



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBSERVATORIOS SÍSMICOS
ESTÁNDAR PARA LA RED SÍSMICA MEXICANA**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN URBANA

PRESENTA:

ING. SALVADOR ISRAEL LAGOS ORTÍZ

DIRECTOR DE TESINA:

DR. LEONARDO ALCÁNTARA NOLASCO



MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2015

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBSERVATORIOS SÍSMICOS ESTANDAR PARA LA RED SÍSMICA MEXICANA

Índice

Introducción

1. Sismicidad en México

- 1.1. Desarrollo de la instrumentación sísmica en México
- 1.2. Construcción de estaciones de registro sísmico
 - 1.2.1. Redes sismológicas
 - 1.2.2. Redes acelerográficas

2. La Red Sísmica Mexicana

- 2.1. Evaluación de la instrumentación sísmica existente
- 2.2. Propuesta de integración de la Red Sísmica Mexicana (RSM)
- 2.3. Definición del Observatorio Sísmico Estándar (OSE)

3. Construcción de observatorios sísmicos estándar

- 3.1. Definición del proyecto
 - 3.1.1. Revisión del diseño existente del OSE
 - 3.1.2. Selección de sitios
- 3.2. Gerencia de proyectos en la construcción de OSE
- 3.3. Análisis económico
 - 3.3.1. Cuantificación de insumos del OSE
 - 3.3.2. Precios unitarios
- 3.4. Programa de ejecución del proyecto

4. Conclusiones

Referencias

INTRODUCCIÓN

El ser humano desde que registra los sismos y hace uso de esa información, ha aprendido a observarlos con mayor interés, estimando su magnitud e intensidad en forma cuantitativa y cualitativa con relación a los daños al efecto en la población. Un alto porcentaje de víctimas cobradas por los sismos, se debe al derrumbe de construcciones y por acontecimientos causados por dicho movimiento. Es evidente el gran avance de la investigación en Ingeniería Sísmica, los riesgos impuestos por los sismos son únicos en muchos aspectos y consecuentemente, la adecuada planeación conduce a reducir los riesgos de sismos que requieren de un enfoque especial desde el punto de vista de la Ingeniería.

Es por ello que se establece una nueva visión de la instrumentación sísmica en México, ya que varias instituciones se dan a la tarea de instalar estaciones acelerográficas en sitios que pueden ser severamente afectados por los eventos sísmicos, como lo es el caso del Instituto de ingeniería de la UNAM, que implementa un proyecto constante de expansión de su red que permite mejorar la cobertura de registro sísmico, especialmente en las regiones costeras del pacífico, este proyecto es fortalecido con la implementación de la Red Sísmica Mexicana (RSM) que incluye la construcción, instalación y puesta en marcha de observatorios sísmicos, permitiendo mejorar la cobertura de registro del país. Dadas las zonas de peligro sísmico, se considera que la actual infraestructura para el monitoreo de los sismos es insuficiente, ya que existen núcleos urbanos con una población considerable, que aún no cuentan con sistemas de monitoreo sísmico.

El objetivo de esta tesina es llevar a cabo el proyecto de construcción de 66 Observatorio Sísmico Estándar para ampliar la cobertura de la red en las regiones con mayor potencial sísmico del país. El alcance considerando abarca la ubicación estratégica, una propuesta de planeación y programación para su construcción. Para ello todas las estaciones mencionadas se repartieron en 10 regiones, de las cuales se irán construyendo de acuerdo a su localización, importancia, riesgo y/o peligro sísmico.

Este proyecto está restringido a un periodo de construcción de 2 años, ya que es factible para los trabajos necesarios de planeación, gestión y programación de los procesos constructivos de todas las estaciones en las distintas regiones seleccionadas, este trabajo no considera la instalación y puesta en marcha de toda la instrumentación necesaria para el registro de datos, pero da espacio a la ejecución de las tareas necesarias para la instalación de la misma.

En el capítulo 1 se hace una pequeña reseña de la sismicidad en México, dando a conocer el desarrollo de la instrumentación sísmica a lo largo de la historia y las características de los diferentes tipos de estaciones como son: campo libre, pozo, subsuelo y en estructuras. En el capítulo 2 se presentan aspectos de la RSM, haciendo una breve descripción de las actividades asociadas a la instrumentación, la propuesta de integración y a la definición de un OSE. Particularmente en el capítulo 3 se aborda su construcción, definiendo el proyecto con una revisión del diseño existente y la selección de sitios adecuados para las estaciones nuevas. Se realizar una gerencia de proyectos para la planificación, diseño y desarrollo del proyecto generando un análisis económico con la cuantificación de los insumos necesarios y los precios unitarios de cada observatorio para obtener una programa de ejecución de dicho proyecto y finalmente en el 4 se presentan las conclusiones.

CAPÍTULO I

SISMICIDAD EN MÉXICO

1. Sismicidad en México

Debido a su ubicación geográfica México se encuentra sujeto al efecto del fenómeno natural conocido como sismo, el cual es de particular importancia tanto por su frecuencia como por los daños que ha ocasionado en el transcurso de la historia. En la dinámica de la corteza terrestre del país, la presencia de fallas geológicas activas, la acción de las placas tectónicas, las características del subsuelo y la alta densidad de población, son factores siempre presentes y determinantes en los efectos producidos por los fenómenos sísmicos.

El territorio Mexicano se encuentra bajo la influencia de cinco placas tectónicas (*Figura 1.1*), 1) la Norteamericana, en la que se encuentra la mayor parte del país, 2) la del Pacífico, que aloja a la Península de Baja California y que por efecto de la falla de San Andrés la separa de la placa Norteamericana, 3) la placa del Caribe que contiene al sur de Chiapas, 4) la de Cocos, frente a las costas de Oaxaca, Guerrero y Michoacán; en donde se genera la mayor actividad sísmica del país y 5) la pequeña placa de Rivera frente a las costas de Colima y Nayarit.

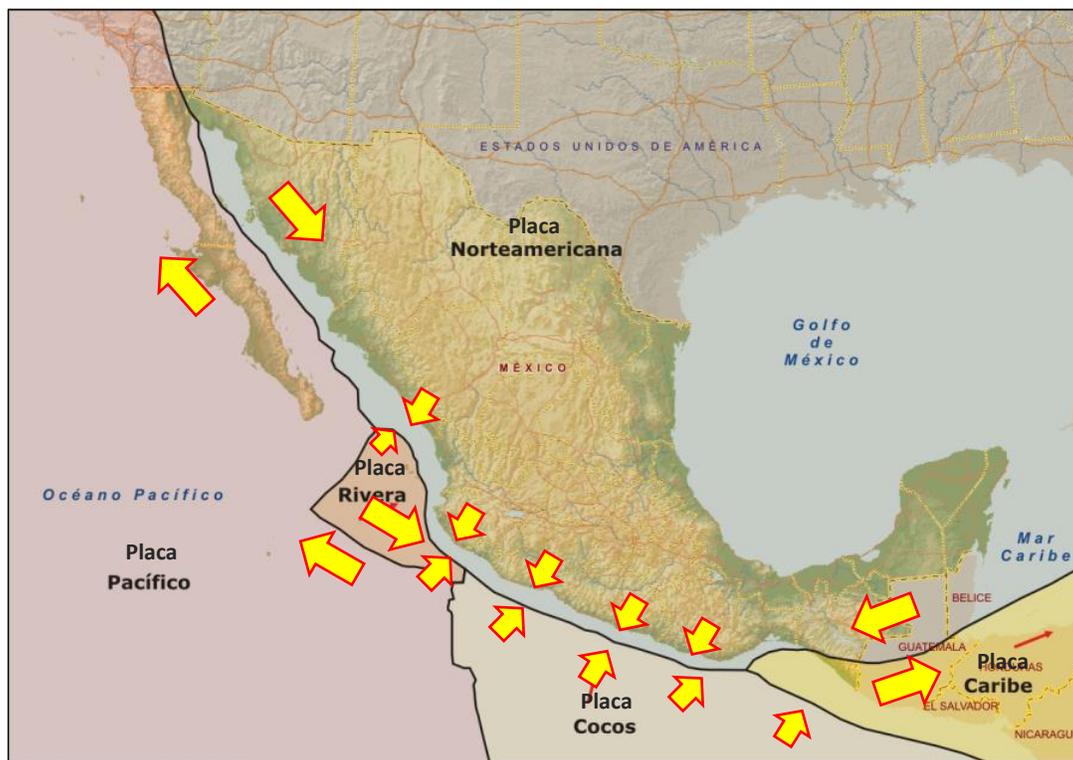


Figura 1.1 Placas tectónicas en la República Mexicana

La configuración geográfica actual es consecuencia de la interacción del bloque continental con las oceánicas, es decir, en la región del Pacífico, la Península de Baja California se están separando del resto del continente con un movimiento transcurrente hacia el noroeste, desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco. El estado de Guerrero es uno de los más activos sísmicamente del país, en esta zona la placa de Cocos se está introduciendo por debajo de la placa de Norteamérica. En la región se registra alrededor del 75 % de la sismicidad que ocurre en territorio mexicano, esto se debe a la subducción de la placa de Cocos en la de Norteamericana.

En la actualidad los sismos son más concurrentes debido a la interacción entre las placas tectónicas, extendiéndose a lo largo de todo el territorio nacional. Anteriormente sólo se tenían registros de la zona de subducción al sur de la República por la gran cantidad de acontecimientos registrados en esa región, con el paso del tiempo y con una mayor cobertura instrumental, se han registrado sismos al norte del país. En la *Figura 1.2* se observa la cantidad de sismos ocurridos en el año 2014, que asciende a 7588 eventos en las diferentes zonas sísmicas del territorio Mexicano, tal es el caso del límite entre la placa Norteamericana con las placas Caribe y Cocos que son la zonas donde se generan la mayor cantidad de sismos con magnitudes importantes, llegando al corrimiento lateral entre las placas Norteamericana y Pacífico en la región de Baja California donde se observa otra cantidad importante de temblores que hace varios años no se tenía registro, así mismo se generan sismos intraplaca que se localizan dentro de la placa Norteamericana, donde su ocurrencia no es tan grande como las anteriores pero si es de igual importancia.

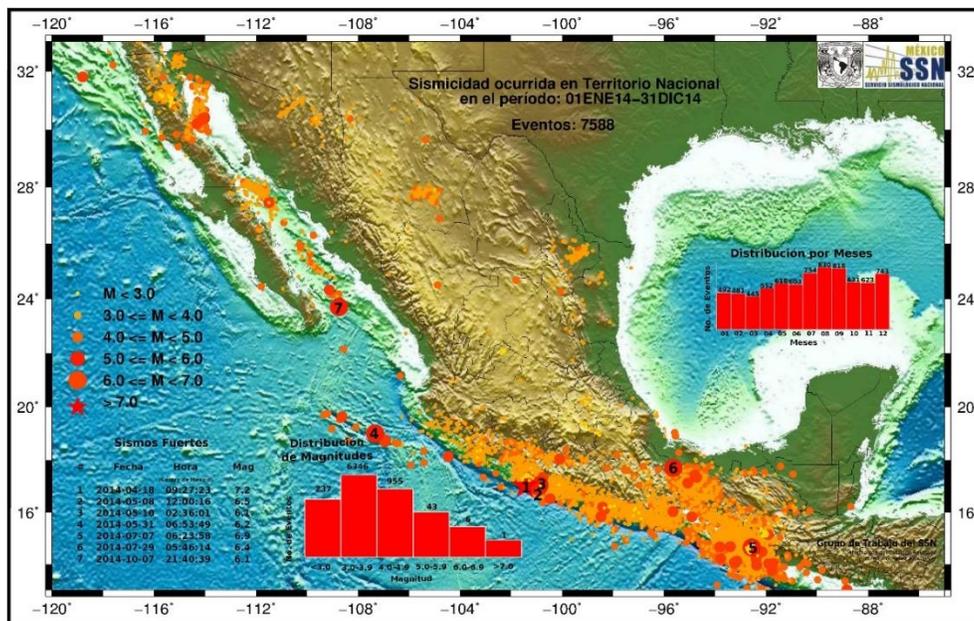


Figura 1.2 Sismos más importantes en México (ref. 1)

1.1. Desarrollo de la instrumentación sísmica en México

El desarrollo de una cultura sísmica siempre ha sido, es y será imprescindible, los sismos han marcado la ruta del inicio de la instrumentación sísmica. El 1 Abril de 1904 se reunieron en Estrasburgo Francia 18, países entre ellos México, con el fin de formar la Asociación Sismológica Internacional, con el objetivo de instalar en cada país una red de instrumentos sismológicos que permitiera mejorar notablemente las localizaciones epicentrales e iniciar el estudio metódico de los sismos, utilizando instrumentos modernos distribuidos en todo el mundo.

Por tal motivo el gobierno Mexicano decreta, el 5 de Septiembre de 1910 la fundación del Servicio Sismológico Nacional (SSN). Entre 1910 y 1923 por parte del SSN se instalaron estaciones sismológicas mecánicas autónomas en las ciudades de Oaxaca, Mérida, Chihuahua, Veracruz, Guadalajara, Monterrey y Zacatecas y la central de registro fue instalada en Tacubaya. Se eligieron sismógrafos *Wiechert* de fabricación Alemana, siete de estos todavía están activos en la actualidad y

constituyen probablemente el sistema más antiguo de América. En sus inicios el SSN contó con los instrumentos más modernos de la época, fue hasta los años sesenta que comienza la instalación de sismógrafos electromagnéticos, llegándose a tener aproximadamente 20 instrumentos autónomos, con grabación de las señales sísmicas en papel ahumado y fotográfico. Desde entonces estos han operado ininterrumpidamente con el fin de proporcionar información oportuna sobre la ocurrencia de sismos en el territorio nacional y la determinación de algunos de sus principales parámetros como son la magnitud y el epicentro. Los primeros estudios que se realizaron usando los datos generados por la red sismológica sirvieron para la elaboración de la primera carta sísmica de la República Mexicana (ref. 2).

El 28 de Julio ocurrió un sismo de magnitud 7.5 en la población de San Marcos en Guerrero. En esos años ya operaba el SSN proporcionando los datos epicentrales y de magnitud; sin embargo sus sismógrafos normalmente saturaban su capacidad de registro ante eventos cercanos de mediana a gran magnitud. Lamentablemente los registros obtenidos por el SSN no eran los adecuados para explicar los daños ocurridos a las construcciones, por tal motivo los ingenieros de esa época vislumbraron la necesidad de utilizar equipos de medición complementarios a los del SSN. Lo anterior da paso al inicio del registro sísmico con acelerógrafos. Estos equipos miden la aceleración, la cual está muy directamente relacionada con las fuerzas a las que son sometidos suelos y estructuras durante la acción sísmica. Los primeros instrumentos fueron instalados en la Alameda Central, la Ciudad Universitaria y en la Torre Latinoamericana. Con los datos obtenidos de estos nuevos instrumentos se logró una mayor motivación para la instalación de un mayor número, especialmente en las grandes obras hidroeléctricas que estaban en construcción. Por tal motivo el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se dieron a la tarea de implementar y operar redes acelerográficas en esas obras (ref. 3).

Por otra parte, en 1973 el II-UNAM instala el Sistema de Información Sismo-Telemétrica de México (SISMEX), el cual fue un proyecto de registro en tiempo real sobre la actividad sísmica en el valle de México y estados aledaños. El sistema operó de manera ininterrumpida y fue de gran importancia para la detección y localización de temblores, así como también para la realización de diversos estudios sismológicos. La red estuvo integrada por 9 estaciones remotas que contaban con sismómetros verticales de alta ganancia y cuya señal era enviada mediante un sistema de radio a un puesto central de registro ubicado en la Ciudad Universitaria, en la *Figura 1.3* se presenta la configuración de la red y su sistema de enlace.

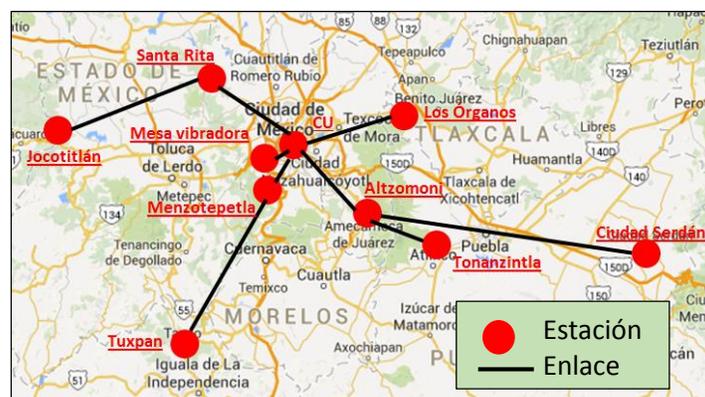


Figura 1.3 Localización de la red SISMEX y puesto central de registro

En 1978 se realizó una reunión en Honolulu, Hawái, en la cual intervinieron diversos países, entre ellos México con el objetivo de implementar un plan para la instalación de redes sísmicas que permitieran obtener los datos de temblores de gran magnitud, (ref. 4). Con este plan se decide instrumentar la región noroeste de la zona de subducción mexicana, en los estados de Guerrero y Michoacán, por lo que el II-UNAM y la Universidad de California en San Diego EUA deciden implementar el proyecto de la Red Acelerográfica de Guerrero (RAG), considerando la instalación de 30 acelerógrafos colocados en la Brecha de Guerrero y algunos otros en Michoacán, el objetivo de la red es la obtención de registros de movimientos fuertes causados por sismos en la Brecha de Guerrero, cuya magnitud esté entre 7.5 y 8 (ref. 5).

De las 30 estaciones 19 quedaron ubicadas alrededor de la ciudad de Acapulco, todas ellas fueron construidas sobre roca, excepto la estación Cayaco. Las estaciones son autónomas y están integradas por una torre donde se colocan las celdas solares y una caja metálica embebida sobre una base de concreto, en el interior de la caja se encuentra el acelerógrafo y los sistemas de carga y alimentación de energía.

A pesar de esos avances el número de estaciones acelerográficas era aún insuficiente para un país con una gran actividad sísmica. Si bien la red acelerográfica creció pero no de acuerdo a las necesidades requeridas debido a que el número de acelerógrafos ya la cobertura de registro resultaban insuficientes, de tal manera que cuando ocurrieron los macrosismos del 19 y 21 de Septiembre de 1985 con magnitudes $M = 8.1$ y 7.6 respectivamente, sólo se encontraban operando 20 acelerógrafos en el estado Guerrero y 9 en la ciudad de México.

Los efectos de estos sismos y los resultados de las investigaciones emanadas de los acelerogramas propician un cambio en la percepción sobre la importancia de la instrumentación sísmica en México. Por lo que diversas instituciones se sumaron al esfuerzo de instalar y operar redes acelerográficas, entre las principales se pueden mencionar: el II-UNAM y el Instituto de Geofísica (IG-UNAM), el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de la Secretaría de Gobernación, la Red Inter-universitaria de Instrumentación Sísmica (RIIS), el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y Fundación ICA.

Con respecto al II-UNAM, este ha instalado una extensa red en la región costera del Pacífico que va desde el estado de Chiapas al de Nayarit, con algunos arreglos perpendiculares desde la costa del Pacífico hacia el interior del continente. Adicionalmente, ha instrumentado algunas ciudades como las de Acapulco, Oaxaca, Puebla y México, con la finalidad de estudiar los efectos locales producidos por las condiciones particulares del subsuelo en estos sitios. Hoy en día la Red Acelerográfica del II-UNAM está integrada de unos 100 acelerógrafos.

La ciudad de México es un caso excepcional y debido al impacto sufrido en 1985 hoy cuenta con una vasta red de alrededor de 100 acelerógrafos, en su mayoría operados por el CIRES. En la *Figura 1.4* se muestra la distribución de la Red Acelerográfica en el valle de México.

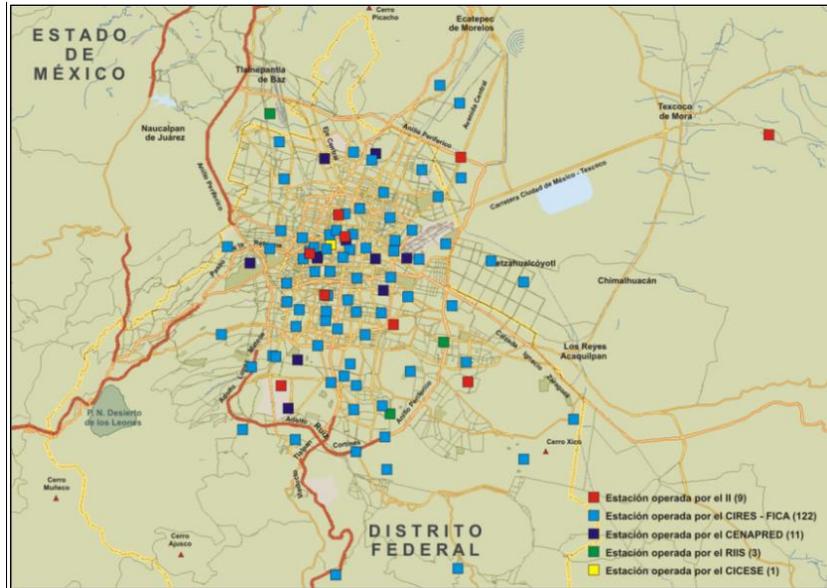


Figura 1.4 Estaciones acelerográficas en el Valle de México (ref. 6)

Considerando el potencial sísmico de la brecha de Guerrero y que las ondas sísmicas producidas por un sismo, generando en esa región tardan un tiempo aproximado de 50 segundos para arribar al valle de México, el CIRES implementó el sistema de Alerta Sísmica (SAS) para la ciudad de México. Por tal motivo se instaló un arreglo de estaciones sísmicas paralelo a la costa del estado de Guerrero. Si un evento sísmico se produce en esta región, el sistema hace una estimación de la magnitud del sismo utilizando las fases iniciales del movimiento. Si el resultado de la evaluación indica que la magnitud es superior a 5 se envía una señal de alertamiento restringida al valle de México, pero si la estimación señala que el evento tiene una magnitud mayor a 6 el envío de la señal es totalmente abierto. La *Figura 1.5* esquematiza la estructura del sistema SAS. Actualmente el SAS se ha expandido y tiene una cobertura sobre la costa del Pacífico que va desde Tepic hasta Chiapas. Además, se han colocado instrumentos hacia el interior del continente en los estados de Oaxaca, Acapulco y la Ciudad de México

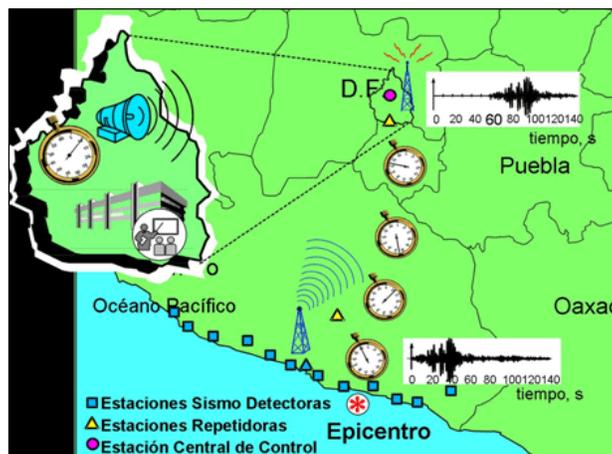


Figura 1.5 Sistema de alerta sísmica SAS (ref. 7)

Como ya fue referido, posterior a los temblores de septiembre de 1985 se genera un cambio en la cultura de la instrumentación sísmica del país, lo que se produjo en una mejora sustancial de la cobertura instrumental para el monitoreo de la actividad sísmica; se incrementó el número de estaciones y por lo tanto la cantidad de registros de aceleración obtenidos.

Sin embargo, este incremento se realizó de una manera un tanto descoordinada y trayendo como consecuencia la falta de comunicación y de difusión de la nueva infraestructura existente; no se sabía cuántas estaciones sísmicas existían en el país, quien las operaba, que registros existían ni de dónde. Tal situación motivó el surgimiento del Grupo de la Base Mexicana de Sismos Fuertes (BMSF) y cuyo fundamental objetivo fue y sigue siendo la integración, estandarización y difusión de la información sobre movimientos fuertes generados en México.

Los resultados de este trabajo se condensan en un sistema en disco compacto (ref. 8), el cual integra la información existente en el país hasta el año 1999. En el sistema se encuentran los datos de 547 estaciones acelerográficas y las historias tiempo-aceleración de 13,545 registros de 3 componentes.

1.2. Construcción de estaciones de registro sísmico

La construcción e instalación de una estación sismológica o acelerográfica tiene un impacto directo sobre la calidad de los datos, entendiéndose por esto último que el registro obtenido sea un reflejo lo más fielmente posible de los movimientos producidos por un sismo en el sitio de su medición. Por lo que el diseño deberá considerar: el tipo de terreno o en donde se construirá la estación, minimizar los cambios de temperatura en el interior de la caja protectora o sistema de alojamiento del registrador, protección contra las inundaciones, interferencias electromagnéticas producidas por agentes externos, etc. Adicionalmente, la estación deberá garantizar la seguridad de los elementos que la integran (registrador, sensores, sistema GPS, sistemas de suministro de energía etc.)

Lo antes descrito y los objetivos particulares de los diferentes proyectos de monitoreo sísmico; además, de la falta de criterios generales para la construcción de estaciones sísmicas en el país, propiciaron que las distintas instituciones que operan sistemas de observación sísmica eligieran sus propios lineamientos para tal efecto. Con el propósito de resaltar dicha diversidad en lo siguiente se hace una breve descripción de las estaciones sísmicas más comunes en el país.

1.2.1. Redes sismológicas

Estación sismológica en caseta de registro

Este tipo de estación brinda espacio para albergar a los equipos de registro, al sensor y registrador, ductos y cables de interconexión, sistemas de alimentación y comunicación. Proporciona mayor seguridad, más independencia, facilidad y confort para la operación, así como para el mantenimiento de la instrumentación instalada. La construcción de la estación se hace seleccionando un sitio en roca, se implementan los servicios de internet para el acceso remoto a la instrumentación permanente y se lleva a cabo la instalación de todos los elementos para el registro de la información, ejemplos de este tipo de estaciones son:

- La estación Iztapalapa (IPVM), ubicada en el cerro de la Estrella, es parte de la Red sismológica del Valle de México, que opera el SSN. La estación está integrada por el registrador, los sensores y el sistema de comunicación y transmisión de datos vía señal de radio, la instrumentación es resguardada en un cubo de concreto de dimensiones menores a 1.5 metros (Figura 1.6).



Figura 1.6 Estación sismológica Iztapalapa (IPVM) (ref. 9)

- La estación Bahía de los Ángeles en Baja California (BAHB). Pertenece a la Red Sismológica de Banda Ancha (RESBAN), instalada por el CICESE. Cuenta con un registrador y un sensor, un sistema de comunicación por medio de un enlace satelital y una torre metálica que soporta a las celdas solares, el resguardo del equipo sísmico es por medio de una caseta (Figura 1.7).



Figura 1.7 Estación sismológica Bahía de los Ángeles (BAHB) (ref. 10)

1.2.2. Redes acelerográficas

Estación acelerográfica de campo libre

Este tipo de estación cuenta con una caja de placa de acero galvanizada la cual alberga al equipo de registro y sus accesorios, protegidos contra la intemperie o el vandalismo, colocada sobre una base por medio de un marco ahogado en concreto, está equipada con ductos y salidas necesarias para la conexión del equipo de registro, del sistema de comunicación y el sistema de alimentación así como para los cables de la antena *GPS*, esta base de concreto armado se puede colocar sobre roca o sobre suelo blando según sea el caso o el tipo de información a obtener. Cuenta con una torre metálica anclada a un dado de concreto para sujeción de las celdas solares y la antena *GPS*. Ejemplos de este tipo de estación son:

- La estación Ciudad Guzmán CDGU, es parte de la Red Acelerográfica del Instituto de Ingeniería de la UNAM, ubicada en Jalisco. Dentro de la caja metálica alberga un registrador y un sensor de aceleración, no cuenta con un sistema de transmisión de datos en tiempo real, cuenta con una torre metálica que soporta a las celdas solares para el consumo de energía necesario de la instrumentación (*Figura 1.8*).



Figura 1.8 Estación acelerográfica Ciudad Guzmán (CDGU) (ref. 11)

- Estación Facultad de Medicina Oaxaca OAXM, forma parte de la Red Acelerográfica del Instituto de Ingeniería UNAM, a comparación de la anterior, esta estación se encuentra dentro de las instalaciones de la Facultad. La caja metálica que resguarda al sensor de aceleración y al registrador se encuentra sobre un pedestal de concreto, su sistema de alimentación de energía es por medio de las instalaciones eléctricas del recinto y no cuenta con un sistema de comunicación para transmisión de datos en tiempo real (*Figura 1.9*).



Figura 1.9 Estación acelerográfica Facultad de Medicina Oaxaca (OAXM) (ref. 12)

Estación acelerográfica subterránea

La estación acelerográfica subterránea se caracteriza por tener una estructura cilíndrica desplantada a metro y medio bajo el nivel del suelo, con un borde que sobre sale 30 a 40 centímetros para evitar que se inunde el interior de la estación (ref. 13). Cuenta con una tapa hermética y asegurada, que garantiza la integridad y seguridad del equipo de registro (sensor de aceleración, registrador y sistema de alimentación de corriente), *Figura 1.10*.

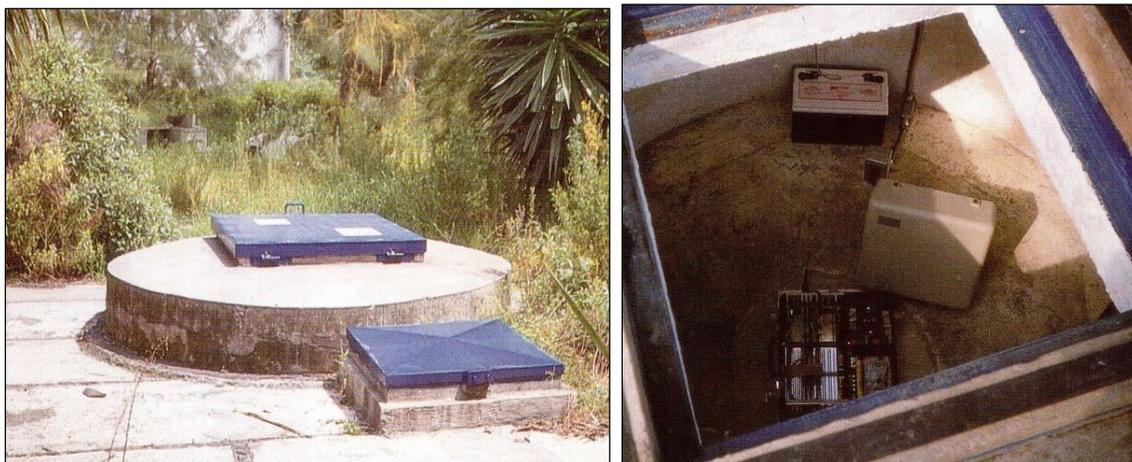


Figura 1.10 Estación acelerográfica de la FICA (ref. 14)

Estación acelerográfica en presas

Este tipo de estaciones dispone de características particulares en cuanto a su geometría, dependiendo de la posición donde se encuentre ubicada dentro de la presa y el tipo de análisis que se quiera llevar a cabo. Una sola presa puede albergar una gran variedad de estaciones formando una red (ref. 15). Un ejemplo de ello es la estación Soledad (SOLI) en la central hidroeléctrica Soledad, pertenece a la Red acelerográfica de la CFE, esta estación se encuentra ubicada en la margen izquierda de la cortina, cuenta con un registrador y un sensor de aceleración sobre un pedestal de concreto (Figura 1.11).



Figura 1.11 Estación acelerográfica Soledad margen izquierda (ref. 16)

Estación acelerográfica en estructuras

Este tipo de estaciones son instaladas con la finalidad de evaluar el comportamiento de los sistemas estructurales propios del edificio, así como los peculiares efectos del sitio (ref. 17). Los instrumentos de la estación acelerográfica en una estructura están conectados entre sí y tienen una señal común, con la finalidad de obtener un registro síncrono, que permita conocer con precisión el movimiento relativo de los puntos de medición de la estructura, (ref. 18), ejemplos de este tipo de estación son:

- Red del edificio PC ubicado en la colonia Roma de la Ciudad de México, este edificio es de concreto reforzado de 17 niveles, cimentado sobre 266 pilotes de fricción a 27 metros dentro del subsuelo, la altura total del edificio es de 51 metros, la red que se localiza en el inmueble cuenta con acelerógrafos digitales con sensores de registro en tres direcciones ortogonales con memoria de pre-evento y pos-evento, la localización de los instrumentos de muestra en la Figura 1.12.

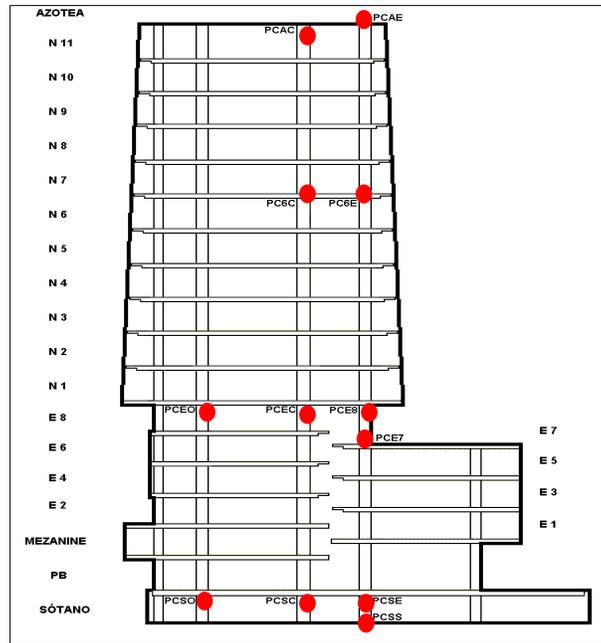


Figura 1.12 Estación Plaza Córdoba (ref. 19)

- La Catedral Metropolitana de la Ciudad de México, tiene instalada una red de 5 acelerógrafos en la estructura y 1 acelerógrafo en el suelo, con la finalidad de obtener datos instrumentales del comportamiento que tiene el monumento ante solicitaciones sísmicas. El número y colocación de la instrumentación fue con base en las características estructurales del edificio como se observa en la *Figura 1.13*, fueron colocados los acelerógrafos en las zonas más importantes, como lo son: el atrio principal, el campanario y el patio de la misma iglesia. Esta red se encuentra conectada a una señal común de tiempo con la finalidad de obtener el registro sísmico y conocer con precisión el movimiento relativo de la estructura en sus distintos puntos de su medición, (ref. 20).

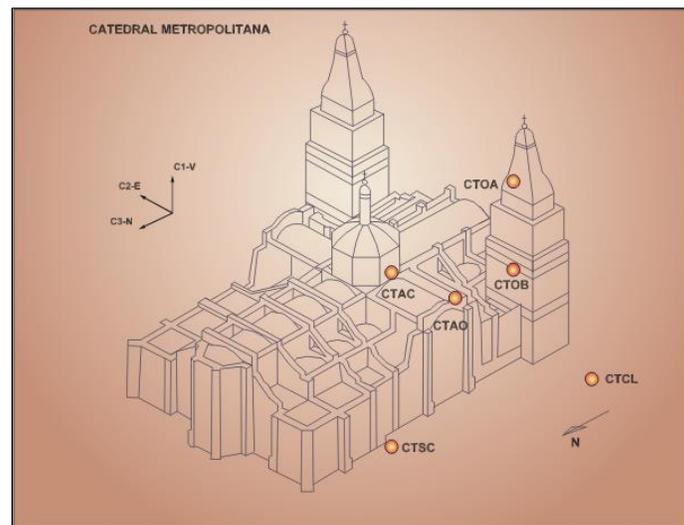


Figura 1.13 Red Acelerográfica de la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México (ref. 21)

A pesar de la gran cantidad de daños que presentan las edificaciones ante la ocurrencia de los sismos, se puede señalar que la instrumentación sísmica en estructuras es aún limitada, los estudios realizados con base a la información obtenida en estas estaciones contribuyen a mejorar el conocimiento de la respuesta estructural ya que es fundamental para el establecimiento de los criterios de diseño sísmico.

Estación acelerográfica de subsuelo

La estación acelerográfica de subsuelo en una estación típica, cuenta con un sensor de aceleración colocado por debajo de la superficie del suelo por medio de un ademe firmemente posicionado y nivelado, (Figura 1.14), para registrar los niveles de amplificación de la señal sísmica al pasar por los diferentes estratos del mismo, aporta datos para los estudios de propagación de la onda sísmica en el suelo y como puede afectar a las estructuras.

La colocación de los sensores se realiza por lo regular junto a la estación de campo libre, ya que esto permite evaluar los niveles de aceleración directamente en la superficie y en un punto exactamente debajo de este. Para estudiar el comportamiento dinámico del suelo, se colocan sensores a diferentes profundidades y en un sitio del terreno natural apartado de las estructuras, para conocer las variaciones que el movimiento sufre al filtrarse la señal sísmica en los diferentes estratos hasta que llega a la superficie (ref. 22).

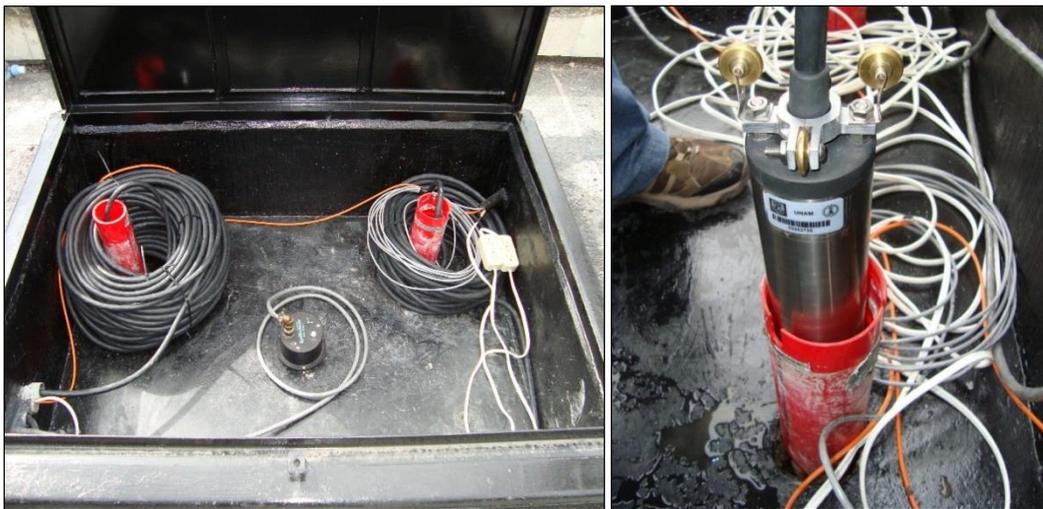


Figura 1.14 Colocación de sensores de pozo (ref. 23)

El avance de la instrumentación así como la recolección fiel de datos sísmicos en nuestro país, está ligada al avance de la tecnología para el registro de la información y a las adaptaciones constructivas que se siguen presentando en las estaciones sismológicas o acelerográficas. En la actualidad estas estaciones ofrecen una gran utilidad, economía y versatilidad, ya que permiten hacer con mayor facilidad las diferentes configuraciones técnicas para establecer las interconexiones entre sus elementos y el sitio donde se van a colocar. Aun cuando las estaciones no son iguales físicamente en su totalidad, han permitido cada vez más tener mejores datos, ya que el objetivo primordial de estas, es la recolección de los datos sísmicos sin la necesidad previa de hacerlo con una instrumentación típica para cada una de las estaciones, esto permite entender que la

instrumentación depende del tipo de proyecto en cuestión y de lo que se pretenda medir, ya que la decisión que se tome no podrá ser a la ligera, dado que la oferta comercial no puede satisfacer la necesidad de un proyecto en particular y el presupuesto para la construcción de los mismos a veces no se tiene.

Es importante tener una adecuada instrumentación para el registro de sismos, a pesar de todos estos avances recientes es evidente que aun cuando el objetivo de obtener la información de los registros sísmicos se cumple en cierta forma, es necesario llevar a cabo una integración parcial o total en la homogenización de las estaciones tomando en cuenta el tipo de suelo o estructura que se vaya a instrumentar y así tener información más certera de los datos y puedan ser más confiables.

CAPÍTULO II

LA RED SÍSMICA MEXICANA

2. La red sísmica Mexicana

Los objetivos de la Red Sísmica Mexicana son, garantizar la comunicación y el envío de la información, aún ante el escenario de un gran temblor, estableciendo las bases de coordinación entre entidades para organizar y desarrollar actividades de investigación destinadas a la prevención y mitigación de riesgos frente a fenómenos naturales; así como reforzar los sistemas actuales de observación sísmica e integrarlos mediante un Sistema de Información y procesamiento de los datos en tiempo real mediante las siguientes acciones:

- Ampliar la cobertura del SSN con estaciones y sistemas de comunicación satelital.
- Instalación de un Sistema de Información Sísmica en Tiempo Real.
- Reforzar y modernizar las redes acelerográficas del CENAPRED, UNAM y el CIRES, así como la instalación de nuevas estaciones para mejorar la cobertura actual.
- Reforzar los sistemas de comunicación de estaciones acelerográficas para contar con información oportuna de las intensidades producidas por un sismo.
- Integrar la información generada por las redes sísmicas en una Base Nacional de Datos sobre Sismos ocurridos en México.

Algunos de los beneficios más notables son:

- Mejorar la respuesta ante las emergencias por sismos, a través de la difusión de información en tiempo real tanto de la magnitud como de la localización del epicentro con objeto de orientar las acciones de respuesta del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Mitigar el riesgo sísmico a través de una mayor cantidad de datos registrados y de una mejor calidad de la información que se obtenga con objeto de mejorar el mapa de daños potenciales y riesgo sísmico del país.
- Acciones futuras de mitigación a través del perfeccionamiento del conocimiento científico de los sismos.

2.1. Evaluación de la instrumentación sísmica existente

De acuerdo a la información proporcionada por las Instituciones del país que cuentan con infraestructura para el registro sísmico y que aceptaron integrarse al proyecto RSM, la UNAM realizó una evaluación de la condición presente de cada una de las estaciones sísmicas.

En la *Figura 2.1* se muestra la distribución de las estaciones sísmicas de las 27 redes del país que aceptaron incorporarse a la RSM, se tienen 604 estaciones de las cuales sólo 130 cumplen con la viabilidad técnica para su incorporación al proyecto. Existen 50 que operan como estación sismológica y acelerográfica, 162 son sismológicas, 348 acelerográficas, 19 volcánicas y 23 temporales; lamentablemente sólo el 60% de las estaciones con viabilidad técnica tienen infraestructura para la transmisión de datos en tiempo real.



Figura 2.1 Estaciones sísmicas del país (ref. 24)

De acuerdo a la evaluación realizada en esta etapa del “Diagnóstico” se concluyó que:

- 1) Menos del 10% de las estaciones cumplen con la definición de Observatorio Sísmico Estándar (OSE).
- 2) Alrededor del 20% tienen viabilidad técnica para incorporarse a la RSM.
- 3) El resto de las estaciones no cumplen con las especificaciones técnicas para su integración, principalmente debido a que la evaluación de su desempeño no fue buena y a que requieren adecuaciones importantes en su infraestructura instrumental para el registro y transmisión de datos; así como de la asociada a los sistemas de procesamiento de información.

2.2. Propuesta de integración de la Red Sísmica Mexicana (RSM)

Considerando las necesidades del país para ampliar la infraestructura de registro sísmico actual y de acuerdo a la evaluación de la situación de las estaciones sismológicas y acelerográficas, la UNAM elaboró un planteamiento para ampliar y reforzar las redes sísmicas existentes.

Dicha propuesta contiene el número de estaciones requeridas, características y distribución de las mismas para contar con una cobertura nacional, así como un esquema de comunicaciones para la transmisión y recepción de los datos de las estaciones con los puestos centrales de registro. Para considerar una cobertura nacional, es necesario que los estados de la costa Pacífico como Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas que están sujetos a una mayor tasa de sismicidad y aun cuando ya cuentan con cobertura sísmica deberán contar con un OSE. Otros estados con menor actividad sísmica como los de: Aguascalientes, Coahuila, Durango, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Tlaxcala también tendrán una OSE.

Es importante mencionar que sólo 130 estaciones cumplen con viabilidad técnica de integración, sin embargo, se hace notar que aun incluyéndose a la red estas estaciones, existirían zonas del país donde la cobertura no sería satisfactoria. Muchas de las estaciones que no cumplieron con las características de un OSE están en ubicaciones estratégicas para la observación y registro de sismos, por lo que para su inclusión requerirían de la infraestructura necesaria para convertirlas a un OSE.

La propuesta considera la integración de una Red Nacional con la construcción de OSE que permitan la determinación correcta de los principales parámetros sísmicos (magnitud, profundidad y epicentro); así como la estimación de los mapas de intensidades.

Con base en los resultados de la evaluación de la situación actual de las redes sísmicas y acelerográficas, así como del observatorio estándar definido, y el requerimiento de tener cobertura nacional, se realizó una propuesta en donde se definen las regiones para la construcción de las OSE, se seleccionan los sitios más adecuados para tener una mejor cobertura, considerando los siguientes lineamientos:

- a) Se instalarán OSE cercanos a poblaciones con más de 50,000 habitantes.
- b) Se ubicarán observatorios en coordenadas geográficas donde puedan aportar datos valiosos para obtener los parámetros del movimiento o los registros sísmicos para la generación de los mapas de intensidad en tiempo real.
- c) Se construirán observatorios cercanos a las capitales y las tres ciudades más pobladas de una entidad.
- d) Se instalarán preferentemente en ciudades, municipios o delegaciones del país, donde la población sea mayor a un millón de habitantes y se instalarán en las ciudades fronterizas más importantes del norte y sur de nuestro país.

2.3. Definición del Observatorio Sísmico Estándar (OSE)

Un Observatorio Sísmico estándar (OSE) es la construcción de una estación sismológica y/o una Acelerográfica estándar, con la finalidad de contar con nueva infraestructura necesaria, mejorada y actualizada para la medición de la actividad sísmica, sus características y requisitos mínimos que debe cubrir son:

- Selección del sitio: Puede ser sobre roca o suelo firme; que cuente con la seguridad necesaria para la instrumentación, con acceso al suministro de energía eléctrica y a servicios de comunicación como teléfono e internet. Las dimensiones mínimas del terreno deben ser de 12 m de frente hacia la calle por 8 m de fondo.
- Infraestructura: Deberá estar integrado por una caseta con dimensiones de 4.8 m de largo x 3.60 m de ancho x 2.60 m de altura. Deberá contar con muros dobles de 0.30 m de espesor, una pila de concreto, una repisa, tubos de ventilación, una puerta metálica, sistema de tierra, ductos de interconexión, mufas, pretil de azotea y herraje para montura de celdas solares y antena parabólica.
- Equipo de registro y transmisión. Para una estación sismológica un sismómetro triaxial, un receptor *GPS* diferencial, una antena *GPS* diferencial, digitalizadores, antena *GPS* de los digitalizadores, equipo de comunicación para transmisión de datos en tiempo real, detector de tormentas y accesorios para la interconexión. En el caso de una estación acelerográfica un acelerómetro triaxial, digitalizador, antena *GPS*, equipo de comunicación para transmisión de datos en tiempo real y accesorios para la interconexión.
- Sistema de comunicación: Deberá garantizar el envío de las señales generadas por los digitalizadores hasta el Puesto Central de Registro. El envío se puede hacer por medio de un enlace satelital de datos, de módems de espectro disperso, de *Internet* a través de una institución sede, de *Internet* a través de enlace telefónico o por cualquier otro medio que incluya el protocolo estándar TCP/IP o UDP/IP.
- Plataforma para el procesamiento e intercambio de información: Esta se basará en el procesamiento e intercambio de datos entre las instituciones que formen parte del sistema *Earthworm*, (ref. 25).

El observatorio debe contar con una cerca perimetral con el propósito de brindar seguridad a las instalaciones y al equipo en general, a menos que existan restricciones justificables para su construcción, deberá quedar independiente de la cerca perimetral para facilitar los trabajos de mantenimiento, será necesario que se cuente con un murete para el medidor de energía eléctrica y telefónica, el murete deberá cumplir los requisitos que exige la CFE para su instalación.

El sistema de suministro de energía en las estaciones sismológicas podrá ser implementado utilizando celdas solares o corriente alterna comercial; y en el caso de estaciones acelerográficas se utilizará un sistema híbrido a base de celdas solares y corriente alterna comercial, así mismo para la instalación de la antena parabólica satelital.

CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN DE OBSERVATORIOS SÍSMICOS ESTÁNDAR

3. Construcción de Observatorios Sísmicos Estándar

Los registros que se obtienen por medio de una red sísmica, son la parte prioritaria para todas las investigaciones que se realizan sobre el fenómeno sísmico, debido a la naturaleza del mismo, es necesario contar con una infraestructura adecuada y orientada a crear las condiciones necesarias que garanticen el óptimo funcionamiento de una estación de registro. Además de garantizar un óptimo funcionamiento, deberá proteger al equipo de registro y sus componentes, tanto de la intemperie como de posibles actos de vandalismo.

Como parte de la construcción se toman las características y requisitos mínimos que debe cubrir un OSE. El proyecto está enfocado a detallar los elementos que conforman dicho observatorio, definiendo las características y requerimientos que debe cumplir su planeación y programación de su construcción.

3.1. Definición del proyecto

Seleccionar el sitio adecuadamente es importante ya que esto determinará la calidad de la información que se desea obtener, la construcción se puede realizar sobre basamento de roca firme y no fracturada o en su defecto un suelo firme, preferentemente en un lugar alejado de núcleos poblacionales importantes, garantizando la realización de pruebas de ruido correspondientes para determinar la calidad de la roca. Si el objetivo es estudiar el comportamiento del suelo en un sitio particular y/o de edificios o infraestructura urbana, la estación deberá ubicarse en el sitio de interés.

3.1.1. Revisión del diseño existente del Observatorio Sísmico Estándar

Actualmente los OSE instalados cuentan con algunas de las características ya mencionadas (una caseta, pila de concreto en su interior para colocar la instrumentación, repisas, tubos de ventilación, sistema de tierra, ductos de interconexión, mufas, celdas solares, así como una antena parabólica, etc.), pero con algunas carencias y diseños no adecuados para el resguardo de la instrumentación.

Como parte de la infraestructura del OSE se considera una cerca perimetral como se observa en la *Figura 3.1 (1)*. Las dimensiones mínimas son: 12 m de frente por 8 m de profundidad. La cerca está hecha a base de tubos metálicos de 3 pulgadas de diámetro por 3.5 m de altura, ahogados en una trabe de concreto reforzado de 40 cm de peralte por 25 cm de ancho, la separación entre tubos es de 5 pulgadas, será necesario que se cuente con un murete para el medidor de energía eléctrica y telefónica. El murete en algunos casos no cumple con los requisitos que exige la CFE para la instalación del servicio eléctrico, las conexiones entre el medidor y el interruptor están hechas espontáneamente solo para poder llevar la energía eléctrica a la caseta.

1. A partir de la Figura 3.1 a la Figura 3.9 del capítulo 3.1.1, todas las imágenes serán de la referencia: Definición de un estándar nacional de las estaciones sísmicas y acelerográficas para su integración a la red sísmica mexicana, Informe elaborado para la Secretaría de Gobernación bajo el convenio específico de colaboración para la construcción de la Plataforma de funcionamiento de la Red Sísmica Mexicana "RSM" segunda fase, celebrado entre la Secretaría de Gobernación y la UNAM, Instituto de Ingeniería II-UNAM.

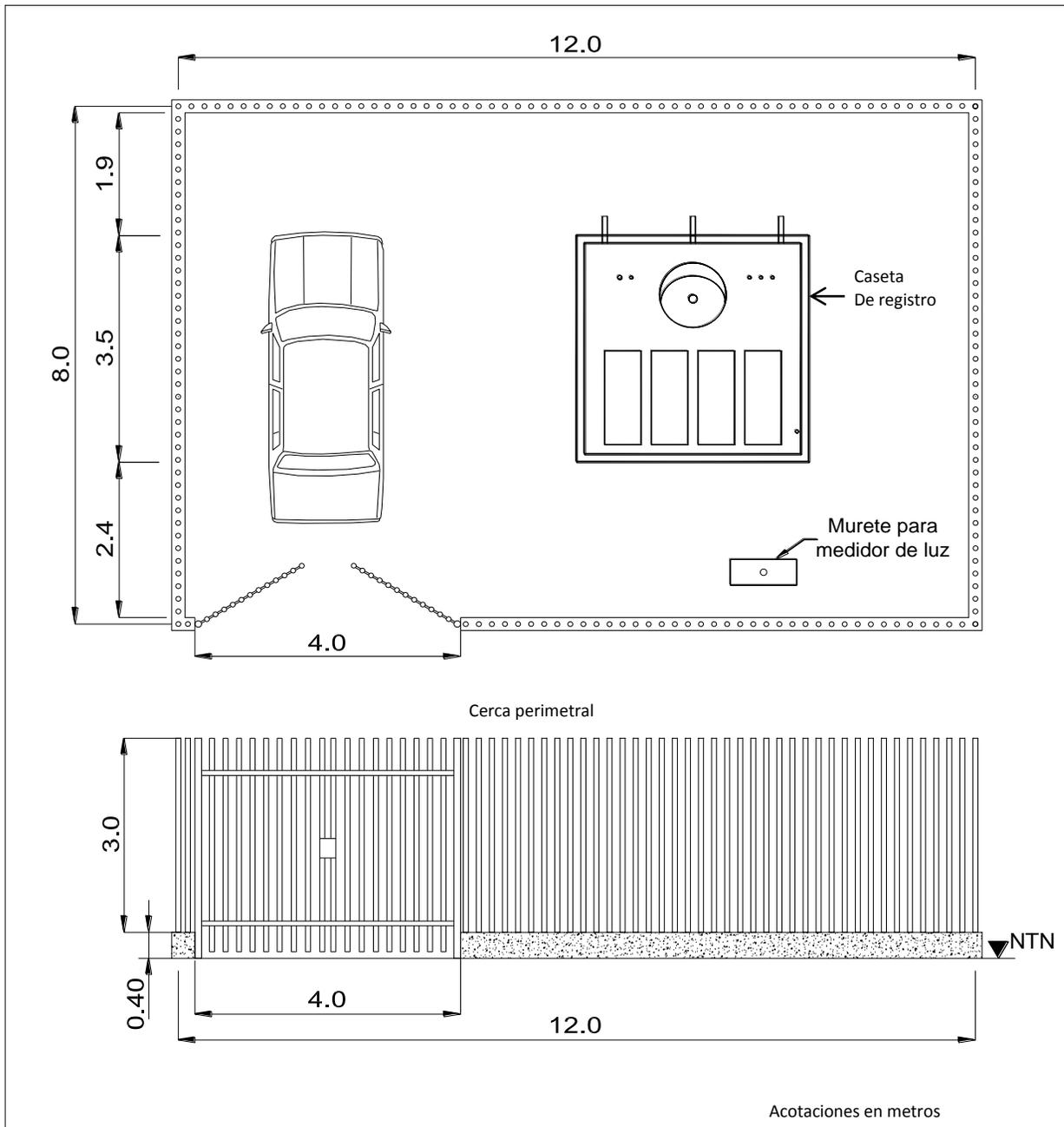


Figura 3.1 Croquis del Observatorio Sísmico Estándar (ref. 26)

La cimentación de la caseta se resuelve por medio de un sistema de zapatas corridas de piedra braza y una plantilla de concreto pobre, las dimensiones de la zapata corrida son: 90 cm de base hasta 30 cm en la superficie de la misma, con un peralte o profundidad de zapata de 120 cm, (Figura 3.2). La cimentación es simple, solo está diseñada para soportar los asentamientos del sitio donde será colocada, las cargas vivas y las cargas muertas que estará soportando la estructura.

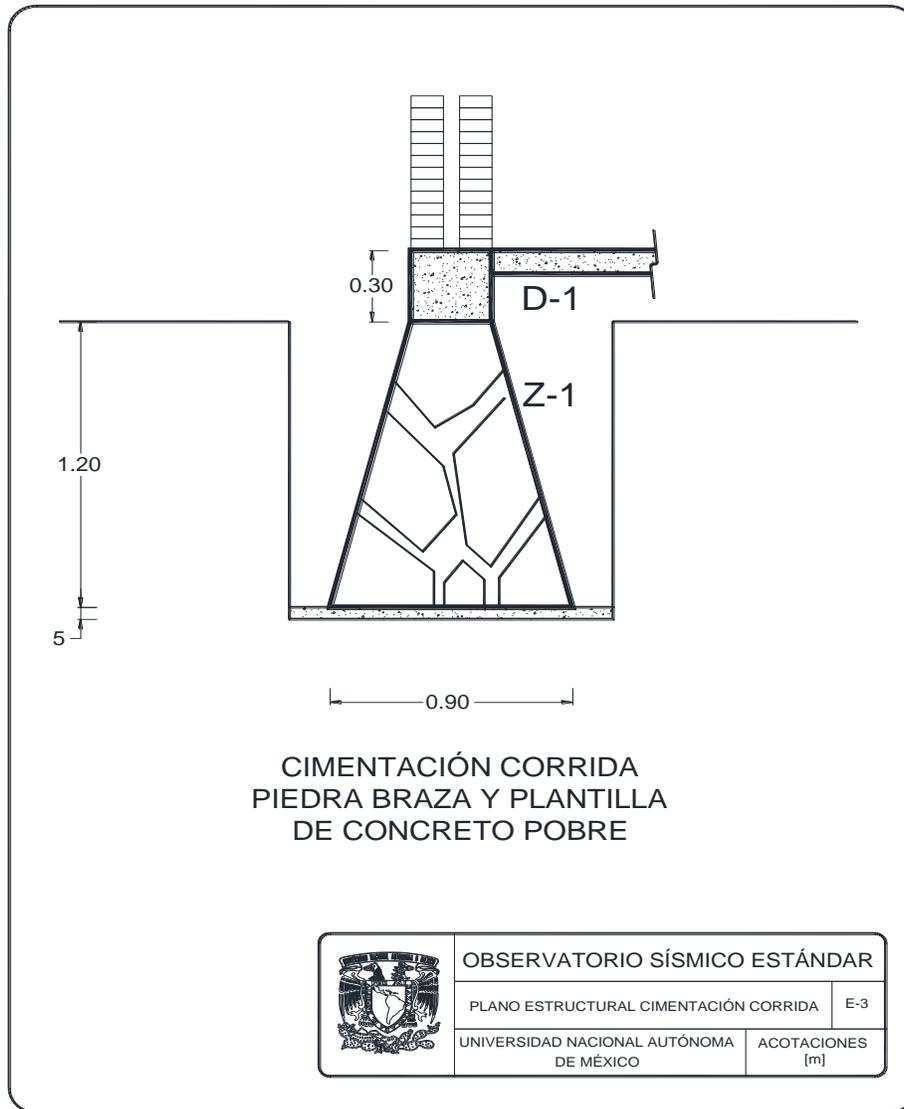


Figura 3.2 Cimentación corrida

Las cadenas, dalas y trabes tienen diferentes dimensiones dependiendo de la utilidad y la capacidad de carga para la cual se hayan diseñado. Las dalas D1 y D2 son diseñadas para soportar las cargas en la cimentación, conformadas por 4 varillas longitudinales del #4, con estribos rectangulares del #3 a una separación máxima de 15 cm. La diferencia entre ellas es la dimensión de peralte de 30 y 40 cm respectivamente. Las dalas de cerramiento intermedias D3 son diseñadas para soportar el cortante en los muros de mampostería; estas son elementos prefabricados de 4 varillas longitudinales y estribos de acero de alta resistencia. De igual que las trabes D4 y D5 son utilizadas para el amarre con la losa de la caseta, (Figura 3.3). El diseño de las cadenas, dalas y trabes, es apropiado para las características, usos, y cargas a las que puedan ser sometidos los observatorios; las dimensiones y la cantidad de materiales es el adecuado ya que la exigencia no es severa, pero tomando en cuenta que estas estaciones se construirán en zonas donde en ocasiones es complicado el acceso.

Es necesario adecuarse a materiales de construcción comunes que se puedan conseguir en cualquier región, por ello será necesario construir las cadenas, dalas y traveses con varillas de acero corrugadas y estribos de alambroón, amarrados con alambre recocido ahogados en concreto Portland común. Esto para facilitar la construcción, evitar demoras en la espera de los materiales seleccionados y que los costos disminuyan para que el importe total del Observatorio Sísmico Estándar se vea beneficiado.

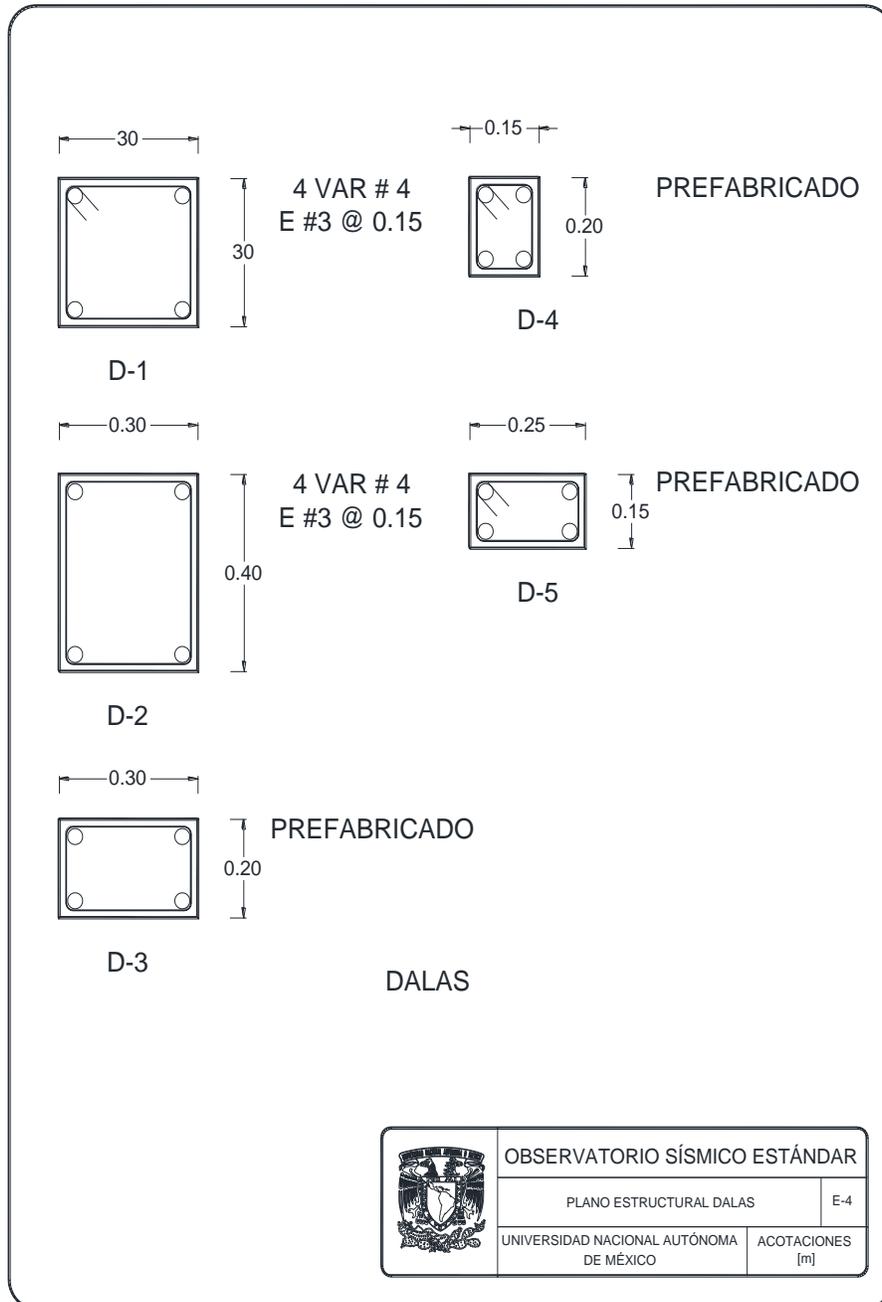


Figura 3.3 Diseño de Dalas

La parte importante es la caseta cuya finalidad es resguardar los componentes que integran el observatorio; por consiguiente debe ser segura y de espacios que permitan su funcionalidad. Las dimensiones de las estaciones existentes son de 4.8x3.6x2.8m (largo, ancho y altura), con muros dobles de 30 cm de espesor, hechos a base de tabique rojo y pegados con mortero común, separados aproximadamente entre sí de 6 a 10 cm para que funcionen como aislante y así minimizar los efectos del cambio de temperatura en su interior.

El interior de la caseta está dividida por un muro de tabique para integrar dos áreas independientes. La primera, cuyas dimensiones son 3.6x1.95x2.8m (largo, ancho y altura) se utiliza para el resguardo del digitalizador, sistema UPS y controlador de carga. En la segunda, con dimensiones 3.6x2.1x2.8 (largo, ancho y altura) se encuentran instalados los sensores de velocidad (sismómetro) y de aceleración (acelerómetro). Tal división es fundamental para evitar durante las actividades de mantenimiento, algún nivel de alteración de las señales captadas por los sensores (*Figura 3.4*).

Las casetas ya construidas con estos diseños ha resultado tener un buen desempeño, tanto en su dimensionamiento como en el resguardo de los equipos, pero existe una gran incertidumbre en la seguridad que brinda este tipo de casetas a la instrumentación colocada en su interior, ya que no se sabe a ciencia cierta si es ampliamente confiable, ya que se han tratado de construir nuevos observatorios en lugares muy alejados a las poblaciones y en sitios donde no se tiene fácil acceso para su protección.

La seguridad que brinda el doble muro de tabique no es la más apropiada para la instrumentación sísmica colocada dentro del observatorio, ya que estos aparatos son sumamente caros y fáciles de desmontar. Es más conveniente que la estación se construya con muros de concreto armado. Estos muros al igual que los muros de tabique contendrán una ventana de ventilación y entradas de luz.

Por otro lado, en el cuarto de instrumentos se coloca una repisa de concreto, empotrada en los muros de la caseta, cuyas dimensiones deberán ser de 2.18x0.40x0.10x0.70m (largo, ancho, espesor y altura), a partir del nivel de piso; esto para permitir el paso de conexiones del piso hacia la parte superior de la repisa a través de sus 3 perforaciones de 5 cm de diámetro. La repisa sirve como mesa de apoyo para colocar sobre ella la Laptop para la interrogación del digitalizador.

El observatorio tiene instaladas 6 mufas que comunican al exterior, son de 2 pulgadas de diámetro y de 1.50 m de la altura del nivel de losa, estas son para:

- La acometida de energía eléctrica
- Las celdas solares
- El GPS de sincronización del reloj del acelerógrafo
- La línea telefónica
- La antena satelital
- La antena del sistema de GPS.

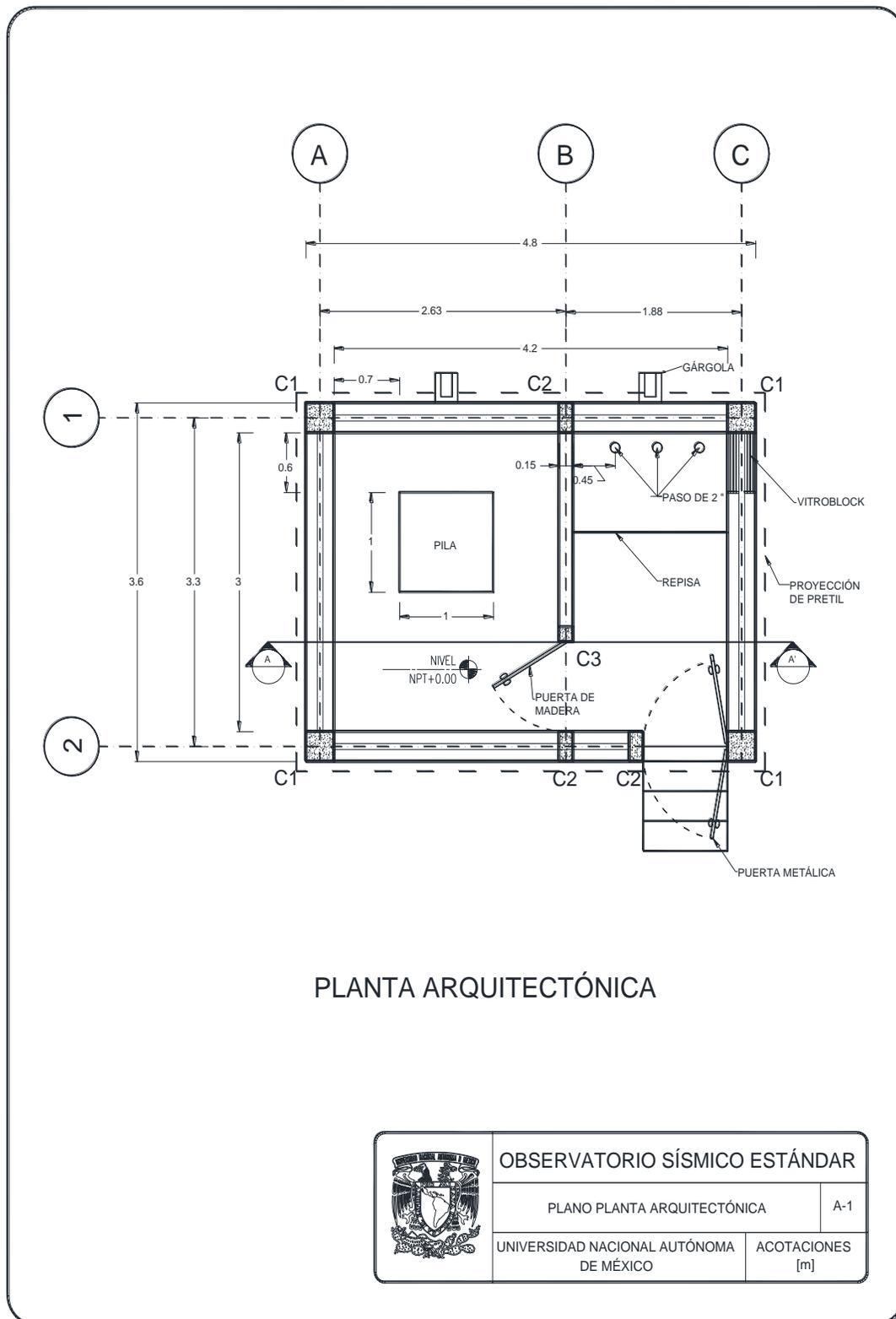


Figura 3.4 Planta arquitectónica, colocación de muros dobles

El punto central en la construcción de un observatorio sísmico estándar es el pilar o base para la colocación de los instrumentos de registro sísmico, por lo que la estructura general de la caseta debe construirse en función de la misma pila. Una vez seleccionada el área de su colocación se realiza el desplante de la cimentación de la caseta, por lo que será necesario nivelarla para que sobre de ella sea colada la trabe de desplante (D1) de 30 cm de peralte por 30 cm de espesor, *Figura 3.5.*

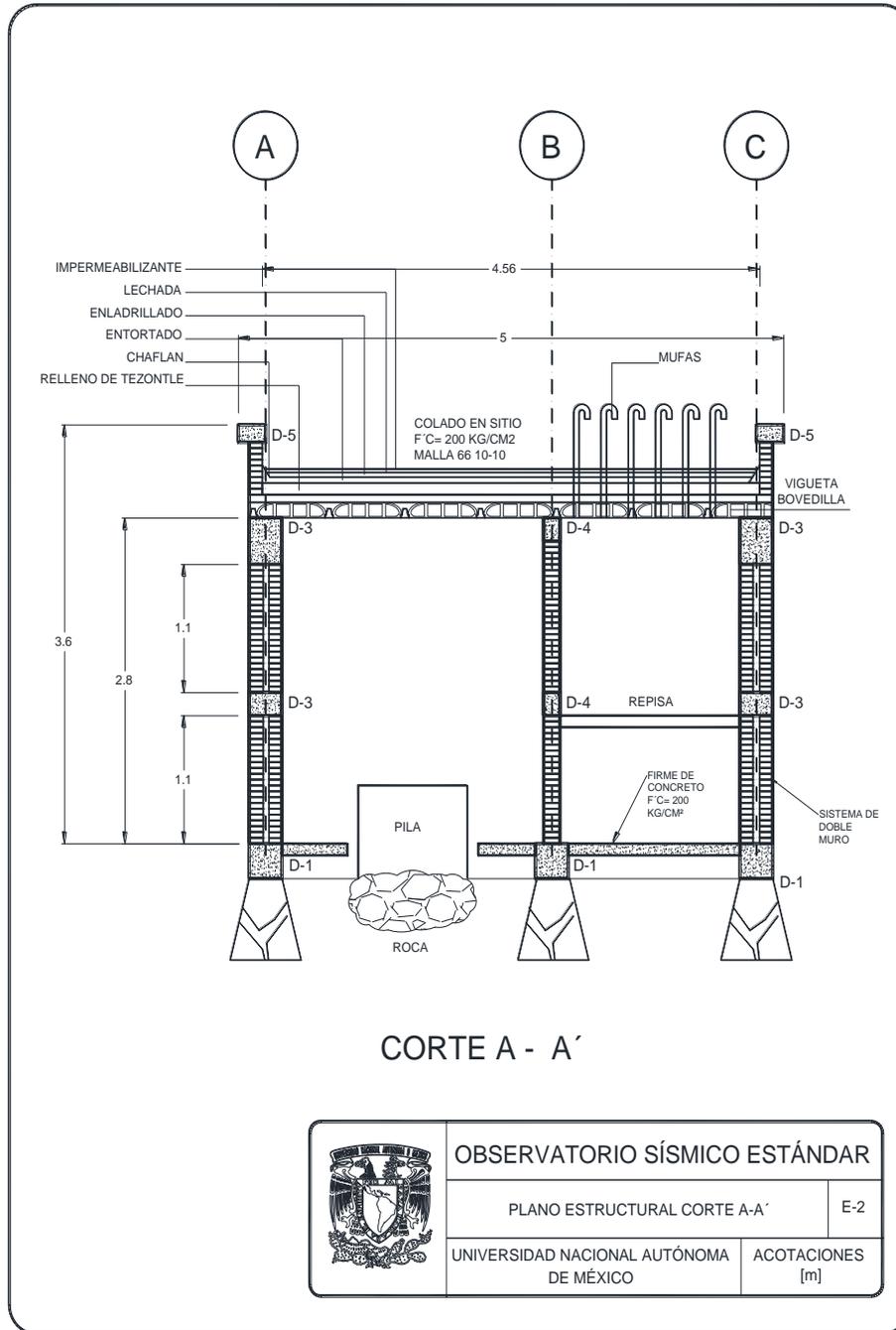


Figura 3.5 Colocación de pila o base para la instrumentación

La pila o base es de concreto con dimensiones de 1 m de largo por 1 m de ancho, la altura depende de la profundidad a la que se encuentre el basamento, mismo donde la base se coloca para que sea firmemente apoyada y sirva para registrar en movimiento sísmico de la región seleccionada; esta pila debe sobresalir aproximadamente 25 cm por encima del nivel de piso.

La orientación de la base debe coincidir con una de sus aristas en dirección (norte-sur o este-oeste), independientemente de que la caseta no quede paralela a la base. El firme del piso de la caseta deberá estar desligado 10 cm del pilar en todo el perímetro, esto con el fin de no llegar a perturbar en movimiento de la caseta con el movimiento del suelo ante un sismo, *Figura 3.6*.



Figura 3.6 Colocación de pila o base para la instrumentación

En caso de que la base o pilar sea colocado sobre suelo natural que no sea roca, sus dimensiones son de: 1 m de largo por 1 m de ancho por 25 cm de espesor, solo que en la parte inferior deberá realizarse una excavación perimetral de 1 m de profundidad por 15 cm de ancho y será colado con concreto, de tal forma que la masa de suelo quede rodeada y sujeta firmemente a la base de concreto, permitiendo así que la base quede completamente ligada al suelo natural.

Cabe destacar que la construcción de la base para la colocación de la instrumentación es muy importante, ya que si no se hace adecuadamente y como está prevista en el diseño, los registros obtenidos podrían estar contaminados de señales producidas entre la interacción de la base de la losa de piso de la caseta o en general con la estructura de la misma. El objetivo principal es que la base en donde se colocará el instrumento de registro siga lo más fielmente posible los movimientos del suelo o roca durante la ocurrencia de un sismo.

La losa del techo del observatorio está constituida por un sistema de vigueta-bovedilla y una capa de 5 cm de concreto a compresión, con una pendiente del 2% hacia algunos de los lados, sobre la losa se coloca un pretil perimetral de 65 cm en el lado norte y de 30 cm en el lado sur; respecto a los lados este y oeste variará de 65 cm hasta 30 cm. La función del pretil es tapar la vista de las celdas solares y resguardar la antena satelital, además de evitar que el agua de lluvia salpique sobre los muros por medio de dos gárgolas para desagüe, *Figura 3.7*.



Figura 3.7 Pretil perimetral para el resguardo de las celdas solares y la antena

Como se puede observar, las dimensiones del observatorio no son muy grandes y los claros entre columnas son cortos, por tal motivo el diseño de un sistema de losa a base de vigueta y bovedilla es el más sencillo ya que las cargas que actúan sobre la losa es el mismo peso propio y las fuerzas del viento. Por tal motivo se toma en consideración las dimensiones estándar comerciales de una bovedilla que es la distancia de colocación de las viguetas, empotradas en el claro corto de las trabes. Sin embargo, ya en la construcción de este sistema, a pesar de ser muy práctico y ahorrador de tiempo, será muy difícil conseguir los insumos en ciertas zonas o regiones en donde se instalen estas estaciones. Con relación a la seguridad y resguardo, deberá colocarse una malla ciclónica en todo el perímetro del OSE.

El acceso principal al observatorio cuenta con dos puertas, una exterior metálica de 90 cm de ancho por 2.1 m de alto y una interior de madera de las mismas dimensiones. El cuarto de sensores también tiene una puerta de madera de 90 cm de ancho por 2.1 m de alto. La puerta metálica está fabricada a base de una placa de acero de $\frac{1}{4}$ " de espesor, va montada sobre un bastidor hecho con perfiles PTR de 3" x 1" y de 1" x 1", como se muestra en la *Figura 3.8*. Cuenta con dos chapas de seguridad, las cuales van protegidas con sus correspondientes cubrechapas.

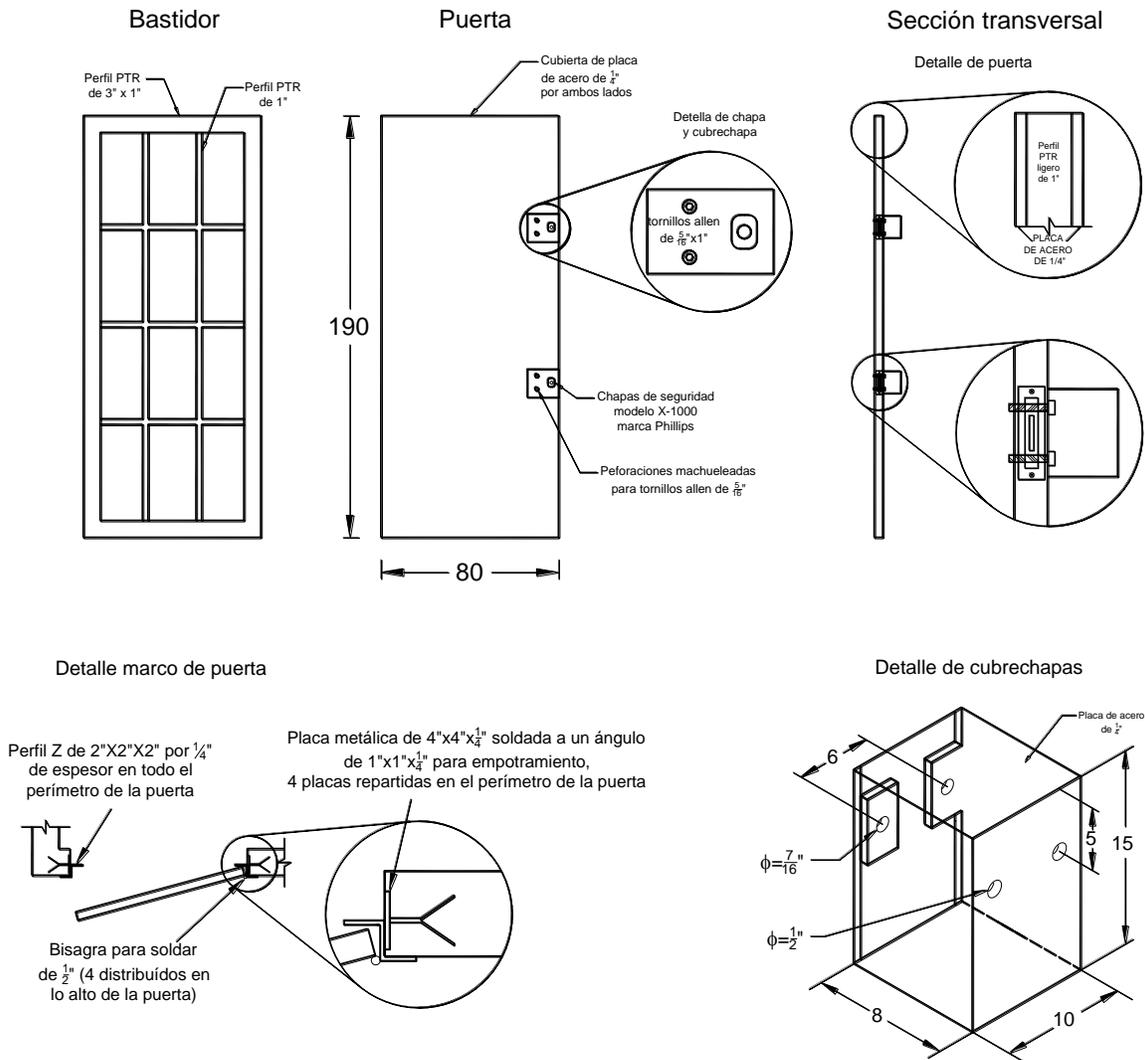


Figura 3.8 Detalle de puerta metálica

Como respaldo de energía la caseta está dotada de celdas solares conectadas a un banco de baterías, las cuales suministran energía a los instrumentos de registro. Las celdas solares van colocadas en la azotea de la caseta, para su sujeción se coloca un herraje o armadura metálica de perfil tipo ángulo de 2" x 2" x 1/4" de espesor; con dimensiones de 137.1x229 cm (ancho y largo) y con un ángulo de inclinación de 19 grados, (Figura 3.9).

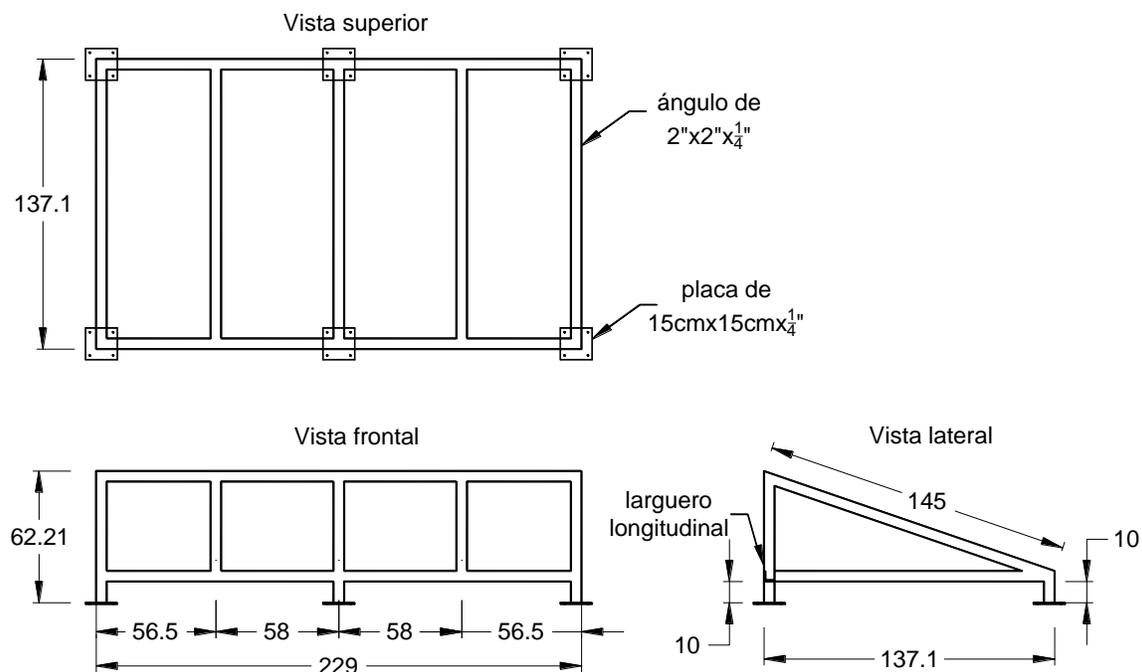


Figura 3.9 Detalle del herraje para la instalación de las celdas solares

Para la instalación de la antena parabólica satelital se coloca una base de 120 x 120 cm, la cual deberá ir anclada a la losa de la azotea por medio de taquetes expansivos y tornillos.

3.1.2. Selección de sitios

Dadas las zonas de peligro sísmico que existen en el país, se considera que la actual infraestructura para el monitoreo de los sismos es insuficiente, ya que existen núcleos urbanos con una población considerable, que aún no cuentan con sistemas de monitoreo sísmico.

Del diagnóstico realizado, sobre la instrumentación sísmica existente en el país se concluye que deberán existir un mínimo de 244 OSE. Dicho numero considera estaciones que tienen viabilidad técnica para integrarse a la RSM y además la construcción de 66 OSE nuevos, (Figura 3.10).



Figura 3.10 Estaciones con viabilidad técnica de integración a la red

El programa de expansión de la instrumentación sísmica de la RSM propone la construcción de OSE en:

- Poblaciones con más de 50,000 habitantes.
- Sitios que su ubicación geográfica aportan datos valiosos para la generación de los mapas de intensidad.
- Zonas cercanas a las capitales y las tres ciudades más pobladas (además de la capital) de cada estado.
- Ciudades, municipios o delegaciones del país, en donde la población sea mayor a un millón de habitantes.
- Las ciudades fronterizas más importantes del norte y sur de nuestro país.
- Las 5 islas y 5 volcanes más importantes del país.
- Sitios que estén a una distancia mayor a 65 km de las estaciones ya existentes como lo son las estaciones con viabilidad técnica de integración (ref. 27).

Los puntos anteriormente mencionados tienen como objetivo complementar la cobertura sísmica desde una perspectiva de población, infraestructura y puntos estratégicos expuestos en todas las regiones del país. Además permitirán mejorar las estaciones de la localización, magnitud y mapas de intensidad de los eventos sísmicos que se presenten.

De acuerdo al diagnóstico referido, se propuso la construcción de los 66 OSE, la *Figura 3.11* presenta la ubicación propuesta.

Para establecer el programa de construcción de los 66 OSE nuevos se pueden considerar dos criterios:

1. Ampliar la cobertura en todo el territorio nacional como prioridad, iniciando la construcción de estaciones en zonas donde no se tiene actualmente ningún instrumento sísmico.

ó

2. Mejorar la cobertura de la instrumentación existente tomando como prioridad, la construcción de estaciones en zonas de alto riesgo sísmico y en donde ya existen estaciones de registro, con el fin de mejorar y tener una mejor certidumbre de la información.



Figura 3.11 localización de los 66 OSE nuevos

Para realizar el programa de construcción, los 66 OSE se definieron 10 subregiones denotadas de la "A" a la "J". La integración de las regiones se hizo a través de la georeferencia de cada estación, se formaron grupos de acuerdo a la localización de cada una de ellas, facilitando así la programación para su posible orden de construcción, este ordenamiento dependerá del criterio seleccionado de acuerdo a su importancia *Figura 3.12*. La ejecución, construcción del criterio evaluado y seleccionado dependerá de factores externos como lo es el presupuesto del proyecto o la factible planeación del mismo.

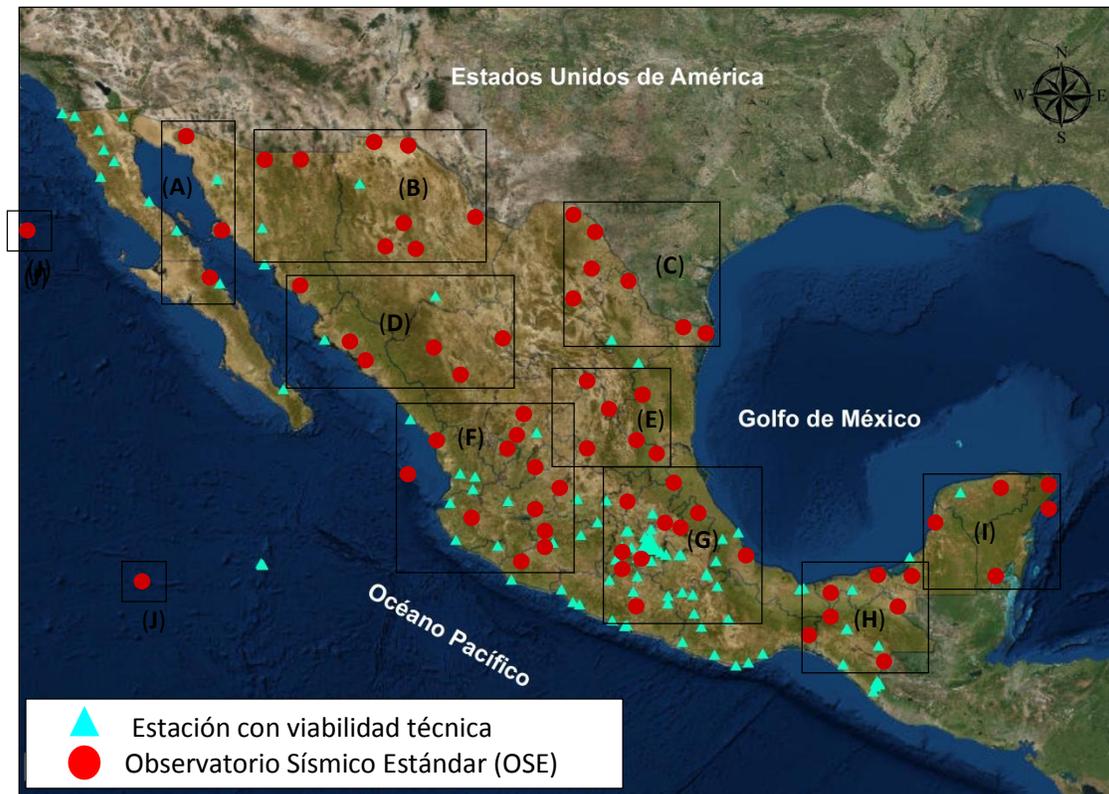


Figura 3.12 Localización de las regiones A a J

En la Tabla 3.1 se observa la distribución de las estaciones de acuerdo a la integración de las regiones seleccionadas para su construcción.

Tabla 3.1 Ubicación por región de los OSE a construir (ref. 27)

No.	Región	Nombre	Estado
1	A	VOLCÁN 3 VIRGENES	BAJA CALIFORNIA SUR
2	A	ISLA TIBURÓN	SONORA
3	A	SONORITA	SONORA
4	B	NOGALES	SONORA
5	B	AGUA PRIETA	SONORA
6	B	LAS PALOMAS	CHIHUAHUA
7	B	CIUDAD JUÁREZ	CHIHUAHUA
8	B	OJINAGA	CHIHUAHUA
9	B	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA
10	B	CUAUHTÉMOC	CHIHUAHUA
11	B	DELICIAS	CHIHUAHUA
12	C	CIUDAD ACUÑA	COAHUILA
13	C	PIEDRAS NEGRAS	COAHUILA
14	C	SABINAS	COAHUILA
15	C	NUEVO LAREDO	TAMAULIPAS
16	C	MONCLOVA	COAHUILA
17	C	REYNOSA	TAMAULIPAS
18	C	MATAMOROS	TAMAULIPAS

No.	Región	Nombre	Estado
19	D	CIUDAD OBREGÓN	SONORA
20	D	GUASAVE	SINALOA
21	D	NAVOLATO	SINALOA
22	D	SANTIAGO PAPASQUIARO	DURANGO
23	D	DURANGO	DURANGO
24	D	TORREÓN	COAHUILA
25	E	CONCEPCIÓN DEL ORO	ZACATECAS
26	E	CIUDAD VICTORIA	TAMAULIPAS
27	E	MATEHUALA	SAN LUIS POTOSÍ
28	E	SAN LUIS POTOSÍ	SAN LUIS POTOSÍ
29	E	CIUDAD DEL MAÍZ	SAN LUIS POTOSÍ
30	E	CIUDAD VALLES	SAN LUIS POTOSÍ
31	F	ISLA MARIA MADRE	NAYARIT
32	F	ACAPONETA	NAYARIT
33	F	FRESNILLO	ZACATECAS
34	F	JEREZ DE GARCÍA SALINAS	ZACATECAS
35	F	COLOTLÁN	JALISCO
36	F	ENCARNACION DE DÍAZ	JALISCO
37	F	GUANAJUATO	GUANAJUATO
38	F	ARANDAS	JALISCO
39	F	LA PIEDAD	MICHOACÁN
40	F	AYUTLA	JALISCO
41	F	ZONA PARICUTÍN	MICHOACÁN
42	F	TEPALCATEPEC	MICHOACÁN
43	G	TEQUISQUIAPAN	QUERÉTARO
44	G	HUEJUTLA DE REYES	HIDALGO
45	G	PACHUCA	HIDALGO
46	G	ZACATLÁN	PUEBLA
47	G	POZA RICA DE HIDALGO	VERACRUZ
48	G	VERACRUZ	VERACRUZ
49	G	TOLUCA	ESTADO DE MÉXICO
50	G	ZONA CHICHINAUTZIN, DF	DISTRITO FEDERAL
51	G	VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA	ESTADO DE MÉXICO
52	G	CHILPANCINGO	GUERRERO
53	H	SANTO DOMINGO ZANATEPEC	OAXACA
54	H	CÁRDENAS	TABASCO
55	H	VOLCÁN CHICHÓN	CHIAPAS
56	H	CD CUAUHTÉMOC	CHIAPAS
57	H	CIUDAD DEL CARMEN	CAMPECHE
58	H	TENISIQUE DE PINO SUÁREZ	TABASCO
59	H	ESCARCEGA	CAMPECHE
60	I	CAMPECHE	CAMPECHE
61	I	CHETUMAL	QUINTANA ROO
62	I	TIZIMÍN	YUCATÁN
63	I	CANCÚN	QUINTANA ROO
64	I	ISLA COZUMEL	QUINTANA ROO
65	J	ISLA CLARIÓN	COLIMA
66	J	ISLA GUADALUPE	BAJA CALIFORNIA

Construcción de OSE en zonas en donde no existen instrumentos sísmicos

El orden de construcción de los OSE se generó tomando en cuenta la región asignada a la que pertenecen y su localización en el país. La región D cuenta con 6 observatorios, 2 al norte de Sinaloa y Durango y 1 al sur de Sonora. La región A con 3 OSE, 2 en Sonora y 1 en B.C.S. La región B con 8 OSE, 2 al norte de Sonora y 6 en el estado de Chihuahua. La región C alberga 7 OSE, 2 al norte de Nuevo León y 5 en Tamaulipas. La región I con 5 OSE, localizados en Yucatán, Quintana Roo y Campeche. En la región H se encuentran 7 OSE, localizados en los estados de Tabasco y Chiapas. La región E localizada en San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo, cuenta con 6 OSE. La región F localizada en los estados de Nayarit, Zacatecas, Jalisco y parte norte de Michoacán, cuenta con 12 OSE. La región G entre los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla, D.F., Hidalgo y Veracruz, cuenta con 10 OSE. Por último la región J con 2 OSE, localizados en las islas Clarión y Guadalupe respectivamente.

En la Figura 3.13 a la Figura 3.22 se enlista el orden prioritario de construcción de los observatorios, la localización de cada uno de ellos, el estado de la república al que pertenecen y la cantidad de estaciones que tiene cada región. Este orden tiene como objetivo la construcción de OSE en zonas del país en donde no existe instrumentación sísmica.

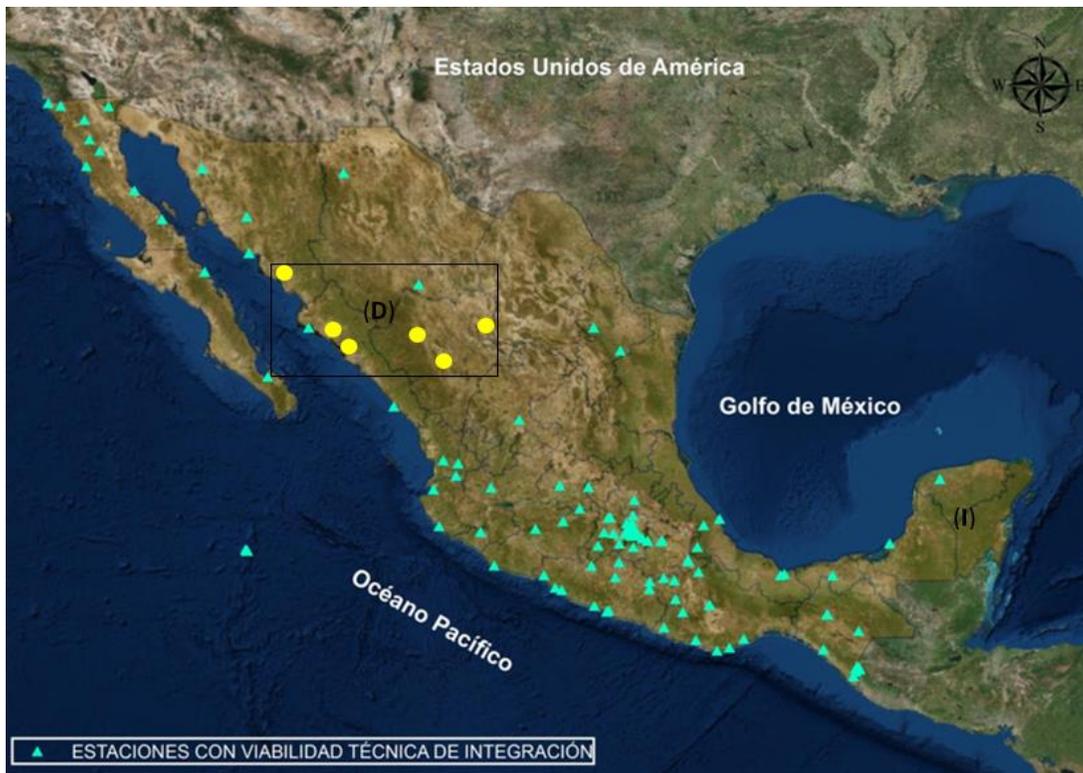


Figura 3.13 Construcción de la región D (#1)

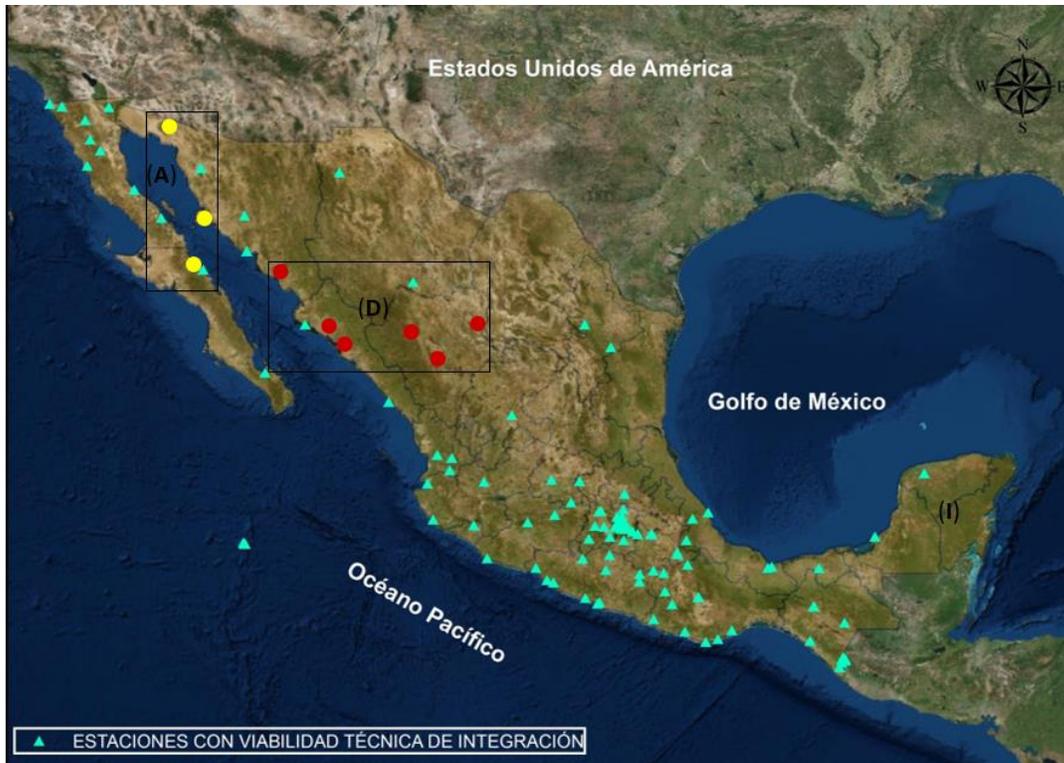


Figura 3.14 Construcción de la región A (#2)

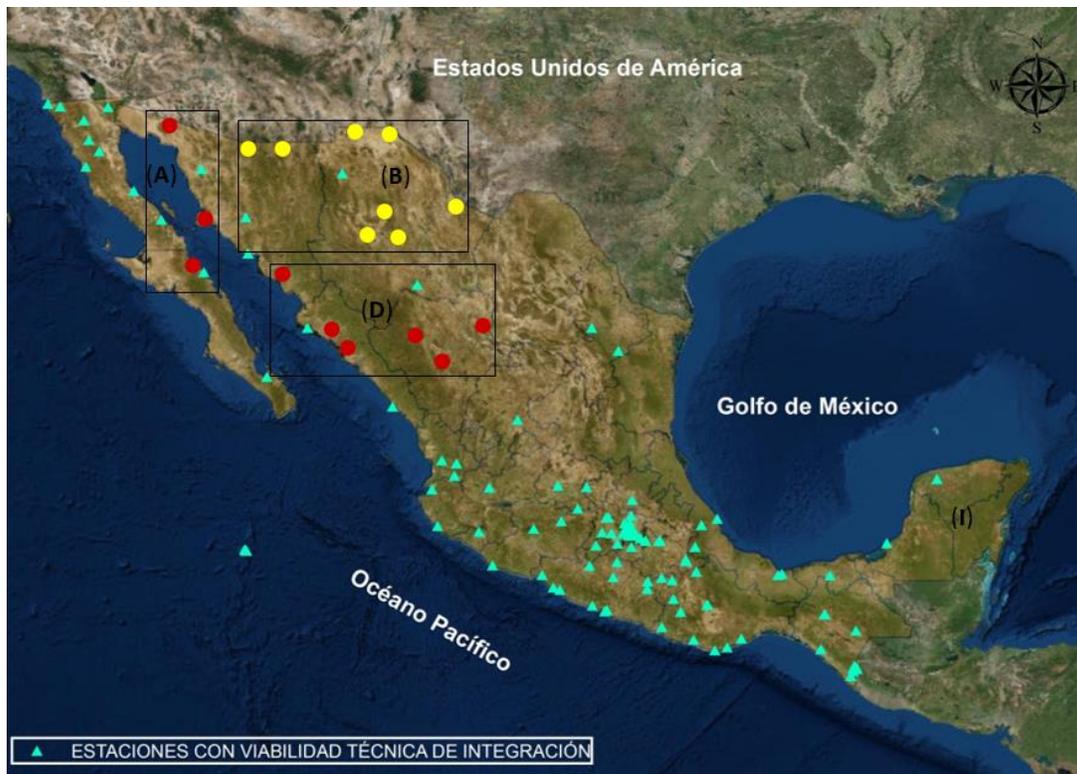


Figura 3.15 Construcción de la región B (#3)

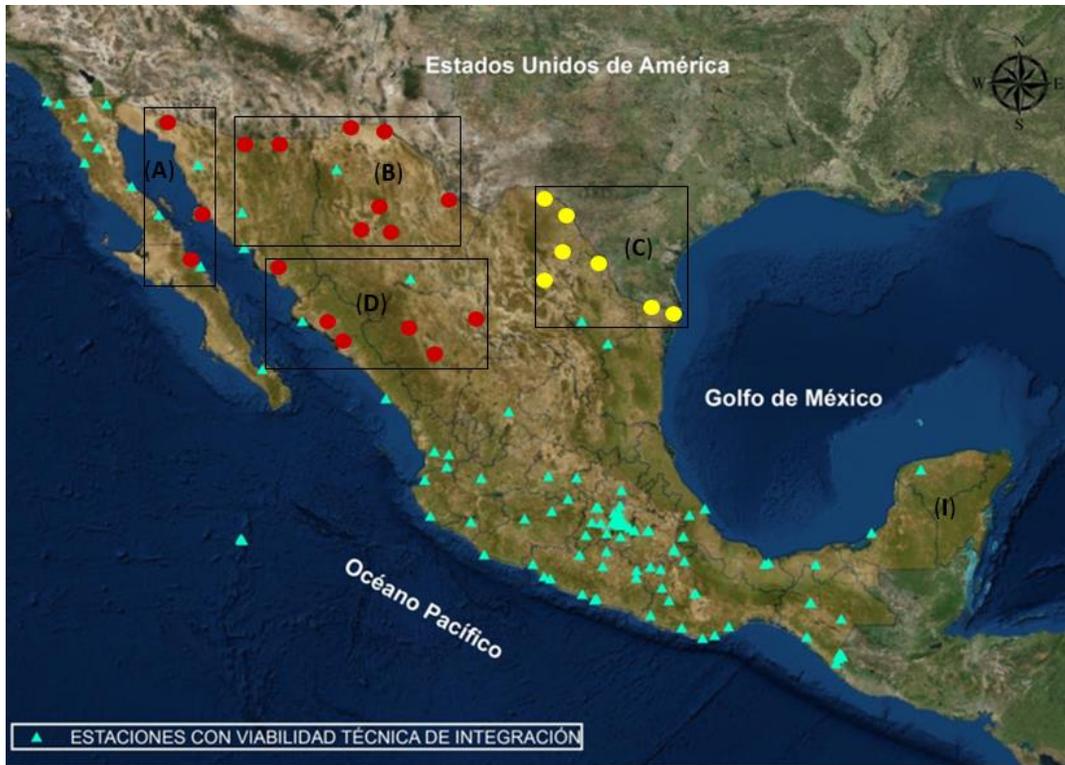


Figura 3.16 Construcción de la región C (#4)



Figura 3.17 Construcción de la región I (#5)

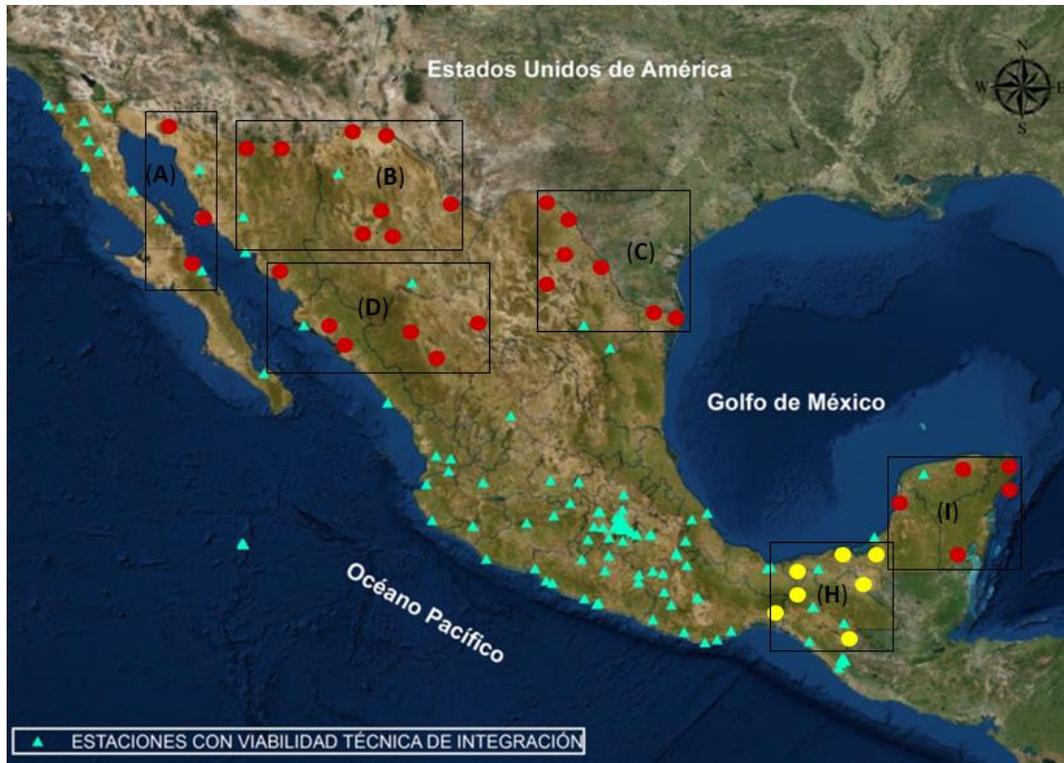


Figura 3.18 Construcción de la región H (#6)

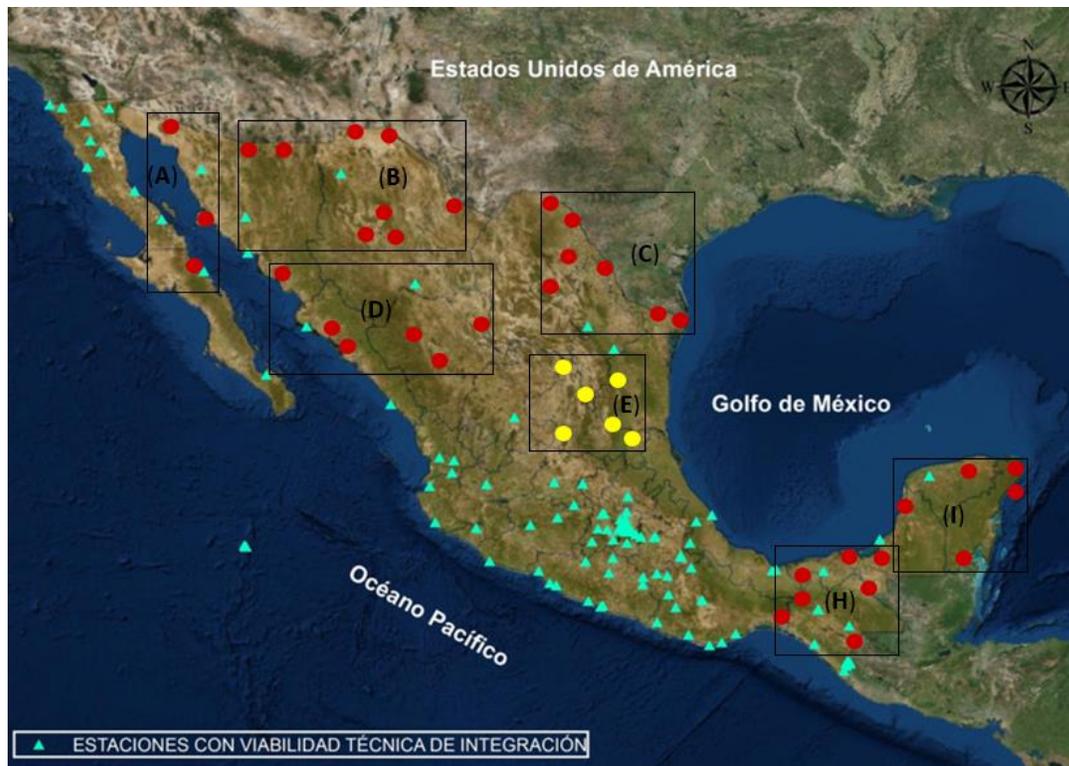


Figura 3.19 Construcción de la región E (#7)

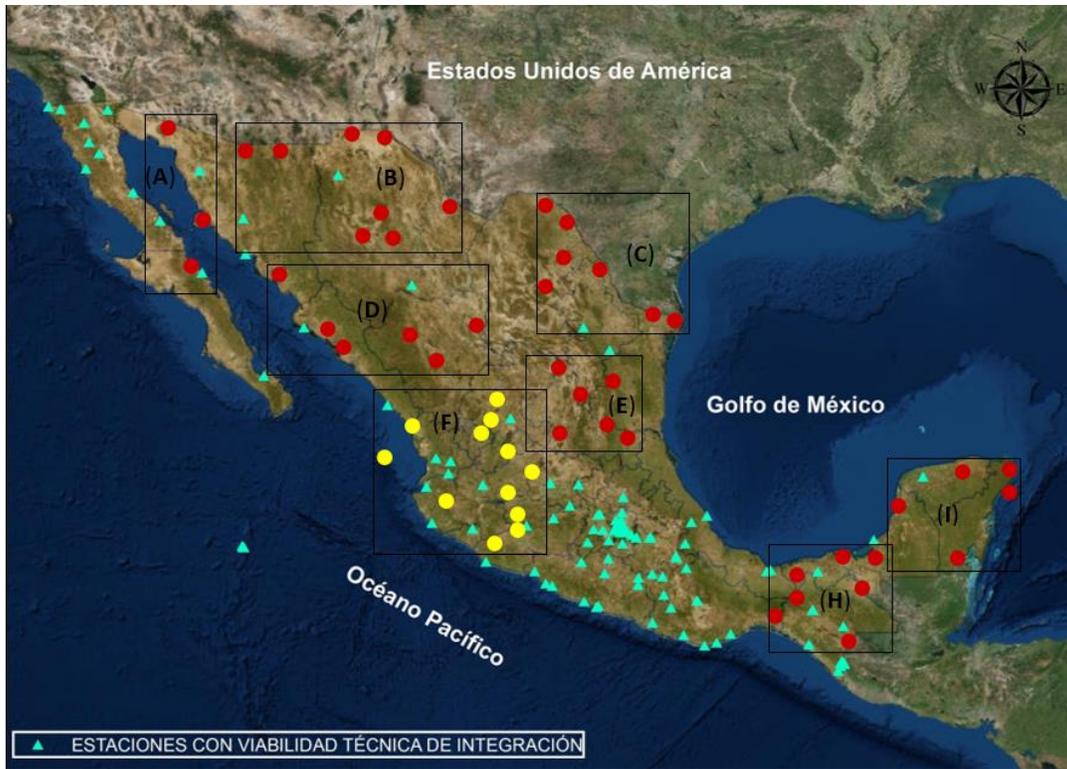


Figura 3.20 Construcción de la región F (#8)

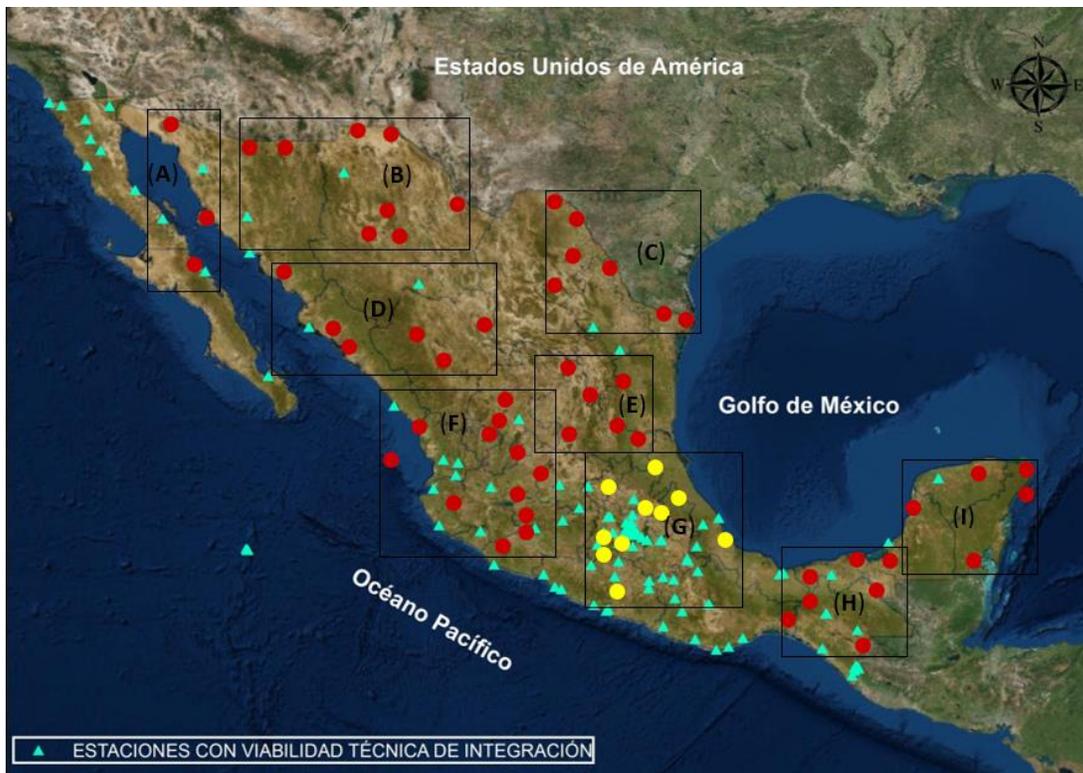


Figura 3.21 Construcción de la región G (#9)



Figura 3.22 Construcción de la región J (#10)

Construcción de OSE en zonas de mayor peligro y/o riesgo sísmico

El orden de construcción de las estaciones pertenecientes a dichas regiones se generó tomando en cuenta el criterio de construir primero las estaciones que mejoren la cobertura ya existente y que se localizan en su mayoría en zonas de mediano a alto peligro y/o riesgo sísmico.

La región G localizada en la parte central del país, donde el peligro sísmico es mayor debido a las características del suelo, en los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla, D.F., Hidalgo y Veracruz. La región F ubicada cerca de las costas del Pacífico, donde se generan la mayor cantidad de sismos debido a la interacción de las placas ahí presentes. La región H, en los estados de Tabasco, Chiapas y Quintana Roo. La región A al noreste del país, la región E localizada en San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo. La región D localizada en la zona del Bajío, cerca de las costas del Pacífico. La región B al norte de Sonora y Chihuahua y en la frontera con Estados Unidos de América. La región C al norte de Nuevo León y Tamaulipas, la región I en la península de Yucatán al sureste del territorio nacional. Por último la región J en las islas Clarión y Guadalupe respectivamente.

En las Figuras 3.23 a 3.32 se presenta el orden prioritario de construcción de los observatorios y la localización de cada uno de ellos, con el objetivo de mejorar la cobertura instrumental en zonas de mayor peligro sísmico del país.



Figura 3.23 Construcción de la región G (#1)

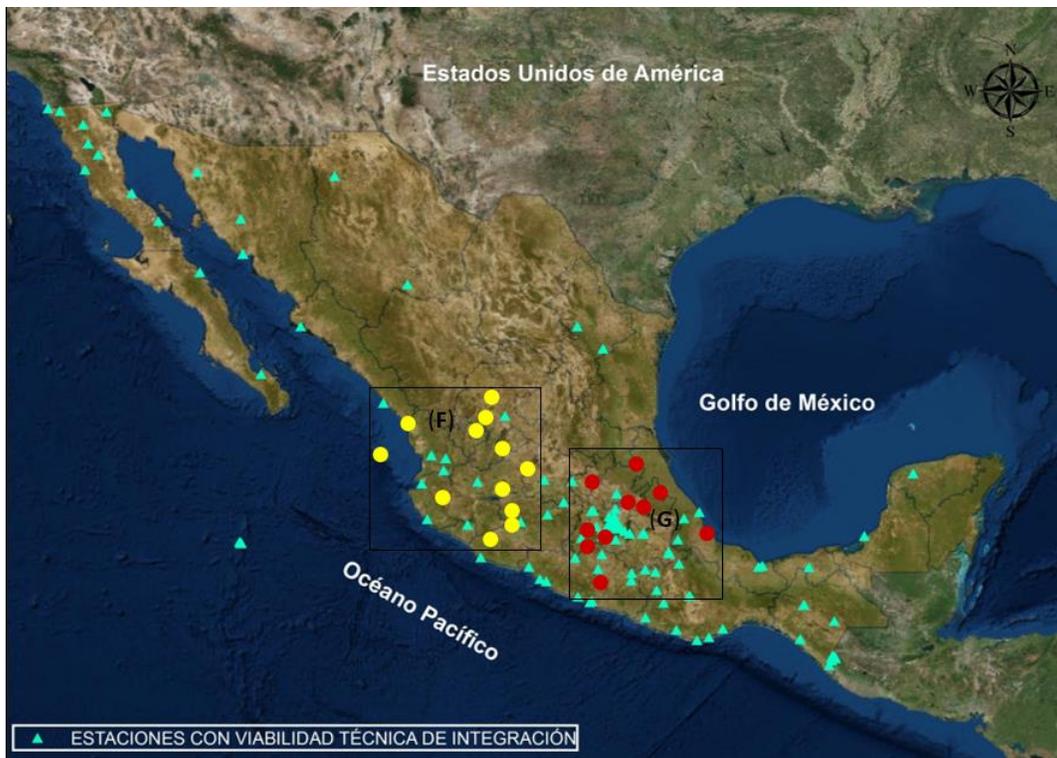


Figura 3.24 Construcción de la región F (#2)

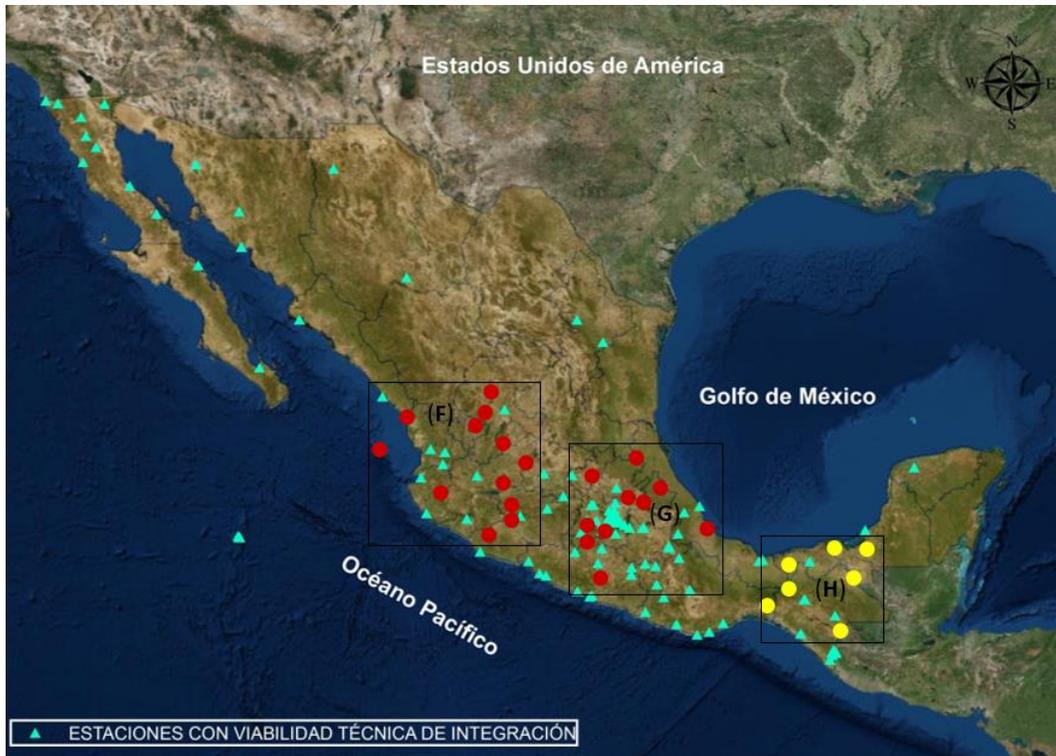


Figura 3.25 Construcción de la región H (#3)

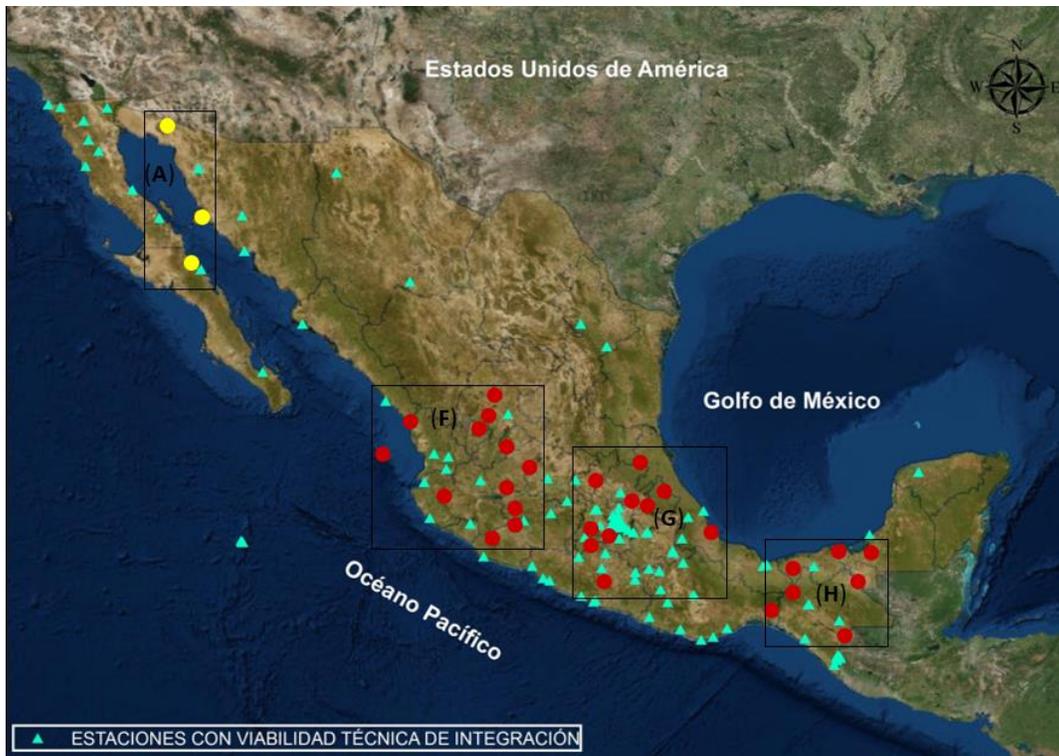


Figura 3.26 Construcción de la región A (#4)

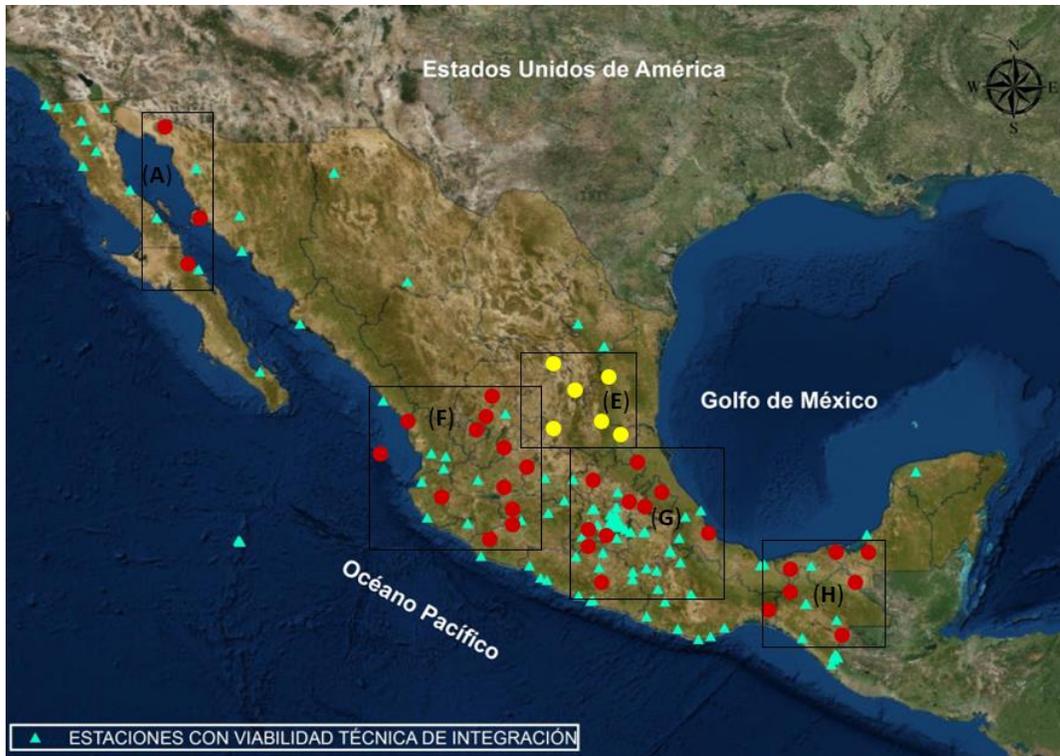


Figura 3.27 Construcción de la región E (#5)

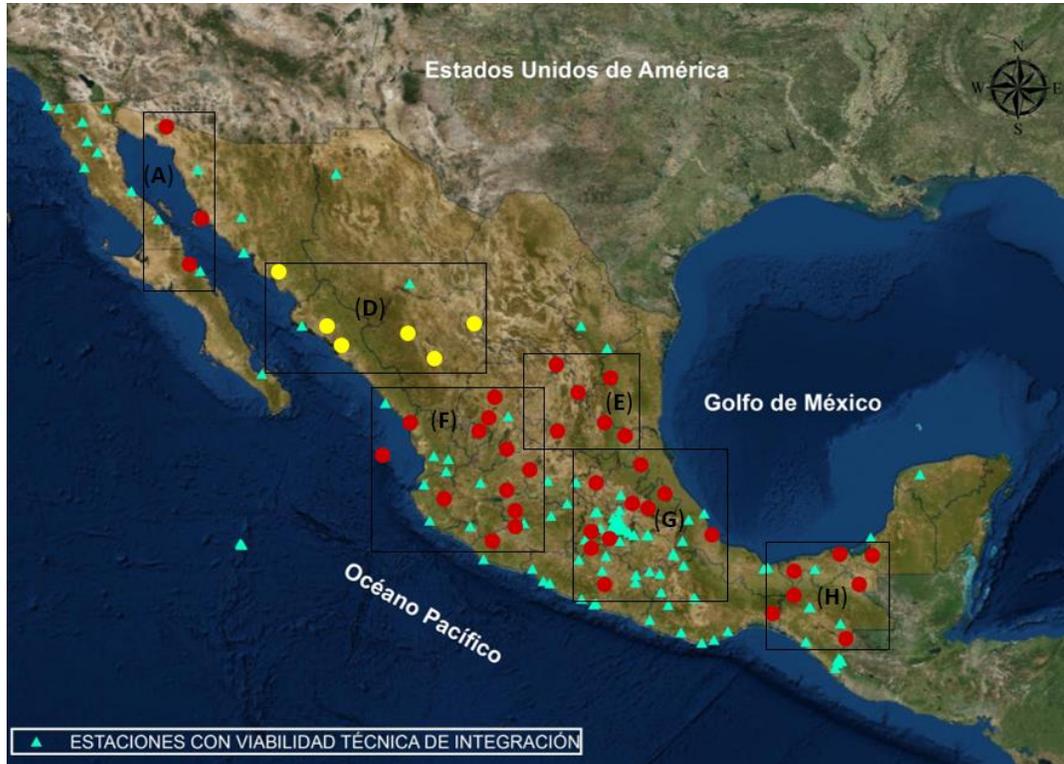


Figura 3.28 Construcción de la región D (#6)

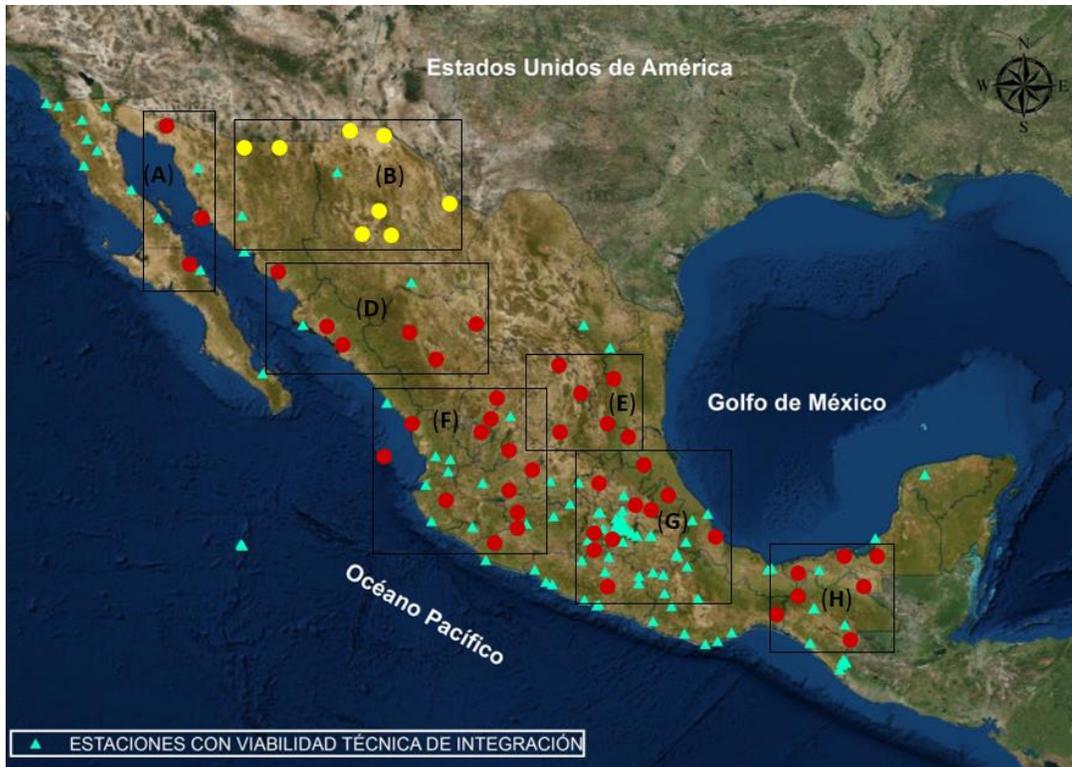


Figura 3.29 Construcción de la región B (#7)

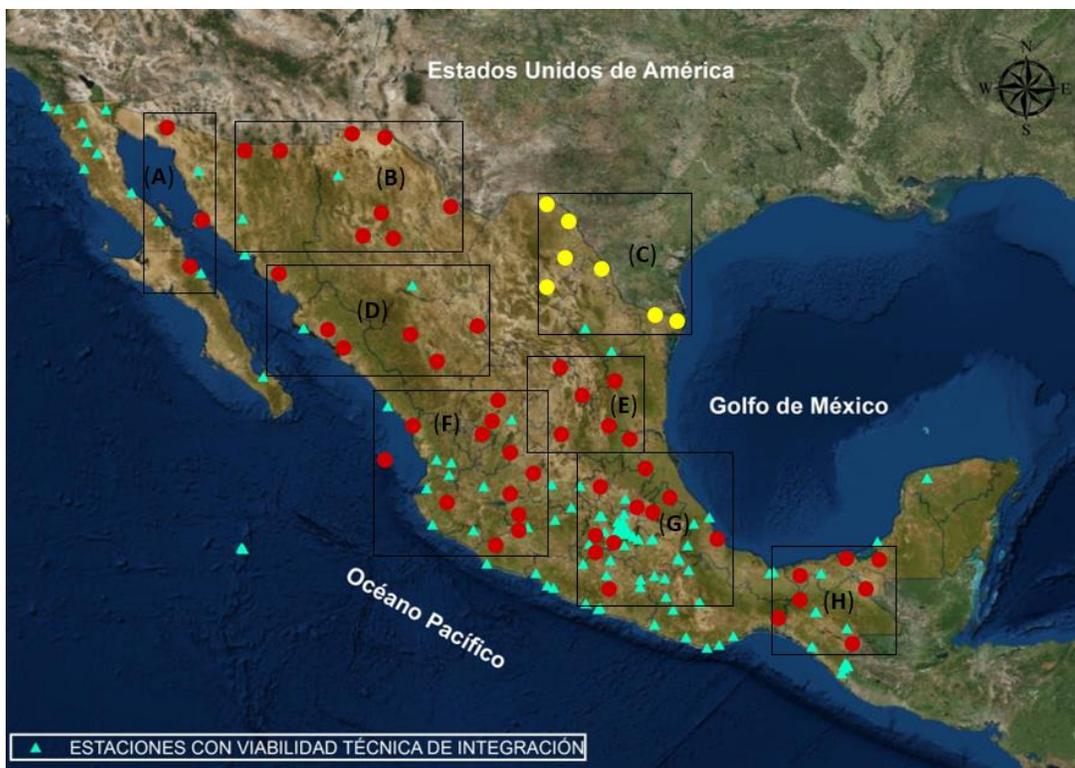


Figura 3.30 Construcción de la región C (#8)

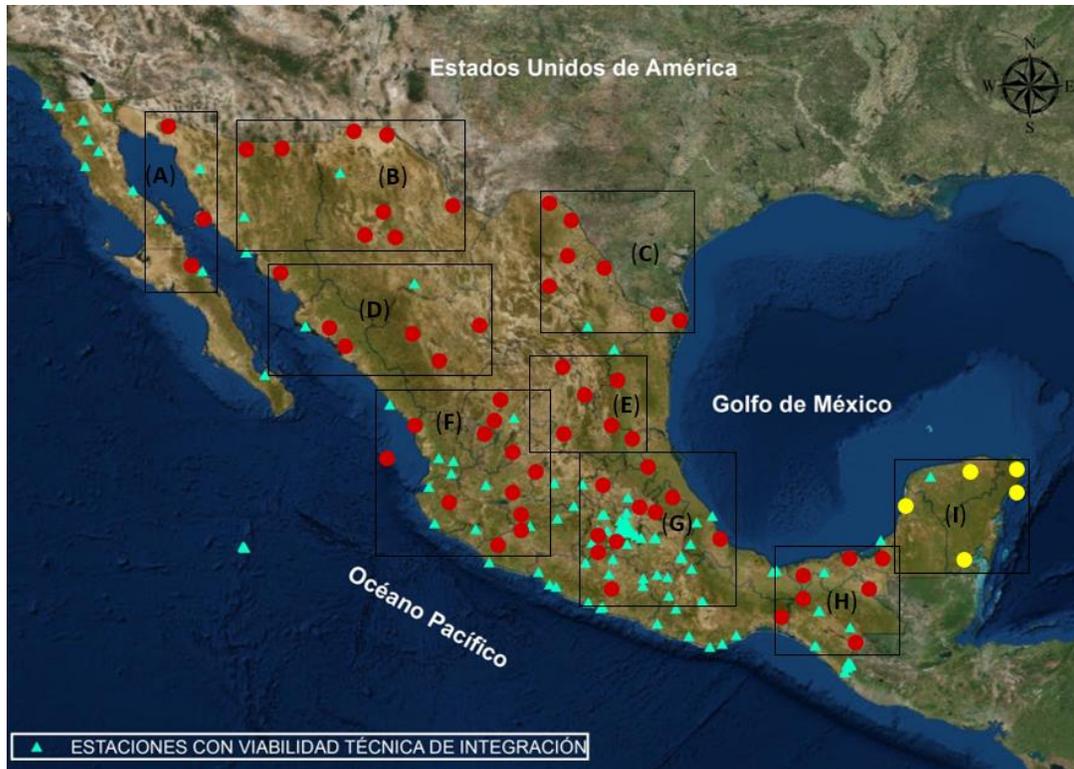


Figura 3.31 Construcción de la región I (#9)



Figura 3.32 Construcción de la región J (#10)

Los dos criterios mencionados son de gran importancia ya que todas las necesidades se deben considerar para tener una buena estructuración para el registro de los sismos; sin embargo, dada la extrema condición sísmica del país es más conveniente y de mayor importancia que se refuerce con la construcción de nuevas estaciones la infraestructura ya existente, por lo que es necesario comenzar la construcción de los observatorios en zonas de alto peligro y riesgo sísmico como lo establece el segundo criterio. En la *Figura 3.33* se muestra la configuración de los 66 OSE por construir, el orden de la programación de construcción del proyecto y la localización de cada región.

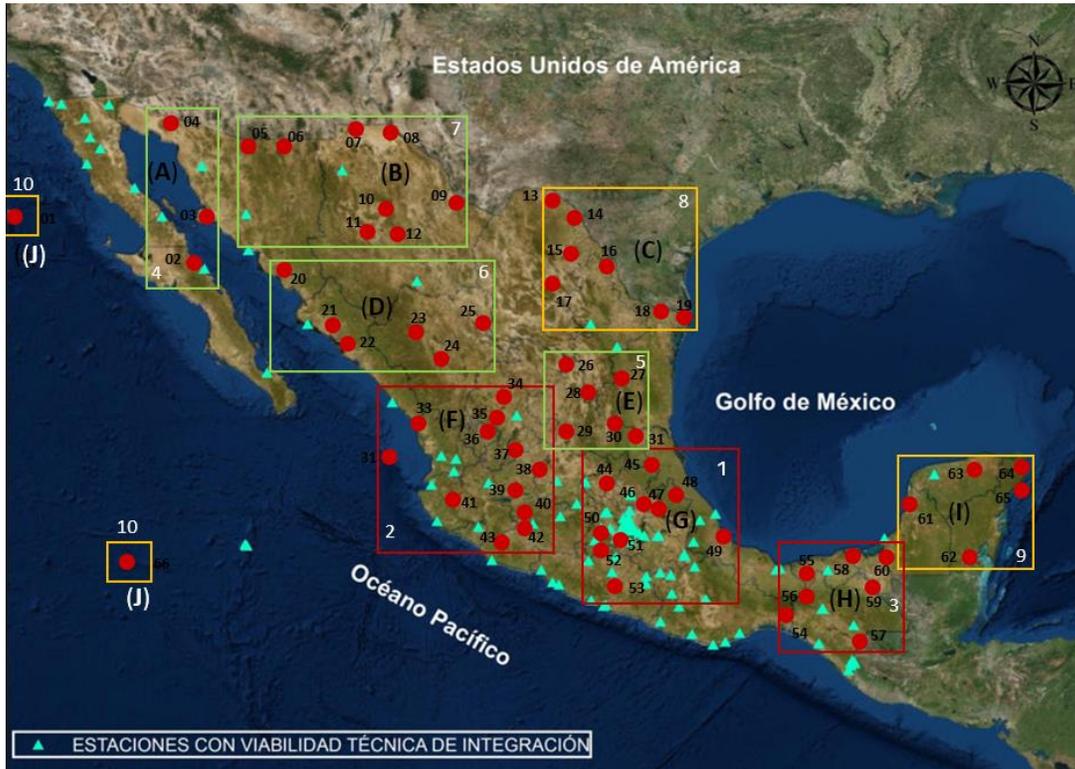


Figura 3.33 Observatorios Sísmicos Estándar

En la *Tabla 3.2* se enlistan los 66 observatorios sísmicos estándar, detallando su nombre de pila, la región a la que pertenece, sus coordenadas geográficas, el estado donde se encuentra localizada la estación y el orden de construcción a seguir.

Tabla 3.2 Características de los observatorios sísmicos estándar

Orden de construcción	#	OSE	Nombre	Coordenadas Geográficas		Estado
				Latitud N	Longitud W	
1	1	G-44	TEQUISQUIAPAN	20.51	-99.88	QUERÉTARO
	2	G-45	HUEJUTLA DE REYES	21.13	-98.41	HIDALGO
	3	G-46	PACHUCA	20.03	-98.35	HIDALGO
	4	G-47	ZACATLÁN	19.93	-97.96	PUEBLA
	5	G-48	POZA RICA DE HIDALGO	20.52	-97.44	VERACRUZ
	6	G-49	VERACRUZ	19.20	-96.13	VERACRUZ
	7	G-50	TOLUCA	19.29	-99.65	EDO. MEX.
	8	G-51	ZONA CHICHINAUTZIN DF	19.08	-99.13	DISTRITO FEDERAL
	9	G-52	VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA	19.10	-99.75	EDO. MEX.
	10	G-53	CHILPANCINGO	17.55	-99.50	GUERRERO

Tabla 3.2 (Continuación)

2	11	F-32	ISLA MARÍA MADRE	21.61	-106.57	NAYARIT
	12	F-33	ACAPONETA	22.49	-105.36	NAYARIT
	13	F-34	FRESNILLO	23.16	-102.86	ZACATECAS
	14	F-35	JEREZ DE GARCÍA SALINAS	22.65	-102.98	ZACATECAS
	15	F-36	COLOTLÁN	22.11	-103.26	JALISCO
	16	F-37	ENCARNACIÓN DE DÍAZ	21.52	-102.23	JALISCO
	17	F-38	GUANAJUATO	21.01	-101.25	GUANAJUATO
	18	F-39	ARANDAS	20.70	-102.34	JALISCO
	19	F-40	LA PIEDAD	20.34	-102.02	MICHOACÁN
	20	F-41	AYUTLA	20.13	-104.34	JALISCO
	21	F-42	ZONA PARICUTÍN	19.49	-102.25	MICHOACÁN
	22	F-43	TEPALCATEPEC	19.18	-102.84	MICHOACÁN
3	23	H-54	STO. DOMINGO ZANATEPEC	16.48	-94.35	OAXACA
	24	H-55	CÁRDENAS	18.01	-93.38	TABASCO
	25	H-56	VOLCÁN CHICHÓN	17.36	-93.22	CHIAPAS
	26	H-57	CD CUAUHTÉMOC	15.66	-92.01	CHIAPAS
	27	H-58	CIUDAD DEL CARMEN	18.63	-91.81	CAMPECHE
	28	H-59	TENISIQUE DE PINO SUAREZ	17.46	-91.43	TABASCO
	29	H-60	ESCARCEGA	18.60	-90.73	CAMPECHE
4	30	A-2	VOLCÁN 3 VÍRGENES	27.47	-112.59	BCS
	31	A-3	ISLA TIBURÓN	29.01	-112.41	SONORA
	32	A-4	SONORITA	31.85	-112.83	SONORA
5	33	E-26	CONCEPCIÓN DEL ORO	24.61	-101.41	ZACATECAS
	34	E-27	CIUDAD VICTORIA	23.71	-99.11	TAMAULIPAS
	35	E-28	MATEHUALA	23.65	-100.65	SAN LUIS POTOSÍ
	36	E-29	SAN LUIS POTOSÍ	22.15	-100.97	SAN LUIS POTOSÍ
	37	E-30	CIUDAD DEL MAÍZ	22.40	-99.60	SAN LUIS POTOSÍ
	38	E-31	CIUDAD VALLES	21.98	-99.01	SAN LUIS POTOSÍ
6	39	D-20	CIUDAD OBREGÓN	27.48	-109.93	SONORA
	40	D-21	GUASAVE	25.56	-108.46	SINALOA
	41	D-22	NAVOLATO	24.93	-107.82	SINALOA
	42	D-23	SANTIAGO PAPASQUIARO	25.05	-105.41	DURANGO
	43	D-24	DURANGO	24.02	-104.65	DURANGO
	44	D-25	TORREÓN	25.53	-103.45	COAHUILA
7	45	B-5	NOGALES	31.31	-110.93	SONORA
	46	B-6	AGUA PRIETA	31.31	-109.53	SONORA
	47	B-7	LAS PALOMAS	31.71	-107.61	CHIHUAHUA
	48	B-8	CIUDAD JUÁREZ	31.73	-106.46	CHIHUAHUA
	49	B-9	OJINAGA	29.55	-104.53	CHIHUAHUA
	50	B-10	CHIHUAHUA	28.63	-106.07	CHIHUAHUA
	51	B-11	CUAUHTÉMOC	28.40	-106.86	CHIHUAHUA
	52	B-12	DELICIAS	28.18	-105.46	CHIHUAHUA
8	53	C-13	CIUDAD ACUÑA	29.31	-100.91	COAHUILA
	54	C-14	PIEDRAS NEGRAS	28.68	-100.51	COAHUILA
	55	C-15	SABINAS	27.85	-101.12	COAHUILA
	56	C-16	NUEVO LAREDO	27.46	-99.50	TAMAULIPAS
	57	C-17	MONCLOVA	26.90	-101.41	COAHUILA
	58	C-18	REYNOSA	26.06	-98.28	TAMAULIPAS
	59	C-19	MATAMOROS	25.86	-97.50	TAMAULIPAS
9	60	I-61	CAMPECHE	19.84	-90.52	CAMPECHE
	61	I-62	CHETUMAL	18.50	-88.30	QUINTANA ROO
	62	I-63	TIZIMÍN	21.15	-88.15	YUCATÁN
	63	I-64	CANCÚN	21.15	-86.83	QUINTANA ROO
	64	I-65	ISLA COZUMEL	20.41	-86.91	QUINTANA ROO
10	65	J-66	ISLA CLARIÓN	18.35	-114.73	COLIMA
	66	J-1	ISLA GUADALUPE	29.11	-118.32	BAJA CALIFORNIA

3.2. Gerencia de proyectos en la construcción de OSE

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, su naturaleza temporal implica que tiene un principio y un final definidos, el final se alcanza cuando se logran los objetivos del mismo. También, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (patrocinador o líder) así lo desea. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto sea corta, se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto, debido a que la mayor parte estos se emprenden para crear un resultado duradero (ref. 29).

Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que estos. Su resultado puede ser tangible o intangible, sin embargo, cada proyecto de construcción es único, posee localización, diseño, circunstancias y situaciones diferentes. Un esfuerzo de trabajo permanente es por lo general un proceso repetitivo que sigue los procedimientos existentes de una organización, debido a la naturaleza única de los proyectos, pueden existir incertidumbres o diferencias en los productos, servicios o resultados que el proyecto genera, las actividades del proyecto pueden ser nuevas para los miembros del equipo del proyecto, lo cual puede requerir una planificación con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina. Además, los proyectos se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Un proyecto puede involucrar a una única persona o a varias, a una única unidad de la organización, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del mismo para cumplir con sus requisitos. Esto se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco grupos de procesos (inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre).

Fases del Proyecto

Un proyecto se puede dividir en varias fases, una de ellas puede ser un conjunto de actividades, relacionadas de manera lógica, que culmina con la finalización de uno o más entregables. Las fases del proyecto se utilizan cuando la naturaleza del trabajo a realizar en una parte del proyecto es única y suelen estar vinculadas al desarrollo de un plan específico importante, haciendo énfasis en los procesos de un determinado grupo en la dirección de proyectos, pero es probable que la mayor parte de ellos sean ejecutados de alguna manera en cada fase. Estas suelen completarse en forma secuencial, normalmente implican una duración o esfuerzo diferentes. Por su naturaleza de alto nivel, constituyen un elemento del ciclo de vida del proyecto.

La estructuración en fases permite la división del proyecto en subconjuntos lógicos para facilitar su dirección, planificación y control. El grado de control aplicado depende del tamaño, la complejidad y el impacto potencial del proyecto, independientemente de la cantidad de fases que lo compongan, todas ellas poseen características similares:

- El trabajo tiene un enfoque único que difiere del de cualquier otra fase. Esto a menudo involucra diferentes organizaciones, ubicaciones y conjuntos de habilidades.

- El logro del objetivo o entregable principal de la fase requiere controles o procesos que son exclusivos de esa fase o de sus actividades.
- El cierre de una fase termina con alguna forma de transferencia o entrega del trabajo producido como entregable, su terminación representa un punto natural para reevaluar las actividades en curso y, en caso de ser necesario, para cambiar o terminar el proyecto. Este punto puede denominarse revisión de etapa, hito, revisión de fase o punto de cancelación. En muchos casos, el cierre debe ser aprobado de alguna manera antes de que pueda ser efectuado (ref. 30). No existe una estructura ideal que se pueda aplicar a todos los proyectos, en el ámbito de la construcción, o incluso dentro de una organización, pueden presentar variaciones significativas. Como se muestra en la *Figura 3.34*, algunos proyectos tendrán una sola fase. Otros en cambio pueden constar de dos o más.

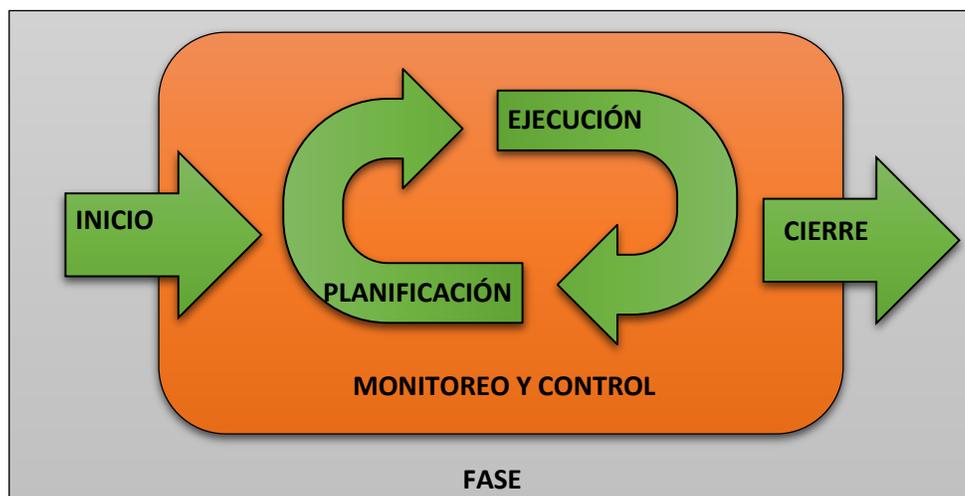


Figura 3.34 Procesos en la fase del proyecto

Ciclos de Vida del proyecto

Los ciclos de vida son aquellos en los cuales el alcance del proyecto, el tiempo y los costos requeridos se determinan antes y durante el proceso. Como se muestra la *Figura 3.35*, atraviesan una serie de fases secuenciales o superpuestas, donde cada una suele enfocarse en un subconjunto de actividades de la dirección del proyecto. El trabajo realizado normalmente es de naturaleza diferente a las anteriores y subsecuentes, y por lo tanto la composición y habilidades requeridas del equipo del proyecto puede variar de una fase a otra.

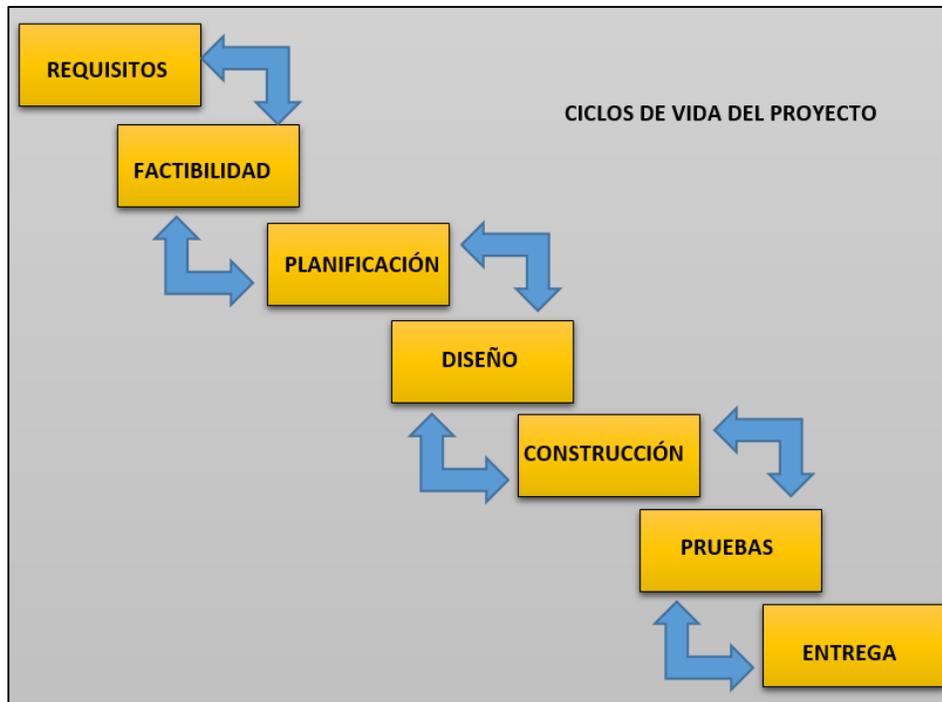


Figura 3.35 Ciclos de vida del proyecto

En un inicio, el equipo se enfocará en definir el alcance global del proyecto y producto, desarrollar un plan para la entrega de éste último, posteriormente procederá a través de las fases a ejecutar el plan. Los cambios se gestionan cuidadosamente y requieren la revisión de la planificación y la aceptación formal del nuevo alcance (ref. 31).

Dirigir un proyecto por lo general incluye, entre otros aspectos:

- Identificar requisitos.
- Abordar las diversas necesidades y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto.
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces entre los interesados.
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen (alcance, calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y el riesgo).

Las características específicas del proyecto y las circunstancias pueden influir sobre las restricciones en las que el equipo de dirección del proyecto necesita concentrarse, la relación entre estos factores es tal que si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro de ellos se vea afectado. Los interesados en el proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cuáles son los factores más importantes, la modificación de los requisitos o de los objetivos del proyecto también puede generar riesgos adicionales. El equipo del proyecto necesita ser capaz de evaluar la situación, equilibrar las demandas y mantener una comunicación proactiva con los interesados a fin de entregar un resultado exitoso.

Dado el potencial de cambios, el desarrollo del plan para la dirección del proyecto es una actividad iterativa y su elaboración es progresiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto, la elaboración progresiva implica mejorar y detallar el plan de manera continua, a medida que se cuenta con información más detallada, específica y con estimaciones más precisas.

Integración del proyecto

La Integración del proyecto define y coordina los procesos y actividades de dirección, dentro de la construcción del mismo, incluye características de unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se lleve a cabo de manera controlada, de modo que se complete, que se manejen con éxito las expectativas de los interesados y se cumpla con los requisitos, implica tomar decisiones en cuanto a la asignación de recursos y al equilibrio de objetivos. En la dirección de proyectos se presentan normalmente procesos diferenciados con interfaces definidas, aunque en la práctica se superponen e interactúan entre sí (ref. 32).

El planteamiento para la integración del proyecto de la construcción de OSE, define una propuesta de las necesidades del país para ampliar la infraestructura sísmica actual instalando estaciones nuevas para tener una mayor cobertura nacional y obtener mayor información del fenómeno sísmico en las zonas de alto riesgo. Este planteamiento, con base en los resultados del diagnóstico de las Redes Sísmicas y Acelerográficas del país, así como del estándar definido, integra:

- El número de estaciones requeridas, sus características y su distribución, para contar con una cobertura nacional.
- El esquema de comunicaciones para la transmisión y recepción de los datos de las estaciones, incluyendo la definición de los mecanismos para la integración de las distintas organizaciones al sistema y para el intercambio de datos entre las instituciones participantes.
- El planteamiento incluye un programa de trabajo general y una estimación del tiempo requerido para su implementación.
- Los criterios utilizados para su definición, así como la magnitud a partir de la cual se detectarán temblores dependiendo de la zona sísmica y de la densidad de estaciones propuestas.
- El proceso constructivo de las estaciones por el tipo de región seleccionada.
- El monto de la inversión requerida para la construcción y una estimación del costo de operación y mantenimiento.

Como parte del proceso se desarrolla un acta de Constitución del Proyecto, documento que autoriza formalmente la existencia del mismo, y a un director, la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades para llevarlo a cabo. El plan para la Dirección del Proyecto, es el proceso para definir, preparar y coordinar todos los planes secundarios e incorporarlos en uno integral para su dirección. Se gestiona llevando a cabo el trabajo definido en el plan, así como de implementar los cambios aprobados, con el fin de alcanzar los objetivos. Se monitorea y controla el trabajo, este proceso da seguimiento a revisar e informar del avance con respecto a los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección. Por último, cerrar el proceso constructivo, finalizando todas las actividades para completar formalmente la construcción del proyecto o una fase del mismo.

Alcance del proyecto

El alcance define y controla qué se incluye en el proyecto, proporciona una descripción general de los procesos, un plan que documente cómo se va a definir el alcance, la documentación de las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos. Una validación formalizando la aceptación de los entregables que se hayan completado, así como monitorear el estado del proyecto y de la línea base del alcance del producto. Estos procesos interactúan entre sí y con procesos de otras áreas de conocimiento.

La instrumentación en México se investiga desde los años sesenta, desde entonces se ha registrado un importante número de registros de sismos históricos, esta información es básica para la investigación en Ingeniería Sísmica y Sismológica, incidiendo en la normatividad para la construcción y uso del suelo en el país. Es por esto que dadas las zonas de alto peligro sísmico, se considera que la actual infraestructura es aún insuficiente. A pesar de los avances alcanzados por la Red Sísmica Mexicana, se identifica la necesidad de ampliar la infraestructura para el registro e intercambio de información en tiempo real, así como integrar en una sola red nacional a las diversas instancias involucradas en el registro y monitoreo sísmico. Generando un documento que plasma el inventario de estaciones sísmicas, se incluye en el, información relevante para caracterizar los sitio de localización, la evaluación del desempeño de las estaciones en operación y el establecimiento de la necesidad de construcción de estaciones nuevas.

En el plan de trabajo se definen las características que debe cumplir un OSE, los atributos que debe cumplir el sitio seleccionado para la construcción e instalación del observatorio, se describe la infraestructura e instalaciones necesarias para conformarlo, controlando las especificaciones y requisitos mínimos que debe cumplir el equipo de registro, así como el método y los procesos para la construcción del mismo.

Tiempo del proyecto

Los procesos requeridos para la terminación en plazo del proyecto para ello es necesario:

- Planificar la Gestión del Cronograma: Proceso por medio del cual se establecen los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades: Proceso para identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto.
- Secuenciar las Actividades: Proceso para identificar y documentar las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades: Proceso para definir los materiales y su cantidad, recursos humanos, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada una de las actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades: Proceso para considerar el número de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- Desarrollar el Cronograma: Proceso para analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto.

- Controlar el Cronograma: Proceso para monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo (ref. 33).

La construcción de los 66 observatorios propuestos para lograr una mayor cobertura a nivel nacional, además de su integración a la RSM habrá que considerar las siguientes actividades:

- Selección del sitio
- Tramitación de permisos
- Obtención del documento que ampare el préstamo, compra o donación del sitio seleccionado
- Construcción del OSE
- Instalación del sistema de alimentación
- Instalación del equipamiento y periféricos
- Instalación del GPS para medición estática
- Instalación del sistema de transmisión y recepción de datos en forma satelital desde el OSE a los PCRs

Una vez que los observatorios queden funcionando, se deberán realizar actividades de operación y mantenimiento a cada uno de ellos con el objeto de que se encuentren en óptimas condiciones de operación en todo momento. Para ello se tiene considerado que por lo menos se realicen tres visitas de mantenimiento por año a cada uno de los OSE. La *Tabla 3.3* muestra los tiempos promedio estimados para la implementación de un observatorio, dependiendo de la región donde se localice.

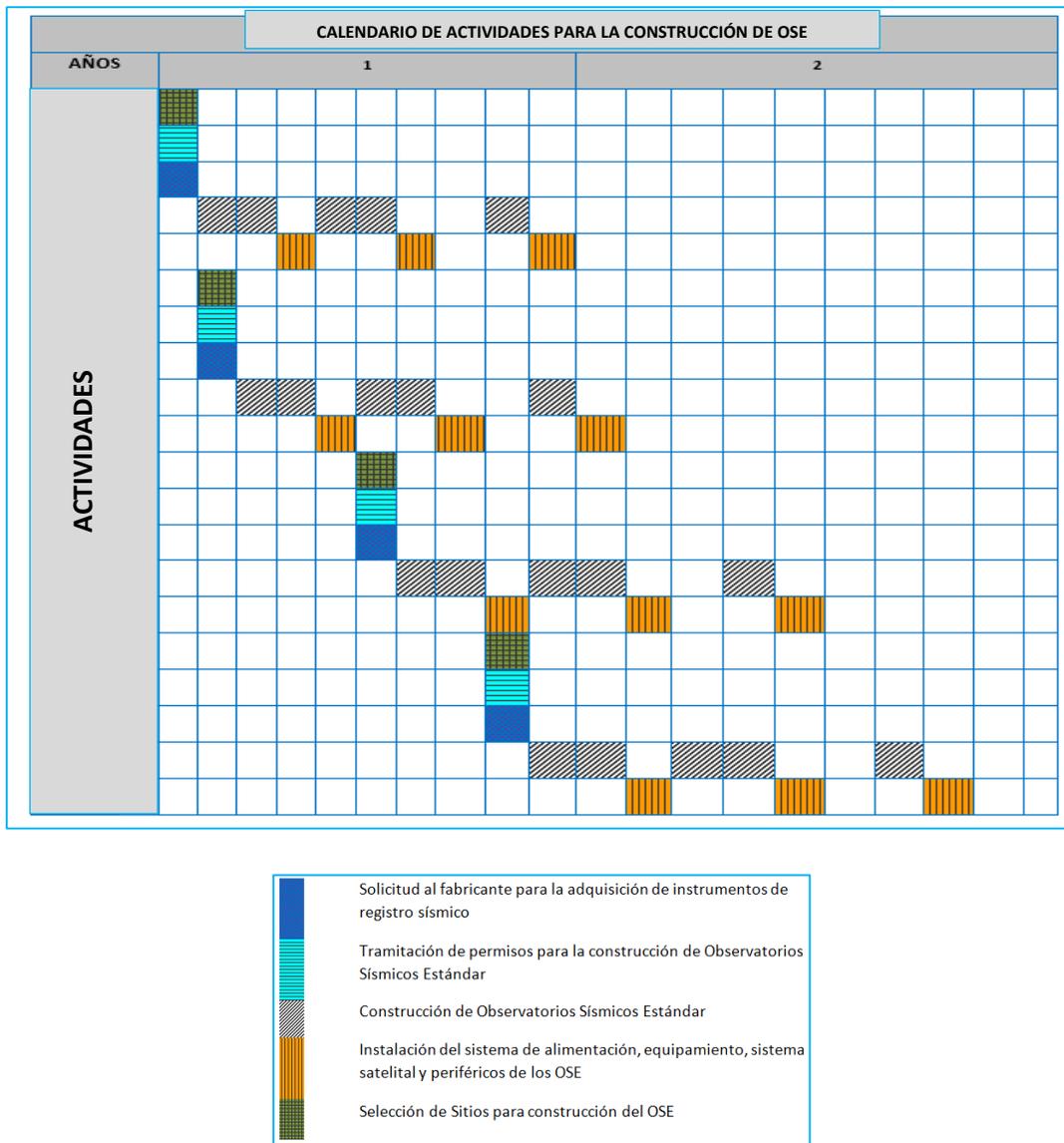
Tabla 3.3 *Tiempos de ejecución para llevar a cabo la construcción de un OSE (ref. 34)*

ACTIVIDADES		MES					
		1	2	3	4	5	6
A	Selección de sitios nuevos						
B	Solicitud al fabricante para la adquisición de instrumentos de registro sísmico (registrador y sensores)						
C	Tramitación de permisos, compra o donación, para construcción del Observatorio Sísmico Estándar.						
D	Construcción de Observatorio Sísmico Estándar						
E	Solicitud e instalación del sistema de alimentación Eléctrica						
F	Instalación del equipamiento y periféricos (sensores, registrador, antena GPS del registrador, baterías, UPS, detector de tormentas)						
G	Instalación del sistema GPS estático diferencial						
H	Instalación del sistema de comunicación satelital						
I	Puesta en marcha para la transmisión y recepción de señales sísmicas hacia los Puestos Centrales de Registro						

La construcción de la estación tomará un tiempo promedio de dos meses y una semana, debido al tiempo que tarden en llegar los materiales al sitio, la mano de obra y el personal técnico. Se considera que el tiempo promedio para implementar un OSE llevará seis meses para cumplir con los demás requerimientos. Es factible el desarrollo de los trabajos necesarios para implementar los 66 OSE en un tiempo aproximado de 2 años. Esta estimación se desprende del análisis de los tiempos de ejecución de las actividades de cada una de las regiones clasificadas.

En la *Tabla 3.4* se observa que las actividades pueden iniciar en tiempos diferentes, dependiendo del número de observatorios asignados para cada región, se podrán definir los tiempos de inicio y término con el único compromiso de finalizar las obras y puesta en operación en un lapso no mayor a dos años, por lo cual se pueden programar varios frentes de trabajo simultáneamente.

Tabla 3.4 Programa general de implementación de OSE (ref. 35)



Recursos humanos en el proyecto

Está integrado por todos los individuos requeridos en el proyecto para su organización, gestión y conducción; a los cuales se les han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto. Estos pueden tener diferentes habilidades, estar asignados a tiempo completo o parcial y se pueden incorporar o retirar del equipo conforme avanza el proyecto, la participación de todos los miembros en la toma de decisiones y en la planificación del proyecto es benéfica, ya que además de aportar su experiencia fortalecen su compromiso con el proyecto.

Se identifica y se documentan los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de creación de un plan para la gestión de personal, la disponibilidad de los recursos humanos y consecución del equipo necesario para completar las actividades del proyecto. Lo que permitirá mejorar las competencias, la interacción entre los miembros del equipo y la generación de un ambiente adecuado que incida en un mejor desempeño del proyecto (ref. 36).

Procesos de Comunicación durante el Proyecto

La dirección depende en gran medida de un estilo de comunicación dentro de la organización, en consecuencia, los responsables del proyecto en ubicaciones distantes pueden notificarse de manera más efectiva con todos los interesados relevantes dentro de la estructura de la organización para facilitar la toma de decisiones. Los interesados y miembros del equipo del proyecto también pueden utilizar medios electrónicos (incluidos el correo electrónico, mensajería de texto, mensajería instantánea, redes sociales, videoconferencia y conferencia por *Internet*).

No es suficiente la comunicación verbal y escrita entre los interesados del proyecto, ya que la información que se genere del desarrollo del proyecto también es del interés de todos los participantes y para poder tener acceso a ella en un momento y lugar determinado tales como: reportes de avances físicos, reportes financieros, evidencias fotográficas, fichas técnicas, sociales y ambientales.

La implementación de estas nuevas propuestas de comunicación permitirá mejorar el comportamiento que va teniendo el proyecto y mediante el flujo de información actualizada permitirá hacer un pronóstico y evaluar las condiciones que se pueden llegar a presentar en la construcción de las estaciones, dependiendo de las regiones seleccionadas en el proyecto.

Administración de los riesgos del proyecto

Los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos en el proyecto de construcción de estaciones, tiene por objetivo aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, así como disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto por medio de (ref. 37):

- Planificar el proceso de las actividades del proyecto constructivo.
- Identificar los riesgos que puedan afectar al proyecto y documentar sus características.
- Hacer un análisis tanto cualitativo como cuantitativo del riesgo con el fin de evitar su ocurrencia y ante su presencia reducir su impacto.
- Planificar la respuesta a los riesgos para desarrollar opciones y acciones que mejoren las oportunidades y reduzcan las amenazas a los objetivos del trabajo.
- Implementar planes de respuesta con seguimiento, identificado y monitoreando los riesgos residuales, identificando los nuevos y evaluando la efectividad del proceso de gestión de los mismos a través del proyecto.

Una vez identificados los riesgos es necesaria su documentación y proceda a:

- Revisión de la Documentación del proyecto
- Recopilación de toda la información existente
- Reuniones de “Tormenta de Ideas”
- Entrevistas
- Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)
- Listas de Verificación de Actividades

Se implementan los planes de respuesta, dando seguimiento a los riesgos identificados, monitoreandolos y evaluando la efectividad del proceso de gestión a través de la información del proyecto. El beneficio clave es la mejora de la eficiencia del enfoque para prevenir el riesgo a lo largo del ciclo de vida en la construcción de los OSE, para optimizar de manera continua las respuestas a los mismos.

En la *Tabla 3.5* se describen los riesgos que pueden generarse en el proyecto, tomando en cuenta en que parte del proceso se presentarán, las causas que lo originarían, la probabilidad de ocurrencia, así como el impacto que puedan tener en los diferentes ámbitos del proyecto. También se mencionan algunas estrategias para mitigar o controlar el riesgo mencionado.

Tabla 3.5 Riesgos en el proceso de construcción de OSE

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBSERVATORIOS SÍSMICOS ESTÁNDAR								
CLAVE	ÁREA DE RIESGO	CATEGORÍA	ETAPA	CAUSAS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO	ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN	ASIGNACIÓN
A	Financieros	Ingresos y presupuesto	Inicio de los trabajos	Falta de presupuesto	Poco probable 30%	Alto	Contar con un plan de financiamiento	Público
B	Legales	Tramitación de permisos, compra o donación, para la construcción	Previo a la ejecución de los trabajos	No contar con los tramites y procesos de obtención del derecho de sitios	Poco probable 40%	Alto	Presentar con anticipación las solicitudes correspondientes	Privado
C	Técnicos	Solicitud al fabricante para la adquisición de instrumentos de registro sísmico	Previo a la ejecución de los trabajos	Que el equipamiento requerido esté agotado o no disponible	Improbable 10%	Bajo	Consultar otros proveedores	Privado
D	Técnicos	Plazo de ejecución	En el transcurso de la construcción	No cumplir con el programa del proyecto	Improbable 20%	Bajo	Cumplir con la fecha estimada del inicio de los trabajos, cumplir con el programa de obra	Privado
E	Técnicos	Construcción de Observatorios Sísmicos Estándar	Programa de obra	Falta de material para la construcción de estaciones debido a la localización del sitio	Poco probable 30%	Medio	Llevar con anticipación el material si es que en el sitio los lugares de compra del material se encuentran muy alejados	Privado
F	Técnicos	Instalación del sistema de alimentación, equipamiento, sistema satelital y periféricos	Equipamiento de la estación	El equipamiento solicitado no esté disponible, el personal técnico no esté capacitado, el sitio no cuente con los servicios necesarios para la instalación	Poco probable 30%	Bajo	El personal técnico deberá acudir al sitio antes de la terminación de la construcción para verificar que el equipamiento pueda contar con los servicios necesarios para su correcta colocación	Privado
G	Financieros	Pago de estimaciones	A la fecha acordada en el contrato, después del plazo de la presentación de las estimaciones	Las estimaciones no se presentaron a la fecha acordada en el contrato	Probable 50%	Alto	Entregar en tiempo y forma la presentación de estimaciones para que la dependencia pague los trabajos ejecutados dentro de los plazos establecidos	Público
H	Financieros	Ajuste de costos	Después de la entrega de estimaciones	Concepto no previsto en el catálogo del contrato	Probable 50%	Alto	El responsable de la obra efectuará la revisión y autorización de las estimaciones por trabajos ejecutados de las cantidades adicionales o conceptos no previstos	Público

En la *Tabla 3.6* se muestra el resumen de la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que se generaría en los procesos del proyecto en cuestión.

Tabla 3.6 Probabilidad e impacto en los procesos del proyecto

CLAVE	PROBABILIDAD	IMPACTO
A	Poco probable (PP)	Alto (IA)
B	Poco probable (PP)	Alto (IA)
C	Improbable (I)	Bajo (IB)
D	Improbable (I)	Bajo (IB)
E	Poco probable (PP)	Medio (IM)
F	Poco probable (PP)	Bajo (IB)
G	Probable (P)	Alto (IA)
H	Probable (P)	Alto (IA)

Con estos datos se genera una matriz de riesgo (*Figura 3.36*), se observan los procesos con mayor riesgo en el proyecto y así poder controlar cada uno de ellos tomando en cuenta el nivel de impacto y la probabilidad con la que puedan ocurrir. Los más perjudiciales son los procesos con alto impacto (IA) y los muy probables (MP), es evidente que son los primeros que se tienen que resolver o tratar, en el transcurso de la construcción del proyecto se tomaran en cuenta las combinaciones con menor probabilidad e impacto.

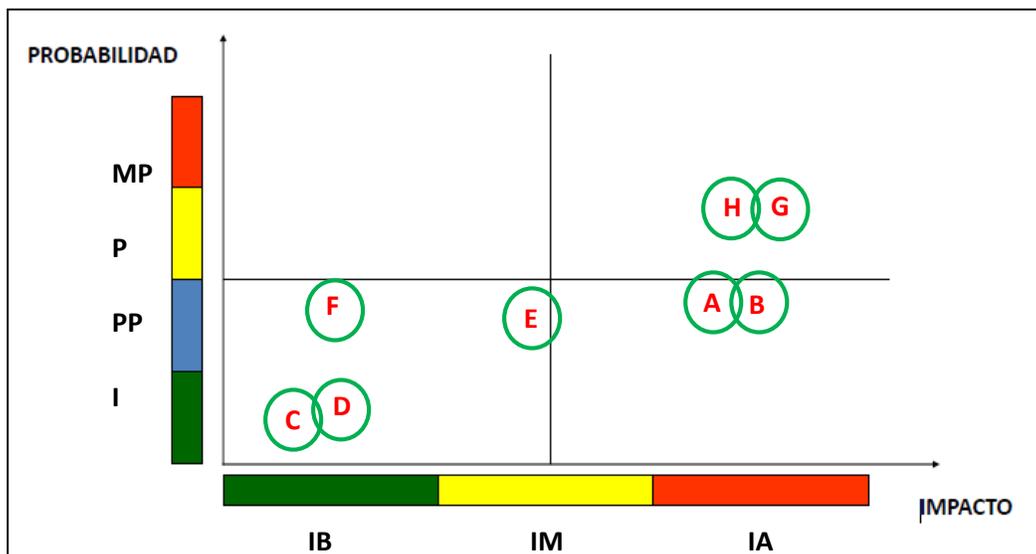


Figura 3.36 Matriz de riesgos en el proyecto

Administración de la Procura

Documentar todos los materiales y equipos que se van a utilizar para la ejecución de los trabajos en la Construcción de los OSE junto con todas sus especificaciones.

Análisis de Hacer o Comprar: Determinar si el trabajo en particular puede ser realizado de manera satisfactoria por el equipo del proyecto o debe ser adquirido de fuentes externas, para ello es necesario organizar (ref. 38):

- Los asuntos relacionados con la gestión de riesgos generados en cada proceso del proyecto
- Determinar si se utilizarán estimaciones independientes y si son necesarias como criterios de evaluación
- Si la empresa ejecutora dispone de un departamento de compras, contrataciones o adquisiciones
- El manejo de los extensos plazos para comprar el equipamiento de transición y determinados elementos a los vendedores
- Estimar los recursos de las actividades y desarrollar el cronograma.

Adicionalmente se requiere la gestión de múltiples proveedores del material para la construcción y la instrumentación sísmica necesaria

Procesos de Seguridad del Proyecto

Se plantea la matriz de riesgos, elaborando un plan de medidas para evitar cualquier tipo de accidente, concientizar a todo aquel personal involucrado directamente en los trabajos de construcción de las estaciones. La dirección y control lo lleva el responsable del proyecto, quien será el encargado de vigilar e inspeccionar la obra, contará con supervisores, los cuales deberán estar en campo verificando que todo el personal cumpla con los protocolos de seguridad e higiene establecidos. Periódicamente se reportará el avance de la obra en cuestión para detectar y corregir riesgos que vayan surgiendo con su avance.

3.3. Análisis económico

El monto de la inversión requerida, el costo de construcción y operación, así como el mantenimiento del proyecto para la construcción de los 66 Observatorios Sísmicos Estándar para la ampliación de la infraestructura sísmica del país, se calcula considerando la tramitación de permisos para adquisición y/o donación del predio, el material, mano de obra y herramienta utilizada en la ejecución de la obra, el equipamiento de la estación, la operación y mantenimiento del mismo, así como el personal técnico y administrativo que lleven a cabo todas las actividades necesarias para el buen funcionamiento de la estación.

3.3.1. Cuantificación de insumos del (OSE)

En la *Tabla 3.7* se muestra la cantidad de insumos que se requerirán en cada una de las actividades del proceso así como los elementos estructurales a construir de un OSE y en la *Tabla 3.8* se ejemplifican las cantidades totales de los insumos requeridos para la construcción de los mismos.

Tabla 3.7 Insumos utilizados en cada una de las actividades y elementos estructurales de una OSE

CLAVE	DESCRIPCIÓN	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD
PLA-05	PLANTILLA DE 5 CM DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 100 KG/CM2 PARA LA CIMENTACIÓN	CONCRETO F´C= 100 KG/CM2	1	M3
CIM-06	CIMIENTO DE PIEDRA BRAZA DE 0.9 M DE BASE POR 1.2 M DE ALTURA Y 0.3 M DE CORONA ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	PIEDRA BRAZA	24	M3
		MORTERO (MEZCLA)	7.23	M3
REL-07	RELLENO CON MATERIAL DE BANCO, EN CAPAS NO MAYORES DE 20 CM	MATERIAL DE RELLENO	4	M3
D-1	CADENAS (D-1) DE 30X30 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 200KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS DE ½" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 CADA 15 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	2.03	M3
		ACERO #4	0.09	TON
		ACERO #3	0.132	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	2	KG
D-2	CADENAS (D-2) DE 30X40 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	2.71	M3
		ACERO #4	0.9	TON
		ACERO #3	0.15	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	2	KG
D-3	CADENAS (D-3) DE 30X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	2.16	M3
		ACERO #4	0.142	TON
		ACERO #3	0.183	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	2	KG
D-4	CADENAS (D-4) DE 15X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	0.36	M3
		ACERO #4	0.0316	TON
		ACERO #3	0.036	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	1	KG
D-5	CADENAS (D-5) DE 25X15 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	0.75	M3
		ACERO #4	0.079	TON
		ACERO #3	0.086	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	1	KG
C-1	COLUMNA (C-1) DE 30X30 CM DE CONCRETO DE F´C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM AL CENTRO Y @ 10 CM EN LOS EXTREMOS	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	1.44	M3
		ACERO #4	0.072	TON
		ACERO #3	0.094	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	2	KG

Tabla 3.7 (Continuación)

CLAVE	DESCRIPCIÓN	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD
C-2	CASTILLO (C-2) DE 15X30 CM DE CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM AL CENTRO Y @ 10 CM EN LOS EXTREMOS	CONCRETO F'C=2000 KG/CM2	0.54	M3
		ACERO #4	0.0475	TON
		ACERO #3	0.0564	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	1	KG
C-3	CASTILLO DE 15X15 CM DE CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM AL CENTRO Y @ 10 CM EN LOS EXTREMOS	CONCRETO F'C=2000 KG/CM2	0.09	M3
		ACERO #4	0.0158	TON
		ACERO #3	0.0188	TON
		ALAMBRE RECOCIDO	0.5	KG
MUR-16	MURO DE TABIQUE ROJO 6X12X24 RECOCIDO, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO COMÚN	TABIQUE ROJO	6.678	MILLAR
		MORTERO (MEZCLA)	13.62	TON
LOS-17	LOSA DE 20 CM A BASE DE VIGUETA BOVEDILLA PARA UN CLARO MÁXIMO DE 4 M CON VIGUETAS COLOCADAS A CADA 75 CM, CON BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 15 CM, CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 5CM DE ESPESOR ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA DE 6X6-10/10, ACABADO PULIDO INTEGRAL.	CONCRETO F'C=2000 KG/CM2	1	M3
		MALLA ELECTROSOLDADA	20	M2
		VIGUETA-BOVEDILLA	20.2	M2
FIR-18	FIRME DE 10 CM ACABADO COMÚN, ARMADO CON MALLA 6X6/10-10, DE CONCRETO F'C= 200 KG/CM2	CONCRETO F'C=2000 KG/CM2	2	M3
		MALLA ELECTROSOLDADA	20	M2
REL-19	RELLENO DE TEZONTLE EN AZOTEA PARA DAR PENDIENTES	TEZONTLE	3.5	M3
ENT-20	ENTORTADO DE 4 CM DE ESPESOR A BASE DE MEZCLA CEMENTO-CAL-ARENA EN PROPORCIÓN 1:1:8	MORTERO (MEZCLA)	0.8	M3
ENL-21	ENLADRILLADO EN AZOTEA ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:5	TABIQUE ROJO	0.422	MILLAR
		MORTERO (MEZCLA)	0.4	M3
IMP-22	IMPERMEABILIZACIÓN A BASE DE UNA IMPREGNACIÓN DE MICROPRIMER Y TRES CAPAS DE MICROSEAL 2F ALTERNADAS CON 2 MALLAS DE FESTERFLEX, UNA CAPA DE ARENA CERNIDA Y COMO ACABADO FINAL UNA APLICACIÓN DE FESTERBLANC COLOR BLANCO	IMPERMEABILIZANTE	20	LT DE C/U
PV-1	PUERTAS Y VENTILAS: INTERIOR, EXTERIOR Y PUERTA DE SEGURIDAD, COLOCADO DE CHAPAS, CUBRE CHAPAS Y MARCO DE PUERTA METÁLICA	PUERTAS Y VENTILAS	5	PZA
MG-1	COLOCADO DE MUFAS Y GÁRGOLAS	MUFAS Y GÁRGOLAS	5	PZAS DE C/U
IE-PC	COLOCADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PREPARACIÓN PARA LA CONEXIÓN DE EQUIPOS	INSTALACIONES Y CONEXIONES	15	M
APL-23	APLANADO ACABADO REPELLADO SOBRE MUROS, CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5	MORTERO (MEZCLA)	4.8	M3
PIN-24	PINTURA DE ESMALTE 100 DE LA MARCA COMEX, SOBRE MUROS APLANADOS, A DOS MANOS	PINTURA	60	LT

Tabla 3.7 (Continuación)

CLAVE	DESCRIPCIÓN	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD
PIL-25	PILAR DE CEMENTO ARENA PROPORCIÓN 1:5, DIMENSIONES 1M DE LARGO 1 M DE ANCHO Y 0.25M DE ESPESOR	MORTERO (MEZCLA)	0.025	M3
CAD-PER	CADENA DE REMATE EN BASE PARA REJA DE 0.25 X 0.40 M DE CONCRETO F´C= 200 KG/CM2 T.M.A. 3/4" ARMADO CON CUATRO VARILLAS DEL NUMERO 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 (3/8") A CADA 20 CM	CONCRETO F´C= 2000 KG/CM2	4	M3
		ACERO #4	0.158	TON
		ACERO #3	0.168	TON
REJ-PER	REJA A BASE DE TUBO DE 3" CED 16 @ 0.12 M EMPOTRADO EN CADENA DE REMATE CON ANCLAS, REDONDO DE 3/4" X 3" REMATE CON LAMINA CAL. 16 A 45 °, BASE DE FONDO ANTICORROSIVO TERMINADO CON PINTURA ANTIGRAFITI COLOR GRIS	TUBOS 3"	334	PZAS
REJ-PER	ARMADO DE 5 TUBOS DE ACERO INDUSTRIAL NORMA SAE 1008 DE 4" DE DIÁMETRO CALIBRE 16 Y 2.85 M DE ALTURA SEPARADOS A 12 CM CADA UNO CON PUNTA SUPERIOR PLANA O CORTE A 45° Y TAPA DE PLÁSTICO COMPRIMIDO RÍGIDO, CON DOS BARRAS DE ALINEACIÓN (SUPERIOR E INFERIOR) DE LAMINA TROQUELADA Y FORMA EN FLECHA PARA EMPALMES. SOMETIDO A UNA CAPA DE PRIMARIO ESTRUCTURAL ROJO INTERNA Y EXTERNAMENTE POR EL MÉTODO DE INMERSIÓN	TUBOS 4"	5	PZAS

Tabla 3.8 Cantidades totales de los insumos requeridos para una observatorio

CANTIDADES TOTALES					
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD	INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD
CONCRETO F´C= 100 KG/CM2	1	M3	VIGUETA-BOVEDILLA	20.2	M2
PIEDRA BRAZA	24	M3	TEZONTLE	3.5	M3
MORTERO (MEZCLA)	26.875	M3	IMPERMEABILIZANTE	20	LT
MATERIAL DE RELLENO	4	M3	PUERTAS Y VENTILAS	5	PZA
CONCRETO F´C= 200 KG/CM2	17.08	M3	MUFAS Y GÁRGOLAS	5	PZAS DE C/U
ACERO #4	1.5359	TON	INSTALACIONES Y CONEXIONES	15	M
ACERO #3	0.9242	TON	PINTURA	60	LT
ALAMBRE RECOCIDO	11.5	KG	TUBOS 3"	334	PZAS
TABIQUE ROJO	7.1	MILLAR	TUBOS 4"	5	PZAS
MALLA ELECTROSOLDADA	40	M2			

En la Tabla 3.9 se detalla un resumen de las cantidades de insumos que se utilizarían en la construcción de todo el proyecto, tomando en cuenta la cantidad de estaciones que tiene cada región mencionada

Tabla 3.9 Cantidades totales de los insumos utilizados en la construcción de 66 OSE

CANTIDAD DE INSUMOS DE LOS 66 OSE												
INSUMOS	ESTACIONES POR REGIONES										CANTIDAD TOTAL DEL PROYECTO	UNIDAD
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
	3	8	7	6	6	12	10	7	5	2		
CONCRETO F' C= 100 KG/CM2	3	8	7	6	6	12	10	7	5	2	66	M3
PIEDRA BRAZA	72	192	168	144	144	288	240	168	120	48	1584	M3
MORTERO (MEZCLA)	80.625	215	188.125	161.25	161.25	322.5	268.75	188.125	134.375	53.75	1773.75	M3
MATERIAL DE RELLENO	12	32	28	24	24	48	40	28	20	8	264	M3
CONCRETO F' C= 2000 KG/CM2	51.24	136.64	119.56	102.48	102.48	204.96	170.8	119.56	85.4	34.16	1127.28	M3
ACERO #4	4.6077	12.2872	10.7513	9.2154	9.2154	18.4308	15.359	10.7513	7.6795	3.0718	101.3694	TON
ACERO #3	2.7726	7.3936	6.4694	5.5452	5.5452	11.0904	9.242	6.4694	4.621	1.8484	60.9972	TON
ALAMBRE RECOCIDO	34.5	92	80.5	69	69	138	115	80.5	57.5	23	759	KG
TABIQUE ROJO	21.3	56.8	49.7	42.6	42.6	85.2	71	49.7	35.5	14.2	468.6	MILLAR
MALLA ELECTROSOLDADA	120	320	280	240	240	480	400	280	200	80	2640	M2
VIGETA-BOVEDILLA	60.6	161.6	141.4	121.2	121.2	242.4	202	141.4	101	40.4	1333.2	M2
TEZONTLE	10.5	28	24.5	21	21	42	35	24.5	17.5	7	231	M3
IMPERMEABILIZANTE	60	160	140	120	120	240	200	140	100	40	1320	LT
PUERTAS Y VENTILAS	15	40	35	30	30	60	50	35	25	10	330	PZA
MUFAS Y GARGOLAS	15	40	35	30	30	60	50	35	25	10	330	PZAS
INSTALACIONES Y CONECCIONES	45	120	105	90	90	180	150	105	75	30	990	M
PINTURA	180	480	420	360	360	720	600	420	300	120	3960	LT
TUBOS 3"	1002	2672	2338	2004	2004	4008	3340	2338	1670	668	22044	PZAS
TUBOS 4"	15	40	35	30	30	60	50	35	25	10	330	PZAS

3.3.2. Precios unitarios

Se llevan a cabo procedimientos para el cálculo de componentes, rendimientos y costos por unidad de concepto de trabajo, en cada uno se determinan los recursos y cantidades necesarias para la construcción, se selecciona el procedimiento constructivo y sus operaciones, con un presupuesto base elaborado, obteniendo volúmenes de obra con los precios reales para generar un programa de ejecución de obra que se apegue a las condiciones y necesidades del proyecto.

Las especificaciones del proyecto son el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se establecen para el control y ejecución de la obra. Las especificaciones deben cumplir con: las definiciones de todos los conceptos, los materiales necesarios para la realización del concepto, los requisitos generales para la ejecución, los sistemas constructivos a utilizar así como las unidades de medición de los insumos de cada uno de ellos. Se considerará como precio unitario el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, las especificaciones de construcción y normas de calidad, en este caso las tomadas por el SSN.

Para integrar el precio unitario es necesario evaluar los costos: directos, indirectos, por financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales.

Costos directos

Los costos directos son los que se derivan de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales (en el caso de la mano de obra), por adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución de la obra y por el costo horario de maquinaria o equipo de construcción que se requiera. El costo de mano de obra se obtiene por el rendimiento definido por la cantidad de jornadas que requiere la mano de obra para realizar la unidad del concepto en el cual está participando.

Cuadrillas de trabajo

Los grupos o cuadrillas de trabajo son necesarios para efectuar una actividad determinada, están formados por los elementos que ejecutan el trabajo directamente, los elementos de vigilancia o mando intermedio (cabo y maestro), así como por la herramienta de que se auxilian para el trabajo, en la *Tabla 3.10* se muestra las cuadrillas de trabajo que construirán la estación.

Tabla 3.10 Cuadrillas de trabajo utilizadas para el proyecto

CUADRILLA	UNIDAD	COSTO (\$)	CANTIDAD	IMPORTE (\$)
No 1 (1 PEÓN)				
PEÓN	JOR	257.5	1	257.50
CABO DE OFICIOS	JOR	491.62	0.1	49.16
			TOTAL	306.66
No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)				
AYUDANTE GENERAL	JOR	218.75	1	218.75
CABO DE OFICIOS	JOR	491.62	0.1	49.16
			TOTAL	267.91
No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEÓN)				
PEÓN	JOR	257.5	1	257.50
OFICIAL ALBAÑIL	JOR	452.55	1	452.55
CABO DE OFICIOS	JOR	491.62	0.1	49.16
			TOTAL	759.21
No 8 (1 PINTOR + AYUDANTE)				
OFICIAL PINTOR	JOR	286.57	1	286.57
AYUDANTE GENERAL	JOR	218.75	1	218.75
CABO DE OFICIOS	JOR	491.62	0.1	49.16
			TOTAL	554.48

Costos de materiales y equipos

Son los asociados a las cantidades de materiales que intervienen en un concepto de obra, los materiales (*Tabla 3.11*), que se usen en los trabajos podrán ser permanentes o temporales, generalmente los materiales sufren mermas y desperdicios en la colocación y manejo de los mismos, la labor de mercadeo de los materiales con diferentes proveedores es fundamental. La integración del costo de los materiales que participan en la construcción como costos directos pueden a su vez estar integrados por los costos de adquisición, transporte de la fábrica, almacenamiento, movimientos internos en la obra o mermas y desperdicios. Los desperdicios se pueden dar en los procedimientos constructivos, en las herramientas utilizadas, la geometría del lugar.

Las mermas se dan principalmente por las condiciones de almacenamiento, la carga y descarga del material y los fletes, el porcentaje de estos conceptos es alrededor del 5%.

Tabla 3.11 Descripción de insumos del proyecto

DESCRIPCIÓN DE INSUMOS	UNIDAD	C. UNITARIO (\$)
PINTURA DE ESMALTE COMEX 100 BCO Y COLS	LT	68.42
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, HOJA DE 1.22X2.44M	PZA	206.00
POLÍN DE PINO DE 3a, DE 3.5"x3.5"x8.25"	PZA	49.00
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	18.50
THINNER STANDARD	LT	20.00
ESTOPA	KG	40.00
SEMI VIGUETA PATÍN DE 12X5, H=15 (P/LOSA DE 20)	M	96.00
BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 61x122x15	PZA	79.00
ALAMBRE RECOCIDO	KG	15.00
TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 6x13x26 CM	MIL	1,045.00
CEMENTO GRIS (SACO DE 50 KG)	KG	2.20
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 M)	PZA	24.00
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 PZAS/KG) CAJA DE 25 KG	KG	23.00
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5	M3	892.63
CONCRETO HECHO EN OBRA F´C=100 KG/CM2	M3	1,054.94
CALHIDRA, TONELADA	TON	1,100.00
HILO CÁÑAMO ROLLO DE 100 M	PZA	20.00
TEZONTLE	M3	210.00
MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 /10-10,M2 (2.5X0.40M)	M2	14.10
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M	KG	14.00
ARENA DE MINA	M3	192.86
TUBO PVC 4"	M	37.50
TEPETATE	M3	150.00
AGUA	M3	80.00
BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8'	PZA	42.00
GRAVA	M3	240.00
PIEDRA BRAZA	M3	171.00
CONCRETO HECHO EN OBRA F´C= 200 KG/CM2	M3	1,200.00
ALAMBRÓN DEL No. 2 0.248KG/M	KG	12.30
DIÉSEL	LT	10.00
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M	KG	14.00
MEZCLA CEMENTO CAL ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:1:8	M3	730.00
LADRILLO ROJO RECOCIDO DE 2x13x26 CM	MIL	1,200.00
CEMENTO (GRIS) PORTLAND TIPO II PUZOLÁNICO	TON	1,770.00
MICROPRIMER (CUB 19L)	PZA	650.00
MICROSEAL NO 2F (CUB 19L)	PZA	750.00
FESTERFLEX ROLLO 1.1X100 M	PZA	540.00
FESTERBLANC BLANCO (BOTE 19L)	PZA	1,785.00
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:4	M3	853.00

El costo horario directo de los equipos de construcción se deriva del uso correcto para la ejecución del concepto de trabajo, esto resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo entre el rendimiento de dicho equipo en la misma unidad de tiempo (ref. 39). El costo horario se compone de los cargos fijos, cargos por consumo y mantenimiento, así como de los cargos por operación, los resultados se pueden observar en la *Tabla 3.12*.

Tabla 3.12 Descripción de la herramienta y equipo a utilizar

DESCRIPCIÓN	C. UNITARIO (\$/H)
REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HP	60.82
EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO	736.18
RETROEXCAVADORA CAT. 446 B, 102 HP, 8890	396.54
CAMIÓN DE VOLTEO DE 6 M3	345.68
ESTACIÓN TOTAL STS5R DE 5" DE PREC ANGUL	13.66
EXCAVADORA CATERPILLAR 320 (1.5 M3)	900.00
ROMPEDORA ELÉCTRICA S/OPERADOR	77.68
EQUIPO DE CORTE OXI-ACETILENO	736.18
ROMPEDORA DE CONCRETO C/MANGUERA SIN OPERADOR	18.53
COMPRESOR INGERSOLL RAND, DE 79 HP C/LLANTAS	170.69
MARTILLO P/RETROEXCAVADORA	67.18
CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT 920	463.22
BAILARINA DE 4.5 HP	67.08
BOMBA AUTOCEBANTE DE 2" DE 8 HP	24.78

Costo indirecto

Corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista o constructor, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos. Para la determinación del costo indirecto se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos, los costos indirectos son (ref. 40):

- Administración
- Organización
- Dirección técnica
- Vigilancia
- Supervisión

Financiamiento

Corresponde a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos, considerando lo siguiente en la *Figura 3.37*.

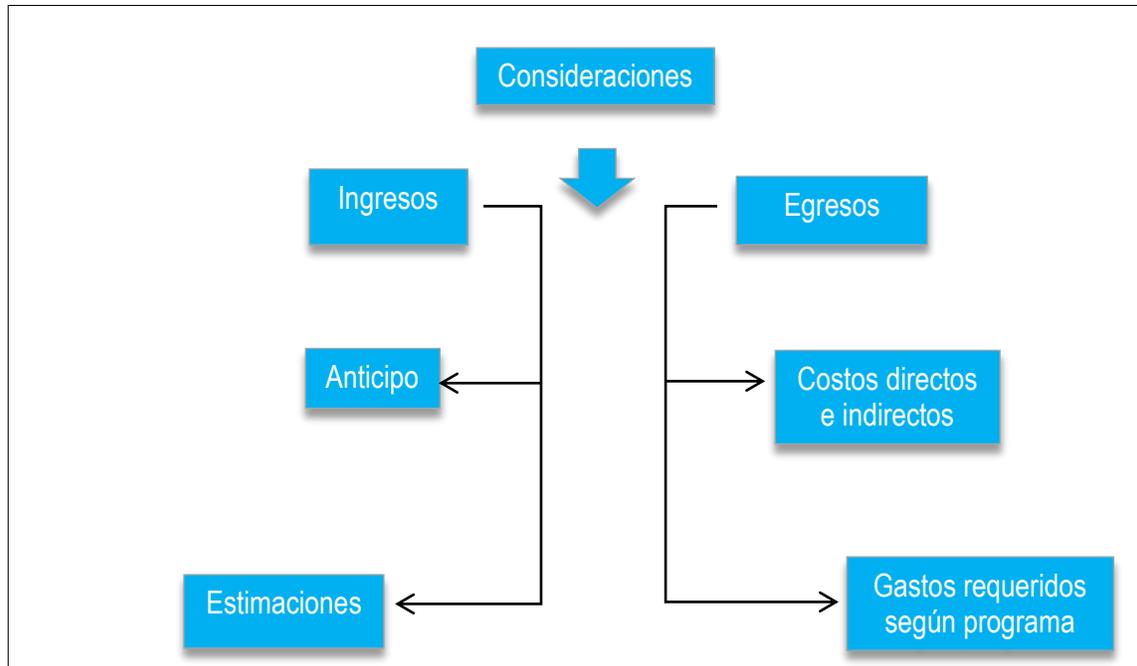


Figura 3.37 Consideraciones para el financiamiento del proyecto (ref. 41)

Utilidad

El cargo por utilidad es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo, será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento. Para el cálculo del cargo por utilidad se considerará el impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades.

En la *Tabla 3.13* se muestra el desarrollo detallado del cálculo del costo directo de cada uno de los procesos para la construcción de los observatorios sísmicos estándar, también se le agrega el porcentaje de indirectos, financiamiento y la utilidad para obtener el precio unitario por unidad de trabajo. Por otro lado en la *Tabla 3.14* se describe un resumen del precio unitario de cada proceso constructivo con sus respectivas cantidades de obra a utilizar, con ello se obtendrá el importe de cada actividad y así se calcula el costo total de cada estación a construir.

Tabla 3.13 Costo directo de cada proceso constructivo de un OSE

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	PRE-01	UNIDAD	M2	CANTIDAD:	96.00	m2	
DESYERBE DEL TERRENO, LIMPIEZA GRUESA Y NIVELACION DEL TERRENO INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:			-	-	0	0.00%	
				MATERIALES=	\$ -		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 1 (1 PEON)		JOR	\$ 306.66	60	5.11		
				M.O.=	\$5.11	66.67%	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$5.11	0.5	\$2.56	33.33%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$2.56		
				COSTO DIRECTO:	\$ 7.67		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 0.92		
SUBTOTAL					\$ 8.59		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 0.10		
SUBTOTAL					\$ 8.69		
UTILIDAD			10.00%		\$ 0.87		
SUBTOTAL					\$ 9.56		
				PRECIO UNITARIO	\$ 9.56		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	PRE-02	UNIDAD	M2	CANTIDAD:	96	m2	
TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL PARA ESTABLECER EJES, BANCO DE NIVEL Y REFERENCIAS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
CALHIDRA, TONELADA		TON	1100.00	0.002	\$ 2.20		
HILO CAÑAMO ROLLO DE 100 M		PZA	20.00	0.1	\$ 2.00		
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	14.00	0.05	\$ 0.70		
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	24.00	0.05	\$ 1.20		
				MATERIALES=	\$ 6.10		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	200	\$ 3.80		
				M.O.=	\$ 3.80		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$3.80	0.2	\$ 0.76		
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$0.76		
				COSTO DIRECTO:	\$ 10.66		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 1.28		
SUBTOTAL					\$ 11.93		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 0.14		
SUBTOTAL					\$ 12.08		
UTILIDAD			10.00%		\$ 1.21		
SUBTOTAL					\$ 13.28		
				PRECIO UNITARIO	\$ 13.28		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	EXC-03	UNIDAD	M3	CANTIDAD:	34.66	m2	
EXCAVACIÓN DE CEPA, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M, EN MATERIAL TIPO I-A, INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
0		0	0.00		\$ -		
				MATERIALES=	\$ -		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 1 (1 PEON)		JOR	\$ 306.66	3	\$ 102.22		
				M.O.=	\$ 102.22		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$102.22	0.05	\$ 5.11		
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 5.11		
				COSTO DIRECTO:	\$ 107.33		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 12.88		
SUBTOTAL					\$ 120.21		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 1.44		
SUBTOTAL					\$ 121.65		
UTILIDAD			10.00%		\$ 12.17		
SUBTOTAL					\$ 133.82		
				PRECIO UNITARIO	\$ 133.82		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	AFI-04	UNIDAD	M2	CANTIDAD:	34.66	m2	
AFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN CON PISÓN DE MANO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
				MATERIALES=			
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)		JOR	\$ 267.91	24	\$ 11.16		
				M.O.=	\$ 11.16		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$11.16	0.03	\$ 0.33		
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 0.33		
				COSTO DIRECTO:	\$ 11.50		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 1.38		
SUBTOTAL					\$ 12.88		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 0.15		
SUBTOTAL					\$ 13.03		
UTILIDAD			10.00%		\$ 1.30		
SUBTOTAL					\$ 14.34		
				PRECIO UNITARIO	\$ 14.34		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	PLA-05	UNIDAD	M2	CANTIDAD:	1	m3	
PLANTILLA DE 5 CM DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F´C= 100 KG/CM2 INCLUYE: PREPARACION DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, MAESTREADO, COLDADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
CONCRETO HECHO EN OBRA F´C=100 KG/CM2		M3	1054.94	0.0505	\$ 53.27		
				MATERIALES=	\$ 53.27		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	27	\$ 28.12		
				M.O.=	\$ 28.12		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$28.12	0.03	\$ 0.84		
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 0.84		
				COSTO DIRECTO:	\$ 82.24		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 9.87		
SUBTOTAL					\$ 92.11		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 1.11		
SUBTOTAL					\$ 93.21		
UTILIDAD			10.00%		\$ 9.32		
SUBTOTAL					\$ 102.53		
				PRECIO UNITARIO	\$ 102.53		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	CIM-06	UNIDAD	M	CANTIDAD:	20	m2	
CIMIENTO DE PIEDRA BRAZA DE 0.9 M DE BASE POR 1.2 M DE ALTURA Y 0.3 M DE CORONA ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
PIEDRA BRAZA		M3	171.00	0.93	\$ 159.03	23.81%	
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:4		M3	853.00	0.23	\$ 196.19	29.37%	
				MATERIALES=	\$ 355.22		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	2.5	\$ 303.68	45.46%	
				M.O.=	\$ 303.68		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$303.68	0.03	\$ 9.11	1.36%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 9.11		
				COSTO DIRECTO:	\$ 668.02		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 80.16		
SUBTOTAL					\$ 748.18		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 8.98		
SUBTOTAL					\$ 757.16		
UTILIDAD			10.00%		\$ 75.72		
SUBTOTAL					\$ 832.87		
				PRECIO UNITARIO	\$ 832.87		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	REL-07	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
RELLENO CON MATERIAL DE BANCO, COMPACTADO CON PISÓN DE MANO EN CAPAS NO MAYORES DE 20 CMS. INCLUYE: SUMINISTRO DE TODOS LOS MATERIALES, ADICIÓN DE LA AGUA NECESARIA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
AGUA		M3	80.00	0.1	\$ 8.00	2.67%	
TEPETATE		M3	200.00	1	\$ 200.00	66.67%	
				MATERIALES=	\$ 208.00		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)		JOR	\$ 267.91	3	\$ 89.30	29.77%	
				M.O.=	\$ 89.30		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$89.30	0.03	\$ 2.68	0.89%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.68		
				COSTO DIRECTO:	\$ 299.98		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 36.00		
SUBTOTAL					\$ 335.98		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.03		
SUBTOTAL					\$ 340.01		
UTILIDAD			10.00%		\$ 34.00		
SUBTOTAL					\$ 374.01		
				PRECIO UNITARIO	\$ 374.01		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	D-1	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
CADENA DE 30X30 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F'C= 200KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS DE ½" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO. MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.26	\$ 59.68	16.67%	
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	4.00	\$ 56.00	15.64%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.34	\$ 5.10	1.42%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.72	\$ 17.28	4.83%	
CLAVOS DE 2" A 4"		KG	\$ 18.50	0.1	\$ 1.85	0.52%	
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.18	\$ 1.80	0.50%	
AGUA		M3	\$ 80.00	0.009	\$ 0.72	0.20%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F'C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.095	\$ 114.00	31.84%	
				MATERIALES=	\$ 256.43		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	7.7	\$ 98.60	27.54%	
				M.O.=	\$ 98.60		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$98.60	0.03	\$ 2.96	0.83%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.96		
				COSTO DIRECTO:	\$ 357.99		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 42.96		
SUBTOTAL					\$ 400.95		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.81		
SUBTOTAL					\$ 405.76		
UTILIDAD			10.00%		\$ 40.58		
SUBTOTAL					\$ 446.33		
				PRECIO UNITARIO	\$ 446.33		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	D-2	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
CADENA DE 30X40 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.263	\$ 59.68	14.20%	
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	5.340	\$ 74.76	17.78%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.350	\$ 5.25	1.25%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.800	\$ 19.20	4.57%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.140	\$ 3.22	0.77%	
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.200	\$ 2.00	0.48%	
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.19%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.126	\$ 151.20	35.97%	
					MATERIALES=	\$ 316.11	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	7.5	\$ 101.23	24.08%	
					M.O.=	\$ 101.23	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$101.23	0.03	\$ 3.04	0.72%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 3.04	
					COSTO DIRECTO:	\$ 420.38	
INDIRECTOS							
			12.00%		\$ 50.45		
					SUBTOTAL	\$ 470.82	
FINANCIAMIENTO							
			1.20%		\$ 5.65		
					SUBTOTAL	\$ 476.47	
UTILIDAD							
			10.00%		\$ 47.65		
					SUBTOTAL	\$ 524.12	
					PRECIO UNITARIO	\$ 524.12	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	D-3	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
CADENA DE 30X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.263	\$ 59.68	20.17%	
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	3.504	\$ 49.06	16.58%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.300	\$ 4.50	1.52%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.650	\$ 15.60	5.27%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.78%	
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.150	\$ 1.50	0.51%	
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.27%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.063	\$ 75.60	25.55%	
					MATERIALES=	\$ 209.04	
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	9	\$ 84.36	28.51%	
					M.O.=	\$ 84.36	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$84.36	0.03	\$ 2.53	0.86%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.53	
					COSTO DIRECTO:	\$ 295.93	
INDIRECTOS							
			12.00%		\$ 35.51		
					SUBTOTAL	\$ 331.44	
FINANCIAMIENTO							
			1.20%		\$ 3.98		
					SUBTOTAL	\$ 335.42	
UTILIDAD							
			10.00%		\$ 33.54		
					SUBTOTAL	\$ 368.96	
					PRECIO UNITARIO	\$ 368.96	

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ANÁLISIS:	D-4	UNIDAD	M	CANTIDAD:				
CADENA DE 15X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.								
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%		
MATERIALES:								
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.263	\$ 59.68	24.43%		
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	2.265	\$ 31.71	12.98%		
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.300	\$ 4.50	1.84%		
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.560	\$ 13.44	5.50%		
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.94%		
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.100	\$ 1.00	0.41%		
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.33%		
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.032	\$ 37.80	15.47%		
					MATERIALES=	\$ 151.23		
MANO DE OBRA:								
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	8.4	\$ 90.38	36.99%		
					3	\$ 90.38		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:								
HERRAMIENTA MENOR		%	\$90.38	0.03	\$ 2.71	1.11%		
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.71		
					COSTO DIRECTO:	\$ 244.32		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 29.32			
SUBTOTAL					\$ 273.64			
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 3.28			
SUBTOTAL					\$ 276.92			
UTILIDAD			10.00%		\$ 27.69			
SUBTOTAL					\$ 304.62			
					PRECIO UNITARIO	\$ 304.62		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ANÁLISIS:	D-5	UNIDAD	M	CANTIDAD:				
CADENA DE 25X15 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.								
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%		
MATERIALES:								
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.263	\$ 59.68	22.74%		
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	2.670	\$ 37.38	14.24%		
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.280	\$ 4.20	1.60%		
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.650	\$ 15.60	5.94%		
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.88%		
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.100	\$ 1.00	0.38%		
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.30%		
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.039	\$ 47.25	18.01%		
					MATERIALES=	\$ 168.21		
MANO DE OBRA:								
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	8.3	\$ 91.47	34.86%		
					M.O.=	\$ 91.47		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:								
HERRAMIENTA MENOR		%	\$91.47	0.03	\$ 2.74	1.05%		
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.74		
					COSTO DIRECTO:	\$ 262.43		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 31.49			
SUBTOTAL					\$ 293.92			
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 3.53			
SUBTOTAL					\$ 297.44			
UTILIDAD			10.00%		\$ 29.74			
SUBTOTAL					\$ 327.19			
					PRECIO UNITARIO	\$ 327.19		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ANÁLISIS:	C-1	UNIDAD	M	CANTIDAD:	16.00			
COLUMNA DE 30X30 CM. DE CONCRETO DE F'c=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.								
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%		
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.100	\$ 57.40	15.85%		
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	3.900	\$ 54.60	15.07%		
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.540	\$ 8.10	2.24%		
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, HOJA DE 1.22X2.44M.		PZA	\$ 206.00	0.100	\$ 20.60	5.69%		
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.290	\$ 6.96	1.92%		
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.63%		
BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8"		PZA	\$ 42.00	0.400	\$ 16.80	4.64%		
POLIN DE PINO DE 3a, DE 3.5"x3.5"x8.25"		PZA	\$ 49.00	0.210	\$ 10.29	2.84%		
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.360	\$ 3.60	0.99%		
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.22%		
CONCRETO HECHO EN OBRA F'c= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.070	\$ 84.00	23.19%		
					MATERIALES=	\$ 265.45		
MANO DE OBRA:								
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	8	\$ 94.90	26.20%		
					M.O.=	\$ 94.90		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:								
HERRAMIENTA MENOR		%	\$94.90	0.02	\$ 1.90	0.52%		
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.90		
					COSTO DIRECTO:	\$ 362.25		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 43.47			
SUBTOTAL					\$ 405.72			
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.87			
SUBTOTAL					\$ 410.59			
UTILIDAD			10.00%		\$ 41.06			
SUBTOTAL					\$ 451.65			
					PRECIO UNITARIO	\$ 451.65		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ANÁLISIS:	C-2	UNIDAD	M	CANTIDAD:				
CASTILLO DE 15X30 CM. DE CONCRETO DE F'c=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.								
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%		
MATERIALES:								
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.263	\$ 59.68	19.15%		
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	3.087	\$ 43.22	13.87%		
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.400	\$ 6.00	1.93%		
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, HOJA DE 1.22X2.44M.		PZA	\$ 206.00	0.100	\$ 20.60	6.61%		
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.200	\$ 4.80	1.54%		
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.74%		
BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8"		PZA	\$ 42.00	0.200	\$ 8.40	2.70%		
POLIN DE PINO DE 3a, DE 3.5"x3.5"x8.25"		PZA	\$ 49.00	0.200	\$ 9.80	3.14%		
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.160	\$ 1.60	0.51%		
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.26%		
CONCRETO HECHO EN OBRA F'c= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.047	\$ 56.70	18.19%		
					MATERIALES=	\$ 213.90		
MANO DE OBRA:								
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	8	\$ 94.90	30.45%		
					M.O.=	\$ 94.90		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:								
HERRAMIENTA MENOR		%	\$94.90	0.03	\$ 2.85	0.91%		
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.85		
					COSTO DIRECTO:	\$ 311.65		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 37.40			
SUBTOTAL					\$ 349.05			
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.19			
SUBTOTAL					\$ 353.24			
UTILIDAD			10.00%		\$ 35.32			
SUBTOTAL					\$ 388.56			
					PRECIO UNITARIO	\$ 388.56		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	CAS-15	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
CASTILLO DE 15X15 CM. DE CONCRETO DE F'c=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.280	\$ 59.92	22.83%	
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	1.836	\$ 25.70	9.79%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.120	\$ 1.80	0.69%	
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, HOJA DE 1.22X2.44M.		PZA	\$ 206.00	0.085	\$ 17.51	6.67%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.300	\$ 7.20	2.74%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.88%	
BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8"		PZA	\$ 42.00	0.110	\$ 4.62	1.76%	
POLIN DE PINO DE 3a, DE 3.5"x3.5"x8.25"		PZA	\$ 49.00	0.100	\$ 4.90	1.87%	
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.100	\$ 1.00	0.38%	
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.30%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F'c= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.024	\$ 28.89	11.01%	
					MATERIALES=	\$ 154.64	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	9	\$ 84.36	34.93%	
					M.O.=	\$ 84.36	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$84.36	0.03	\$ 2.53	1.05%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.53	
					COSTO DIRECTO:	\$ 241.53	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 28.98		
SUBTOTAL					\$ 270.51		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 3.25		
SUBTOTAL					\$ 273.76		
UTILIDAD			10.00%		\$ 27.38		
SUBTOTAL					\$ 301.13		2099.6
					PRECIO UNITARIO	\$ 301.13	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	MUR-16	UNIDAD	M2	CANTIDAD:			
MURO DE TABIQUE ROJO 6X12X24 RECOCIDO, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO COMÚN, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 6x13x26 CM.		MIL	\$ 1,045.00	0.050	\$ 52.25	31.59%	
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:5		M3	\$ 892.63	0.040	\$ 35.71	21.59%	
					MATERIALES=	\$ 87.96	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	10	\$ 75.92	45.90%	
					M.O.=	\$ 75.92	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$75.92	0.02	\$ 1.52	0.92%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.52	
					COSTO DIRECTO:	\$ 165.39	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 19.85		
SUBTOTAL					\$ 185.24		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 2.22		
SUBTOTAL					\$ 187.47		
UTILIDAD			10.00%		\$ 18.75		
SUBTOTAL					\$ 206.21		
					PRECIO UNITARIO	\$ 206.21	

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	LOS-17	UNIDAD	M2	CANTIDAD:			
LOSA DE 20 CMS A BASE DE VIGUETA BOVEDILLA PARA UN CLARO MÁXIMO DE 4.00M, CON VIGUETAS COLOCADAS A CADA 75 CMS, CON BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 15 CM, CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 5CMS. DE ESPESOR ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA DE 6X6-10/10, ACABADO PULIDO INTEGRAL, INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, COLOCADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
SEMI VIGUETA PATIN DE 12X5, H=15 (P/LOSA DE 20)		M	\$ 96.00	1.500	\$ 144.00	35.70%	
BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 61x122x15		PZA	\$ 79.00	1.200	\$ 94.80	23.50%	
POLIN DE PINO DE 3a, DE 3.5"x3.5"x8.25"		PZA	\$ 49.00	0.100	\$ 4.90	1.21%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.200	\$ 4.80	1.19%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.050	\$ 1.15	0.29%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.050	\$ 60.00	14.88%	
MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 /10-10,M2 (2.5X0.40M)		M2	\$ 14.10	1.1	\$ 15.51	3.85%	
					MATERIALES=	\$ 325.16	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	10	\$ 75.92	18.82%	
					M.O.=	\$ 75.92	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$75.92	0.03	\$ 2.28	0.56%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.28	
					COSTO DIRECTO:	\$ 403.36	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 48.40		
SUBTOTAL					\$ 451.76		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 5.42		
SUBTOTAL					\$ 457.18		
UTILIDAD			10.00%		\$ 45.72		
SUBTOTAL					\$ 502.90		
					PRECIO UNITARIO	\$ 502.90	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	FIR-18	UNIDAD	M2	CANTIDAD:			
FIRME DE 10 CM ACABADO COMÚN, ARMADO CON MALLA 6X6/10-10, DE CONCRETO F'C= 200 KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, NIVELACIÓN, CIMBRADO DE FRONTERAS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8" (0.019x0.10x2.44 m)		M	\$ 24.00	0.130	\$ 3.12	0.77%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		PZA	\$ 23.00	0.015	\$ 0.35	0.09%	
AGUA		PZA	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.20%	
MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 /10-10,M2 (2.5X0.40M)		PZA	\$ 14.10	1.100	\$ 15.51	3.85%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.030	\$ 0.45	0.11%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F' C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.110	\$ 132.00	32.73%	
					MATERIALES=	\$ 152.23	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	12	\$ 63.27	29.10%	
					M.O.=	\$ 63.27	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$63.27	0.03	\$ 1.90	0.87%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.90	
					COSTO DIRECTO:	\$ 217.39	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 26.09		
SUBTOTAL					\$ 243.48		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 2.92		
SUBTOTAL					\$ 246.40		
UTILIDAD			10.00%		\$ 24.64		
SUBTOTAL					\$ 271.04		
					PRECIO UNITARIO	\$ 271.04	

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	REL-19	UNIDAD	M3			CANTIDAD:	
RELLENO DE TEZONTLE EN AZOTEA PARA DAR PENDIENTES, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
TEZONTLE		M3	\$ 210.00	1.000	\$ 210.00		
					MATERIALES=	\$ 210.00	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 3 (1 AYUDANTE GENERAL)		JOR	\$ 267.91	2.8	\$ 95.68	31.01%	
					M.O.=	\$ 95.68	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$95.68	0.03	\$ 2.87	0.93%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.87	
					COSTO DIRECTO:	\$ 308.55	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 37.03		
SUBTOTAL					\$ 345.58		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.15		
SUBTOTAL					\$ 349.73		
UTILIDAD			10.00%		\$ 34.97		
SUBTOTAL					\$ 384.70		
					PRECIO UNITARIO	\$ 384.70	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	ENT-20	UNIDAD	M2			CANTIDAD:	
ENTORTADO DE 4 CM. DE ESPESOR A BASE DE MEZCLA CEMENTO-CAL-ARENA EN PROPORCIÓN 1:1:8, INCLUYE: TRAZO, NIVELACIÓN, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
MEZCLA CEMENTO CAL ARENA EN PROPORCION DE 1:1:8, ADICIONANDO		M3	\$ 730.00	0.050	\$ 36.50		
					MATERIALES=	\$ 36.50	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	20	\$ 37.96	50.21%	
					M.O.=	\$ 37.96	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$37.96	0.03	\$ 1.14	1.51%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.14	
					COSTO DIRECTO:	\$ 75.60	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 9.07		
SUBTOTAL					\$ 84.67		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 1.02		
SUBTOTAL					\$ 85.69		
UTILIDAD			10.00%		\$ 8.57		
SUBTOTAL					\$ 94.26		
					PRECIO UNITARIO	\$ 94.26	

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	ENL-21	UNIDAD	M2			CANTIDAD:	
ENLADRILLADO EN AZOTEA ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:5, INCLUYE: LECHADA, SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
LADRILLO ROJO RECOCIDO DE 2x13x26 CM		MIL	\$ 1,200.00	0.038	\$ 45.60		
CEMENTO (GRIS) PORTLAND TIPO II PUZOLANICO		TON	\$ 1,770.00	0.001	\$ 1.77		
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:5		M3	\$ 892.63	0.025	\$ 22.32		
				MATERIALES=	\$ 69.69		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	10	\$ 75.92	51.34%	
				M.O.=	\$ 75.92		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$75.92	0.03	\$ 2.28	1.54%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 2.28		
				COSTO DIRECTO:	\$ 147.88		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 17.75		
SUBTOTAL					\$ 165.63		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 1.99		
SUBTOTAL					\$ 167.62		
UTILIDAD			10.00%		\$ 16.76		
SUBTOTAL					\$ 184.38		
				PRECIO UNITARIO	\$ 184.38		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	APL-23	UNIDAD	M2			CANTIDAD:	
APLANADO ACABADO REPELLADO SOBRE MUROS, CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ANDAMIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.020	\$ 0.48		
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:5		M3	\$ 892.63	0.025	\$ 22.32		
				MATERIALES=	\$ 22.80		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	16	\$ 47.45	66.21%	
				M.O.=	\$ 47.45		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$47.45	0.03	\$ 1.42	1.99%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.42		
				COSTO DIRECTO:	\$ 71.67		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 8.60		
SUBTOTAL					\$ 80.27		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 0.96		
SUBTOTAL					\$ 81.23		
UTILIDAD			10.00%		\$ 8.12		
SUBTOTAL					\$ 89.36		
				PRECIO UNITARIO	\$ 89.36		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	PIN-24	UNIDAD	M2			CANTIDAD:	
PINTURA DE ESMALTE 100 DE LA MARCA COMEX, SOBRE MUROS APLANADOS, A DOS MANOS, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
PINTURA DE ESMALTE COMEX 100 BCO Y COLS		LT	\$ 68.42	0.400	\$ 27.37		
THINNER STANDARD		LT	\$ 20.00	0.200	\$ 4.00		
				MATERIALES=	\$ 31.37		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 8 (1 PINTOR + AYUDANTE)		JOR	\$ 554.48	25	\$ 22.18	40.91%	
				M.O.=	\$ 22.18		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$22.18	0.03	\$ 0.67	1.23%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 0.67		
				COSTO DIRECTO:	\$ 54.21		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 6.51		
SUBTOTAL					\$ 60.72		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 0.73		
SUBTOTAL					\$ 61.45		
UTILIDAD			10.00%		\$ 6.14		
SUBTOTAL					\$ 67.59		
				PRECIO UNITARIO	\$ 67.59		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	PIL-25	UNIDAD	M2			CANTIDAD:	
PILAR DE CEMENTO ARENA PROPORCION 1:5, DIMENSIONES 1M DE LARGO 1 M DE ANCHO Y 0.25M DE ESPESOR. INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:5		M3	\$ 892.63	0.250	\$ 223.16		
TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, HOJA DE 1.22X2.44M.		PZA	\$ 206.00	0.200	\$ 41.20		
				MATERIALES=	\$ 264.36		
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	0.2	\$ 151.84	36.09%	
				M.O.=	\$ 151.84		
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$151.84	0.03	\$ 4.56	1.08%	
				EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 4.56		
				COSTO DIRECTO:	\$ 420.76		
INDIRECTOS			12.00%		\$ 50.49		
SUBTOTAL					\$ 471.25		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 5.65		
SUBTOTAL					\$ 476.90		
UTILIDAD			10.00%		\$ 47.69		
SUBTOTAL					\$ 524.59		
				PRECIO UNITARIO	\$ 524.59		

Tabla 3.13 (Continuación)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	IMP-22	UNIDAD	M2	CANTIDAD:			
IMPERMEABILIZACIÓN A BASE DE UNA IMPREGNACIÓN DE MICROPRIMER Y TRES CAPAS DE MICROSEAL 2F ALTERNADAS CON 2 MALLAS DE FESTERFLEX, UNA CAPA DE ARENA CERNIDA Y COMO ACABADO FINAL UNA APLICACIÓN DE FESTERBLANC COLOR BLANCO, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, DESPERDICIO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
MICROPRIMER (CUB 19L)		PZA	\$ 650.00	0.013	\$ 8.45		
MICROSEAL NO 2F (CUB 19L)		PZA	\$ 750.00	0.130	\$ 97.50		
FESTERFLEX ROLLO 1.1X100 M		PZA	\$ 540.00	0.022	\$ 11.88		
FESTERBLANC BLANCO (BOTE 19L)		PZA	\$ 1,785.00	0.01	\$ 17.85		
ARENA DE MINA		M3	\$ 192.86	0.01	\$ 1.93		
					MATERIALES=	\$ 137.61	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No. 12 (1 COLOCADOR + 1 AY.)		JOR	\$ 877.23	24	\$ 36.55	20.86%	
					M.O.=	\$ 36.55	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$36.55	0.03	\$ 1.10	0.63%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.10	
					COSTO DIRECTO:	\$ 175.26	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 21.03		
SUBTOTAL					\$ 196.29		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 2.36		
SUBTOTAL					\$ 198.64		
UTILIDAD			10.00%		\$ 19.86		
SUBTOTAL					\$ 218.51		
					PRECIO UNITARIO	\$ 218.51	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ANÁLISIS:	CAD-PER	UNIDAD	M	CANTIDAD:			
CADENA DE REMATE EN BASE PARA REJA DE 0.25 X 0.40 M DE CONCRETO F'C= 200 KG/CM2 T.M.A. 3/4" ARMADO CON CUATRO VARILLAS DEL NUMERO 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 (3/8") A CADA 20 CM							
CONCEPTO		UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES:							
VARILLA R-42 DEL No. 4 (1/2") 0.996KG/M		KG	\$ 14.00	4.100	\$ 57.40	21.87%	
VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8" Ø), KG, 0.557 KG/M		KG	\$ 14.00	3.874	\$ 54.24	20.67%	
ALAMBRE RECOCIDO		KG	\$ 15.00	0.280	\$ 4.20	1.60%	
DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x4"x8' (0.019x0.10x2.44 m)		PZA	\$ 24.00	0.650	\$ 15.60	5.94%	
CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		KG	\$ 23.00	0.100	\$ 2.30	0.88%	
DIESEL		LT	\$ 10.00	0.100	\$ 1.00	0.38%	
AGUA		M3	\$ 80.00	0.010	\$ 0.80	0.30%	
CONCRETO HECHO EN OBRA F'C= 200 KG/CM2		M3	\$ 1,200.00	0.100	\$ 120.00	45.73%	
					MATERIALES=	\$ 255.54	
MANO DE OBRA:							
CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)		JOR	\$ 759.21	12	\$ 63.27	19.73%	
					M.O.=	\$ 63.27	
EQUIPO Y HERRAMIENTA:							
HERRAMIENTA MENOR		%	\$63.27	0.03	\$ 1.90	0.59%	
					EQUIPO Y HERRAMIENTA=	\$ 1.90	
					COSTO DIRECTO:	\$ 320.70	
INDIRECTOS			12.00%		\$ 38.48		
SUBTOTAL					\$ 359.18		
FINANCIAMIENTO			1.20%		\$ 4.31		
SUBTOTAL					\$ 363.50		
UTILIDAD			10.00%		\$ 36.35		
SUBTOTAL					\$ 399.84		
					PRECIO UNITARIO	\$ 399.84	

Tabla 3.14 Precios unitarios e importe de un OSE

CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
PRE-01	DESYERBE DEL TERRENO, LIMPIEZA GRUESA Y NIVELACION DEL TERRENO INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	96.00	\$9.56	\$917.62
PRE-02	TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL PARA ESTABLECER EJES, BANCO DE NIVEL Y REFERENCIAS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION	M2	96.00	\$13.28	\$1,275.34
EXC-03	EXCAVACIÓN DE CEPA, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M, EN MATERIAL TIPO I-A, INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	M2	34.66	\$133.82	\$4,638.18
AFI-04	AFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN CON PISÓN DE MANO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	34.66	\$14.34	\$496.86
PLA-05	PLANTILLA DE 5 CM DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 100 KG/CM2 INCLUYE: PREPARACION DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, MAESTREDO, COLDADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	M2	20.00	\$102.53	\$2,050.63
CIM-06	CIMIENTO DE PIEDRA BRAZA DE 0.9 M DE BASE POR 1.2 M DE ALTURA Y 0.3 M DE CORONA ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	M2	20.00	\$832.87	\$16,657.42
REL-07	RELLENO CON MATERIAL DE BANCO, COMPACTADO CON PISÓN DE MANO EN CAPAS NO MAYORES DE 20 CMS. INCLUYE: SUMINISTRO DE TODOS LOS MATERIALES, ADICIÓN DE LA AGUA NECESARIA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	4.00	\$374.01	\$1,496.06
D-1	CADENA DE 30X30 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS DE 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	M	22.00	\$446.33	\$9,819.32
D-2	CADENA DE 30X40 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M	16.00	\$524.12	\$8,385.90
D-3	CADENA DE 30X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M	16.00	\$368.96	\$5,903.37
D-4	CADENA DE 15X20 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M	8.00	\$304.62	\$2,436.92
D-5	CADENA DE 25X15 CM DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C= 200 KG/CM2, ACABADO COMÚN, ARMADO CON CUATRO VARILLAS 1/2" Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 A CADA 15 CM, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DECIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M	18.00	\$327.19	\$5,889.40
C-1	COLUMNA DE 30X30 CM. DE CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	16.00	\$451.65	\$7,226.35
C-2	CASTILLO DE 15X30 CM. DE CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	10.00	\$388.56	\$3,885.60
CAS-15	CASTILLO DE 15X15 CM. DE CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DEL NO. 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NO. 3 (3/8") @ 15 CM. AL CENTRO Y @ 10 CM. EN LOS EXTREMOS, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ARMADO, CIMBRADO, COLADO, VIBRADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	3.00	\$301.13	\$903.39

Tabla 3.14 (Continuación)

MUR-16	MURO DE TABIQUE ROJO 6X12X24 RECOCIDO, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO COMÚN, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	120.00	\$206.21	\$24,745.41
LOS-17	LOSA DE 20 CMS A BASE DE VIGUETA BOVEDILLA PARA UN CLARO MÁXIMO DE 4.00M, CON VIGUETAS COLOCADAS A CADA 75 CMS, CON BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 15 CM, CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 5CMS. DE ESPESOR ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA DE 6X6-10/10, ACABADO PULIDO INTEGRAL, INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, COLOCADO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	20.00	\$502.90	\$10,058.03
FIR-18	FIRME DE 10 CM ACABADO COMÚN, ARMADO CON MALLA 6X6/10-10, DE CONCRETO F'C= 200 KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, NIVELACIÓN, CIMBRADO DE FRONTERAS, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	20.00	\$271.04	\$5,420.78
REL-19	RELLENO DE TEZONTLE EN AZOTEA PARA DAR PENDIENTES, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	2.00	\$384.70	\$769.40
ENT-20	ENTORTADO DE 4 CM. DE ESPESOR A BASE DE MEZCLA CEMENTO-CAL-ARENA EN PROPORCIÓN 1:1:8, INCLUYE: TRAZO, NIVELACIÓN, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	20.00	\$94.26	\$1,885.12
ENL-21	ENLADRILLADO EN AZOTEA ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:5, INCLUYE: LECHADA, SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	20.00	\$184.38	\$3,687.60
IMP-22	IMPERMEABILIZACIÓN A BASE DE UNA IMPREGNACIÓN DE MICROPRIMER Y TRES CAPAS DE MICROSEAL 2F ALTERNADAS CON 2 MALLAS DE FESTERFLEX, UNA CAPA DE ARENA CERNIDA Y COMO ACABADO FINAL UNA APLICACIÓN DE FESTERBLANC COLOR BLANCO, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, ELEVACIÓN, DESPERDICIO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	20.00	\$218.51	\$4,370.14
PV-1	PUERTAS Y VENTILAS: INTERIOR, EXTERIOR Y PUERTA DE SEGURIDAD, COLOCADO DE CHAPAS, CUBRE CHAPAS Y MARCO DE PUERTA METALICA INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN.	PZA	5.00	\$2,000.00	\$10,000.00
MG-1	COLOCADO DE MUFAS Y GARGOLAS, INCLUYE MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	5.00	\$200.00	\$1,000.00
IE-PC	COLOCADO DE INSTALACIÓN ELECTRICA Y PREPARACION PARA LA CONEXIÓN DE APARATOS	M	15.00	\$200.00	\$3,000.00
APL-23	APLANADO ACABADO REPELLADO SOBRE MUROS, CON MEZCLA CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, ACARREOS, ANDAMIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	120.00	\$89.36	\$10,722.85
PIN-24	PINTURA DE ESMALTE 100 DE LA MARCA COMEX, SOBRE MUROS APLANADOS, A DOS MANOS, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	120.00	\$67.59	\$8,110.98
PIL-25	PILAR DE CEMENTO ARENA PROPORCION 1:5, DIMENSIONES 1M DE LARGO 1 M DE ANCHO Y 0.25M DE ESPESOR. INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	PZA	1.00	\$524.59	\$524.59
CAD-PER	CADENA DE REMATE EN BASE PARA REJA DE 0.25 X 0.40 M DE CONCRETO F'C= 200 KG/CM2 T.M.A. 3/4" ARMADO CON CUATRO VARILLAS DEL NUMERO 4 (1/2") Y ESTRIBOS DEL NÚMERO 3 (3/8") A CADA 20 CM	ML	40.00	\$399.84	\$15,993.78
REJ-PER	ELABORACION DE REJA A BASE DE TUBO DE 3" CED 16 @ 0.12 MTS. EMPOTRADO EN CADENA DE REMATE CON ANCLAS DE REDONDO DE 3/4" X 3" REMATE CON LAMINA CAL. 16 A 45 °. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. BASE DE FONDO ANTICORROSIVO TERMINADO CON PINTURA ANTIGRAFITI COLOR GRIS	ML	4.00	\$1,100.00	\$4,400.00
REJ-PER	ARMADO DE 5 TUBOS DE ACERO INDUSTRIAL NORMA SAE 1008 DE 4" DE DIÁMETRO CALIBRE 16 Y 2.85 M DE ALTURA SEPARADOS A 12 CM CADA UNO CON PUNTA SUPERIOR PLANA O CORTE A 45° Y TAPA DE PLASTICO COMPRIMIDO RÍGIDO, CON DOS BARRAS DE ALINEACIÓN (SUPERIOR E INFERIOR) DE LAMINA TROQUELADA Y FORMA EN FLECHA PARA EMPALMES. SOMETIDO A UNA CAPA DE PRIMARIO ESTRUCTURAL ROJO INTERNA Y EXTERNAMENTE POR EL MÉTODO DE INMERSION	ML	36.00	\$1,276.00	\$45,936.00
				Costo total	\$222,607.06

Se observa que el monto total para la construcción de un OSE es de **\$ 222, 607. 06** (Doscientos veintidós mil seiscientos siete pesos 06/100) tomando en cuenta el costo de los materiales, la mano de obra, herramientas, maquinaria, así como la utilidad y los indirectos. Existen otros parámetros que se tomarán en cuenta, ya que en el proyecto se consideran estaciones, que por la evaluación descrita en la selección de sitios, tienen que ser construidas en ciertas islas pertenecientes al territorio nacional, el costo de estos parámetros dependerán de la ubicación de la isla, la lejanía que exista con respecto a los sitios donde se compren los insumos y la distancia que exista entre la isla y el demás territorio. En la *Tabla 3.15* se observa cuáles son los principales parámetros que se deben de tomar para la construcción de estaciones sobre islas.

Tabla 3.15 Descripción de los principales parámetros para estación en isla

CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO	IMPORTE (\$)
FLE-01	FLETE DE INSUMOS HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	10,000.00
TRA-02	TRANSPORTE DEL PERSONAL TÉCNICO Y MANO DE OBRA	3,000.00
ALO-03	ALOJAMIENTO DEL PERSONAL TÉCNICO Y MANO DE OBRA	15,000.00
MAN-04	MANUTENCIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO Y MANO DE OBRA	10,000.00
		\$ 38,000.00

El monto total para la construcción de una estación en isla asciende a **\$260, 607. 06** (Doscientos sesenta mil seiscientos siete pesos 06/100), esta cifra variará dependiendo de la ubicación de la isla y algunos criterios ya mencionados. El monto total para la construcción de los 66 OSE asciende aproximadamente a **\$14, 768, 065. 96** (Catorce millones setecientos sesenta y ocho mil sesenta y cinco pesos 96/100).

3.4. Programa de ejecución del proyecto

Se efectúa la enumeración anticipada de las etapas ineludibles para realizar el proyecto, sus actividades y recursos necesarios, formado secuencialmente para su realización. La programación en construcción busca la mayor eficiencia en las actividades de:

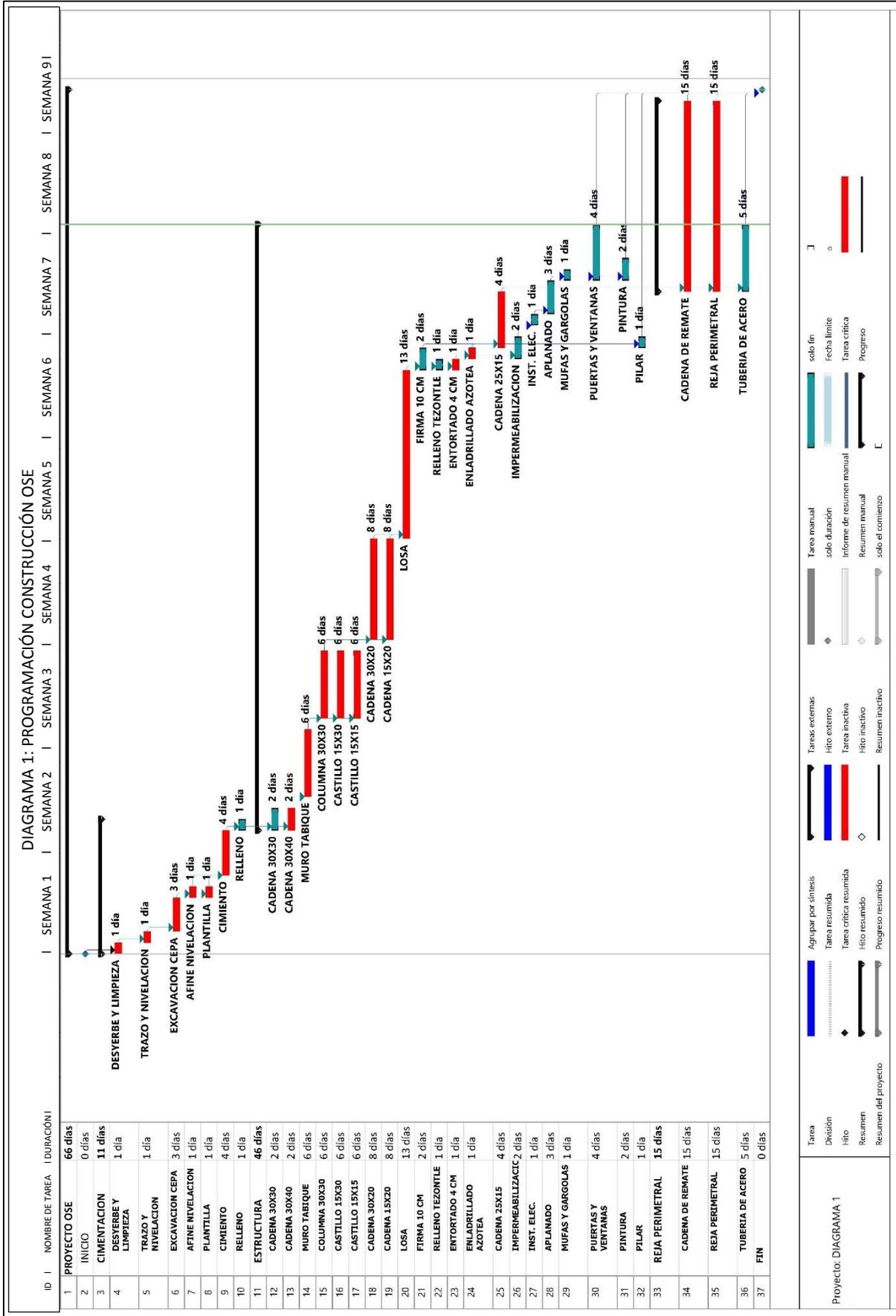
- Financiación (en forma global, cuánto va a costar con respecto al tiempo)
- Conocimiento del sitio (dónde se va a desarrollar la acción)
- Vías de comunicación
- Recursos y suministros
- Equipo
- Elemento humano

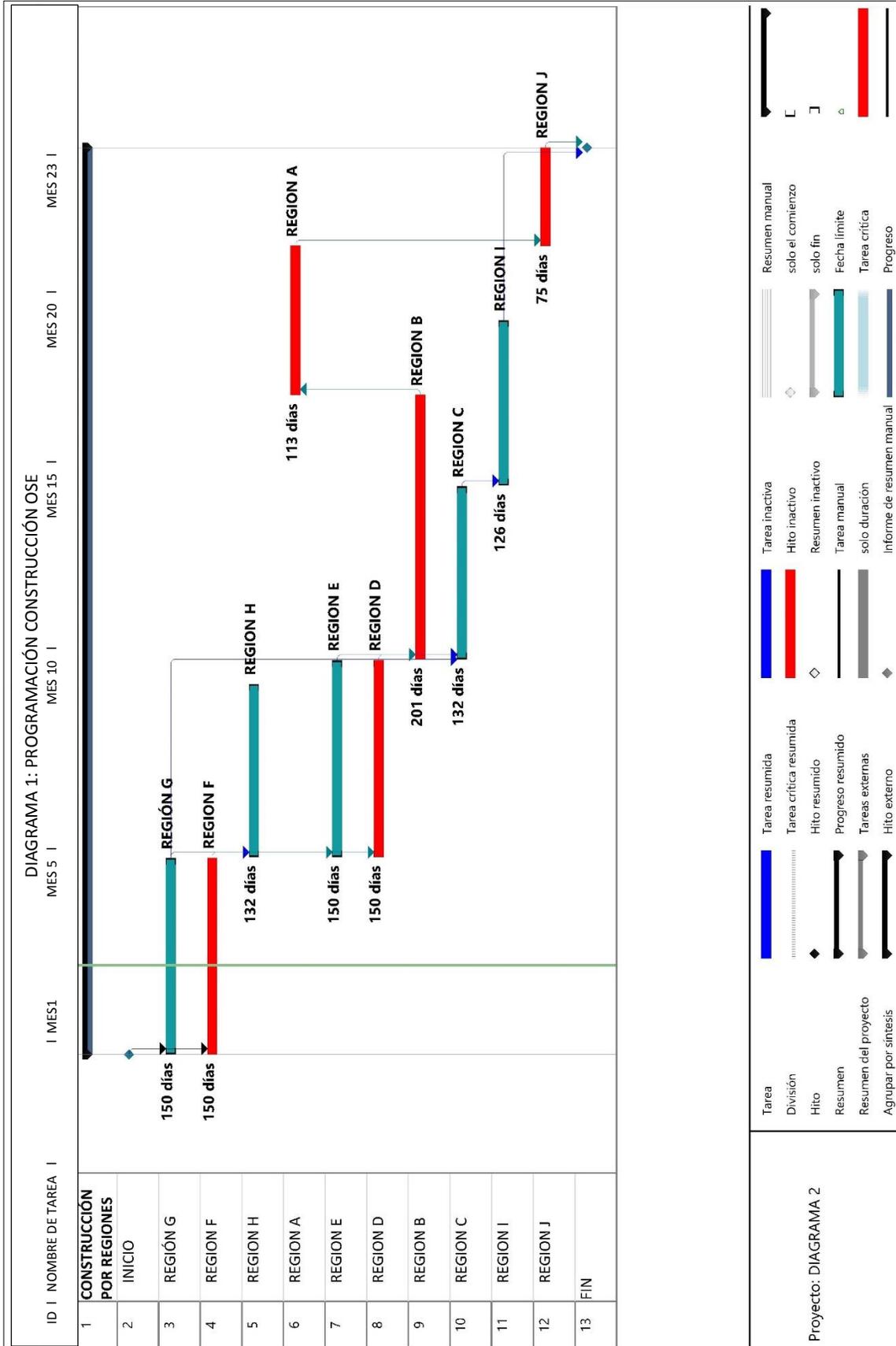
En términos generales la programación de la ejecución del proyecto se basa en los factores de tiempo y costo. Si se tiene en cuenta el tiempo, hay actividades que si se aceleran o retrasan no se ve afectado el proyecto, en cambio hay otras actividades que si les ocurre lo mismo, se afecta el proceso, siendo estas actividades las críticas y su secuencia será el camino o la ruta crítica, proporcionando así una metodología de trabajo y un sistema de control de tiempo, costo, suministro, personal y equipo.

Las partes constitutivas de la red de la programación se definirán como los eventos de iniciación o terminación, determinando el momento exacto en que se inicia o se termina una actividad, esta a su vez es una situación que consume tiempo y debe ser ligada únicamente a la relación de dependencia entre una actividad y otra, dándole una tolerancia de tiempo existente llamada holgura, para terminar una actividad sin atrasar la que le sigue.

Para este proyecto se tienen dos programaciones, la primera que representa el desarrollo de las actividades para la construcción de un Observatorio Sísmico estándar *Diagrama 1*, en donde se detalla: el tiempo total que tardará la construcción de la estación que es de 66 días, la duración respectiva de cada actividad dependiendo de su tipo. Si necesita algún insumo, herramienta o mano de obra, deberá añadirse la holgura necesaria para su culminación, así como la secuencia que debe de llevar cada proceso para la construcción de una OSE, señalando la ruta crítica que pasa por las actividades más relevantes que se deben tomar en cuenta para que el proyecto sea eficiente.

La segunda programación representa el orden consecutivo de la construcción de los observatorios de acuerdo a la región donde se localizan *Diagrama 2*, esto depende del criterio seleccionado con anterioridad, dando lugar al orden de construcción de las distintas regiones proyectadas. Para ello se tomaron varios criterios, el tiempo total para la construcción del proyecto que es de 2 años máximo y la prioridad de construcción de ciertas regiones de acuerdo al riesgo sísmico donde se encuentran localizadas.





En la *Figura 3.38* se detalla el orden consecutivo de la construcción de las estaciones por región, los frentes de trabajo a utilizar para cada zona tomando en cuenta el tiempo límite mencionado y la distribución de los mismos para seguir con las demás regiones consecutivas, sabiendo que el tiempo de construcción por observatorio es de 66 días.

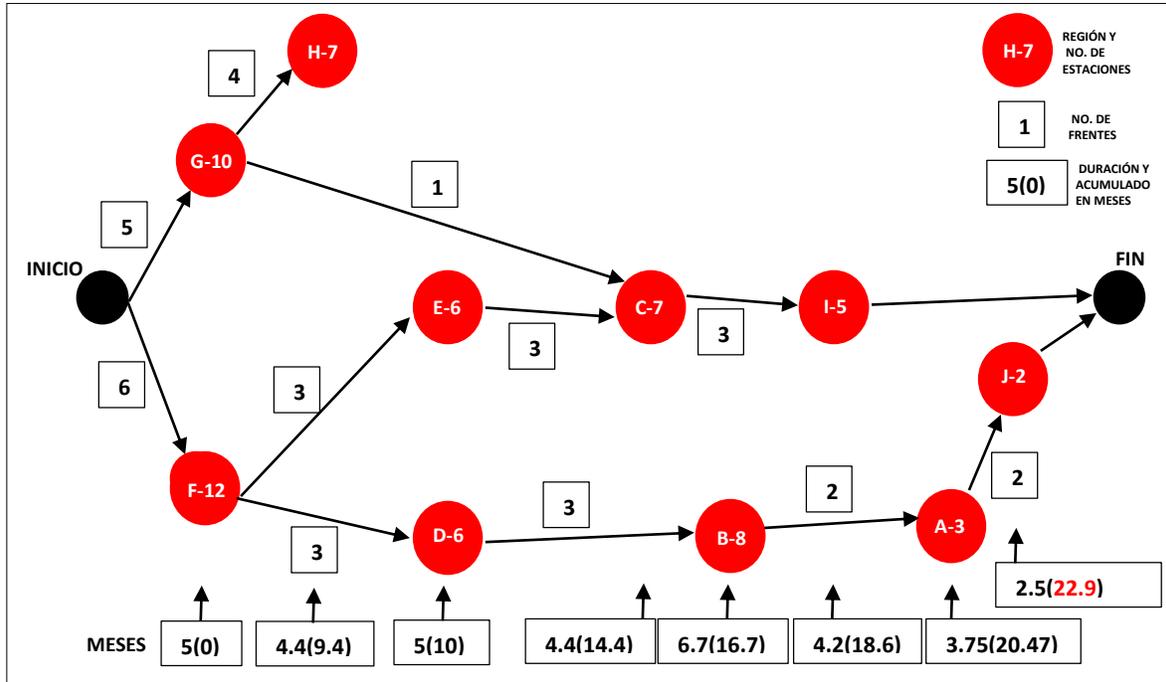


Figura 3.38 Diagrama de planeación de construcción de estaciones por región

La programación para la construcción de observatorios tomando en cuenta cada región seleccionada, especifica el tiempo total que tardará la construcción del proyecto que es alrededor de 689 días, la duración referente a cada actividad que en este caso son: las regiones añadiéndole la holgura necesaria para la culminación de dicha actividad dependiendo del número de observatorios que contengan las mismas y la secuencia que debe de llevar cada actividad tomando en cuenta los criterios de tiempo y riesgo sísmico, se observa que la ruta crítica pasa por las actividades más importantes y se deben de tomar en cuenta para que el proyecto no se atrase y el presupuesto aumente, por ello es necesario manejar los frentes de trabajo como se destacó con anterioridad y cumplir con el tiempo límite para no estar fuera del presupuesto estimado.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

De acuerdo al potencial sísmico existente en el país y considerando las regiones que están expuestas a los efectos de dicho fenómeno, la estructura de registro sísmico es aún insuficiente.

El proyecto de la Red Sísmica Mexicana pretende vincular adecuadamente la infraestructura de registro sísmico con las necesidades de expansión para mejorar su cobertura a nivel nacional. Las actividades a futuro parten de un diagnóstico previo del total de estaciones sismológicas y/o acelerográficas existentes y la necesidad de crear estándares para el registro e intercambio de información entre las instituciones que operan dichos sistemas.

Con base en el diagnóstico realizado se concluyó que las estaciones de registro sísmico, especialmente las acelerográficas no tienen un estándar para su construcción e instrumentación, por lo que fue necesario definir un estándar para la construcción de estaciones de registro sísmico. El resultado es el OSE, mismo que será el eje de registro sísmico y aceptado en el proyecto de la RSM. Dicho OSE deberá contar con las características y requisitos mínimos para su implementación como son: sitios adecuados, infraestructura estándar, equipo de registro y transmisión, sistema de comunicación y una plataforma para el procesamiento e intercambio de datos.

Para incrementar la cobertura sísmica, el proyecto RSM propone la construcción de 66 nuevos Observatorios Sísmicos Estándar, considerando que la elección de los sitios ya está determinada, se decidió que el avance en la construcción diera prioridad a las zonas que presentan un mayor peligro y/o riesgo sísmico, permitiendo mejorar con respecto a las redes actuales, el registro de los datos para el cálculo de los mapas de intensidad, localizaciones y magnitud del sismo y tener una mayor certidumbre de la información.

Se definieron 10 regiones para la construcción de los 66 OSE, de acuerdo a las necesidades y prioridades antes mencionadas. Esta división se hizo a través de la georeferencia de cada estación, formando grupos de acuerdo a su localización para facilitar la programación constructiva de la estación con su respectiva región y así cumplir con el procesamiento e intercambio de información con los centros de registro y garantizar la comunicación entre los mismos.

Para el proyecto de construcción de los 66 OSE se realizó una gerencia del mismo con base en la planificación, diseño y desarrollo. Se generó un análisis económico con la cuantificación de los insumos necesarios, calculando sus precios unitarios de cada observatorio y de cada región para generar la programación de obra.

La construcción de los observatorios está limitada a un periodo de 2 años debido a restricciones del proyecto sin embargo, es posible llevar a cabo los trabajos gestión y puesta en marcha de los procesos constructivos de todas las regiones sin elevar el costo del proyecto. La instalación y puesta en marcha de la instrumentación se irá realizando conforme se vaya terminando la construcción de los OSE.

El tiempo requerido para la construcción de un OSE es de 2 meses y 1 semana, se considera el abasto de los materiales al sitio, la mano de obra, el personal técnico y el tiempo de ejecución del programa, el tiempo promedio para realizar la construcción de los 66 OSE es de 23 meses. Esta estimación resulta del análisis de los tiempos de ejecución en cada una de las regiones.

El monto para la construcción de un OSE asciende a \$ 222, 607. 06, y toma en cuenta el costo de los materiales, la mano de obra, herramientas, maquinaria, así como la utilidad y los indirectos. En el caso de la construcción de OSE en Islas será necesario considerar diversos aspectos como lo son los fletes, tiempos de traslados y alojamiento de personal; los cuales generan un aumento en el monto total de la construcción, el cual se estima de una 17 % con relación al inicialmente obtenido. El monto total para la construcción de los 66 OSE es de aproximadamente \$ 14, 768, 065. 96, ya que se toma en cuenta el monto 2 estaciones ubicadas en Isla y 64 en el territorio nacional.

Finalmente, es importante señalar que México tiene un alto potencial sísmico para la generación de sismos de gran intensidad, poniendo en grave riesgo a la población e infraestructura nacional. Los esfuerzos para mejorar la observación sísmica en el país son muy importantes y es fundamental destacar que la medición del fenómeno sísmico es una actividad indispensable que permitirá recolectar información para la realización de estudios que tiendan a mitigar sus efectos.

REFERENCIAS

1. Servicio Sismológico Nacional (2014), Sismicidad ocurrida en Territorio Nacional, Instituto de Geofísica UNAM, http://www2.ssn.unam.mx/imagenes/sismicidad_2014.jpg
2. Servicio Sismológico Nacional (2000), Red de estaciones Sismológicas, *Historia de la instrumentación sismológica en México*, Instituto de Geofísica UNAM, <http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/sismologia.jsp>.
3. Alcántara L, Almora D, Macías M, Castro G, Velasco J, Torres M, Vázquez R, Ayala M, Pérez C, Sandoval H, Vázquez E, Ruíz A, (2005), *La Red de Registros de sismos fuertes en el Instituto de Ingeniería de la UNAM pasado presente y futuro*, Instituto de Ingeniería UNAM.
4. Iwan, W D, (1978), *Strong-motion earthquake instrument arrays*, Proc. of Intl. Workshop on Strong Motion Instrument arrays. Hawaii.
5. Anderson J, Brune, J, Prince J, Quaas R, Singh S K, Almora D, Bodin P, Oñate M, Vázquez R, (1994), *The Guerrero Accelerograph Network*, Geofísica Internacional, 1; 67-75.
6. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2012), *Entrega de un diagnóstico de toda la infraestructura sísmica del país que permita hacer un planteamiento de las necesidades de ampliación, modernización, reforzamiento e integración y concentración de información en tiempo real, Diagnóstico de las redes sísmicas y acelerográficas del país*, Informe elaborado para la Secretaría de Gobernación bajo el convenio específico de colaboración para la construcción de la Plataforma de funcionamiento de la Red Sísmica Mexicana "RSM" segunda fase, celebrado entre las Secretaría de Gobernación y la UNAM, II-UNAM, México.
7. Valdez C, (2000), *Funcionamiento de la Red de Alerta sísmica*, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, <http://www.smis.org.mx/htm/sm14.htm>
8. Alcántara L, Quaas R, Pérez C, Ayala M, Macías M, Sandoval H, Javier C, Mena E, Andrade E, González F, Rodríguez E, Vidal A, Munguía L, Luna M, Espinoza J, Cuellar A, Camarillo L, Ramos S, Sánchez M, Guevara E, Flores J, López B, Ruiz R, Pacheco J, Ramírez M, Aguilar J, Juárez J, Vera R, Gama A, Cruz R, Hurtado F, Del Campo R, Vera F, (2001), *Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes (BMDSF)*, CD vol. 2, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, México.
9. *Ídem*.
10. *Ibidem*.
11. Quaas R, Otero J, Medina S, Espinosa J, Aguilar H, González M, (1993), *Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960-1992*, base Nacional de Sismos fuertes, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.
12. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2012), *Op. Cit*.
13. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Instituto de Ingeniería UNAM, (2014), *Curso: Instrumentación Acelerográfica para el registro de sismos fuertes*, Colegio de Ingenieros Civiles de México CICM.
14. Quaas R, Otero J, Medina S, Espinosa J, Aguilar H, González M, (1993), *Op. Cit*.
15. Mena J, (1990), *Registro de temblores fuertes en grandes presas de la Comisión Federal de Electricidad*, Departamento de Instrumentación, Gerencia, Ingeniería Experimental y Control, Comisión Federal de Electricidad CFE.

16. Quaas R, Otero J, Medina S, Espinosa J, Aguilar H, González M, (1993), *Op. Cit.*
 17. Alcántara L, Almora D, Castro G, Macías M, Vázquez R, Ylizaliturri J, Velasco J, Sandoval H, Soto U, Carmona G, (1999), *El sismo del 30 de Septiembre de 1999 (M=7.4) en el edificio Plaza Córdoba Acelerogramas obtenidos*, Informe interno, Instituto de Ingeniería UNAM.
 18. Alcántara L, Macías M, Castro G, Almora D, Ylizaliturri J, Vázquez R, (1998), *Comportamiento sísmico del edificio Plaza Córdoba*, Informe interno, Proyecto 8554, Instituto de Ingeniería UNAM.
 19. *Ídem.*
 20. Alcántara L, Almora D, Torres M, Castro G, Macías M, Vázquez E, (2000), *El sismo del 21 de Julio del 2000 (M=5.9) en la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México*, Informe interno, Proyecto 0525, Instituto de Ingeniería UNAM.
 21. Alcántara L, Almora D, Macías M, Castro G, Velasco J, Torres M, Vázquez R, Ayala M, Pérez C, Sandoval H, Vázquez E, Ruíz A, (2005), *Op. Cit.*
 22. Ayala M, Alcántara L, Almora D, Aguilar L, Molina I, Torres M, Vázquez R, Sandoval H, Macías M, (2005), *Implementación de la Red Acelerográfica del Centro Cultural Universitario Tlatelolco México*, Instituto de Ingeniería, UNAM.
 23. *Ídem.*
 24. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2012), *Op. Cit.*
 25. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2011), *Definición de un estándar nacional de las estaciones sísmicas y acelerográficas para su integración a la red sísmica mexicana, Informe elaborado para la Secretaría de Gobernación bajo el convenio específico de colaboración para la construcción de la Plataforma de funcionamiento de la Red Sísmica Mexicana "RSM" segunda fase, celebrado entre las Secretaría de Gobernación y la UNAM*, Instituto de Ingeniería UNAM, México.
 26. *Ídem.*
 27. *Ibidem.*
 28. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2012), *Op. Cit.*
 29. Project Management Institute, (1984), *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK*, Quinta edición, PMI, E.E.U.U.
 30. *Ídem.*
 31. Jessurum M, (2014), *Gerencia de proyectos en la Ingeniería Civil*, Departamento de Construcción, División de estudios de posgrado de la Facultad de Ingeniería UNAM, México.
 32. *Ídem.*
 33. Project Management Institute, (1984), *Op. Cit.*
 34. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, (2013), *Planteamiento para la integración de la Red Sísmica Mexicana segunda fase*, Informe elaborado para la Secretaría de Gobernación bajo el convenio específico de colaboración para la construcción de la Plataforma de funcionamiento de la Red Sísmica Mexicana "RSM" segunda fase, celebrado entre la Secretaría de Gobernación y la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería UNAM, México.
 35. *Ídem.*
-

36. Jessurum M, (2014), *Op. Cit.*
 37. Project Management Institute, (1984), *Op. Cit.*
 38. Jessurum M, (2014), *Op. Cit.*
 39. Salazar S, (1997), *Costo y tiempo en Edificación*, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
 40. *Ídem.*
 41. Project Management Institute, (1984), *Op. Cit.*
-