalidad del cemento y de los agregados se encuentran en el tambor mezclador, a condición de que el volumen total de agua requerida, se agregue antes de que transcurra  $\frac{1}{4}$  del tiempo de mezclado.

Se colocará un 10% del agua de mezclado en el tambor antes de que sean agregados los materiales sólidos, posteriormente el agua se irá vaciando uniformemente con los materiales sólidos, dejando aproximadamente un 10% para agregarla después de que todos los materiales se encuentren dentro del tambor.

#### Proceso para reemplazar una mezcla de concreto con revenimiento menor:

Asegurarse que el tiempo que ha de transcurrir desde el momento que se elaboró la mezcla hasta que ésta sea descargada, (incluyendo el tiempo empleado para el reemplado), no sea mayor a una hora y media.

Verificar que el número de revoluciones del equipo de transporte del concreto, desde el momento en que se elaboró la mezcla hasta que ésta sea descargada,

(incluyendo las 30 revoluciones que se deben dar después de agregar el agua de retemplado para uniformizar la mezcla), no deberá exceder de las 300 revoluciones.

Se Medirá la temperatura del concreto para conocer si el retemplado debe hacerse con agua o con hielo.

Se Medirá físicamente el revenimiento que presenta el concreto, a fin de determinar la cantidad de agua y/o hielo necesario para llevar la mezcla a la consistencia especificada.

La cantidad de agua o de hielo que se debe agregar, será la marcada por el Responsable del Laboratorio de materiales de parte de la contratista, quien mediante ensayos previos a las diferentes mezclas de concreto determinará la cantidad de agua, hielo o incluso aditivo que será agregado a la mezcla en cuestión.

Una vez agregada el agua, se deberá remezcla el concreto con 30 revoluciones de la unidad de transporte del concreto.

#### Proceso para retemplar una mezcla de concreto con revenimiento mayor:

Asegurarse que el tiempo que ha de transcurrir desde el momento que se elaboró la mezcla hasta que esta sea descargada, (incluyendo el tiempo empleado para el retemplado), no sea mayor a una hora y media.

Asegurarse que el número de revoluciones del equipo de transporte del concreto desde el momento que se elaboró la mezcla hasta que ésta sea descargada (incluyendo las 30 revoluciones que se deben dar después de agregar el agua de retemplado para uniformizar la mezcla), no deberá exceder de las 300 revoluciones.

Se Medirá físicamente el revenimiento que presenta el concreto, a fin de determinar la cantidad de cada uno de los materiales que componen el concreto para ser incluidos en la mezcla, este material deberá ser adicionado en seco, con la finalidad de eliminar el contenido de agua excedente.

La cantidad de los materiales que se deberán agregar, será la indicada por el responsable del Laboratorio de materiales de la contratista, quien mediante ensayos

previos a las diferentes mezclas de concreto determinará la cantidad de éstos, que serán adicionados a partir del valor del revenimiento excedido.

Una vez agregado el material, se deberá remezclar el concreto con 30 revoluciones de la unidad de transporte del concreto.

#### Temperatura del concreto fresco:

La temperatura del concreto fresco para todas las clases, no deberá exceder a los 32° centígrados en el lugar donde se realice el colado; Para evitar sobrepasar la temperatura máxima del concreto fresco se podrán tomar medidas como la utilización de hielo, riego de agregados, sombreado de materiales, etc.

#### Salida del concreto de la planta de producción:

Cada uno de los operadores de las ollas de concreto, deberán llevar la boleta de remisión que contenga la siguiente información:

- ✚ Tipo de concreto, indicando la resistencia tamaño máximo agregado y revenimiento.
- ✚ Tipo de cemento utilizado.
- ✚ Volumen de concreto surtido.
- ✚ Hora en que se inició el mezclado con agua.
- ✚ Aditivos utilizados, indicando marcas y dosificación de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- ✚ Temperatura del concreto en planta.

Los accesos a la obra, así como el equipo y personal, requerido para la colocación del concreto, deberán estar en condiciones para recibir el concreto; se verificará previamente, que este requisito se cumple, satisfactoriamente.

#### Transporte del concreto:

Volumen total a transportar El volumen máximo del concreto transportado en el camión (trompo u olla) no deberá excederse del 80% del volumen total del tambor o

contenedor, en el caso de que el concreto haya sido mezclado en la planta de concreto.

El volumen máximo del concreto transportado en el camión (trompo u olla) no deberá excederse del 63% del volumen total del tambor o contenedor, en el caso de que el concreto haya sido mezclado en el interior de éste.

Uniformidad de mezclado: El agitador del equipo, deberá garantizar que se mantenga, el concreto adecuadamente mezclado y como una masa uniforme, así como de garantizar que al descargarlo éste se haga con un grado satisfactorio de uniformidad; Se efectuará una prueba de uniformidad mensual para verificar que la mezcla cumpla con lo indicado.

Velocidad de agitación: Durante el transporte del concreto, se asegurará que las ollas de los camiones, giren a la velocidad de agitación indicada por el fabricante.

Revisión física del interior del trompo: A todos los camiones mezcladores (trompos u ollas), se le hará una revisión física del interior para verificar que no existan cambios en sus condiciones normales, debido a la acumulación del concreto o de mortero endurecido, o por el desgaste de las espas, (éste, no podrá ser mayor al 10% de su altura).

Descarga del concreto: Se deberá cuidar que el concreto transportado por los camiones sea descargado en el lugar de su colocación antes de hora y media contados desde el inicio de su mezclado, o antes de que la olla haya girado 300 revoluciones, o en todo caso lo que ocurra primero.

Verificación de concreto antes de la descarga: Antes de iniciar el proceso de colocación del concreto, se verificará el revenimiento y la temperatura del concreto, y se tomarán las muestras necesarias, para los ensayos correspondientes que se realizaran en el laboratorio de materiales.

Antes de realizar el vaciado del concreto, se deberán de tomar las muestras requeridas para los cilindros para prueba.

## MEDIDAS DE SEGURIDAD:

- ✚ Todos los riesgos de trabajo, accidentes y enfermedades pueden evitarse si se siguen las recomendaciones en la ejecución de sus tareas diarias.
- ✚ Verifique que el personal conozca y respete las Normas de seguridad y las Prácticas de Construcción, debe verificar que se instalen las barricadas y los carteles de seguridad advirtiendo el riesgo.
- ✚ Utilice su equipo de protección personal.
- ✚ Notifique a su jefe inmediato de cualquier cambio de Procedimiento o práctica de Construcción, equipo y materiales.
- ✚ Mantengan el orden y la limpieza en su área de trabajo.
- ✚ Utilice solo la herramienta adecuada y asegúrese que se encuentre en buenas condiciones.
- ✚ Mantener las máquinas eléctricas con sus cables y controles en condiciones adecuadas.

### **3.3 RELLENO Y COMPACTACIÓN.**

Establecer el proceso para la ejecución de las actividades de relleno y compactación con material de banco o producto de excavación del proyecto.

Las propiedades de los materiales que serán utilizados, las características recomendables para la selección del equipo que ha de ser empleado, así como el proceso de ejecución que ha de seguirse para el desarrollo de las actividades de relleno en áreas donde previamente hubo una excavación para alojar cimentaciones, muros, alcantarillas, cunetas, drenes u otras estructuras similares.

#### Procedimiento y propiedades de los materiales:

Se asegurará que los materiales empleados para los rellenos compactados poseen las siguientes características:

Material producto de excavación. La materia orgánica natural que contenga el material no debe exceder el 7% del volumen total concentrado en una mínima zona de relleno.

El tamaño del material que excede de 2" no debe sobrepasar el 15% del volumen total del material.

Material de Banco. La selección del material de banco deberá ser realizada y autorizada por el supervisor de obra y la cercanía que tenga este con el proyecto.

Agua. El agua a ser utilizada para la homogeneización del material de relleno debe ser clara, libre de impurezas orgánicas que pudieran afectar la consistencia del material.

#### Características del equipo:

Se verificará antes de la ejecución de los rellenos, que se cuente con el equipo mínimo siguiente (la característica del equipo por seleccionar depende de las condiciones propias de la zanja que ha de ser rellena):

Rodillo vibratorio manual (Autopropulsado). Este equipo será utilizado cuando las características de la zanja (ancho y largo) lo permitan; el espesor de la capa de material suelto que ha de ser compactado no debe sobrepasar los 15 cm. o lo que indique la ingeniería.

Compactador tipo bailarina mecánica o neumática: Este equipo será utilizado cuando el ancho de la cepa sea tal que no permita la utilización del rodillo vibratorio manual, el espesor de la capa de material suelto que ha de ser compactado con este equipo no debe sobrepasar los 10 cm de espesor o lo que indique la ingeniería.

#### Proceso de ejecución:

Se asegurará que el proceso de ejecución de las actividades de relleno y compactación con materiales de banco o producto de excavación se realice de acuerdo a los siguientes parámetros.

### Actividades preliminares:

Se verificará que antes de proceder con las actividades de relleno, las estructuras de concreto se encuentren libres de defectos de vibrado, así como de separadores metálicos alambres, u otros elementos similares que pudieran propiciar la corrosión del acero.

Así mismo la superficie de desplante debe encontrarse limpia y libre de materiales indeseables (desperdicios, basura, y/o material orgánico).

### Homogenización del material:

Previo a la homogenización del material, la humedad óptima del material debe ser determinada mediante un análisis de prueba de laboratorio, efectuada al material de relleno para conocer la cantidad de agua necesaria que requiere éste para su compactación, a ésta humedad óptima se le agregará un 2% para garantizar la permanencia de humedad cuando se esté llevando a cabo el proceso de compactación.

Cuando el tamaño de la zanja es de pequeñas dimensiones la homogenización del material se efectuará de la siguiente manera:

- ✚ El material que será utilizado para el relleno debe encontrarse en los límites adyacentes de la zanja.
- ✚ Se incorporará agua a éste material en las condiciones en que se encuentre éste, se dejará reposar un mínimo de 2 hr. y posteriormente será depositado dentro de la zanja para su compactación.
- ✚ Cuando se vaya depositando en la zanja se tratará de mezclarlo lo más uniforme posible por medio de pala y/o azadón.

Cuando el tamaño de la zanja es de considerables dimensiones, donde sea requerido un volumen de material alto, la homogeneización se efectuará de acuerdo a los siguientes parámetros:

- ✚ Se depositará el material en una plataforma con dimensiones tales que permitan efectuar la homogenización del material (el tamaño, así como

ubicación de la plataforma dependerá del volumen por homogenizar; el área de la plataforma debe encontrarse limpia, así como libre de contaminación).

- ✚ Utilizando una moto-conformadora se hará el extendido del material sobre la plataforma con un espesor máximo de capa de 20 cm.
- ✚ Se incorporará un riego de agua utilizando un camión pipo, el cual llevará un aditamento que garantice la uniformidad en la salida del agua y el riego debe ser lo suficiente para alcanzar el porcentaje de humedad óptimo más el 2% determinado mediante las pruebas de laboratorio.
- ✚ Con la moto-conformadora se procede a mezclar el material de manera uniforme (acamellonado) hasta obtener una homogenización tanto en espesor, como en composición y contenido de agua.

### **3.3.1 TENDIDO DE MATERIAL.**

Antes de proceder al tendido del material para conformar la primera capa, la superficie de desplante debe recibir un riego intenso de agua (riego de liga) en cantidad tal que la humedad permanezca visible por lo menos durante el tiempo en que dura el tendido del material (pero sin causar encharcamiento del agua). Para lo cual se recomienda el apoyo del laboratorio de mecánica de suelos, para vigilar el control de humedad, y con ello asegurar la correcta compactación.

El material que se encuentra previamente homogenizado se colocará por capas 20 X 20 cm. en el área donde va a efectuarse el relleno; el espesor de la capa será determinado por el equipo a utilizar para la compactación.

#### Compactación del material:

La compactación del material da inicio una vez que se ha realizado el tendido del material en al área por rellenar; el equipo de compactación utilizado dará el número de pasadas requeridas sobre el material, hasta que éste alcance como mínimo 95 % prueba Pretor de compactación, o la que determinen los documentos de Ingeniería. Se debe asegurar que durante la primera capa que tendrá contacto con la estructura

construida, tenga el espesor adecuado, para evitar que se vayan a afectar por el golpeteo del equipo compactador, el espesor de la primera capa estará en función del equipo a utilizar.

Debe existir un reporte de compactación certificando el cumplimiento de éste apartado. En éste debe indicarse la localización, así como la elevación precisa del relleno efectuado en la capa tratada de acuerdo al ASTM D-698 Pretor normal o ASTM D 1557 Pretor Modificado.

Posterior a la colocación de la primera y de las capas subsecuentes se le dará un riego intenso con agua (riego de liga) antes de proceder a la colocación del material para uniformizar las condiciones de humedad entre los dos materiales.

En caso de que alguna capa ya compactada a las características especificadas sufra deterioro debido a malas condiciones climáticas y/o a algún defecto externo, el área afectada de la capa compactada debe ser retirada o vaciada para volver a ser tratada de acuerdo a lo descrito en la presente Práctica de Construcción.

Se documentará mediante el llenado del formato de certificación aplicable el cumplimiento con los requisitos indicados en la presente Práctica de Construcción.

Documentos Contractuales.

En caso de existir controversia o discrepancia entre esta Práctica de Construcción y algún documento contractual, serán mandatarios estos últimos.

### MEDIDAS DE SEGURIDAD.

- ✚ Todos los riesgos de trabajo, accidentes y enfermedades pueden evitarse si se siguen las recomendaciones en la ejecución de sus tareas diarias.
- ✚ Verifique que el personal conozca y respete las Normas de seguridad y las Prácticas de Construcción, debe verificar que se instalen las barricadas y los carteles de seguridad advirtiendo el riesgo.
- ✚ Utilice su equipo de protección personal.

- ✚ Notifique a su jefe inmediato de cualquier cambio de Procedimiento o práctica de Construcción, equipo y materiales.
- ✚ Mantengan el orden y la limpieza en su área de trabajo.
- ✚ Utilice solo la herramienta adecuada y asegúrese que se encuentre en buenas condiciones.
- ✚ Mantener las máquinas eléctricas con sus cables y controles en condiciones adecuadas.

### **3.4 TRABAJOS DE CAMPO.**

Excavación del pozo a cielo abierto (pca's) norma astm:

Se iniciaron los trabajos de excavación en la zona de zapatas del lote No. 5, se realizó las excavaciones de tres Pozos a Cielo Abierto a 0.60, 0.50 y 1.50 metros de profundidad, se aprecia material limo – arenoso empacando piedras grandes (voluminosas). Durante la exploración de campo, en los Pozo a Cielo Abierto (PCA), NO se detectó el Nivel Freático.

#### ENSAYES DE LABORATORIO:

A las muestras extraídas del suelo se les efectuaron los ensayos de laboratorio necesarios para definir la clasificación de los materiales, así como, para determinar cualitativamente sus propiedades físicas y mecánicas.

Las pruebas realizadas fueron:

#### PRUEBAS ÍNDICE:

- ✚ Clasificación visual y al tacto, en húmedo y seco de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), (ASTM- D2487).
- ✚ Contenido natural de agua (ASTM-D2486).
- ✚ Límites de Consistencia de Atterberg para determinar la plasticidad y los valores de su límite líquido y límite plástico, (ASTM-D4318).
- ✚ Análisis granulométrico para determinar su composición y porcentaje de finos por lavado, (ASTM-D421).
- ✚

## ENSAYES MECÁNICOS DE RESISTENCIA:

- ✚ Ensaye a la compresión simple (qu) (ASTM-D2166) y triaxial rápida no consolidada no drenada (TX UU) (ASTM -D3455), que darán los valores de cohesión y ángulo de fricción, incluye las pruebas de densidad de sólidos, peso volumétrico húmedo y seco, así como, la determinación del valor del ángulo de fricción interno y cohesión.
- ✚ Consolidación Unidimensional para determinación de asentamientos (ASTM-D2435), al igual que el punto anterior incluye sus pruebas complementarias, densidad de sólidos, (ASTM-D854), etc.

**NOTA:** Las pruebas de Densidad Relativa, Densidad de Sólidos, Peso Volumétrico natural, Seco, Húmedo o Compacto, así como, las determinaciones complementarias e índice de las Pruebas Mecánicas que se necesiten. Van incluidas en el proceso de cálculo. Las pruebas Triaxiales que se realicen serán a baja presión de confinamiento.

Las muestras alteradas son representativas del estrato donde se podrá desplantar la cimentación y conservan sus competentes, aunque su estructura se haya alterado.

Resumen de resultados de laboratorio:

Los resultados de los ensayos y pruebas mecánicas e índice realizadas a los materiales para determinar los parámetros de resistencia, se muestran en la Figura 6 algunos que omitimos en ella los puede ver en los reportes en los reportes de resultas que se anexa al final, las omisiones son por que se aprecia mejor la prueba individual en el reporte donde se indica la densidad de solidos ( $S_s$ ), pesos volumétricos húmedos y secos, así como el grado de saturación e índice de vacíos.

POZO A CIELO ABIERTO		No.	PCA No. 1	PCA No. 2	PCA No. 3
ESTRATO	No.		1	2	2
PROFUNDIDAD	DE: A:		0.0 - 0.60	0.00 - 0.50	0.50 - 1.50
MUESTRA	No.		1 CUB	1 CUB	2 CUB
HUMEDAD NATURAL ( $w$ )	%		14.3	15.2	14.8
GRANULOMETRIA	PART. >3"	%	---	---	---
	GRAVA (G)	%	0.0	0.0	0.0
	ARENA (A)	%	47.8	49.9	47.3
	FINOS (F)	%	52.2	50.1	52.7
LIMITE LIQUIDO (LL)	%	NP	NP	NP	
LIMITE PLASTICO (LP)	%	NP	NP	NP	
INDICE PLASTICO (IP)	%	NP	NP	NP	
CONTRACCION LINEAL (CL)	%	NP	NP	NP	
PESO VOL. HUMEDO ( $\gamma_w$ )	Ton/m <sup>3</sup>		1760	1670	1740
PESO VOL. HUMEDO ( $\gamma_d$ )	Ton/m <sup>3</sup>		---	---	---
PESO VOL. SECO COMPACTO ( $\gamma_c$ )	Ton/m <sup>3</sup>		---	---	---
CLASIFICACION DE SUELOS	SUCS		SM-ML	SM-ML	SM-ML
PESO VOL. NATURAL ( $\gamma_m$ )	Ton/m <sup>3</sup>		---	---	---
DENSIDAD APARENTE ( $D_r$ )	---		---	---	---
ABSORCION (Abs)	%		---	---	---
DENSIDAD DE SÓLIDOS ( $S_s$ )	---		2.51	2.55	5.45
COMPRESION SIMPLE ( $q_u$ )	Kg/cm <sup>2</sup>		0.926	1.11	1.43
COMPRESION TRIAXIAL (TX UU)	Kg/cm <sup>2</sup>		---	---	---

Figura 6.- Resultados de los ensayos y pruebas mecánicas para determinar los parámetros de resistencia

### 3.5 EXPANSIVIDAD DEL SUELO.

De los resultados obtenidos en el análisis granulométrico realizados a los materiales se determinó; que el suelo y/o subsuelo del predio en estudio no es expansivo, por lo que no presenta peligro alguno de sufrir expansión, después de su saturación; Por el tamaño de sus partículas presenta una textura áspera y porosa, tendiendo más a la contracción que a la expansión.

**NOTA:** Ver los ensayos granulométricos en el anexo al final del informe.

#### PROPIEDADES MECÁNICAS:

La resistencia de los tepetates (limo-arenosos), en el límite de sus propiedades de cohesión y compacidad, se determina a través de los ensayos de compresión simple ( $q_u$ ) y compresión triaxial rápida, no consolidada, no drenada (TX, UU)"; tenemos lo siguiente.

#### CIRCULOS DE MOHR NORMA ASTM D – 2850:

El Círculo de Mohr es una técnica usada en ingeniería y geofísica para representar gráficamente un tensor simétrico (de 2x2 o de 3x3) y calcular con ella momentos de

inercia, deformaciones y tensiones, adaptando los mismos a las características de una circunferencia (radio, centro, etc. Figura 7). También es posible el cálculo del esfuerzo cortante máximo absoluto y la deformación máxima absoluta.

NOTA: El eje vertical se encuentra invertido, por lo que esfuerzos positivos van hacia abajo y esfuerzos negativos se ubican en la parte superior.

Usando ejes rectangulares, donde el eje horizontal representa la tensión normal y el eje vertical representa la tensión cortante o tangencial para cada uno de los planos anteriores. Los valores de la circunferencia quedan representados de la siguiente manera:

✚ Centro del círculo de Mohr:

✚ Radio de la circunferencia de Mohr:

Las tensiones máxima y mínima vienen dados en términos de esas magnitudes simplemente por:

Estos valores se pueden obtener también calculando los valores propios del tensor tensión que en este caso viene dado por:

Caso tridimensional

Tensor Esférico

Dan lugar a cambios de volumen, pero nunca de forma, es decir, su sentido físico es el de fuerzas de distintas direcciones convergentes hacia un mismo punto, como por ejemplo en la Figura 7 donde la presión que ejerce el agua a un objeto que se encuentra en las profundidades, la presión hace que el sistema se colapse hacia el interior.

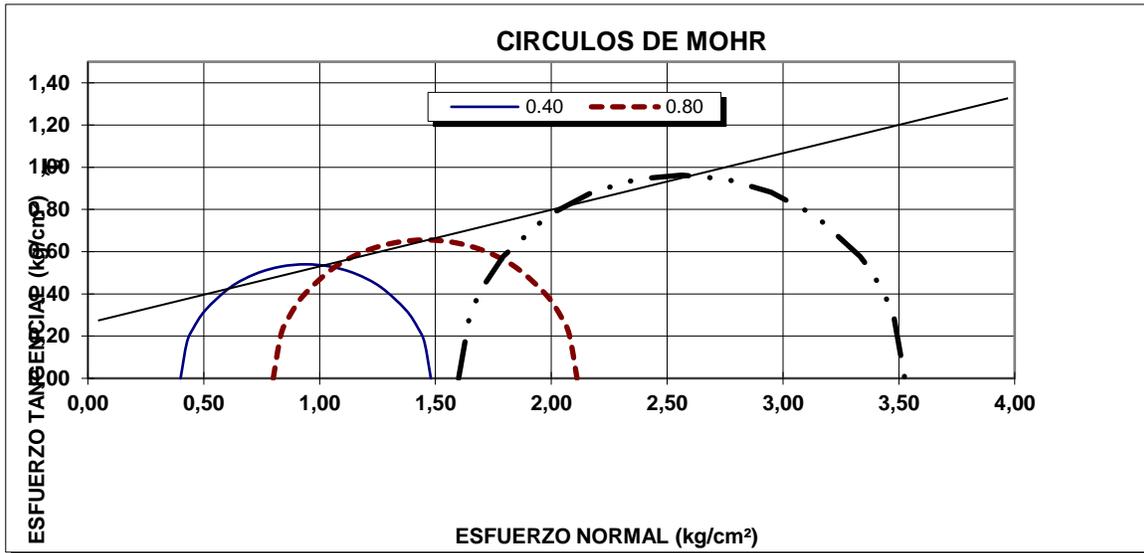
Tensor Desviador Dan lugar a cambios de forma, pero no de volumen. En algunos tipos de plasticidad la superficie de fluencia se calcula a partir del tensor desviador no del tensor completo.

Para sólidos planos y casi-planos, puede aplicarse la misma técnica de la circunferencia de Mohr que se usó para tensiones en dos dimensiones. En muchas ocasiones es necesario calcular el momento de inercia alrededor de un eje que se encuentra inclinado, la circunferencia de Mohr puede ser utilizado para obtener este valor. También es posible obtener los momentos de inercia principales. En este caso las fórmulas de cálculo del momento de inercia medio y el radio de la circunferencia de Mohr para momentos de inercia son análogas a las del cálculo de esfuerzos:

✚ Centro de la circunferencia:

✚ Radio de la circunferencia

## ENSAYE DEL PCA No.1



<b>c =</b>	<b>0.34</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Ø =</b>	<b>16</b>	grados

Figura 7 .-Calcular con ella momentos de inercia, deformaciones y tensiones, adaptando los mismos a las características de una circunferencia (radio, centro, etc.)

### La curva usual Esfuerzo:

Deformación (llamada también convencional, tecnológica, de ingeniería o nominal), expresa tanto el esfuerzo como la deformación en términos de las dimensiones originales de la probeta, un procedimiento muy útil cuando se está interesado en determinar los datos de resistencia y ductilidad para propósito de diseño en ingeniería.

Para conocer las propiedades de los materiales, se efectúan ensayos para medir su comportamiento en distintas situaciones. Estos ensayos se clasifican en destructivos y no destructivos. Dentro de los ensayos destructivos, el más importante es el ensayo de tracción como la Figura 8.

La curva Esfuerzo real - Deformación real (denominada frecuentemente, curva de fluencia, ya que proporciona el esfuerzo necesario para que el metal fluya plásticamente hacia cualquier deformación dada), muestra realmente lo que sucede en el material.

Por ejemplo, en el caso de un material dúctil sometido a tensión este se hace inestable y sufre estricción localizada durante la última fase del ensayo y la carga requerida para la deformación disminuye debido a la disminución del área transversal, además la tensión media basada en la sección inicial disminuye también produciéndose como consecuencia un descenso de la curva Esfuerzo - Deformación después del punto de carga máxima.

Pero lo que sucede en realidad es que el material continúa endureciéndose por deformación hasta producirse la fractura, de modo que la tensión requerida debería aumentar para producir mayor deformación. A este efecto se opone la disminución gradual del área de la sección transversal de la probeta mientras se produce el alargamiento. La estricción comienza al alcanzarse la carga máxima.

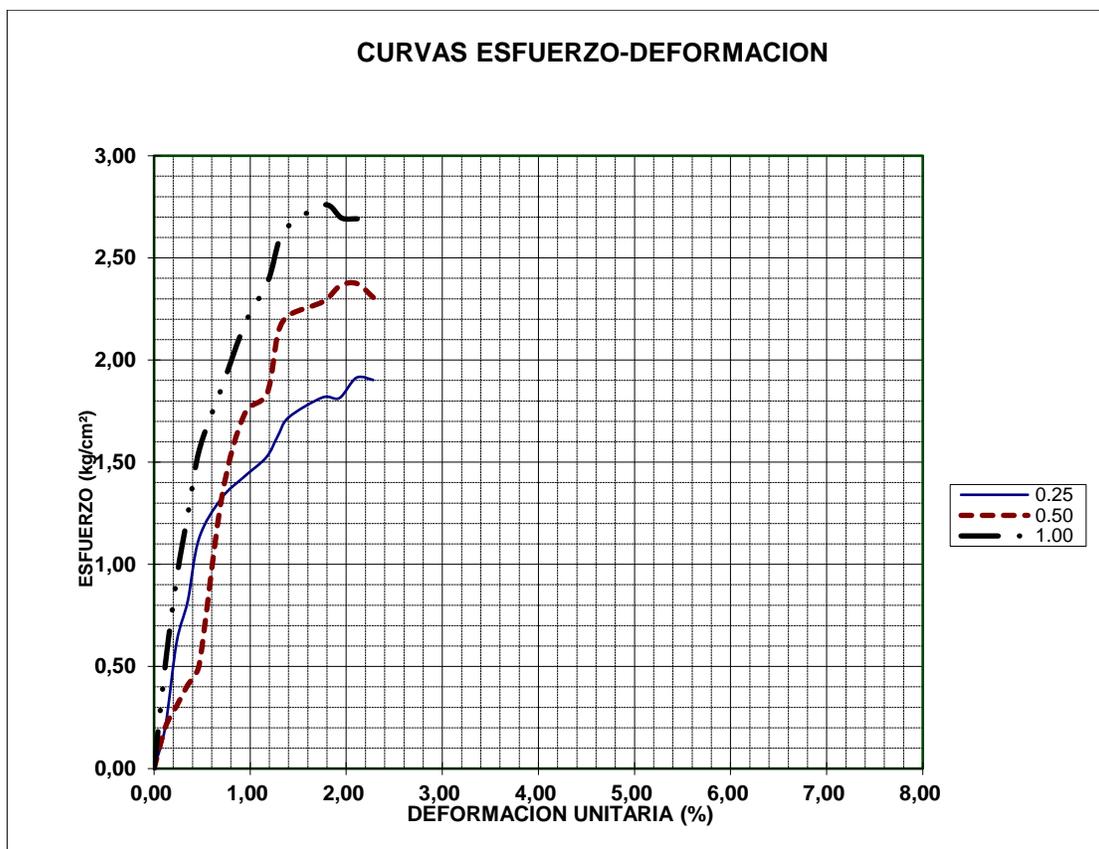


Figura 8.- la curva o deformación es para conocer las propiedades de los materiales, se efectúan ensayos para medir su comportamiento en distintas situaciones. Estos ensayos se clasifican en destructivos y no destructivos.

### Compresión simple:

El ensayo de compresión no confinada, también conocido con el nombre de ensayo de compresión simple o ensayo de compresión uniaxial, es muy importante en Mecánica de Suelos, ya que permite obtener un valor de carga última del suelo, el cual, como se verá más adelante se relaciona con la resistencia al corte del suelo y entrega un valor de carga que puede utilizarse en proyectos que no requieran de un valor más preciso, ya que entrega un resultado conservador. Este ensayo puede definirse en teoría como un caso particular del ensayo triaxial.

Es importante comprender el comportamiento de los suelos sometidos a cargas, ya que es en ellos o sobre ellos que se van a fundar las estructuras, ya sean puentes, edificios o carreteras, que requieren de una base firme, o más aún que pueden aprovechar las resistencias del suelo en beneficio de su propia capacidad y estabilidad, siendo el estudio y la experimentación las herramientas para conseguirlo, y finalmente poder predecir, con una cierta aproximación, el comportamiento ante las cargas de estas estructuras.

Debido a la compleja y variable naturaleza de los suelos, en especial en lo referido a la resistencia al esfuerzo cortante, existen muchos métodos de ensayo para evaluar sus características. Aun cuando se utilizan otros métodos más representativos, como el triaxial, el ensayo de compresión simple cumple el objetivo buscado, sin tener que hacer un método tan complejo ni usar un equipo que a veces puede ser inaccesible, lo que significa menor costo.

Este método de ensayo es aplicable solo a materiales cohesivos que no expulsan agua durante la etapa de carga del ensayo y que mantienen su resistencia intrínseca después de remover las presiones de confinamiento, como las arcillas o los suelos cementados. Los suelos secos friables, los materiales fisurados, laminados o barbados, los limos, las turbas y las arenas no pueden ser analizados por este método para obtener valores significativos de la resistencia a la compresión no confinada.

### RESUMEN:

El ensayo de compresión simple se realiza con el fin de determinar la resistencia o esfuerzo último de un suelo cohesivo a la compresión no confinada, mediante la aplicación de una carga axial con control de deformación y utilizando una muestra de suelo inalterada tallada en forma de cilindro, generalmente con una relación alto/diámetro igual a 2.

Esta prueba tiene la ventaja de ser de fácil realización y de exigir equipo relativamente sencillo, en comparación con las pruebas triaxiales, si se desea ir al

fondo de los mecanismos de falla que tienen lugar; por el contrario, los resultados de la prueba son de fácil aplicación a los trabajos de rutina, por lo menos en apariencia.

También se determinará la resistencia por medio de carga triaxial con control de deformación.

### MUESTREO:

Obtener por medio de una prueba de compresión simple, la resistencia del material en estado natural extraído del terreno, la muestra inalterada, es de un tamaño de aproximadamente 20 x 20.

### OBJETIVOS:

Compresión simple:

Determinar la resistencia a la compresión simple.

Definir adecuadamente el parámetro de resistencia “c”

Interpretar debidamente el tipo de falla que sufrió el material conforme a sus características.

Reconocer y utilizar correctamente los materiales y el equipo necesario para realizar el ensayo de compresión no confinada, aprendiendo las características de cada uno, y los cuidados que se deben tomar para realizar la experiencia.

Obtener datos a partir de los ensayos y anotarlos en un registro ordenado de acuerdo a un método establecido.

Comprender con exactitud la metodología y procedimientos usados en el ensayo, incluido el tiempo e intervalos con los que será ensayada la muestra.

Construir el gráfico esfuerzo-deformación a partir de los datos obtenidos de la experiencia y de las fórmulas teóricas necesarias.

### EQUIPO:

-  Prensa con buena aproximación o una prensa triaxial.
-  Calibrador con vernier.
-  Balanza con aproximación a 0.1 gr.

- ✚ Cronómetro.
- ✚ Molde cilíndrico.
- ✚ Pisón.
- ✚ Muestra de suelo

## PROCEDIMIENTO:

### Muestra Inalterada

1. Si se trata de muestra inalterada, se labran los cilindros; también se pueden remodelar tratando de reproducir el peso volumétrico que se requiera, buscando que el diámetro de estos, sea de 3.3 cm y la altura sea de 2 a 2.5 veces el diámetro.
2. La muestra es medida y pesada y se anota en el registro correspondiente.
3. Si las muestras son labradas se medirán los diámetros: superior (Ds), central (Dc) e inferior (Di).
4. De los diámetros anteriores se saca el promedio, el cual es multiplicado por 2.5, esto para obtener la altura que tendrá el espécimen.
5. Se corta el espécimen a la altura media calculada, después de haberlo cortado, se toma la altura real del espécimen y es la que se anota como altura media (Hm).
6. Se coloca la muestra en la prensa, se le coloca la placa de aplicación de carga.
7. Se procede a aplicar la carga a la muestra, tomando lecturas de carga y deformación correspondiente a cada 15 segundos, hasta que el espécimen falle, esto es, que se registren 2 cargas iguales o que de una carga menor que la inmediata anterior.
8. Se realizan los cálculos del registro y se obtiene el valor de la Cohesión del suelo con la siguiente fórmula:

$$\text{Cohesión (c)} = q/2$$

$$q = \text{Esfuerzo máximo (kg / cm}^2\text{)}$$

### Procedimiento de prueba con aplicación directa de la carga (esfuerzo controlado):

1. Montar muestra en la base con base y cabezal ya instalado bien centrado bajo el marco de carga. Se verifica que el peso de marco de carga este completamente balanceado por el contrapeso y se coloca una pesa en la ménsula. se coloca el extensómetro o un micrómetro en el soporte pegado al marco de carga ajustado en cero.
2. Al mismo tiempo que aplicamos la primera carga, activamos el cronómetro y antes de incrementar de nuevo la carga se registra la lectura del micrómetro 5 segundos antes de aplicar el siguiente incremento.
3. Mientras más se acerque la muestra a la falla, debemos observarla para detectar los posibles planos de falla, grietas y otros puntos de interés.
4. Si la muestra falla bruscamente registrase el tiempo transcurrido tras la aplicación del último incremento de carga; después quítense las pesas de la ménsula. Si no hay falla brusca, la prueba se dará por terminada al sufrir la muestra una deformación unitaria DEL ORDEN DE 20%.
5. Córtese la muestra del aparato y hágase un esquema de su falla y agrietamientos a una escala correcta.
6. Córtese una laja delgada, de unos 3 mm de espesor, paralela al plano de falla, para determinación del contenido de agua. El resto de la muestra se pondrá a secar para el mismo fin.
7. Calculase las deformaciones correspondientes a los diferentes esfuerzos, según los datos observados, calculado con áreas corregidas y dibújese un diagrama esfuerzo-deformación.

### CONCLUSIONES:

#### Compresión simple:

El ensayo de compresión simple o no confinada es un ensayo relativamente sencillo que nos permite medir la carga última a la que un suelo sometido a una carga compresión falla Sin embargo, es muy importante tener en cuenta las simplificaciones que este ensayo supone, y por las cuales no es un método exacto, sino más bien aproximado, a pesar de esto es un ensayo muy solicitado, ya que la sencillez de su método y el equipo que utiliza lo convierten en un ensayo de bajo costo en relación a otros relacionados, como el ensayo triaxial, que requiere de equipo más especializado un claro ejemplo de ensayo es la Figura 9.

Se podría decir que este ensayo es un caso particular del ensayo triaxial, en el que la presión lateral es igual a cero, y aunque esto pueda significar una imprecisión, pues no reproduce claramente las condiciones en el terreno, en realidad se obtiene un resultado más conservador, ya que la presión lateral de confinamiento ayuda al suelo a resistir la carga, y al no existir ésta el valor obtenido sería inferior al real, lo que deja al ingeniero con un margen de seguridad adicional.

En este ensayo se trabaja manteniendo la deformación constante, lo que se controla por medio del dial o deformímetro solidario a la muestra de suelo y el cronómetro, siendo la carga aplicada, o resistida, lo que varía y produce la forma de la curva esfuerzo-deformación.



## COMPRESIÓN SIMPLE

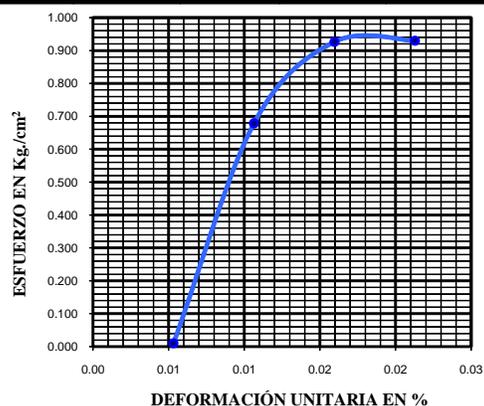
PROYECTO:	EMOSIÓN EXTREMA (TIROLESA) LOTE 5		PROFUNDIDAD:	0.50	
LOCALIZACIÓN:	CIMA DEL MARQUEZ ACAPULCO DE JUAREZ	SONDEO:	1	MUESTRA:	1
OPERADOR:	FERNANDO ROMERO	CALCULO:	FERNANDO ROMERO	FECHA:	13/02/2017
EXPED.N°	TIROLESA	IDENT. LAB:	GEOTECNIA 013/2017	ENSAYE N°	1

### MEDIDAS DE LA MUESTRA:

$A_s$ _____	9.842	cm <sup>2</sup>	$W_m$ _____	117.600	gr.
$D_s$ _____	3.54	cm.	$A_c$ _____	9.348	cm <sup>2</sup>
$D_c$ _____	3.45	cm.	$V_m$ _____	89.075	cm <sup>3</sup>
$D_i$ _____	3.50	cm.	$g_m$ _____	1.320	ton/m <sup>3</sup>
$H_m$ _____	9.40	cm.	$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6} = \frac{56.856}{6} = 9.476$		

VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE LA CARGA 0.50 \_\_\_\_\_ s... 1.00 ton/m2 **k** 0.15

CARGA	MICRÓMETRO	DEFORMACIÓN	DEFORMACIÓN UNITARIA	1- DEFORMACIÓN UNITARIA	ÁREA CORREGIDA	ESFUERZO DESVIADOR	CONTENIDO DE HUMEDAD	
Kg.	mm	mm	%		cm <sup>2</sup>	Kg./cm <sup>2</sup>		
0.10	10.00	0.50	0.00532	0.99468	9.527	0.010	TESTIGO	1
6.50	20.00	1.00	0.01064	0.98936	9.578	0.679	cápsula No.	470
8.92	30.00	1.50	0.01596	0.98404	9.630	0.926	peso de la cápsula	43.30
9.00	38.00	2.00	0.02128	0.97872	9.682	0.930	peso Cáp. + suelo húmedo	151.10
							peso Cáp. + suelo seco	149.04
							agua	2.06
							peso seco	105.74
							W %	1.95
<b>OBSERVACIONES:</b>								
							MUESTRA	2
							cápsula No.	20
							peso de la cápsula	32.50
							peso Cáp. + suelo húmedo	140.30
							peso Cáp. + suelo seco	138.78
							agua	1.52
							peso seco	77.80
							W %	1.95



$$AREA CORREGIDA = \frac{A_m}{1 - DEF. UNIT.}$$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA

$$S_s = \frac{2.47}{}$$

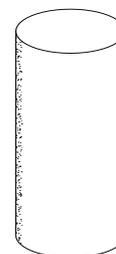
$$V_s = \frac{W_s}{S_s} = \frac{42.81}{} \text{ Cm}^3$$

$$V_v = V_m - V_s = \frac{46.27}{} \text{ Cm}^3$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{1.08}{}$$

$$G_w = \frac{V_w}{V_v} = \frac{4.45}{} \%$$

$Q_u$  0.926 Kg./cm<sup>2</sup>



OBSERVACIONES: El material ensayado es LIMO ARENOSO AMARILLENTO consistente de compacidad alta

Figura 9.- Determinar la resistencia a la compresión simple, Interpretar debidamente el tipo de falla que sufrió el material conforme a sus características. Reconocer y utilizar correctamente los materiales y el equipo necesario para realizar el ensayo de compresión no confinada, aprendiendo las características de cada uno, y los cuidados que se deben tomar para realizar la experiencia.

### 3.5.1 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DE SUELO.

Para poder aplicar cualquiera de las teorías que nos permitan determinar la capacidad de carga admisible, a partir de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante obtenido de los resultados de los ensayos de laboratorio y la revisión de Estados Límites de Falla, se calculó un ángulo de fricción interna, la cohesión ( $q_u$ ,  $\phi$ ,  $C$ ), y la presión al esfuerzo aplicada, ver los valores en las figuras de, la 30 a la 35, así como, la resistencia al esfuerzo en el cálculo de cada probeta del ensayo traxial TX UU y compresión simple.

Aplicando el criterio del Dr. Terzaghi, para las condiciones geométricas de la cimentación y profundidad de desplante, que está en función del peso (presión) que ejerce la estructura sobre el terreno considerando cimentaciones superficiales a base de CIMIENTOS AISLADOS O CONTINUOS, dada la magnitud estimada de descargas, mediante la ecuación propuesta por Karl Terzaghi para suelos Cohesivo-Friccionantes, se presenta a continuación.

$$q_c = (c)N_c + \gamma (D_f) N_q + 1/2 (B) (\gamma) (N_\gamma) \text{ para ZAPATAS CONTINUAS}$$

$$q_c = 1.3(c)N_c + \gamma (D_f) N_q + 2/5 (B) (\gamma) (N_\gamma) \text{ para ZAPATAS AISLADAS}$$

Donde:

$$q_a = q_c / F.S.$$

$q_c$  = Capacidad de carga a la falla del cimiento, en ton /m<sup>2</sup>

$q_a$  = Capacidad de carga admisible, ton /m<sup>2</sup>

F.S. = Factor de seguridad, adimensional

$c$  = Cohesión, ton / m<sup>2</sup>

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ , = Factores de capacidad de carga, adimensionales, depende de:

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del suelo

$B$  = Ancho del cimiento, m.

$D_f$  = Profundidad de desplante, m

$\gamma$  = Peso volumétrico húmedo del suelo, ton/m<sup>3</sup>

La Capacidad de Carga Admisible ( $q_a$ ), para Zapatas corridas desplantadas a 1.50 m de profundidad, medidos a partir de los niveles del terreno actual, resultó ser de:

$q_a = 25,1 \text{ ton/m}^2$ , en Condiciones Estáticas

$q_a = 23.5 \text{ ton/m}^2$ , en Condiciones Dinámicas

La Capacidad de Carga Admisible ( $q_a$ ), para Zapatas aisladas desplantadas a 1.50 m de profundidad, medidos a partir de los niveles del terreno actual, resultó ser de:

$q_a = 21.5 \text{ ton/m}^2$ , en Condiciones Estáticas

$q_a = 22,4 \text{ ton/m}^2$ , en Condiciones Dinámicas

Lo anterior, considerando un factor de seguridad de 3 para condiciones Estáticas y 2 para condiciones Dinámicas (para Diseño por Sismo

#### DEFORMACIÓN:

A grandes rasgos se puede decir, que la deformación del suelo se inicia cuando se aplica una presión externa sobre de él y la plasticidad del material permite desarrollar la deformación unitaria, después de romper su punto elástico, como el material de los estratos existentes en el predio presenta baja plasticidad, no sufrirá una deformación por lo que se recomienda desplantar la cimentación mínimo a 1.5 mts. de profundidad, es probable que queden sobre la estructura del material rocoso, debido al número de niveles del edificio, las descargas que van a transmitir en condiciones estáticas al terreno, se estiman aproximadamente no mayores a 10.00 Ton / m<sup>2</sup>

#### ASENTAMIENTOS DEL SUELO:

Por las propiedades de la roca no se presentarán asentamientos a Corto o/a Largo Plazo, por lo que el módulo de reacción estimado es.

$$\Delta H = q \cdot B' \frac{(1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_s$$

Donde:

$\Delta H$  = Hundimiento total, en m.

$q$  = Presión aplicada sobre el cimiento, en ton/m<sup>2</sup>

$B$  = Ancho de la cimentación, en m.

$E_s$  = Módulo de elasticidad del suelo, en ton/m<sup>2</sup>

$\mu$  = Relación de Poisson

$I_w$  = Coeficiente de Influencia

Se han considerado que el terreno de apoyo tiene un módulo de elasticidad de 5,466 ton/m<sup>2</sup> por ser arenisca y una relación de Poisson de 0.42, para el cálculo de los Estados Límites de Servicio y obtener el valor de los Asentamientos a Corto y Largo Plazo, se utilizó el Criterio Elástico.

El módulo de reacción estimado del terreno natural y la zapata se estima a aproximadamente 10 kg /cm<sup>2</sup>. Para una distribución de esfuerzos en la masa de suelos, mediante la cimentación propuesta, los resultados del análisis indican los siguientes asentamientos probables:

✚  $\Delta c = 0.09$  cm. (Asentamiento al centro de la zapata de cimentación).

✚  $\Delta sq = 0.05$  cm. (Asentamiento en la esquina de la zapata de cimentación).

✚  $\Delta diff = 0.01$  cm. (Asentamiento diferencial en la zapata de cimentación).

Lo anterior indica que es permisible la descargas en condiciones estáticas en el terreno, se estima no mayor de 8.00 Ton / m<sup>2</sup>. Con lo anterior calculado puede observarse que la capacidad de carga admisible del terreno es superior a la descarga de la estructura, por lo que se concluye que la cimentación podrá resolverse satisfactoriamente mediante zapatas de cimentación corridas o aisladas, con los refuerzos pertinentes según lo decida el supervisor, así como, también deberá revisar por sismo el análisis de asentamientos.

#### Factor de sismicidad:

El terreno en el área estudiada se puede clasificar como tipo II, de acuerdo con el manual de diseño de obras civiles, el sitio en el estudio se encuentra dentro de la zona D como ya se mencionó considerando el mapa de regionalización sísmica para la república mexicana de donde el coeficiente sísmico ( $c$ ) se pueden tomar igual 1.5 para estructuras del grupo A que son aquellas estructuras en las que se requiere de un grado de seguridad alto.

Si las estructuras se clasifican como del grupo A, entonces habrá que multiplicar por 1.5 el coeficiente sísmico.

Atendiendo a la misma referencia ya citada y a la clasificación de las construcciones según su destino, las estructuras del Grupo A, son aquellas en las que se requiere un grado de seguridad alto. “Construcciones cuya falla estructural causaría la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales de magnitud excepcionalmente alta, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancia tóxica o inflamables, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial a raíz de un sismo.

Tal es el caso de puentes principales, sistemas de abastecimiento de agua potable, subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, monumentos, museos, hospitales, escuelas, EDIFICIOS DE GOBIERNO, estadios, templos, terminales de transporte, salas de espectáculos y hoteles que tengan áreas de reunión que pueden alojar un número elevado de personas, gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas y locales que alojen equipo especialmente costoso.

#### CLASIFICACIÓN SÍSMICA:

ZONA	TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
I	Lomas:	Rocas o suelos generalmente firmes
II	Transición	Estratos arenosos y limo arcillosos
III	Lacustre	Depósitos de arcilla altamente compresible

#### CONCLUSIONES:

Las conclusiones vertidas, son el resultado de la observación de los trabajos y pruebas de campo, así como, de los resultados de laboratorio obtenidos de los materiales del predio en estudio. En caso de encontrar cambios durante el procedimiento constructivo, se nos deberá notificar para emitir las recomendaciones pertinentes.

Los predios se encuentren dentro de la zona geológica de alto riesgo sísmico, el material rocoso, arenoso y limoso que integra el terreno es de origen taciico ande sitico basáltico. Debido a las condiciones geológicas la zona es susceptible de constantes temblores de diversa intensidad por efectos de la falla local, factores actuantes que pueden vulnerar la estabilidad de la construcción por lo que se recomienda la construcción de estructuras diseñadas para soportar los movimientos sísmicos para evitar que se dañe y quede inhabilitada la construcción.

### RECOMENDACIONES:

Se recomienda usar cimientos superficiales a base de Zapatas, sean estas aisladas y/o corridas, desplantadas a 1.50 m de profundidad, medidos a partir de los niveles de proyecto de las diferentes zonas.

El cálculo de la cimentación deberá considerar presiones del suelo no mayores a las antes indicadas, considerando cargas estáticas y dinámicas, donde los asentamientos teóricos elásticos esperados se estiman en 0.05 cm máximo.

Si fuera necesario aplicar una capa niveladora al suelo bajo las zapatas de cimentación, se deben utilizar de preferencia materiales granulares procedentes de bancos de préstamo de buena calidad, ya que las propiedades mecánicas del suelo del predio son excelentes (por el contenido de roca en proceso de disgregación), una vez alcanzado los niveles de desplante, deberá afinarse y compactarse mínimo al 95.0 % de la prueba ASSHTO.

Terminado el proceso de compactación de excavaciones y rellenos, se procederá a colar una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor y  $f'c$  100 Kg. /cm<sup>2</sup>.

Es importante asegurarse de que el armado del lecho inferior de las zapatas tenga un recubrimiento de por lo menos 3 cm, a fin de evitar que el armado tenga contacto con el suelo de apoyo, dicho recubrimiento será sumado al peralte efectivo de la zapata.

Las excavaciones deberán estar expuestas a la intemperie el menor tiempo posible para evitar alteración del suelo por el intemperismo, como por las precipitaciones pluviales que en esta temporada pueden surgir casualmente y causar inestabilidad.

Si por las necesidades de la obra se llegara a elaborar concreto hidráulico en el sitio, La Resistencia del concreto a utilizar deberá ser mínima de  $f'c = 250$  Kg. /cm<sup>2</sup> y deberá ser vibrado para evitar fisuras por aire incluido.

El acero por colocar no deberá presentar corrosión antes del colado.

En todos los casos deberán cumplirse las especificaciones generales de construcción y en su caso específico las normas al respecto y todos los relativos a ella

### **3.6 MUESTREO DE EXCAVACIÓN DE PILAS.**

#### Objetivo del Estudio:

Determinar la resistencia del terreno, donde se colocarán las micro pilas, que anclan la base de la zapata y verificar la estabilidad y asentamientos del terreno para prever deslizamientos futuros.

Vista de la recuperación de la muestra en la zona del módulo de la zapata No. 1



Fig. No.10



Fig. No.11

#### ZONA DE PILAS No.1:

Se localiza en el marco inferior, ver croquis de la figura No. 8;

Capa considerada como el primer estrato en este nivel, formada por limo arenoso de color café rojizo (tipo tepetate) de plasticidad media y muy consistente, el contenido de humedad natural a esta profundidad fue de 13.3 %; se obtuvo el 0.0 % de grava con un 67.2 %, de arena y 32.8 % de finos, es de baja plasticidad y su clasificación S.U.C.S. quedo como ML-SM con el nombre de grupo; limo-arenoso.

Se puede decir en lo general, en base a los estratos que se aprecian en las paredes de las excavaciones, que en el predio existen dos estratos en el subsuelo, uno limoso y el otro arenoso.

Vista de la recuperación de la muestra en la zona del módulo de la zapata No. 3



Fig. No.12



Fig. No. 13

### ZONA DE PILAS No.3:

Se localiza en el marco medio, ver croquis de la figura No. 8;

Del Desplante Superior del Ancla a - 0.30 m. Al igual que la zona de pilas No. 1, la muestra inalterada se recuperó a profundidad superficial superior de desplante, el estrato presenta las mismas características que la zona de pilas no.1: formado por limo arenoso de color rojizo (tipo tepetate) de plasticidad media y consistente, es de baja plasticidad y su clasificación S.U.C.S. quedo como ML-SM con el nombre de grupo; limo-arenoso.

Vista de la recuperación de la muestra en la zona del módulo de la zapata No. 5



Fig. No.14



Fig. No.15



Fig. No.16

#### ZONA DE PILAS No.5:

Se localiza en el marco superior, ver croquis de la Figura 17;

Del Desplante Superior del Ancla a - 0.30 m: Material arenoso de compacidad alta con material fino limoso de plasticidad baja a nula, del ensaye granulométrico se obtuvo 0.0% de grava, 90% de arena y 10% de finos, con una humedad de 9.3 %, los límites de consistencia no se pudieron realizar, es decir fueron no apreciables, su clasificación S.U.C.S. quedo como SM-ML con el nombre de grupo; arena-limosa.

Después del muestreo, se pudo determinar de manera general, que el terreno en estudio en la parte superior de la excavación de las pilas a nivel de desplante el estrato tiene una capa de tepetate (limo arenoso) rojizo muy consistente en el 75 % de área y una capa de arena limosa de grano grueso color amarillo claro el otro 25%.

Se determinó su perfil estratigráfico y descripción del suelo apoyado en las observaciones de campo y los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio efectuadas a los materiales

Croquis de localización de los muestreos sin escala:

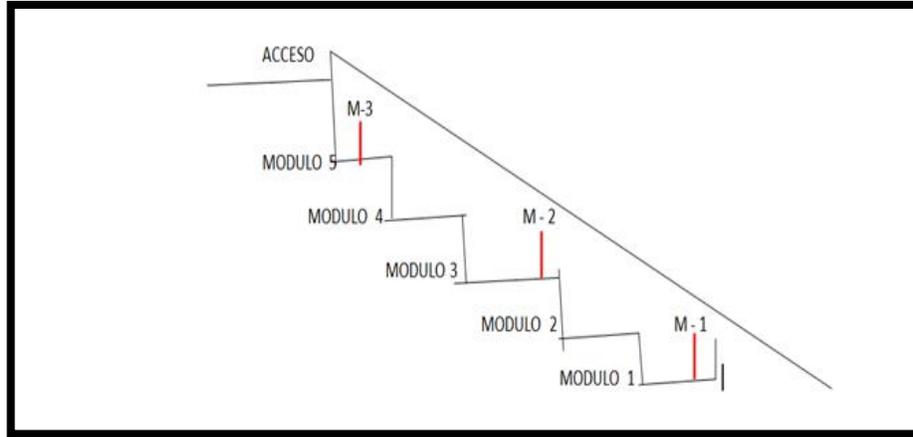


Figura 17.- Se determinará la resistencia del terreno, donde se colocarán las micro pilas, que anclan la base de la zapata y verificará la estabilidad y asentamientos del terreno para prevenir deslizamientos futuros.

Como el material de los estratos existentes en el predio presenta baja plasticidad, no sufrirá una deformación y sus asentamientos serán mínimos.

#### FACTOR DE SISMICIDAD:

El terreno en el área estudiada se puede clasificar como Tipo II; de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad, y se encuentra dentro de la zona D, de donde el coeficiente sísmico (c) se puede tomar igual a 1.5 para estructuras del grupo A que son aquellas estructuras en las que se requiere de un grado de seguridad alto, tales como:

“Construcciones cuya falla estructural causaría la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales de magnitud excepcionalmente alta, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial, como puentes principales, sistemas de abastecimiento de agua potable, subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, monumentos, museos, hospitales, escuelas, edificios de gobierno, estadios, templos, terminales de transporte, salas de espectáculos, hoteles, gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas etc.”

TABLA No, 2 CLASIFICACIÓN DE ZONAS SÍSMICAS:

ZONA	TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN
I	Lomas:	Rocas o suelos generalmente firmes
II	Transición	Estratos arenosos y limo arcillosos
III	Lacustre	Depósitos de arcilla altamente compresible

Resistencia del suelo:

Resistencia del suelo (presión): Se define como la mitad de la fuerza de carga aplicada en el ensaye a la compresión de poro y no esta drenada.

A profundidad de desplante de las pilas del módulo 1 (1° estrato)

Si:  $q_u = 17.9 \text{ ton/m}^2$  entonces  $\frac{1}{2} q_u = 8.95 \text{ ton/cm}^2$

A profundidad de desplante de las pilas del módulo 3 (1° estrato)

Si:  $q_u = 19.30 \text{ ton/m}^2$  entonces  $\frac{1}{2} q_u = 9.65 \text{ ton/m}^2$

A profundidad de desplante de las pilas del módulo 5 (1° estrato)

Si:  $q_u = 21.1 \text{ ton/m}^2$  entonces  $\frac{1}{2} q_u = 10.55 \text{ ton/ m}^2$

Capacidad de carga admisible:

Para poder aplicar cualquiera de las teorías que nos permitan determinar la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, de la interpretación de resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y trabajos de campo, para su revisión en

estados límites de falla, se calculó un Angulo de fricción, la cohesión y la presión al esfuerzo aplicado, ver los valores para poder obtener el valor de la capacidad de carga admisible, en las condiciones geométricas de la cimentación y profundidad de desplante, que está en función de peso (presión) que ejerce la estructura sobre el terreno recomendado al estructurita.

### CONCLUSIONES:

Los predios se encuentren dentro de la zona geológica de alto riesgo sísmico, debido a las condiciones geológicas de la zona que es susceptible de constantes temblores de alta sismicidad con diversa intensidad por efectos de la falla local, factores actuantes que pueden vulnerar la estabilidad de la construcción por lo que se recomienda la construcción de estructuras diseñadas para soportar los movimientos sísmicos para evitar que se dañe y quede inhabilitada la construcción.

CAPÍTULO IV  
CONSTRUCCIÓN DE LA MEGA  
TIROLESA

## **4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA TIROLESA.**

Para la construcción se llevó a cabo estudios de mecánica y suelo para la cimentación de las bases de las torres de salida y llegada, ya que están sometidas a grandes esfuerzos por la tensión de los cables que se utilizaron. Debido a la posición geográfica que se utilizó para el proyecto utilizando maquinas retroexcavadora, perforadoras y tractores.

Para la construcción de los pilotes de la cimentación se utilizó varilla de 1"  $\varnothing$ , 3/4"  $\varnothing$  y 1/2"  $\varnothing$  de alta resistencia, la resistencia del concreto que se utilizo es FC 250/kg/cm<sup>2</sup> el agua a utilizar deberá cumplir con la NOM-C122, el concreto elaboro con cemento CPO-30 RS/BRA de acuerdo a la norma mexicana NMX-C414 ONNCE-2004 la calidad y resistencia del concreto se hizo con pruebas de laboratorio bajo la normatividad vigente.

Todo el proceso de excavación y nivelación se llevó bajo la estricta supervisión topográfica utilizando equipos de estación totalmente certificados, este mismo procedimiento se utilizó para el colado de los dados de anclaje de las torres y anclas de tención de los cables.

Para la construcción de la torre y plataforma de este proyecto se ocuparon materias de la más alta calidad, el acero estructural tipo ASTM-36 la tornillería que se instaló A-325 T galvanizado, por parte del sistema de calidad los procedimientos de soldadura la calificación, certificación de soldadores los procedimientos de rastreabilidad, pruebas destructivas se generaron en el taller de fabricación, para determinar los materiales se realizó una memoria de cálculo para determinar los esfuerzos de tensión y carga que soporta la estructura cual se compone de 9 torres, 6 puentes y 2 plataformas.

### **4.1.1 HABILITADO Y CORTE DE ACERO DE REFUERZO.**

#### **DEFINICIONES:**

-  Acero de refuerzo: Todo elemento metálico como: varillas, alambres, alambazón, torones u otro elemento estructural esbeltos que se embeben en el concreto de tal manera que actúan en forma integral con este para resistir las cargas impuestas.
  
-  Estribo: Refuerzo empleado para resistir esfuerzos de cortante o de torsión en un elemento estructural; por lo general se usan varillas, alambazón o malla de

alambre soldado (liso o corrugado) ya sea sin dobleces o doblados en forma de “L”, de “U “o de forma rectangular, y que son situados perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal.

- ✚ Habilitado. Es el corte y doblado del acero de refuerzo de acuerdo con los planos aplicables.

## MATERIALES.

### Características:

El acero de refuerzo debe llegar a la obra libre de oxidación, exenta de grasas, quiebres, escamas, mojaduras y deformaciones en su sección; debe almacenarse bajo cobertizo, clasificándolo por diámetros y grados, colocándolo sobre plataformas, polines u otros soportes y se protegerá contra oxidaciones y cualquier otro deterioro.

El acero debe de limpiarse de lechadas o residuos de cemento o pintura antes de reanudar los colados; siempre debe evitarse la contaminación del acero de refuerzo con sustancias grasas y en el caso de que esto ocurra se removerá con solventes que no dejen residuos grasos.

En resumen, se debe de garantizarse la adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto.

El alambroón nunca debe ser utilizado como refuerzo principal. Además de las varillas mencionadas, existen en el mercado mallas electro soldadas para refuerzo de concreto, así como armaduras para dalas y castillos prefabricadas con acero de alta resistencia. Estas mallas y armaduras prefabricadas disminuyen el trabajo de habilitado del acero en gran medida.

El acero no debe estar en contacto directo con el suelo, sino sobre madera, concreto, plataformas u otros soportes similares. El acero debe almacenarse clasificado por grado, tipo y/o diámetro, las varillas corrugadas se deben suministrar en paquetes que contengan varillas de un solo diámetro. Debe ser almacenado en condiciones que eviten la oxidación y que la protejan contra golpes, alteración química general. Entre cada una de las capas sobrepuestas de acero de refuerzo se colocarán separadores, éstos deben colocarse a una distancia considerable de tal manera que el acero virgen o habilitado no sufra deformaciones.

#### 4.1.1.1 PROCEDIMIENTO.

##### Habilitado:

Se seleccionará el equipo para las actividades de habilitado y armado del acero de refuerzo, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✚ Corte: Preferentemente deben ser utilizadas herramientas mecánicas y/o manuales que no afecten las propiedades físico-químicas de la varilla.
- ✚ Doblado: La herramienta y/o equipo utilizado para realizar el doblado del acero, debe de satisfacer como mínimo los siguientes requerimientos:

El doblado del acero debe realizarse en frío, cuando en circunstancias especiales requiera doblar en caliente, este debe de apegarse a las recomendaciones documentadas de ingeniería y a lo indicado en el punto 6.1.2 de este procedimiento; para varillas de 2.5 cm de diámetro y menores, el doble de la varilla debe efectuarse alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 6 veces el diámetro de la varilla, ya sea que se trate de varillas dobladas a 180 ° o a 90 °.

Para las varillas de 2.5 cm de diámetro y mayores los dobleces deben ser realizados alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 8 veces el diámetro de la varilla, ya sea que se trate de varillas dobladas a 180° o a 90°.

Para ganchos el diámetro del perno será de 6 veces al diámetro de la varilla, en varillas de 1" de diámetro o mayores, el perno será de 8 veces el diámetro de la varilla. No se permitirá el re-enderezado y redoblado en varillas.

Todas las varillas se colocarán en las posiciones, longitudes y traslapes que marquen el proyecto, cuidando de no traslapar o soldar en una sección más de 50% de las varillas. Para varillas corrugadas, la longitud del traslape será de 40 diámetros.

En varillas de diámetro superior a 1 1/8" no se aceptará traslape se deben soldarse atendiendo a las recomendaciones de la AWS, donde se indica que el trabajo se hará únicamente con personal calificado, usando técnicas adecuadas en el manejo de los materiales y equipo, usando ángulo de respaldo cuando la junta no sea perimetralmente accesible precalentando y enfriando lentamente la varilla. Durante la colocación y soldado de las varillas y antes de ejecutar un colado, se revisará la correcta ejecución de las holguras, biseles, alineaciones de la varilla, dimensiones de la soldadura, tomando radiografías de un 10% de las juntas (cantidad que irá aumentando o disminuyendo progresivamente según los resultados de pruebas anteriores), tomadas al azar.

Para poder detectar fallas como cambios en la estructura cristalina del acero (errores en cambios de temperatura de enfriamiento o precalentado), micro fisuras en planos paralelos a la superficie de los biseles o cualquier otra falla que no pueda registrarse a simple vista o con radiografías, se harán pruebas destructivas, sometiendo a pruebas de tensión a un 3% del total de las uniones (aumentando o disminuyendo según resultados anteriores). Para estas pruebas se escogerán uniones que de acuerdo a la inspección radiográfica o visual tienen mayor probabilidad de resultar defectuosas. Se consideran inaceptables las uniones en las que la fractura se presente en la soldadura o en la zona inmediata a ella bajo una carga menor que el 125% del esfuerzo de fluencia o al 100% de su resistencia a la tensión.

En los extremos de todas las contra trabes, columnas y trabes, la totalidad del armado longitudinal se anclará en otro elemento de concreto perpendicular al primero (trabe, columna o losa) una longitud de 40 diámetros medida a partir de intersección de los elementos, para lo que hará una escuadra en cada varilla de manera que el tramo doblado de la varilla corra junto y paralelo al paño más lejano del elemento en que se está anclando hasta que desarrolle la longitud de anclaje especificada. Una vez terminado el armado, se revisará la cuantía, alineamiento, posición, recubrimientos, amarres, limpieza de las varillas, dobleces, traslapes, soldaduras anclajes extremos, pasos para instalaciones e instalaciones ahogadas en el colado. En caso de existir alguna deficiencia se procederá a las correcciones pertinentes.

#### **4.2 HABILITADO EN CALIENTE.**

El siguiente proceso debe ser conciliado con el personal responsable de Ingeniería:

El proceso de calentamiento utilizado no debe dañar ni a la varilla ni al concreto.

Se precalentará una longitud de por lo menos 5 diámetros a cada lado del centro del doblado, la temperatura no debe ser mayor a 260° C en la transición entre la varilla y el concreto

La temperatura será de 590 a 650° C.

La temperatura se mantendrá hasta completar el doblado.

La temperatura se debe medir con crayones de temperatura, pirómetros de contacto u otros procesos similares.

El enfriamiento después del doblado será al medio ambiente, evitar el contacto de agua con el acero durante el enfriamiento.

En la tarea de habilitar y realizar los armados, es necesario efectuar cortes y dobleces, los cuales siempre deben apegarse a lo indicado en las especificaciones y planos estructurales, en cuanto a longitudes, proceso, tolerancias y ubicación.

### **4.2.1 Tipos de habilitado.**

Las formas más comunes utilizadas en el habilitado del acero de refuerzo son: varillas rectas, bayonetas o columpios, bastones, ganchos y estribos.

- ✚ Varillas rectas: Sirven para realizar los armados principales y los de temperatura. El armado principal tiene como función absorber los esfuerzos de flexión que se presentan en la pieza. El armado por temperatura es complementario y sirve para dar forma y sostén al elemento estructural.
- ✚ Bayonetas: Son varillas dobladas generalmente a 45° en forma de columpio. Su finalidad es hacer que una misma varilla cambie de posición.
- ✚ Bastones: Son pequeños tramos de varilla, cuya longitud se determina por especificación y cálculos, se colocan normalmente en apoyos de las piezas estructurales, con objeto de dar rigidez a la pieza, aumentando su capacidad de carga.
- ✚ Estribos: Fabricados normalmente con alambón de ¼" aunque pueden ser de mayor diámetro, tienen como una de sus funciones la de servir de soporte para el armado de las varillas. Su función más importante es la de absorber los esfuerzos cortantes que se presentan en la pieza cuando está sometida la carga.
- ✚ Ganchos estándar: En los extremos de las varillas se hacen dobleces cuya finalidad es dar mayor adherencia a éstas con el concreto. Los ganchos se determinan por especificación y cálculo. Pueden ser dobleces a 90°, 180° y 135°.

El término “gancho estándar” se emplea en este procedimiento con uno de los siguientes significados:

- 1) Doblez de 180° más una extensión de 4db, pero no menos de 6.5 cm. en el extremo libre de la varilla.
- 2) Doblez de 90° más una extensión de 12db en el extremo libre de la varilla.
- 3) Para estribos y ganchos de amarre:
  - 3.1) Varillas del número 5 y menor, doblez de 90° más 6db de extensión en el extremo libre de la varilla, ó
  - 3.2) Varilla del número 6 al número 8, doblez de 90° más extensión de 12db en el extremo libre de la varilla, ó
  - 3.3) Varilla del número 8 y menor, doblez de 135° más extensión de 6db en el extremo libre de la varilla.

#### **4.3 ESPACIAMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO.**

Estas consideraciones aplican únicamente cuando se tenga que sustituir el acero indicado en los documentos aplicables por otro de menor o mayor diámetro, antes del cambio del acero éste debe ser aprobado por Ingeniería.

- ✚ La separación libre mínima entre varillas paralelas de una capa debe ser el diámetro nominal de la varilla, pero no menor de 2.5 cm.
- ✚ En elementos en compresión reforzados con espirales o anillos, la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor de 1.5 del diámetro nominal de la varilla, ni de 4 cm.
- ✚ La limitación de la distancia libre entre las varillas también se debe aplicar a la distancia libre entre un traslape y los traslapes o varillas adyacentes.
- ✚ Los grupos de varillas paralelas de refuerzo armadas en paquetes, que actúan como unidad, debe limitarse a 4 varillas por cada paquete.
- ✚ Los paquetes de varillas deben estar confinados por estribos o anillos.
- ✚ En elementos sujetos a flexión, cada una de las varillas de los paquetes que se cortan dentro del claro deben terminar en puntos distintos y separados a distancias mínimas de 40 diámetros nominales de la varilla.

Las varillas de refuerzo deben estar colocadas en las posiciones señaladas en los documentos aplicables. Deben amarrarse con firmeza y estar bien apoyadas antes de vaciar el concreto para evitar desplazamientos.

#### Colocación del acero de refuerzo armado:

El acero de refuerzo debe colocarse y mantenerse firmemente en las posiciones durante el colado, tanto en, forma, longitudes, separaciones y área que fije el proyecto. La distancia mínima de centro a centro entre dos varillas paralelas debe ser de 2 ½ veces su diámetro si se trata de secciones circulares o 3 veces la dimensión diagonal si se trata de sección cuadrangular. En todo caso, las separaciones de las varillas no deben ser menor de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que pueda pasar el vibrador a través de ellas. Las varillas paralelas a la superficie exterior de un miembro quedarán protegidas por recubrimiento de concreto, de espesor no menor a su diámetro o a su magnitud diagonal si se trata de varillas cuadradas. Pero en ningún caso será menor de 2.5 cm. Al colocarse deben hallarse libres de oxidación, tierra, aceite o cualquier otra sustancia extraña, para lo cual deben limpiarse siguiendo este procedimiento.

#### **4.3.1 CONCEPTOS A REVISAR DURANTE LA COLOCACIÓN.**

Revisar que las anclas para ligar los refuerzos de otros elementos estructurales como muros, escaleras, cadenas, castillos, etc., se encuentren previamente colocados a fin de no dañar posteriormente la estructura.

Debe vigilarse que se cumplan los recubrimientos especificados en los planos o lo indicados en las tablas. Es decir, que exista la separación necesaria entre cimbra y acero.

Los soportes y calzas deben ser lo suficientemente resistente para soportar el acero, aun cuando esté sujeto a cargas de construcción. Las silletas deben colocarse a intervalos no mayores de 1.50 m.

Vigilar que la separación del acero de refuerzo, así como la de los estribos sea la indicada en los planos. Que los bastones estén en el lugar adecuado, así como las bayonetas.

Cuidar que la varilla esté libre de impurezas, particularmente del óxido. También del lodo o aceites que pueden afectar su adherencia con el concreto.

Cuidar que las puntas de los amarres hechos con alambre no se proyecten hacia arriba a fin de evitar que sobresalgan del concreto.

Cuando una varilla no alcanza la longitud requerida es necesario empalmarla con otro tramo de varilla. Las longitudes de traslape se dan por especificación y por cálculo. Las características y detalles de las uniones soldadas se dan en las especificaciones y en los planos estructurales de la obra. Cuando el empalme es traslapado, se amarrará con alambre recocido o podrán ser soldados, cuidando que se utilice el procedimiento de soldadura y que el electrodo sea el adecuado y teniendo en cuenta la longitud especificada.

Las varillas traslapadas sin contacto en elementos sujetos a flexión no deben separarse transversalmente más de 1/5 parte de la longitud de traslape requerida, ni más de 15 cm.

Los empalmes no deben hacerse en las secciones de máximo esfuerzo, salvo que a juicio del cliente se tomen las precauciones debidas, tales como aumentar la longitud de traslape o usar como esfuerzo adicional hélices o estribos alrededor del mismo, en toda su longitud.

La longitud de desarrollo de cada varilla individual dentro de un paquete de varillas sujeto a tensión o compresión, debe ser aquella de la varilla individual aumentada un 20% para un paquete de 3 varillas y un 33 % para un paquete de 4 varillas.

Recubrimiento mínimo de concreto al acero de refuerzo cuando éste es colado en obra:

Condición:	Varillas	Recubrimiento mínimo (Cm.)	
1	Concreto colado con suelo y permanentemente expuesto a él	7.5	
2	Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima	No. 5 y menores	4.0
		No. 6 al 18	5.0
3	Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo		
	Losas, muros y nervaduras	No.14 y 18	4.0
		No.11 y menores	2.0
	Vigas columnas	Refuerzo principal, anillos, estribos espirales	4.0
	Cascarones y placas plegadas	No.6 y mayores	2.0
No. 5 y menores		1.5	

Recubrimiento mínimo al acero en concreto prefabricado (cuando éste es fabricado en condiciones de control en la planta).

Condición:	Varillas	Recubrimiento mínimo (Cm.)	
1	Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima		
	Tableros para muros	No. 14 y 18	4.0
		No. 11 y menores	2.0
	Otros elementos	No. 14 al 18	5.0
		No. 6 al 11	4.0
No.5 y menores		3.0	
2	Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo		
	Losas, muros y nervaduras	No.14 y 18	3.0 y 1.5
		No.11 y menores	db pero no < 1.5 cm y no > a 4 cm.
	Vigas columnas	Refuerzo principal, anillos, estribos espirales	1.0
	Cascarones y placas plegadas	No.6 y mayores	1.5
		No. 5 y menores	1.0

Recubrimiento mínimo al acero en concreto pre-esforzado.

Condición:	Varillas	Recubrimiento mínimo (Cm.)	
1	Concreto colado con suelo y permanentemente expuesto a él	7.5	
2	Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima		
	Tableros para muros, losas y nervaduras		2.5
	Otros elementos		4.0
3	Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo		
	Losas, muros y nervaduras		2.0
	Vigas columnas	Refuerzo principal	4.0
		Anillos, estribos espirales	2.5
	Cascarones y placas plegadas	No. 5 y menores	1
		Otros tipos de refuerzo	Db pero no < 2cm

db= Diámetro nominal de la varilla.

Recubrimiento mínimo en un paquete de varillas. Este debe ser igual al del diámetro equivalente del paquete, pero no necesita ser mayor de 5 cm, excepto para concreto

colado en el terreno y permanentemente expuesto a él, el recubrimiento mínimo debe ser de 7.5 cm.

c) Separadores de varilla a base de bloques de concreto (pollos).

- Bloques planos. Los bloques planos se usan generalmente para apoyar varillas sobre una superficie plana (pisos, cubiertas, etc.)
- Bloques con alambre. Los bloques de concreto para ser utilizados en estructuras verticales o en situaciones en que necesariamente el bloque debe estar atado a la varilla, deben tener dos lazos de alambre de calibre 16 en su centro para poder asegurar el recubrimiento entre la varilla y la cimbra.
- Los bloques de concreto deben ser de la misma resistencia a compresión del concreto, así como del mismo color del concreto a colocar.

#### 4.3.2 TOLERANCIAS.

La tolerancia para el peralte efectivo y para el recubrimiento mínimo de concreto en elementos sujetos a flexión, muros y elementos sometidos a compresión debe ser la siguiente:

Condición	Tolerancia en "d"	Tolerancia en recubrimiento mínimo de concreto
d < 20 centímetros.	± 1 centímetro	-1 centímetro
d > 20 centímetros.	± 1.3 centímetros	-1.3 centímetros

d= Peralte efectivo.

La suma de las discrepancias medidas en la dirección del refuerzo con relación al proyecto, en las losas, zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, no será mayor de dos veces el diámetro de la varilla, ni más del cinco por ciento (5%) del peralte efectivo. En columnas rige la misma tolerancia, pero referida a la misma dimensión de su sección transversal.

En los extremos de las trabes y vigas, la tolerancia anterior se reduce a una vez el diámetro de la varilla.

La posición de refuerzos de zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, será tal que no reduzca el peralte efectivo "d" en más de tres centésimas de "d", ni reduzca el recubrimiento en más de 0.5 centímetros.

Las dimensiones del refuerzo transversal en trabes, vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no excederán más de 1.5 cm de “t”, ni serán menores 3 mm de “t” (siendo “t” la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia).

El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá en más de 5 mm.

La separación del acero de refuerzo en losas, zapatas, muros y cascarones, respetando el número de varillas en una franja de 1 metro de ancho, no diferirá en más de un 1 cm de “s” (siendo “s” la separación fijada). La separación del acero de refuerzo en trabes y vigas, considerando los traslapes, no diferirá en más de 1 cm más 10% de dicha separación, pero siempre respetando el número de varillas y su diámetro, y de tal manera que permita pasar el agregado grueso. La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no diferirá en más de 1 cm más 10% de dicha separación.

#### **4.3.3 VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.**

Las especificaciones y planos estructurales son para el auxiliar de supervisión la guía de revisión a la cual debe apegarse al verificar la calidad, cantidad y disposición del acero de refuerzo. Por lo mismo está obligado a estudiarlos y comprenderlos y a preguntar a su jefe en caso de tener alguna duda.

Debe verificar que el acero de refuerzo sea del grado y diámetro solicitado, que el espaciamiento horizontal y vertical de las varillas sea el correcto, que su posición y firmeza de instalación sea la adecuada, que se cumplan las especificaciones de dobles y las de empalme, que el espaciamiento entre estribos sea el indicado, etc.

La verificación del acero de refuerzo debe realizarse durante su habilitado y armado, cuando se está colocando y antes de vaciar el concreto (colar).

Conceptos a revisar al habilitar el acero:

- a) Que el grado y diámetro de la varilla sea el especificado en los planos.
- b) Que la varilla esté almacenada adecuadamente, protegida contra oxidaciones, enlodamiento, pintura, aceite, etc.
- c) Que se cuente con la herramienta y equipo necesario para su doblado, cortado, empalme y amarre.

Doblado: dobladoras, grifas, bancos.

Cortado: arco y seguetas, cortadoras, equipo de oxi-acetileno.

Empalmes: alambre recosido, soldadura especificada, juntas mecánicas.

Amarres: ganchos, alambre recosido.

- d) Debe ponerse especial atención en que se respeten las longitudes de dobléz establecidas en los planos, así como la de los ganchos estándar, tanto en los extremos de las varillas como en los estribos.
- e) Las varillas que se encuentren parcialmente ahogadas en el concreto pueden doblarse en frío o calentándolas. La decisión la toma el ingeniero calculista quien dará las recomendaciones necesarias para no dañar la varilla ni el concreto.

#### REGISTROS:

##### 5.1 PTO-CIV-007-F01 SOLICITUD DE LIBERACION DE ACERO

#### REFERENCIAS:

NMX-B-254-CANACERO-2008. Acero estructural-Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-B-290-CANACERO- 2006 Malla electro-soldada de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto – Especificaciones y métodos de prueba

NMX-C-407-ONNCCE-2001 Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto – Especificaciones y métodos de prueba.

# **CAPÍTULO V**

## **COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

## **5.1 COSTOS**

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria.

Los pasos necesarios para hallar y analizar la relación costo-beneficio son los siguientes:

1. Hallar costos y beneficios: en primer lugar, hallamos la proyección de los costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto o negocio para un periodo de tiempo determinado.
2. Convertir costos y beneficios a un valor actual: debido a que los montos que hemos proyectado no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (hoy en día tendrían otro valor), debemos actualizarlos a través de una tasa de descuento.
3. Hallar relación costo-beneficio: dividimos el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
4. Analizar relación costo-beneficio: si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.

### **5.1.1 Proyección de costo del proyecto.**

La inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto para un periodo de tiempo determinado.

Las cifras a proyectarse en el presente módulo, deben ser elaboradas considerando una unidad de tiempo adecuada al rubro que se está proyectando, de modo tal que refleje, entre otros aspectos, las variaciones estacionales y las variaciones periódicas.

Descripción	Cuota mensual	Cuota anual	Proyecto a 2 años
<b>Personal</b>			
Supervisores	\$20,000	\$240,000	\$480,000
Especialistas	\$9,853.36	\$118,240.32	\$236,480.64
Ayudante	\$5,552.80	\$66,633.60	\$133,267.20
<b>Luz</b>	\$5,000	\$30,000	\$60,000
<b>Agua</b>	\$3,000	\$36,000	\$72,000
<b>Teléfono</b>	\$850	\$10,200	\$20,400
<b>Maquinaria</b>			
Máquinas de soldar	\$55,860	\$670,320	\$1,340,640
Generadores de luz	\$420,000	\$5,040,000	\$10,080,000
<b>Consumibles</b>			
Soldadura	\$46,764	\$561,168	\$1,122,336
Discos de corte y desbaste	\$54,000	\$648,000	\$1,296,000
Cepillos de alambre	\$480	\$5,760	\$11,520
E.P. P	\$23,000	\$46,000	\$92,000
Placa de ¾"	\$18,000	\$216,000	\$432,000
Placa de 3/8"	\$18,000	\$216,000	\$432,000
Placa de ½"	\$29,000	\$359,000	\$718,200
Placa 5/8"	\$33,000	\$399,600	\$799,000
Tubo de 5"	\$16,720	\$200,640	\$401,280
Tubo de 3"	\$12,600	\$151,200	\$302,400
Angulo de 3"x3"x1/4	\$24,300	\$291,600	\$583,200
Hss 6"x4"x3/16	\$15,790	\$189,480	\$378,960
Hss 4"x2"x3/16	\$11,020	\$132,240	\$264,480
Hss 2"x2"x3/16	\$10,000	\$120,000	\$240,000
Hss 4"x2"	\$9,890	\$118,680	\$237,360
<b>TOTALES</b>	<b>\$322,564.00</b>	<b>\$3,655,368.00</b>	<b>\$7,310,736.00</b>



ISSI INSTALACIONES SUMINISTROS Y SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V.



EMOCIÓN INTENSA S.A. DE C.V.

PROYECTO	CONSTRUCCION DE TIROLESA XTASEA EN 1RA ETAPA CIVIL , ESTRUCTURAL Y MONTAJE		
CERTIFICACIÓN N°	ISSI-S/N-EI-MI-16-02	PERIODO	13 ENERO 2017
PEDIDO N°	SIN	SUBCONTRATISTA	ISSI-INSTALACIONES SUMINISTROS Y
FECHA PEDIDO	Noviembre de 2016	CÓD. COSTE	01-# TAREA- 34.01.00105.00100
DESCRIPCIÓN	CONSTRUCCION DE TIROLESA XTASEA EN 1RA ETAPA CIVIL , ESTRUCTURAL Y MONTAJE		

CONCEPTO	IMPORTE CERTIFICACION (M.N.)			
	PEDIDO	ACUMULADO A PERIODO ANTERIOR	ACUMULADO A PERIODO ACTUAL	EN EL PERIODO
Construccion de Tirolesa Xtasea	6,449,989.73	0.00	1,784,499.85	1,784,499.85
TORRE DE SALIDA T1	2,871,606.83	0.00	1,028,011.35	1,028,011.35
TORRE DE SALIDA T2	3,578,382.91	0.00	756,488.50	756,488.50
EXTRAS AL CONTRATO	0.00	2,144,169.74	3,132,961.07	988,791.33
LOTE 95	0.00	1,336,814.01	1,415,672.51	78,858.50
LOTE 4	0.00	807,355.73	1,717,288.57	909,932.83
<b>TOTAL T 1</b>	<b>2,871,606.83</b>	<b>0.00</b>	<b>1,028,011.35</b>	<b>1,028,011.35</b>
<b>TOTAL T 2</b>	<b>3,578,382.91</b>	<b>0.00</b>	<b>756,488.50</b>	<b>756,488.50</b>
<b>TOTAL EXTRAS</b>	<b>0.00</b>	<b>2,144,169.74</b>	<b>3,132,961.07</b>	<b>988,791.33</b>

SUB-TOTAL CONTRATO ORIGINAL	\$6,449,989.73	\$2,144,169.74	\$4,917,460.92	\$2,773,291.18
SUB-TOTAL CERTIFICACIÓN	\$6,449,989.73	\$2,144,169.74	\$4,917,460.92	\$2,773,291.18
(25%) DE ANTICIPO DEL CONTRATO	\$1,612,497.46			
MENCS AMORTIZACION ANTICIPO (25%)		0.00	-446,124.96	-446,124.96
SUB-TOTAL CERTIFICACIÓN	\$6,449,989.73	\$2,144,169.74	\$4,471,335.96	\$2,327,166.21
(+) 16% I.V.A.	1,031,998.36	343,067.16	715,413.75	372,346.59
<b>TOTAL CERTIFICACIÓN</b>	<b>\$7,481,988.09</b>	<b>\$2,487,236.90</b>	<b>\$5,186,749.71</b>	<b>\$2,699,512.81</b>

IMPORTE EN LETRA : ( DOS MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS DOCE PESOS 81/100 M.N.)

APROBADO POR  
EMOCION INTENSA S.A. DE C.V.

ELABORO	REVISO	Vo. Bo.
ING. ISRAEL ZAPATA FARFAN ISSI INSTALACIONES SUMINISTROS Y SERVICIOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V.	ING. EDGAR SAUL ARILLO FLORES EMOCIÓN INTENSA S.A. DE C.V.	ARQ. ERASTO CACERES G. EMOCIÓN INTENSA S.A. DE C.V.

## **CONCLUSIONES:**

El proyecto de implementación de la megatirolés, no solo fue importante por la oportunidad de trabajos directos e indirectos, sino por la fuerza económica que surgió en la región.

Soportada sobre normas ambientales implementadas y apegadas a entidades de SEMARNAT y ONNCE, para proteger la región endémica y en marco de seguridad antes, mientras y después del proyecto, quedando sentada en un margen de seguridad constante, que permita la confianza de la utilización del servicio constante.

La construcción directa de la tirolesa tuvo una inversión de 100 millones de pesos, pero está soportada en una infraestructura completa que incluye terrenos que tienen un valor total de 100 millones de dólares, es un gran proyecto que estima la creación de 10,000 nuevos empleos y una variada oferta turística para visitantes nacionales e internacionales.

La empresa mexicana Grupo Autofin, a través de Mundo Imperial, tuvo una inversión de mil millones de dólares para el puerto de Acapulco y contribuir con la atracción de un mayor número de visitantes nacionales e internacionales hacia este destino.

Este trabajo demuestra la aplicación de la importancia de diversas disciplinas de la ingeniería, que impulsa el diseño de la ingeniería industrial.

En materia social esta implementación suma empleos y también una identificación de pertenencia al estado de Guerrero, por la difusión y posición del proyecto realizado a nivel internacional.

Proyecto ganador del Record Guinness como la "MEGATIROLESA MAS GRANDE DEL MUNDO A NIVEL DEL MAR", demuestra la capacidad de ingeniería mexicana en la aplicación., que queda plasmada en este trabajo de tesis, como una base de proyecto de ingeniería y reúne información en materia mecánica, estadística, ecológica, ambiental, económica, social, etc... por mencionar algunas.

Este trabajo metodológico deja plasmado una nueva perspectiva de conocimiento desde la planeación, hasta la generación de costos, demostrando que la ingeniería de proyecto contribuye a las sociedades en reactivaciones encaminadas a soluciones.

## **BIBLIOGRAFÍAS**

<http://tlacaelel.igeofcu.unam.mx>.

<http://www.colorado.edu>

<http://frasesacapulquenas.com/los-7-alimentos-tipicos-de-acapulco/>

<http://www.playasmexico.com.mx/fiestas-y-tradiciones-en-acapulco-guerrero/articulo-playas/10929>

[http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/114\\_cienciorama.pdf](http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/114_cienciorama.pdf)

<http://www.monografias.com/trabajos72/diagrama-esfuerzo-deformacion/diagrama-esfuerzo-deformacion.shtml#ixzz5IFl7oc4u>

- Apuntes y manuales de laboratorio de mecánica de suelos. M. en C. Adolfo Morales Lozano
- Mecánica de Suelos. Lambe-Whitman
- Morales Lozano Adolfo “Material de estudio 2013” Universidad Autónoma de Guerrero
- Mecánica de Suelos, Juárez Badillo – Rico Rodríguez.

## **ANEXOS**

**NOM-059-SEMARNAT-2010.-** Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

**NOM-052-SEMARNAT-2005.-** Esta establece el procedimiento de identificación, clasificación y el listado de residuos peligrosos con el fin de que los interesados dentro del plazo legal que establece la ley

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas y biológico-infecciosas. Los avances científicos y tecnológicos han permitido definir como constituyentes tóxicos, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos, ya que es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

**NOM-053-SEMARNAT-1993.-** Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

**NOM-C122.-** Esta Norma Mexicana establece los requisitos para las aguas naturales o contaminadas, diferentes de las potables que se pretendan emplear en la elaboración o curado del concreto hidráulico. Asimismo, se da a conocer la acción agresiva de diferentes tipos de agua.

### **Concordancia con normas internacionales**

Esta Norma Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

**NMX-C414 ONNCE-2004.-** Este Proyecto de Norma Mexicana establece las especificaciones y métodos de ensayo aplicables a los diversos tipos de cementantes hidráulicos de fabricación nacional o extranjera que se destinen a los consumidores en México.

Aplica a los diversos tipos de cementantes hidráulicos de fabricación nacional o extranjera que se comercialicen en territorio nacional.

**ASTM-C-150, TIPO I, IA, II Y IIA (Tipo CPO Cemento Portland Ordinario o Tipo CPP Cemento Portland Puzolánico NMX C 414).-**

Tipo I—Para usar cuando no se requieran las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Tipo IA—Cemento incorporado de aire para los mismos usos que el Tipo I, donde se desea incorporación de aire.

Tipo II— Para uso general, más específicamente cuando se desea resistencia moderada a los sulfatos.

Tipo IIA—Cemento incorporado de aire para los mismos usos que el Tipo II, donde se desea incorporación de aire.

**ASTM- D2487.-** Clasifica a los suelos en cuatro principales categorías, cada una de estas categorías usa un símbolo que define la naturaleza del suelo:

Suelos de grano grueso. Son de naturaleza tipo grava y arena con menos del 50% pasando por el tamiz N° 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G para la grava o suelo gravoso del inglés "Gravel" y S para la arena o suelo arenoso del inglés "Sand".

Suelos de grano fino. Son aquellos que tienen 50% o más pasando por el tamiz N° 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo M para limo inorgánico del sueco "mo y mjala", C para arcilla inorgánica del inglés "Clay".

Suelos orgánicos. Son limos y arcillas que contienen materia orgánica importante, a estos se los denomina con el prefijo O del inglés "Organic".

Turbas. El símbolo Pt se usa para turbas del inglés "peat", lodos y otros suelos altamente orgánicos.

Presenta las siguientes definiciones, según el tamaño y naturaleza de las partículas del suelo:

Cantos rodados. Partículas de roca que no pasan una malla con abertura cuadrada de 12" (300 mm).

Guijarros. Partículas de roca que pasan una malla con abertura cuadrada de 12" (300 mm) y quedan retenidas en un tamiz de 3" (75 mm).

Grava. Partículas de roca que pasan el tamiz de 3" (75 mm) y quedan retenidas en el tamiz N° 4 (4.75 mm), con las siguientes subdivisiones:

Gruesa. Partículas que pasan el tamiz de 3" (75 mm) y quedan retenidas en el tamiz de  $\frac{3}{4}$ " (19 mm.).

Fina. Partículas que pasan el tamiz de  $\frac{3}{4}$ " (19 mm) y quedan retenidas en el tamiz N° 4 (4.75 mm).

Arena. Partículas de roca que pasan el tamiz N° 4 (4.75 mm) y son retenidas en el tamiz N° 200 (0.075mm), con las siguientes subdivisiones:

Gruesa. Partículas que pasan el tamiz N° 4 (4.75 mm) y son retenidas en el tamiz N° 10 (2 mm).

Media. Partículas que pasan al tamiz N° 10 (2 mm.) y son retenidas en el tamiz N° 40 (0.425 mm).

Fina. Partículas que pasan el tamiz N° 40 (0.425 mm) y son retenidas en el tamiz N° 200 (0.075 mm).

Arcilla. Suelo que pasa por el tamiz N° 200 (0.075 mm), el cual exhibe plasticidad dentro de un cierto intervalo de humedad, pero que muestra considerable resistencia cuando se seca al aire. Para su clasificación, una arcilla es un suelo de grano fino, o la porción fina de un determinado suelo, con propiedades plásticas.

Limo. Suelo que pasa el tamiz N° 200 (0.075 mm), de naturaleza no-plástica o ligeramente plástica y que exhibe poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire. Para su clasificación, un limo es un suelo de grano fino o la porción fina de un determinado suelo, con ninguna o muy poca plasticidad.

Arcilla Orgánica. Es una arcilla con suficiente contenido de materia orgánica como para influir en las propiedades del suelo. Para su clasificación, una arcilla orgánica es un suelo que es clasificado como arcilla, excepto que el valor de su límite líquido después de secado en el horno es menor que el 75% de este valor antes de ser secado.

Limo Orgánico. Es un limo con suficiente contenido de materia orgánica como para influir en las propiedades del suelo. Para su clasificación, un limo orgánico es un suelo que es clasificado como limo, excepto que el valor de su límite líquido después de secado en el horno es menor que el 75% de este valor antes de ser secado.

Turba. Es un suelo compuesto principalmente de materia vegetal en diferentes estados de descomposición, usualmente con olor orgánico, color entre marrón oscuro a negro, consistencia esponjosa, y textura que varía de fibrosa hasta amorfa.