



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS DE
TELEFONÍA CELULAR**

Samuel Josué Rivera Camas

Asesorado por el Ing. José Santiago Méndez Arana

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
SITIOS DE TELEFONÍA CELULAR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SAMUEL JOSUÉ RIVERA CAMAS

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ SANTIAGO MÉNDEZ ARANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Sergio Vinicio Castañeda Lemus
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS DE TELEFONÍA CELULAR,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha Noviembre 08 de 2005.

Samuel Josué Rivera Camas

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por regalarme la vida, la salud y la inteligencia para poder culminar mis estudios.
- MIS PADRES** Por ser la guía de mi vida, brindarme su apoyo incondicional y darme las palabras necesarias para dar cada paso en mi formación.
- MIS HERMANAS** Por el apoyo que me han brindaron durante toda mi vida.
- A MI FAMILIA** Por dar un gran aporte en mi formación y ser las personas que siempre están para brindarme una mano.
- MIS AMIGOS Y AMIGAS** Los que siempre me dieron una palabra de aliento y consejo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. SITIOS DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR	1
1.1. Concepto de sitios de celda para telefonía celular	1
1.2. Elementos que conforman un sitio de celda para telefonía celular y su funcionamiento	2
1.2.1. Caseta de transmisión de datos para teléfonos celulares	2
1.2.2. Muro perimetral del sitio de celda	3
1.2.3. Base para equipo G.S.M.	4
1.2.4. Base para el motor generador	5
1.2.5. Base para tanque mensual	6
1.2.6. Sistema de energía	7
1.2.7. Sistema de tierras	7
1.2.8. Torre auto soportada	8

2. PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE SITIOS DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR	9
2.1. Áreas peligrosas para ubicar un sitio de celda para Telefonía celular	9
2.2 Sitios accesibles para ubicar un sitio de celda para telefonía celular	9
2.3 Sistema natural del drenaje dentro del sitio de celda	10
2.4 Acceso al sitio de celda	10
2.5 Cálculo de cobertura	11
2.5.1 Macro celdas	11
2.5.2 Micro celdas	12
2.6 Limitaciones para la construcción de sitios de celda	13
2.6.1 Macro celdas	13
2.6.2 Micro celdas	14
2.7 Ensayos necesarios para la construcción de sitios de telefonía celular	15
2.7.1 Ensayos para el concreto fresco	15
2.7.1.1 Pruebas visuales del concreto	15
2.7.1.2 Prueba técnica para medir la consistencia del concreto	16
2.7.2 Ensayos para el concreto endurecido	17
2.7.2.1 Ensayos de compresión de cilindros de Concreto	18
2.7.2.2 Ensayo del martillo de rebote	18
2.7.2.3 Resistencia a la penetración	18
2.8 Principios del diseño de torres auto soportadas	19
2.8.1 Ubicación, altura y tipos de torres	20

2.8.2	Análisis de cargas para una torre auto soportada	20
2.8.3	Inspección estructural de torres existentes	21
2.8.4	Tipos de torres para telecomunicaciones	23
2.8.4.1	Torres arriostradas o atirantadas	24
2.8.4.2	Torres auto soportadas	25
2.8.4.3	Torres tipo monopolo	26
3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS DE TELEFONÍA CELULAR	27
3.1	Reconocimiento del predio	27
3.2	Medición del polígono	27
3.3	Trabajos preliminares	27
3.3.1	Limpieza, chapeo y destronque	27
3.3.2	Nivelación del terreno	28
3.3.3	Construcción de letrina	28
3.3.4	Construcción de guardianía y bodega	29
3.4	Caseta de transmisión de datos	31
3.4.1	Área a construir	31
3.4.2	Trazo del área de la caseta	31
3.4.3	Excavación	32
3.4.4	Refuerzo estructural para la cimentación y columnas de la caseta	32
3.4.5	Fundición de la cimentación	33
3.4.6	Levantado del muro de la caseta	34
3.4.7	Armado y fundición de soleras	34
3.4.8	Encofrado de losa para caseta de transmisión	34
3.4.9	Colocación de armadura para losa	35
3.4.10	Fundición de losa	36

3.4.11	Desencofrado de losa	36
3.4.12	Instalación de drenaje pluvial	36
3.4.13	Instalación de puerta de caseta de transmisión	38
3.4.14	Acabados para la caseta de transmisión	38
3.4.14.1	Acabados internos para la caseta de Transmisión	38
3.4.14.1.1	Acabados para el piso de la caseta de transmisión	38
3.4.14.1.2	Acabados para el muro de la caseta de transmisión	38
3.4.14.1.3	Acabados para el cielo de la caseta de transmisión	38
3.4.14.1.4	Construcción de canaleta perimetral Interna	39
3.4.14.2	Acabados externos para la caseta de Transmisión	39
3.4.14.2.1	Acabados para el muro de la caseta de transmisión	39
3.4.14.2.2	Acabados para el cielo de la caseta de transmisión	39
3.4.14.2.3	Acera perimetral de la caseta de Transmisión	39
3.4.15	Instalación eléctrica de la caseta de transmisión	40
3.4.15.1	Tablero de distribución	40
3.4.15.2	Código de colores	40
3.4.15.3	Cableado	40
3.4.15.4	Instalación del tablero de distribución principal en columna de acometida	41
3.4.15.5	Requerimientos para la iluminación de la caseta de transmisión	41

3.4.15.6	Requerimientos para la fuerza de la caseta de transmisión	42
3.4.15.7	Sistema de tierras para la caseta de transmisión y equipos	43
3.5	Muro perimetral del sitio de celda	46
3.5.1	Trazo para el muro perimetral del sitio de celda	46
3.5.2	Excavación para el muro perimetral del sitio de celda	46
3.5.3	Armado para columnas y cimiento corrido en el muro perimetral del sitio de celda	47
3.5.3.1	Cimentación para el muro perimetral	47
3.5.3.2	Columnas tipo "A"	47
3.5.4	Fundición de la cimentación del muro perimetral	48
3.5.5	Levantado del muro perimetral	48
3.5.6	Armado y fundición de soleras	48
3.5.6.1	Armado de solera hidrófuga, intermedia y corona	48
3.5.6.2	Fundición de solera hidrófuga, intermedia y corona	49
3.5.7	Acabados para el muro perimetral del sitio de celda	49
3.5.8	Acera peatonal en el muro frontal para el sitio de celda	49
3.5.9	Instalación del portón de acceso al sitio de celda	50
3.5.9.1	Columnas tipo "C"	50
3.5.10	Instalación de razor ribbon en el muro perimetral del sitio	51
3.5.11	Instalación eléctrica que contiene el muro perimetral	51
3.5.11.1	Iluminación para el muro perimetral	51
3.6	Base para G.S.M.	52
3.6.1	Trazo para la base de G.S.M.	52

3.6.2	Excavación para la base de G.S.M.	53
3.6.3	Reacondicionamiento para la base de G.S.M.	53
3.6.4	Armadura para la base de G.S.M.	53
3.6.5	Colocación para los ductos en G.S.M.	53
3.6.6	Encofrado para la base de G.S.M.	54
3.6.7	Fundición para la base de G.S.M.	54
3.6.8	Acabado final para la base de G.S.M.	54
3.7	Base para el motor generador	55
3.7.1	Trazo para la base del motor generador	55
3.7.2	Excavación para la base del motor generador	55
3.7.3	Reacondicionamiento del suelo para fundir la base del motor generador	55
3.7.4	Colocación de armadura para fundir la base del motor generador	55
3.7.5	Construcción de la fosa disipadora de vibración en el perímetro de la base del motor generador	56
3.7.6	Encofrado para la base del motor generador	57
3.7.7	Fundición de la base del motor generador	57
3.7.8	Acabado final para la base del motor generador	57
3.8	Base para tanque mensual	58
3.8.1	Trazo para la base del tanque mensual	58
3.8.2	Excavación para la base del tanque mensual	58
3.8.3	Reacondicionamiento del suelo para la construcción de la base del tanque mensual	58
3.8.4	Colocación de la armadura para la base del tanque mensual	58
3.8.5	Encofrado para la base del tanque mensual	59
3.8.6	Fundición de la base del tanque mensual	59
3.8.7	Acabado final de la base del tanque mensual	59

3.8.8	Ductos a instalar al tanque mensual y el motor generador	60
3.9	Sistema de energía para el sitio de celda	60
3.9.1	Cajas de registro para el sistema de energía eléctrica	60
3.9.2	Colocación de ductos y cableado	60
3.10	Construcción de columna de acometida eléctrica	62
3.10.1	Excavación para columna de acometida eléctrica	62
3.10.2	Armadura para zapata tipo 1	63
3.10.3	Armadura para columna de acometida tipo “D”	63
3.10.4	Fundición para la columna de acometida tipo “D” y zapata tipo 1	63
3.10.5	Acabados para la columna tipo “D”	64
3.10.6	Caja de registro para puesta de tierras para la columna de acometida	64
3.10.7	Accesorios de entrada para la columna de acometida	64
3.10.8	Caja socket para la colocación del contador de energía	65
3.10.9	Caja RH para colocar la protección principal del sitio de celda	65
3.11	Obras complementarias	66
3.11.1	Esparcir pedrín en el sitio de celda	66
3.11.2	Colocación de la viga superior del portón	66
3.12	Torre auto soportada	66
3.12.1	Área a construir	67
3.12.2	Trazo del área de la torre	67
3.12.3	Excavación para las zapatas y vigas de la torre	68
3.12.3.1	Excavación para las zapatas	68
3.12.3.2	Excavación para las vigas conectoras	68
3.12.4	Refuerzo de la cimentación para las zapatas y vigas	68
3.12.4.1	Refuerzo para las zapatas de la torre	68

3.12.4.2	Refuerzo para las vigas conectoras con las zapatas	70
3.12.5	Fundición de las zapatas y vigas conectoras	71
3.12.5.1	Fundición de las zapatas de la torre	71
3.12.5.2	Fundición de las vigas conectoras	72
3.12.6	Armado de la estructura metálica de la torre	72
3.12.7	Aterrizaje de la estructura metálica de la torre	73
3.12.8	Acabados de la torre auto soportada	73
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES		77
BIBLIOGRAFÍA		79
ANEXOS		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Sitio de celda para telefonía celular	1
2.	Muro perimetral para sitios de celda	3
3.	Base para equipo G.S.M.	4
4.	Base para equipo motor generador	5
5.	Base para tanque mensual	6
6.	Torre auto soportada	8
7.	Medidor de espesor de paredes de elementos de acero	22
8.	Torre arriostrada	23
9.	Torre auto soportada	25
10.	Torre tipo monopolo	26
11.	Armadura de la zapata unida a la viga conectora	69
12.	Armadura de la zapata unida con la pletina	70
13.	Armadura de la viga conectora	71

LISTA DE SÍMBOLOS

- A.W.G** *American Wire Gauge* (escala de calibres americanos para alambres y cables)
- G.S.M.** *Global Sistem Mobile* (sistema móvil de comunicación global)
- T.H.H.N.** *Thermoplastic High Heat Nylon* (alambre o cable con aislamiento de pvc y cubierta de nylon, 90° C en ambiente seco, 600 voltios).

GLOSARIO

<i>Cadweld</i>	Tipo de soldadura industrial que se utiliza para unir el cable awg de medida 2/0 con la varilla de cobre.
Caseta	Lugar cerrado dentro del sitio de celda donde se colocan todos los aparatos que tienen problemas al estar en intemperie.
<i>Razor ribbon</i>	Alambre galvanizado con puntas de acero que sirve para circular la parte superior del muro perimetral y el uso que tiene es evitar el acceso al sitio por la parte superior.
Transmisión	Este término indica la transferencia de datos por medio del sitio, ya sea de datos, voz, diversas señales e Internet.

RESUMEN

El sitio de celda para telefonía celular es el lugar en donde se reciben y envían señales para la comunicación entre teléfonos celulares, esto por medio de una torre y aparatos de telecomunicación. Los elementos que conforman un sitio de celda son:

La caseta de transmisión de datos es el área dentro del sitio de celda en donde se colocan los equipos que corren mayor peligro.

Muro perimetral este se construirá en la periferia del sitio de celda y su función primordial será la de evitar el acceso al sitio.

Base para equipo G.S.M. se hará de concreto reforzado y tiene como función evitar que el equipo que brinda la señal G.S.M. tenga contacto con el suelo por el agua.

El motor generador es el equipo que provee energía al sitio cuando éste tenga irregularidades con la alimentación principal, funciona con combustible.

El tanque mensual es un contenedor metálico en el cual se almacena combustible diesel, el cual tiene una duración de un mes, su función es de abastecer al motor generador y con esta alimentación eliminar cortes de energía dentro del sitio.

El sistema de energía será el encargado de alimentar el sitio de celda de forma primaria.

El sistema de tierras será el encargado de eliminar cualquier descarga eléctrica que se de dentro de sitio.

La torre auto soportada dentro del sitio será la encargada de recibir o transmitir las señales para los celulares a grandes distancias. En este trabajo se estará dando información de la construcción de la torre auto soportada, pero tiene que tomarse en cuenta que para cada una de ellas será diferente el diseño que se tendrá que aplicar, ya que lo determinará la interacción del suelo con la cimentación.

OBJETIVOS

General

Dar a conocer las especificaciones necesarias para la construcción de sitios para la telefonía celular.

Específicos

1. Definir de forma clara las partes en las cuales se ejecutarán trabajos donde se involucre el ingeniero civil al momento de construir un sitio de telefonía celular.
2. Establecer los procedimientos de ejecución que deberán seguirse al empezar a ejecutar la obra civil dentro del sitio.
3. Realizar un cronograma para poder tener una visión clara sobre el tiempo necesario para ejecutar determinada parte de la construcción.

INTRODUCCIÓN

Con la elaboración del presente estudio, se pretende dejar documentado los aspectos técnicos y operacionales que permitan conocer y facilitar los pasos para la construcción de sitios de telefonía celular.

Mediante las especificaciones para la construcción de sitios de telefonía celular, se puede proporcionar valiosa información para conocer los trabajos de obra civil que contiene una celda. El servicio celular es uno de los más utilizados a la fecha en nuestro país y por lo mismo, es de gran importancia saber algunas partes que son necesarias al momento de ampliar la red de telefonía inalámbrica.

En el trabajo se hará mención de las partes esenciales con las que debe contar un sitio para teléfonos celulares, así como la función que desarrolla cada una de ellas.

Para la elaboración de este trabajo se recurrirá a documentos que poseen información sobre los aspectos que deben tomarse en cuenta para la construcción de sitios. Al reunir toda la información se indicará lo esencial y específico, para poder tener como punto final, las especificaciones que se llevarán a cabo.

En este trabajo se estarán dando las especificaciones para cada una de las partes que conforman un sitio de celda, pero el diseño de cada una de ellas será influenciado por el tipo de suelo en el que se construya el sitio.

1. SITIOS DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR

Figura 1. Sitio de celda para telefonía celular



1.1. Concepto de sitios de celda para telefonía celular

El sitio de celda para telefonía celular es el lugar en donde se reciben y envían las señales para la comunicación entre teléfonos celulares, esto por medio de una torre y aparatos especiales de telecomunicación que están dentro de la celda.

El sitio de celda debe tener como área mínima de terreno 10.00 x 20.00 metros debido a que las bases donde se soporta la torre están distanciadas 7.00 metros y se deja un espacio de 1.50 metros a cada lado para poder movilizarse, esto para el ancho del terreno. A lo largo del terreno queda distribuido un espacio de 11.50 metros los cuales se utilizan para colocar los equipos como el motor generador, tanque mensual y G.S.M.

El área de 10.00 x 20.00 metros es la mínima pero es la indicada, ya que el factor determinante en un sitio de celda es el área que ocupara la torre, lo demás sólo será ocupada por equipos los cuales tienen menor área. Para lo cual si se tiene un área muy grande se estará desperdiciando demasiado terreno.

1.2. Elementos que conforman un sitio de celda para telefonía celular y su funcionamiento

Los elementos que conforman un sitio de celda para telefonía celular son:

1.2.1. Caseta de transmisión de datos para teléfonos celulares

La caseta de transmisión de datos es el área dentro del sitio de celda en donde se colocan los equipos que corren mayor peligro cuando el sitio está en operación, esto se utiliza en su mayoría para protegerse del agua. También se utiliza la caseta de transmisión para evitar el contacto directo con cualquier persona que pueda ingresar al sitio de celda, esta se circulará en su totalidad y solo habrá una puerta de acceso para ingresar a la caseta de transmisión.

1.2.2. Muro perimetral del sitio de celda

Figura 2. Muro perimetral para sitios de celda



El muro perimetral se construirá en la periferia del sitio de celda y su función primordial será la de evitar el acceso al sitio de celda, a diferencia de la caseta de transmisión de datos el muro perimetral contará con un portón más amplio para poder ingresar los equipos que darán funcionamiento a la señal entre los teléfonos celulares.

1.2.3. Base para G.S.M. (Sistema Global de comunicación Móvil)

Figura 3. Base para equipo G.S.M.



La base donde se colocará el equipo G.S.M. se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el equipo que brinda la señal G.S.M. tenga contacto con el agua, para lo cual se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo, esto se hace debido a que la señal para celulares que recibe o envía el aparato G.S.M. se hace defectuosa cuando se filtra agua dentro del equipo.

Este equipo G.S.M. posee una cubierta antioxidante en toda la parte superior, pero en la parte inferior puede llegar a tener problemas cuando en el sitio de celda se den amplios gradientes hidráulicos.

1.2.4. Base para el motor generador

Figura 4. Base para equipo motor generador



El motor generador es un equipo el cual provee de energía al sitio cuando este tenga irregularidades con la alimentación principal; funciona con combustible diesel y su función principal es la de apoyar y regular el servicio de alimentación de energía de 220 voltios que se necesitan para tener en operación los aparatos internos del sitio.

La base para el motor generador se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el equipo esté en contacto con el suelo. La base del motor generador se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo para evitar el contacto directo con el agua.

1.2.5. Base para el tanque mensual

Figura 5. Base para tanque mensual



El tanque mensual es un contenedor metálico en el cual se guarda combustible diesel, el cual tiene una duración de un mes calendario y su función principal es la de abastecer de combustible al motor generador y con esta alimentación eliminar cortes de energía dentro del sitio.

La base para el tanque mensual se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el tanque mensual esté en contacto con el suelo, esto debido al peso que estará contenido en él. La base del tanque mensual se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo para evitar el contacto directo con el agua.

1.2.6. Sistema de energía

El sistema de energía será el encargado de alimentar el sitio de celda de forma primaria. Dentro del sistema de energía podemos indicar que está constituido para el sitio de celda desde la columna de acometida eléctrica, la cual pasa por el contador de energía, luego al tablero de distribución de cargas y llegando a los puntos terminales que son los aparatos internos del sitio, iluminación o fuerza.

1.2.7. Sistema de tierras

El sistema de tierras será el encargado de eliminar cualquier descarga eléctrica que se de dentro de sitio, ya sea por voltajes altos que se den internamente en el sitio de celda o por causas naturales de tormentas, que puedan ser transportador por la torre y pudiendo llegar a arruinar los aparatos del sitio de celda. El sistema de tierras es la formación de anillos de cable AWG 2/0 que tienen un recubrimiento de cobre unidos a electrodos los cuales tienen un recubrimiento de cobre, el cual servirá para disipar la energía canalizándola hacia el suelo.

1.2.8. Torre auto soportada

Figura 6. Torre auto soportada



La torre auto soportada dentro del sitio será la encargada de recibir o transmitir las señales para los celulares a grandes distancias. El término auto soportada consiste en que la torre no necesita ningún tensor para poder estar en equilibrio, la cual se sujetará a bases de concreto reforzado que son fundidas en el suelo y su función será el de dar soporte del peso de la torre y anclarla a la superficie.

2. PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE SITIOS DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR

2.1. Áreas peligrosas para ubicar un sitio de celda para telefonía celular

Hay que tener en cuenta los peligros naturales y lo que se puede hacer para reducir sus efectos cuando se considere un sitio de celda potencial para la construcción. También es importante tomar nota de todos los peligros tecnológicos que los humanos puedan introducir cerca del sitio de celda y minimizar la exposición de los futuros transeúntes a esos peligros. Estos incluyen, el tráfico pesado en carreteras principales, líneas férreas, de químicos peligrosos, relacionados a materiales químicos inflamables, tóxicos y explosivos, facilidades manufactureras o de almacenamiento cercanas, tuberías de gas y aceite, así como líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje.

2.2. Sitios accesibles para ubicar un sitio de celda para telefonía celular

A veces al lado de la carretera o calle va a ser el lugar mas apropiado para implantar el sitio, ya que éste puede darle señal a lugares de servicios públicos y a las áreas comerciales locales. O bien otros factores generalmente guiarán la elección de la ubicación, puede ser que involucre cerca de cualquier construcción comercial, oficinas gubernamentales, centros comunitarios para poder brindar facilidades en la comunicación celular y que deben ser accesibles a todos y estar localizadas a lo largo o cerca de líneas de tránsito.

Las ubicaciones no siempre van a estar central a la comunidad, ya que cuando el terreno presenta grandes pendientes el sitio de celda se podrá colocar en la parte superior de alguna montaña cercana al lugar donde se quiere brindar la señal. Esto es muy importante ya que la altura de la torre auto soportada va a depender del terreno donde se quiera ubicar el sitio de celda y de la cobertura que se le quiera brindar a la comunidad.

2.3. Sistema natural del drenaje dentro del sitio de celda

El diseño de sitios de celda debe respetar la topografía natural del terreno y minimizar la cantidad de nivelación necesaria para conseguir un buen drenaje, al igual que nos ayuda a disminuir costos al construir el muro perimetral y las bases para los equipos. Ya que si se hace una nivelación completa del terreno se tendría que utilizar grandes movimientos de suelo o rellenos exageradamente altos.

2.4. Acceso al sitio de celda

El acceso es simplemente la facilidad de movimiento dentro del sitio de celda y la formar necesaria para poder llegar a ella. En los tiempos modernos, los problemas de acceso están más enfocados en el acceso para automóviles, esto si se habla del acceso para poder llegar al área donde se ubicará el sitio de celda, ya que para tener en un buen funcionamiento la señal para celulares se le tiene que dar un mantenimiento a todo el equipo interno.

Puede haber restricciones en la selección de rutas de acceso, que pueden incluir características naturales como ríos, hábitat de vida silvestre u otros elementos del paisaje que obligan a considerar otras rutas menos costosas o menos dañinas al ambiente para construir un sitio de celda. Aún con todas estas restricciones si el sitio de celda se diseña para estar en la parte superior de una montaña será necesario diseñar el acceso para ingresar lo más fácil al sitio y así disminuir los costos por acarreo de material y menor tiempo de ejecución.

También puede haber usos de tierras vecinas que pueden influenciar la selección de rutas de entrada tales como: escuelas aledañas, hospitales, esquinas de calles congestionadas, centros comerciales o vistas escénicas. Estas posibilidades nos darán distintas selecciones relacionadas con el carácter y la identidad que un diseñador desea establecer para el sitio de celda que está siendo diseñado y que la gente pueda querer ver o encontrar al entrar o salir del sitio de celda con facilidad.

2.5. Cálculo de cobertura

El interés de los calculistas para la construcción de sitios de celda se centra en dos tipos de entornos de propagación claramente diferenciados: macro celdas y micro celdas.

2.5.1. Macro celdas

Se entiende como macro celda a aquellos sitios de celda que proporciona cobertura con un alcance de algunos kilómetros.

Los lugares donde se pueden construir las macro celdas son: zonas rurales, zonas montañosas, autopistas, zonas residenciales suburbanas, zonas residenciales urbanas e incluso zonas urbanas con alta densidad de edificios. En estas últimas sigue en vigor la definición de macro celdas, siempre y cuando los sitios de celda se encuentren por encima de las alturas medias de los edificios circundantes, típicamente en mástiles sobre tejados. En lugar de aplicarlo sobre edificios, en nuestro país se colocan comúnmente los aparatos transmisores en torres auto soportadas, esto con el fin de no agregarle peso muerto a las estructuras de los edificios.

Para el diseño de las macro celdas tiene que tomarse en cuenta que la señal de propagación de los celulares se irá disminuyendo con el transcurrir de los obstáculos con que se tope la señal, como por ejemplo: edificios dentro de la ciudad, montañas, zonas boscosas.

2.5.2. Micro celdas

Las micro celdas son, por definición, sitios de celda en área urbana cubiertas por antenas transmisoras colocadas por debajo de las alturas medias de los edificios circundantes. Se produce la propagación de las ondas de los celulares por las calles mediante reflexiones, difracciones en esquinas y, eventualmente, contribuciones de señal difractada por encima de los tejados. El alcance (cobertura) suele ser inferior a 1 kilómetro.

En la actualidad son pocas las herramientas que incorporan un modelo de dirección de las reflexiones de onda, pero es una de las tendencias más marcadas para un futuro cercano, esto cuando se requiere de una comunicación a corto alcance.

En nuestro país por tratarse de una comunicación en masa no se utilizan las micro celdas, estas se utilizan solo en casos de servicio privado, circuito cerrado o de corto alcance.

2.6. Limitaciones para la construcción de sitios de celda

En este apartado se revisan las limitaciones que pueda tener la construcción de sitios de celda propios a la información que se pueda observar del entorno geográfico y topográfico, se evalúa la sensibilidad de las ondas de propagación de los sitios con respecto a estos entes que lo rodean.

2.6.1. Macro celdas

Para realizar los cálculos de propagación en sitios de celda macro celulares se utilizan mapas del terreno que contienen información topográfica (altura del terreno) y morfológica (uso del terreno) con una resolución que suele oscilar entre los 50 m y los 200 m.

Los cálculos son muy sensibles a errores en ambos tipos de información y son medidos por medio de aparatos que emiten ondas:

En el caso de la altura del terreno, los cálculos más sensibles son los de difracción. Se producen errores que pueden oscilar entre 0,3 y 1 decibeles por cada metro de error en la altura del obstáculo, para un único obstáculo. En el caso de múltiples obstáculos el error se propaga.

En el caso de la morfología, los modelos de propagación incorporan factores de corrección por uso del terreno que oscilan entre 0 y 30 decibeles. Cualquier inexactitud en la base de datos puede dar lugar a una aplicación errónea de estos factores de corrección, con el consiguiente error en los cálculos de cobertura.

2.6.2. Micro celdas

El modelado preciso de las condiciones de propagación en entornos micro celulares requiere contar con bases de datos del terreno con una resolución de hasta 1 m. Por otra parte, no sólo la resolución ha de ser mayor, sino que el nivel de información requerida es mucho más detallado. Es necesario contar con información tridimensional del entorno y la caracterización de los materiales constitutivos de los posibles dispersores, como edificios y otros obstáculos.

Contar con todo este conjunto de información es costoso, dada la no disponibilidad comercial de la misma. Estudios realizados sobre la sensibilidad de los diferentes modelos de propagación micro celulares, respecto de los errores en las bases de datos, muestran la importancia de la exactitud en las mismas. Como se puede ver este tipo de estudio en nuestro país sería muy costoso por lo mismo casi no se utiliza.

2.7. Ensayos necesarios para la construcción de sitios de telefonía celular

2.7.1 Ensayos para el concreto fresco

2.7.1.1 Pruebas visuales del concreto

El diseño del concreto para la fundición de las patas de la torre se hará por seguridad de la estructura de una buena consistencia, para lo cual se pide que tenga un asentamiento de 2-4 pulgadas máximo. Esto debido a que el concreto estará diseñado para soportar el peso de la estructura metálica de la torre con una altura máxima de 90 metros.

La mezcla del concreto que se utilizará para fundir las bases de la torre auto soportada deberá tener un buena consistencia. Para esto se deben hacer pruebas visuales las cuales deben corroborar que el concreto sea de forma pastosa y trabajable.

La resistencia del concreto dependerá de la cantidad de agua que se le agregue, por lo que la manejabilidad del concreto, consistencia relativamente suave y plástica van a ser características que se necesiten al momento de fundir las bases de la torre auto soportada.

El alisar con el revés de una pala nos puede identificar si el concreto posee demasiada cantidad de agregados finos, esto identifica un concreto de baja calidad; o que haya muchos agregados gruesos esto puede reducir la plasticidad del concreto.

La mejor forma que debe quedar el concreto al alisarlo con el revés de una pala será cuando se note la grava, pero no se debe quedar suelta de los agregados finos. Otra forma es hacer una bola de concreto, si no se puede hacer es porque le hace falta arena o agua y si se llega a escurrir es que tiene demasiado agregado fino o agua.

2.7.1.2. Prueba técnica para medir consistencia del concreto

Esta prueba se conoce como cono de asentamiento o slump. Se realiza siguiendo un procedimiento el cual es:

Para losas y pavimentos compactados con varillas el asentamiento debe ser de 50-100 milímetros (2-4”).

Para secciones reforzadas y donde el colocar el concreto resulta difícil el asentamiento debe ser de 100-150 milímetros (4-6”).

Para la mayoría de obras el asentamiento debe ser de 50-100 milímetros (2-4”)

Para realizar este ensayo se requiere el siguiente equipo:

Un molde de tronco cónico de 203 milímetros de diámetro en la base mayor, 102 milímetros en la base menor y 305 milímetros de alto.

Una varilla compactadora, cilíndrica de condición lisa de 16 milímetros de diámetro y una longitud de 600 milímetros con punta redonda.

El ensayo se realiza de la siguiente manera:

Para efectuar el ensayo se humedece el molde y el lugar donde se hará la prueba. Este lugar debe ser plano y que la superficie no sea absorbente.

Se sujeta el molde y se llena $1/3$ del volumen del cono y se pica 25 veces con la varilla.

Se coloca una segunda capa hasta llegar a $2/3$ partes del volumen del cono, repitiendo se vuelve a picar 25 veces.

Se coloca la última capa con un poco mas de concreto, se pica 25 veces. Se aparta el concreto sobrante y se levanta el cono lentamente.

Se coloca el molde al lado del volumen de concreto y se mide el asentamiento que se dio desde la parte superior del cono hasta la parte superior del concreto.

Si al hacer este ensayo ocurre un derrumbamiento pronunciado de la parte de concreto o se va hacia un lado, debe repetirse el ensayo.

2.7.2 Ensayos para el concreto endurecido

Los medios de medición de la resistencia del concreto endurecido pueden ser:

2.7.2.1 Ensayo de compresión de cilindros de concreto

Estos ensayos son producidos después de sacar muestras del concreto que se está examinando, se tiene que tener un estándar del cilindro, este debe de ser diámetro 3" y altura 6".

Este tipo de ensayos es para verificar la resistencia que soporta el concreto y estudiar el comportamiento del concreto bajo carga compresiva.

2.7.2.2 Ensayo del martillo de rebote ASTM C 805

Se utiliza un esclerómetro o martillo de rebote el cual dará una cifra sobre la resistencia que tiene el concreto en determinado punto. Hay que tener ciertas precauciones cuando se hace este tipo de ensayo, debido a que nos pueden dar ciertos errores si no se tienen precauciones. Estas precauciones son:

Hay que humedecer el área donde se utilizará el esclerómetro, ya que cuando se encuentra seco afecta el número de rebote.

2.7.2.3 Resistencia a la penetración ASTM C 803

Un pistón impulsado hacia adentro del concreto, puede ser utilizado para estudiar las variaciones de la calidad del concreto. Hay que tener ciertas precauciones cuando se hace este tipo de ensayos, entre estas precauciones tenemos:

Los disparos pueden estar espaciados como mínimo a 7 pulgadas y no estar cerca del borde del concreto.

Los disparos que no estén firmemente introducidos en el concreto deberán ser rechazados.

2.8 Principios en el diseño de torres auto soportadas

Las estructuras utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como en el caso de los teléfonos celulares. Existen diversos elementos que estas estructuras deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no afecta mucho a estas estructuras.

Las antenas son de forma parabólica, y para calcular las fuerzas de viento sobre estas, se recurre a usar datos experimentales del fabricante. De esta manera, al instalar todos los equipos y operar correctamente se esta llegando a la utilización de la estructura para lo que fue construida. Hay veces que en una misma estructura se encuentran más de un equipo, ya que la empresa que haya construido la torre, puede rentar a otra empresa para que también instale sus equipos.

2.8.1 Ubicación, altura y tipo de torres

Los teléfonos celulares son radios sofisticados que trabajan con frecuencias que cubren o abarcan áreas o células de cierto diámetro. Departamentos de Radiofrecuencia y Transmisión determinan la localización de estas antenas, y su altura para que funcionen correctamente. Una vez dada esta ubicación, en donde se tiene un radio de aproximación, se procede a visitar el área y encontrar un lugar adecuado para la instalación de la torre.

Esta área puede caer sobre una casa, y se procede a hacer un levantamiento del inmueble, y verificar su altura, para así saber la altura de la torre a construir. También se debe de revisar que el inmueble este en condiciones óptimas para recibir a la torre.

Si el área donde se va a instalar la torre es un terreno libre de construcciones existentes, entonces la torre puede ser auto soportada o tipo monopolo.

La forma que tiene una torre auto soportada es que en toda la altura está formada por crucetas que van rigidizando su estructura, en cambio el tipo de torre monopolo es un cilindro que va desde su base hasta la altura total. La diferencia es que la autosoportada puede alcanzar tres veces la altura de una monopolo y soportar mas peso, pero la tipo monopolo disminuye diez veces menos el espacio que ocupa en un terreno.

2.8.2 Análisis de cargas para una torre auto soportada

A continuación se muestran las cargas que se consideran para el diseño de una torre para telecomunicaciones:

Carga Muerta: antenas celulares, parábolas, cama guía de onda, escalera, plataforma Triangular y/o descanso.

La carga muerta correspondiente al peso de las antenas se tomará directamente de la información proporcionada por el fabricante.

Carga Viva: el personal para su instalación, se considera generalmente 300kgs (3 personas de 100kg cada una).

Análisis de fuerzas de viento: las cargas de viento se calculan generalmente por medio de un análisis dinámico.

En el caso de las cargas de viento sobre la estructura, estas se obtienen por medio de fórmulas estipuladas en los reglamentos correspondientes para cada país. En dichas fórmulas se calculan las áreas de exposición de los elementos estructurales, las cuales se multiplican generalmente por otros coeficientes.

Para calcular las fuerzas del viento pero ahora sobre las antenas y parábolas, se podrán calcular a partir de las medidas experimentales tomadas por los fabricantes del equipo.

2.8.3 Inspección estructural de torres existentes

Para las torres existentes se deberán de realizar trabajos de inspección y mantenimiento en caso de que se requiera.

Se deberá revisar:

Que no falten pernos, para esto se hace una revisión aleatoria.

Que los elementos estructurales estén en buenas condiciones, que no estén oxidados ni doblados. En caso de que halla óxido, se debe de determinar el espesor actual por medio de mediciones con aparatos electrónicos, como los medidores de espesor de paredes.

Figura 7. Medidor de espesor de paredes de elementos de acero



Se deberá revisar que la cimentación este en buenas condiciones y no este agrietada.

En torres arriostradas, se deberán de revisar que los tirantes estén en buenas condiciones, y que estos tengan la tensión adecuada.

2.8.4 Tipos de torres para telecomunicaciones

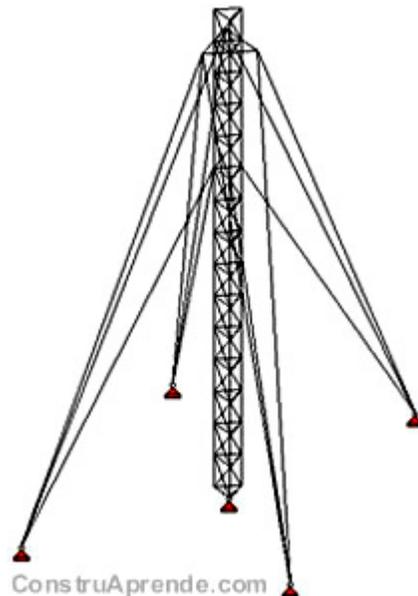
Estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Así, existen desde torres arriostradas (torres con tirantes), torres auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras.

Estas suelen estar compuestas por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de la altura requerida para poder suministrar un correcto funcionamiento.

También la geometría de una estructura, como una torre auto soportada por ejemplo, puede variar según el fabricante de la torre. Existen actualmente muchas compañías que se dedican a fabricar estas estructuras y muchas de ellas tienen sus modelos optimizados para que se tenga un correcto funcionamiento de la estructura, en donde los perfiles y ángulos varían de tamaño y espesor dependiendo de la altura de la estructura, y del lugar en donde se va a construir, afectando principalmente la velocidad del viento que exista en el lugar en cuestión.

2.8.4.1 Torres arriostradas o atirantadas

Figura 8. Torre arriostrada o atirantada



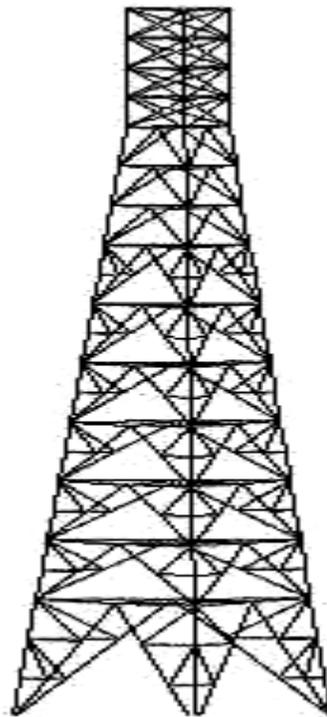
Muchas veces se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias.

El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torre y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar. La base de la torre transmitirá un esfuerzo de compresión en donde esta apoyada, y los arriostres generalmente transmitirán esfuerzos de tensión.

Los cables o arriostres generalmente se tensan al 10% de su resistencia, la cual es proporcionada por el fabricante. Así, por ejemplo, si el cable tiene una resistencia a la ruptura de 4.95 ton en tensión, entonces se acostumbra tensar los cables a 0.495 ton. También se pueden tensar los cables con diferentes fuerzas, calculando una tensión tal que el sistema este en equilibrio.

2.8.4.2 Torres auto soportadas

Figura 9. Torre auto soportada



Estas torres se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las fuerzas a las que están sometidas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre.

2.8.4.3 Torres tipo monopolo

Figura 10. Torre tipo monopolo



Torre Tipo Monopolo

Estas estructuras se instalan en sitios donde se quiere conservar la estética, pues ocupan menos espacio, y se aplica camuflaje para que simule vegetación. Como estas estructuras están sobre terrenos, se deberá de construir una cimentación adecuada para resistir los efectos de la misma.

3. ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS DE TELEFONÍA CELULAR

3.1. Reconocimiento del predio

Previo a la ejecución de labores constructivas, se deberá conocer el predio en donde se desarrollará el sitio de celda, con el objetivo de observar las particularidades del terreno, tales como: ubicación geográfica, distancia desde los puntos de acceso, vías de acceso, relieve natural y drenaje natural.

3.2. Medición del polígono

Posterior al reconocimiento del predio, se debe asignar topógrafo y su cuadrilla respectiva, para proceder al levantamiento planimétrico, con el objetivo de delimitar el área de trabajo. Se debe tener el plano de registro con medidas colindantes y ángulos respectivos, esto con el fin de poder ubicar con exactitud los puntos del terreno a construir.

3.3. Trabajos preliminares

3.3.1. Limpieza, chapeo y destronque

Se refiere básicamente a la recolección de basura existente, corte de vegetación silvestre, extracción de raíces y tallos si hubiera. La deposición final de estos residuos será en lugar autorizado por la municipalidad local.

3.3.2. Nivelación del terreno

Esta actividad se basa en el corte o relleno de suelo para construcción de caseta de transmisión, bases para G.S.M., motor generador, tanque mensual, las cuales se ubicarán de acuerdo a los planos que les hayan proporcionado para la construcción del sitio respectivo.

3.3.3. Construcción de letrina

La construcción de la letrina se hará con el propósito de evitar la contaminación del ambiente alrededor del sitio durante la ejecución del mismo.

La letrina se construirá de acuerdo con lo siguiente:

- Dimensiones:

Las medidas que se darán a continuación son mínimas debido a que son las que van a ocupar menos espacio en el área de construcción y que representarán menor costo para la persona que construya el sitio de celda.

Las medidas son de 1.00 metro de ancho x 1.50 metros de largo. El orificio para deposición de sólidos será 0.60 metros de diámetro y 1.50 metros de profundidad.

- Base para ubicación de Letrina:

La base de concreto para ubicación de la letrina se recomienda que sea desmontable, con estructura de hierro de diámetro 3/8" a cada 0.20 metros, en ambos sentidos y espesor de 0.08 metros. La letrina deberá tener tapadera total, la cual puede ser de material plástico o de madera.

- Muro de cerramiento:

El material de cerramiento de los muros para la letrina, puede ser de plástico oscuro, madera, cartón, metal, todos serán desmontables debido a que esta debe ser quitada al terminar la ejecución del sitio.

3.3.4. Construcción de guardianía y bodega

La construcción de la guardianía y bodega se hará con el propósito de mantener en buen estado todos los materiales que puedan sufrir deterioro con el ambiente natural. La construcción para la bodega debe ser construida dentro del sitio.

La guardianía y bodega se construirá de acuerdo con lo siguiente:

- Dimensiones:

Se propone una dimensión de 3.00 x 5.00 metros, o dependerá del espacio interno disponible en el área del sitio de celda.

- Estructura con la que debe soportarse la bodega:

Los materiales para la estructura horizontal y vertical, así como de la cubierta serán de parales de madera de 3" x 3", unidos con clavos de tamaño adecuado.

- Cubierta para la bodega:

La cubierta para proteger la bodega será de lámina de zinc de calibre 26, la cual debe protegerse con pintura anti corrosiva, para evitar la filtración de agua.

- Muro perimetral de la bodega:

El muro de perimetral con el que deberá cerrarse la bodega debe de ser de piezas de tablas colocadas en posición horizontal y unida a los parales con clavos de tamaño adecuado. Para una mejor conservación de la madera deberá de aplicársele aceite quemado, penta clorofenol, pintura de aceite, o el recubrimiento que se disponga para la ejecución del proyecto.

- Resguardo de materiales:

El resguardo del cemento, cal y cualquier material que pueda ser afectado por la humedad deberán ser apilados sobre tarimas de madera, las cuales se elevaran del piso a una altura determinada.

- Resguardo de equipo:

La persona encargada de bodega será la responsable de entrega y recepción del equipo necesario, el cual se ubicará espacialmente por forma, tamaño y cantidades, poro establecer orden interno.

3.4. Caseta de transmisión de datos

3.4.1. Área a construir

Se considera una superficie externa de 3.30 x 3.30 metros, y un área de 10.89 metros cuadradas internamente la caseta deberá tener una dimensión de 3.00 x 3.00 metros, área de 9.00 metros cuadrados.

La altura interna del piso terminado al cielo de la losa de la caseta, será de 3.14 metros. La losa tendrá un voladizo de 1.00 metro, en casos especiales la dimensión será menor, el voladizo tendrá su respectiva gota para evitar el escurrimiento de agua.

3.4.2. Trazo del área de la caseta

Para el trazo el ancho del cimiento corrido será de 0.40 metros y para marcarlo se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando el eje de los muros con hilo plástico de color visible. Se considera una superficie externa de 3.30 x 3.30 metros, y un área de 10.89 metros cuadrados. Internamente la Caseta deberá tener una dimensión de 3.00 x 3.00 metros, área de 9.00 metros cuadrados.

3.4.3. Excavación del cimiento corrido

Se realizará una excavación de 0.40 metros de ancho x 0.82 metros, de profundidad x 12.10 metros de longitud aproximadamente, en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable. Se consideran casos especiales de excavación en arena, ciénagas, rocas.

3.4.4. Refuerzo estructural para cimentación y columnas de la caseta

El refuerzo de la caseta se estará trabajando con hierro No. 3 grado 40, debido que como los sitios de celda son construcciones que se hacen en masa no se pueden dar desperdicios de diferentes tamaños de hierro, por lo que se propone trabajar el sitio de celda con este tipo de acero.

- Cimentación de la caseta

Tendrá dimensiones de 0.20 x 0.40 metros. El refuerzo longitudinal será hierro grado 40, con 3 varillas \varnothing 3/8" corridos, refuerzo transversal de eslabones de hierro grado 40, \varnothing 3/8" @ 0.20 metros, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16, los hierros corridos y eslabones pueden ser sustituidos por cimentación prefabricada de acero de alta resistencia equivalente a lo solicitado.

- Columna tipo “A”

Sus dimensiones serán de 0.15 X 0.15 metros. El refuerzo longitudinal será de hierro grado 40 con 4 varillas \varnothing 3/8” corridos, refuerzo transversal de estribos con \varnothing 1/4” @ 0.20 metros, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Puede sustituirse por columna prefabricada, calibre 2/2.

- Columna tipo “B”

Sus dimensiones serán de 0.10 X 0.15 metros. El refuerzo longitudinal será de hierro grado 40 con 2 varillas \varnothing 3/8” corridos, refuerzo transversal de estribos con \varnothing 1/4” @ 0.20 metros, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Puede sustituirse por columna prefabricada, calibre 2/2.

Debe tomarse en cuenta la ubicación del tablero de energía que irá dentro de la caseta para la colocación de columnas tipo “B”, para no obstaculizar la posición del tablero.

3.4.5. Fundición de la cimentación

La altura del cimiento corrido será de 0.20 metros, utilizando para su medición escantillón de hierro, y nivel superior de hilo de nylon. Se usará concreto de 3,000 psi, puede ser concreto premezclado, elaborado con máquina concretara o mezclado manualmente en el lugar, en esta caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris, tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de 3/4”).

3.4.6. Levantado del muro de la caseta

En el levantado de muros se utilizará block de concreto de 0.14 x 0.19 x 0.39 metros, con resistencia mínima de 35 Kg/cm². La sisa de unión entre block será sabieta con 0.01 metros de espesor.

3.4.7. Armado y fundición de soleras (Hidrófuga, intermedia y corona)

- Armado de soleras

Las dimensiones de las soleras 0.15 x 0.20 metros. El refuerzo longitudinal será con 4 varillas Ø 3/8", refuerzo transversal de estribos Ø 1/4" @ 0.20 metros. La unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Puede sustituirse por solera prefabricada calibre 2/2.

- Fundición de soleras

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris de 4,000 psi, arena de río, pedrín de 3/4").

3.4.8. Encofrado de losa para caseta de transmisión

Esta se realizará con madera de pino rústica:

- Polines de 3"x3"

- Parales de 3"x3"
- Largueros de 3"x3"
- Tablas de 1"x12"x9.84'
- Breizas de 2"x2"

Los elementos descritos anteriormente se unirán con clavo de dimensión adecuada.

El encofrado deberá quedar completamente horizontal. La unión entre tabla deberá ser total, caso contrario se utilizará listones de hojalata de 0.05 metros, de ancho por su longitud, lo anterior para evitar el colado de concreto.

3.4.9. Colocación de armadura para losa

Se realizará en un espacio de 3.00 x 3.00 metros, más voladizo de 1.00 metro.

El armado de refuerzo será de hierro Grado 40, de \varnothing 3/8". La separación entre el riel, tensión, y bastón, será de 0.15 metros. La unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16.

La armadura de la estructura de losa se alzará 2.50 centímetros, sobre el nivel superior de encofrado de losa, no se aceptaran tacos de block, ladrillo u otro elemento absorbente de humedad.

3.4.10. Fundición de losa

El espesor de fundición de losa será de 0.10 metros, utilizando para su medición escantillón de hierro. Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris, tipo portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de $\frac{3}{4}$ "). Inmediato a la fundición aplicar antisol a dos manos lo anterior para evitar grietas y filtraciones futuras.

3.4.11. Desencofrado de losa

Con la aplicación de acelerante para el fraguado del concreto, el desencofrado debe realizarse en un tiempo mínimo.

3.4.12. Instalación de drenaje pluvial

Se ubicarán dos bajadas de drenaje pluvial \varnothing 3" en sentidos opuestos y drenarán al exterior de la caseta, las mismas deben quedar fuera de los muros de la caseta y con columnas falsas, esto para no debilitar los muros.

El lado superior de la losa deberá contar con sus respectivos pañuelos, para desfogue del agua hacia la tubería.

3.4.13. Instalación de puerta en caseta de transmisión

Las dimensiones del vano para la puerta serán de 1.00 metro de ancho x 2.10 metros de altura.

- Marco de tubo cuadrado de 1" x 1".
- Lámina calibre 3/64" prensada.
- Angular de $\frac{3}{4}$ "x $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{8}$ ", se utilizará para prensarlo lámina.
- Hembra de $\frac{3}{4}$ "x $\frac{1}{8}$ ", se utilizará para prensar la lámina.
- Chapa de doble lanzadera y tres llaves.
- Tres bisagras de cartucho de 3".
- Fondo de pintura anticorrosiva color negro mate.

El marco de la puerta debe quedar soldado o las varillas de refuerzo del marco de concreto reforzado por medio de patas metálicas embebidas en el concreto.

3.4.14. Acabados para la caseta de transmisión

3.4.14.1 Acabados internos para caseta de transmisión

3.4.14.1.1 Acabados para el piso de la caseta de transmisión

Se fundirá torta de concreto armado con refuerzo con varillas de Ø 3/8" @ 0.30 metros. Este debe alisarse en la parte superior.

El espesor del concreto del piso será de 0.10 metros, utilizar tacos de 0.05 metros para colocar el armado, no se aceptaran tacos de block u otro material absorbente de humedad. El piso debe llevar una base de selecto compactado.

En el piso deberá estar integrada una canaleta de 0.15x0.20 metros en la periferia interna de la caseta.

3.4.14.1.2 Acabados para el muro de la caseta de transmisión

En la parte interna de la caseta se aplicará ensabietado, repello más cernido vertical. El acabado final será de pintura látex. El zócalo será una franja de 0.30 metros del nivel del suelo.

3.4.14.1.3 Acabados para el cielo de la caseta de transmisión

En la parte del cielo de la caseta se aplicará repello más cernido.

3.4.14.1.4 Construcción de canaleta perimetral interna

La canaleta para la caseta servirá para conducir cables de los equipos y poder tener una mayor facilidad de trabajo. Las dimensiones de la canaleta serán de 0.15x0.20 metros y la longitud será el perímetro interno de la caseta.

Esta canaleta debe llevar una rejilla metálica galvanizada, la rejilla debe fabricarse en tramos de 1.00 metro de largo y debe quedar ajustada a la canaleta.

3.4.14.2 Acabados externos para caseta de transmisión

3.4.14.2.1 Acabados para el muro de la caseta de transmisión

En la parte interna de la caseta se aplicará ensabietado, repello más cernido vertical. El acabado final será de pintura látex. El zócalo será una franja de 0.30 metros del nivel del suelo.

3.4.14.2.2 Acabados para el cielo de la caseta de transmisión

En la parte del cielo de la caseta se aplicará ensabietado, repello más cernido.

3.4.14.2.3 Acera perimetral de la caseta de transmisión

El ancho de la acera será de 1.00 metro, la misma será reforzada con varillas de 3/8" a cada 0.30 metros en ambos sentidos o con estructomalla, el espesor del concreto a utilizar será de 0.10 metros. Deberá utilizarse tacos de 0.05 metros de altura, no se aceptaran tacos de materiales permeables.

La banqueta debe tener una base de selecto compactado de 0.10 metros para tener buena compactación. La acera debe llevar sus respectivas sisas de junta de dilatación.

3.4.15 Instalación eléctrica para la caseta de transmisión

3.4.15.1 Tablero de distribución

El tablero de distribución de energía será marca General Electric, de 24 polos para 120/240 voltios, interruptor de protección de tablero de 2x125 amperios incorporado, alimentado con protección de 2x125 amperios instalado en la columna de acometida eléctrica.

3.4.15.2 Código de colores

- Líneas vivas se diferenciará con cable color negro, azul o rojo.
- Línea neutra se diferenciará con cable color blanco.
- Línea puesta a tierra se diferenciará con cable color verde.

3.4.15.3 Cableado

El calibre de los cables de alimentación de tablero principal que se encuentra en la columna de acometida al tablero de distribución debe ser thhn awg # 2.

La iluminación y tomacorrientes se alimentarán con cable thhn awg No. 12.

3.4.15.4 Instalación del tablero de distribución principal en columna de acometida

La altura máxima de la parte superior del tablero de distribución de energía será de 1.80 metros. Se debe instalar los interruptores que se indican a continuación:

- Interruptor de iluminación dentro de la caseta de 1x20 amperios.
- Interruptor de fuerza de la caseta de 1x20 amperios.
- Interruptor de iluminación exterior de 1x20 amperios.

Todos los interruptores deben quedar identificados para evitar equivocaciones cuando se tengan que hacer reparaciones en los equipos.

3.4.15.5 Requerimientos para la iluminación de la caseta de transmisión de datos

Para la iluminación dentro de la caseta se necesitará lo siguiente:

- Una bombilla de 60 vatios en el centro del techo. La cual debe encenderse mediante interruptor ubicado a 1.50 metros de altura y lo mas cercano a la puerta.
- Una foto celda para activarla iluminación exterior.

- Tres bases con dos reflectores cada uno para intemperie cada uno de 75 vatios, para la iluminación exterior de la caseta. Los cuales deben encenderse mediante la señal de la foto celda.
- Canalización de $\frac{3}{4}$ " para la iluminación exterior en el muro perimetral con y cajas de registro octogonales de 4"x4"x2" a una altura de 2.50 metros.

La iluminación exterior debe considerar iluminar base para motor generador, base para tanque mensual, base de torre, base para G.S.M. y portón de entrada principal. El número de bases para reflectores serán 3 unidades, cada base contara con dos reflectores para intemperie de 75 vatios. Los reflectores deben encenderse mediante la señal de la foto celda separada de la de la caseta, e instalada sobre el muro perimetral.

3.4.15.6 Requerimientos para la fuerza de la caseta de transmisión de datos

Para la fuerza dentro de la caseta se necesitará lo siguiente:

- Dos cajas rectangulares plásticas de 2"x2"x4", para tomacorrientes polarizados que servirán para uso dentro de la caseta, los mismos deben quedar a 1.40 metros de altura y a 0.50 metros de la pared adyacente en la esquina opuesta a la entrada de la caseta.
- Canalización con dos tubos vinil color naranja de $\frac{3}{4}$ " y sus accesorios. La protección del circuito debe ser de 1x20 amperios, se debe cablear con thhn # 12.

- Cuatro cajas rectangulares plásticas de 2"x2"x4" para tomacorrientes polarizados a una altura de 0.30 metros sobre nivel del piso. Canalizados desde el tablero de distribución con tubo vinil color naranja de $\text{Ø } \frac{3}{4}$ " y sus accesorios. Protección de 2x20 amperios. Cableado con thhn # 12.

3.4.15.7 Sistema de tierras de caseta de transmisión de datos y de bases para equipos

Para el sistema de tierras, ya sea de la caseta o de las bases para los equipos, se necesitará lo siguiente:

- Cuatro electrodos con recubrimiento de cobre para el anillo de la caseta, los electrodos deberán contar con una caja de registro para mediciones futuras y mantenimiento, el conductor deberá ser cable desnudo como mínimo awg # 2/0 diseñado para sistemas de tierras. Estos deben ser unidos entre si con soldadura exotérmica cadweld.
- El cable conductor awg # 2/0 deberá tener una separación del concreto de la banqueta de caseta de 0.61 metros, esto para evitar el peligro que puedan correr los equipos al haber descargas de energía.
- El conductor awg # 2/0 debe instalarse a una profundidad mínima de 0.60 metros.
- La distancia entre electrodos, debe ser menor o igual a 4.00 metros.

- La medida de cada electrodo deberá ser 5/8" por 8', con revestimiento de cobre electrolítico puro y un espesor mínimo de 0.254 milímetros, y debe dejarse dentro del registro, 0.40 metros para poder realizar una o más soldaduras.
- Para aterrizar los equipos internos de la caseta será necesario colocar una platina de cobre la cual debe tener las siguientes medidas: 0.50x0.10x0.01 metros (largo, ancho y espesor), con aisladores, la misma deberá instalarse en la parte inferior del tablero de distribución de energía.
- La medición del sistema de tierra en cada sitio de celda al final de la instalación, deberá ser menor a 5 ohmios para tener seguridad con el personal que ingrese al sitio.
- La interconexión entre anillos debe hacerse en dos puntos con soldadura cadweld. Deben ir separados los cables desnudos con los de energía.
- En las bases de motor generador, Tanque Mensual se requiere que se deje un excedente de 2.00 metros de cable desnudo AWG # 2/0 por encima del nivel superior de dichas bases, esto para poder aterrizar las armaduras exteriores de los equipos.
- Todas las cajas de registro del sistema de tierras exteriores en los sitios de celda deberá hacerse una cubierta de lámina desplegada, galvanizada en caliente por inmersión, la cual debe ajustar correctamente en las cajas de registro.

Para la construcción de cajas de registro, ya sea del sistema de tierras o sistema de energía se necesitará lo siguiente:

- Excavación

Se excavará 0.60x0.60x0.60 metros, las dimensiones internas de las cajas deben ser de 0.50x0.50x0.60 metros, las cajas deben quedar al nivel del pedrín y no sobresalir de este nivel.

- Armadura

La armadura será de \varnothing 3/8" @ 0.20 metros, en ambos sentidos. Puede sustituirse con electromalla calibre 2/2.

- Formaleta

Esta se realizará con madera, con soportes laterales para evitar deformaciones. Se deberá prever en la formaleta para cajas del sistema de tierra, un tubo de pvc de 2" para canalizar los cables que energizarán los sistemas internos del sitio, estos estarán entrando a las cajas a 0.20 metros, del nivel inferior de la caja.

- Fundición

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretera o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de $\frac{3}{4}$ ").

3.5. Muro perimetral del sitio de celda

3.5.1. Trazo para el muro perimetral del sitio de celda

El ancho para el cimiento corrido será de 0.40 metros, para el trazo se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando el eje de los muros con hilo plástico de color visible. Cuando el terreno tenga pendiente, el muro se debe trabajar escalonado considerando la distancia entre las columnas, los muros de longitudes mayores a 10 metros deberán llevar junta de dilatación. Para la junta de dilatación se construirá columna doble y cimiento independiente, separado con duroport o material similar de 1" de espesor entre ambas columnas.

3.5.2. Excavación para el muro perimetral del sitio de celda

Se realizará una excavación de 0.40 metros de ancho x 0.82 metros de profundidad x perímetro. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable.

3.5.3. Armado para columnas y cimiento en el muro perimetral del sitio de celda

3.5.3.1 Cimentación para el muro perimetral

Las dimensiones de la cimentación serán de 0.20x0.40 metros. El refuerzo longitudinal será hierro grado 40, colocando 3 varillas \varnothing 3/8" corridos, refuerzo transversal de eslabones de hierro grado 40, con \varnothing 3/8" @ 0.20 metros, la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16, las hierros corridos y eslabones pueden ser sustituidos por estructomalla prefabricada para cimiento la cual debe ser de acero de alta resistencia y equivalente al refuerzo solicitado.

3.5.3.2 Columnas tipo "A"

Las columnas tipo "A" tendrán las dimensiones de 0.15 X 0.15 metros y la altura dependerá del muro. El refuerzo longitudinal será de hierro grado 40 con 4 varillas \varnothing 3/8" corridas, refuerzo transversal de estribos \varnothing 1/4" @ 0.20 metros la unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16 la ubicación de los estribos debe ser en forma de espiral lo que corresponde a los ganchos de las puntas, esto para que pueda ser distribuido la unión de la columna. Puede sustituirse por columna prefabricada, calibre 2/2.

3.5.4. Fundición de la cimentación del muro perimetral

El espesor del cimiento corrido será de 0.20 metros, utilizando para su medición escantillón de hierro, y nivel superior de hilo de nylon. Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretara o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de ¾”.

3.5.5. Levantado del muro perimetral

En el levantado de muros se utilizará block de concreto de 0.14x0.19x0.39 metros, con resistencia mínima de 35 kg/cm². La sisa de unión entre block será con sabieta de 0.01 metro de ancho. Se debe dejar sisada la parte interior de los muros y la parte frontal a las calles, esto se debe hacer con sisador.

3.5.6. Armado y fundición de soleras

3.5.6.1 Armado de soleras hidrófuga, intermedia y corona

Las dimensiones de las soleras serán de 0.15x0.20 metros. El refuerzo longitudinal será grado 40 con 4 varillas de Ø 3/8”, refuerzo transversal de estribos Ø 1/4” @ 0.20 metros. La unión de estos elementos se hará por medio de alambre de amarre calibre 16. Puede sustituirse par solera prefabricada calibre 2/2.

3.5.6.2 Fundición de soleras hidrófuga, intermedia y corona

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3 (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de $\frac{3}{4}$ ".

3.5.7. Acabados para el muro perimetral del sitio de celda

Todo el muro perimetral donde el block sea visto deberá ser sisado, para los muros del sitio que tengan colindancias no se hará ningún acabado en las partes externas del sitio. Las columnas y soleras se ensabietarán superficialmente y se dejara un cernido de 0.25 metros de ancho.

3.5.8. Acera peatonal en el muro frontal para el sitio de celda

El ancho de la acera será de 1.00 metro, la misma será reforzada con varillas de $\frac{3}{8}$ " a cada 0.30 metros en ambos sentidos o con estructomolla, el espesor del concreto a utilizar será de 0.10 metros. Deberá utilizarse tacos de 0.05 metros de altura. La banquetta debe tener una base de selecto compactado de 0.10 metros y se fundirá banquetta en los lados que de a la calle o accesos al sitio de celda, la misma debe llevar sus respectivas sisas de junta de dilatación a cada metro.

3.5.9. Instalación del portón de acceso al sitio de celda

Las dimensiones del vano para el portón serán de 3.00x3.00 metros. Llevará un marco de tubo proceso \varnothing 2", con lámina calibre 3/64". Angular de 3/4"x3/4"x1/8", la cual se utilizará para prensar la lámina.

Se le colocarán cuatro bisagras de cartucho de 4". Llevará pasadores verticales y horizontales. Se le aplicará fondo de pintura anticorrosiva color negro mate.

Para sostener el portón, se utilizarán columnas tipo "C."

3.5.9.1 Columnas tipo "C"

Las dimensiones de las columnas tipo "C" serán de 0.30x0.30 metros, 8 varillas de \varnothing 1/2", 5 estribos \varnothing 1/4" @ 0.05 metros, 10 estribos \varnothing 1/4" @ 0.10 metros y el resto @ 0.15 metros, este confinamiento en extremos de la columna. Se usará hierro grado 40 para la armadura de columnas del portón.

- El acabado de columnas tipo "C" se hará con cernido remolineado en los lados que queden expuestos o vistos.
- Las juntas del portón deben conectarse al sistema de tierras en dos puntos.
- El portón no debe presentar problemas para abrirse en ambos sentidos (hacia adentro y hacia fuera).

- La fijación del portón debe ser agarrado a las patas por medio de soldadura al refuerzo principal de las columnas, esto debe hacerse previo a fundir las columnas.

3.5.10. Instalación de razor ribbon en el muro perimetral del sitio

Considerando aspectos de seguridad se instalará alambre de seguridad tipo razor ribbon, con las hiladas necesarias en la parte superior del muro perimetral, incluyendo lado superior del portón de ingreso.

Para poder tensar el razor ribbon se utilizará alambre espigado que sea galvanizado. La instalación del alambre debe ser continua y sin cortes, el mismo debe quedar en la parte hacia adentro del sitio sin invadir los terrenos colindantes y en la parte del muro frontal o cualquier muro que de hacia calle debe quedar centrado al muro.

Se deben dejar señales de precaución como mínimo 16 unidades en todo lo largo del alambrado. Superior al muro deberá fundirse pines de hierro \varnothing 1/2" para soporte de alambre, los mismos deben quedar pintados para evitar la corrosión. Deberá instalarse aisladores para futura electrificación.

3.5.11. Instalación eléctrica contenida para el muro perimetral

3.5.11.1 Iluminación para el muro perimetral

Se necesitarán tres cajas octogonales plásticas, de 4 x 4", distribuidas según sea la necesidad del sitio. Por lo regular una se colocará en la entrada del sitio sobre la viga del portón, las otras dos para iluminar bases de equipos y la torre.

Para toda la instalación eléctrica utilizar cable calibre awg # 12 thhn.

Código de colores que se utilizará en el sistema de iluminación del muro perimetral será: cable con corriente color negro, cable neutro color blanco y cable tierra color verde.

Los ductos para alimentar la iluminación del muro perimetral será eléctrico pvc, de Ø ¾", color anaranjado.

Los accesorios que se necesitarán serán: conector plástico para unir ducto eléctrico y caja octogonal, coplas para unir la tubería, una fotocelda para accionar los reflectores.

La instalación de la fotocelda se hará de acuerdo de la posición donde salga el sol para poder aprovechar la mayoría de luz natural y así, no tener que necesitar siempre la iluminación del sitio.

3.6. Base para G.S.M.

3.6.1. Trazo para la base de G.S.M.

Se ubicará conforme a la ubicación de la torre, ya que las conexiones se harán lo mas cercano posible para no recorrer distancias grandes de cableado. Para el trazo se harán las dimensiones de 2.25x5.00 metros en el suelo, se utilizará cal hidratada. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando la base con hilo plástico de color visible.

3.6.2. Excavación para la base G.S.M.

Se realizará una excavación de 2.25 metros de ancho x 5.00 metros de largo y la profundidad se hará de 0.20 metros.

3.6.3. Reacondicionamiento del suelo para la base G.S.M.

De los 0.20 metros de excavación se rellenaran y compactarán 0.15 metros con suelo cemento compactado en proporción 5:1 (5 selecto y 1 de cemento).

3.6.4. Armadura para la base G.S.M.

El refuerzo de hierro será de grado 40, con varillas \varnothing 3/8" @ 0.15 metros, en ambos sentidos, puede sustituirse con electromalla calibre 2/2. La unión de los elementos debe ser con alambre de amarre calibre 16.

Para el recubrimiento de la estructura se utilizaran tacos de concreto elaborados en el lugar. No se aceptarán tacos de block, ladrillo u otro material absorbente de humedad.

3.6.5. Colocación de ductos para la base de G.S.M.

Los ductos para la base de G.S.M. se harán de la siguiente manera:

- Colocación de un ducto \varnothing 2" para Energía.
- Colocación un ducto \varnothing 2" para cable de fibra óptica.

- Colocación de un ducto Ø 2" para aterrizaje del equipo, unido al sistema de tierras.

3.6.6. Encofrado para la base de G.S.M.

La altura del encofrado desde la parte superior del suelo será de 0.15 metros, en todo su perímetro, el mismo deberá construirse con madera reforzada con piezas de madera laterales. Perimetralmente y en la parte superior del encofrado se ubicará pieza de madera con corte a 45° para el ochavo de la base que será en todo su perímetro.

3.6.7. Fundición para la base de G.S.M.

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretera, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla.

En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de ¾").

El espesor de la base de concreto debe ser de 0.20 metros. Por lo que deberá sobresalir 0.15 metros sobre el nivel del suelo y 0.05 metros bajo el nivel del suelo, esto para evitar deslizamiento de la base donde irán los equipos.

3.6.8. Acabado final para la base G.S.M.

El la parte superior de la base debe ser alisado de cemento completamente, y no deberá presenta acumulación de agua ni grietas, en los lados de la base, debe llevar cernido remolineado en las partes de los lados de la base.

3.7 Base para motor generador

3.7.1 Trazo para la base del motor generador

Para el trazar la base del motor generador se utilizará cal hidratada y se hará de las medidas 1.50x2.90 metros. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes a nivel, ubicando la base con hilo plástico de color visible.

3.7.2 Excavación para la base del motor generador

Se realizará la excavación de 2.00x3.40 metros y 0.60 metros de profundidad en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable.

3.7.3 Reacondicionamiento del suelo para fundir la base del motor generador

De los 0.60 metros de excavación se rellenarán y compactarán 0.15 metros con suelo cemento compactado en proporción 5:1 (5 selecto y 1 de cemento).

3.7.4 Colocación de armadura para fundir la base del motorgenerador

El refuerzo de hierro será de \varnothing 3/8" grado 40.

La conformación de la estructura de acero para fundir la base del motor generador será de la siguiente manera:

Siete estribos $\varnothing 3/8$ " en sentido transversal @ 0.38 metros, dejando en cada costado un recubrimiento de 0.05 metros. Los estribos deben ser aproximadamente de las medidas de 0.50x1.40 metros dejando en cada costado un recubrimiento de 0.05 metros.

Cinco estribos de $\varnothing 3/8$ " en sentido longitudinal @ 0.28 metros, dejando en cada costado un recubrimiento de 0.05 metros. Los estribos deben ser aproximadamente de las medidas de 0.50x2.80 metros, dejando en cada costado un recubrimiento de 0.05 metros.

Para el recubrimiento de la estructura se utilizarán tacos de concreto elaborados en el lugar. No se aceptarán tacos de block, ladrillo u otro material absorbente de humedad.

Para la unión de los estribos en sentido longitudinal y transversal se utilizará alambre de amarre calibre 16.

El espesor de concreto de la base será de 0.60 metros, de los cuales van enterrados 0.40 metros y 0.20 metros sobre el nivel del suelo.

3.7.5 Construcción de la fosa disipadora de vibración en el perímetro de la base del motor generador

Entre la base de concreto del motor generador y la fosa disipadora de vibración habrá una separación de 0.15 metros, el muro de concreto de la fosa disipadora tendrá un espesor de 0.10 metros y 0.60 metros de altura, se construirá con acero de refuerzo de $\varnothing 3/8$ " a cada 0.25 metros en ambos sentidos, entre la base del motor generador y el muro de concreto quedará un vacío de 0.10 metros, los cuales se debe rellenar con arena de río cernida.

Este método se utiliza para que este material tenga la propiedad de no transmitir la vibración directa de la base del motor generador al muro de concreto de la fosa disipadora.

3.7.6 Encofrado para la base de motor generador

La altura del encofrado desde la parte superior del suelo compactado será de 0.60 metros, en todo su perímetro, este debe sobresalir del nivel del suelo a 0.20 metros, el mismo deberá construirse con madera reforzada con piezas de madera laterales. Perimetralmente y en la parte superior del encofrado se ubicará pieza de madera con corte a 45° para hacer el ochavo para la base del motor generador.

3.7.7 Fundición de la base del motor generador

Se usará concreto de 3,000 psi, con máquina concreteira, o mezclado en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, piedrín de ¾”).

3.7.8 Acabado final para la base del motor generador

El lado superior de la base debe ser alisado de cemento completamente, y no deberá presenta acumulación de agua.

3.8 Base para tanque mensual

3.8.1 Trazo para la base del tanque mensual

Para el trazo de la base del tanque mensual se utilizará cal hidratada para visualizar el área de las medidas 1.50x2.50 metros. Previo a esta actividad se deberán construir los puentes o nivel, ubicando la base con hilo plástico de color visible.

3.8.2 Excavación para la base del tanque mensual

Se realizará la excavación de 1.50x2.50 metros y 0.20 metros de profundidad en condiciones normales de suelo estable. Si se presentan rellenos, la excavación se profundizará hasta llegar a suelo estable. Casos especiales de excavación en arena, ciénagas, rocas.

3.8.3 Reacondicionamiento del suelo para la construcción de la base del motor generador

De los 0.20 metros de excavación se rellenaran y compactarán 0.15 metros con suelo cemento compactado en proporción 5:1 (5 selecto y 1 de cemento).

3.8.4 Colocación de armadura para la base del motor generador

El refuerzo de hierro será de grado 40 \varnothing 3/8, @ 0.15 metros, en ambos sentidos, puede sustituirse con electro molla calibre 2/2. Para el recubrimiento de la estructura se utilizaran tocos de concreto elaborados en el lugar. No se aceptarán tacos de block, ladrillo u otro material absorbente de humedad.

3.8.5 Encofrado para la base del motor generador

La altura del encofrado desde la parte superior del suelo será de 0.15 metros, en todo su perímetro, el mismo deberá construirse con madera reforzada con piezas de madera laterales. Perimetralmente y en la parte superior del encofrado se ubicará pieza de madera con corte a 45°, para realizar el ochavo de la base del motor generador.

3.8.6 Fundición de base del motor generador

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla.

En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4,000 psi, arena de río, pedrín de ¾") el espesor de la base a fundir es de 0.20 metros de los cuales 0.05 metros van enterrados y 0.15 metros sobre el nivel del suelo.

3.8.7 Acabado final para la base del motor generador

El lado superior de la base debe ser alisado de cemento completamente, y no deberá presentar acumulación de agua.

3.8.8 Ductos a instalar entre el tanque mensual y el motor generador

Los ductos a instalar deben ser de diámetro 2" pvc y servirán para conducir la manguera del diesel que servirá para alimentar el motor generador y la otra canalización servirá para cableado de energía, los mismos se deben ser identificados para no tener problemas en la canalización.

3.9 Sistema de energía para el sitio de celda

3.9.1 Caja de registro para sistema de energía eléctrica

Para el sistema de energía se necesitará construir cajas de registro para poder hacer mantenimiento en tramos de cable. Se construirá una caja de registro bajo la columna de acometida de energía eléctrica y otra bajo el tablero de distribución de energía.

Debe fabricarse una caja de registro de 0.60x0.60x0.60 metros con su respectiva tapadera de concreto tipo sombrero y fundida en la parte inferior de la caja.

3.9.2 Colocación de ductos y cableado

De la caja de registro de acometida RH eléctrica, a la caja bajo el tablero de distribución de energía y luego hacia el tablero de distribución, se instalarán 3 tubos pvc de Ø 2", con el siguiente cableado: 2 cables thhn # 2 color negro, más 1 cable thhn # 2 color blanco este cableado en uno de los ductos, quedando 2 ductos libres.

Este cableado conectará el breaker de protección principal y el tablero de distribución de la caseta.

Del tablero de distribución a la base de G.S.M, instalar 2 tubos de Ø 2" pvc, con el siguiente cableado: 2 cable thhn # 2, color negro, más 1 cable thhn # 2, color blanco para darle energía al equipo G.S.M. Los tubos que van de la caja de distribución de energía al tablero de energía deben sobresalir del nivel del suelo 1.50 metros, y en el tablero se conectará la protección para la G.S.M. de 2x50 amperios.

De la caja de distribución de energía a la base de la torre auto soportada, instalar 1 tubo de Ø 1" para que se pueda colocar la protección de 1x15 amperios para la señalización que contiene la torre auto soportada.

De la Base de G.S.M a la caseta de transmisión instalar 1 Ø 2", para instalar cable para fibra óptica.

Del tablero de distribución a las bases para reflectores instalar 1 tubo Ø 3/4" con el cableado siguiente: 1 cable no. 12 color Negro más 1 No. 12, color blanco, conectado a su protección de 1x20 amperios.

De los bases de los reflectores a la base de foto celda instalar 1 tubo de Ø 3/4", con el cableado siguiente: 1 cable no. 12 color Negro.

De la caja de distribución de energía a la base de motor generador instalar, 1 tubo de Ø 2".

La dimensión de las cajas de distribución de energía será fundida en la parte inferior y llevan una tapadera tipo sombrero de concreto para evitar entrada de agua en la misma.

3.10. Construcción de columna de acometida eléctrica

La construcción de la columna de acometida será de base cuadrada de 0.40x0.40 metros, con altura de suelo a base superior de 5.00 metros. Esto no incluye la altura de la tubería para acceso de cables del transformador municipal de energía.

El tubo de entrada para la columna de acometida será de 1 ½" con su accesorio de entrada sobresaliendo 0.50 metros de la parte superior de la columna.

3.10.1 Excavación para la columna de acometida de energía

La excavación será de 0.80x0.80 de área y 1.00 metro de profundidad, incluye la altura de la zapata tipo 1.

Las medidas de la zapata tipo 1 serán de 0.70x0.70x0.20 metros.

3.10.2 Armadura para la zapata tipo 1

La armadura para la zapata tipo 1 será de 7 varillas $\varnothing \frac{1}{2}$ ", grado 40, en ambos sentidos. Los tacos para el recubrimiento serán de concreto. No se admiten tacos de block, ladrillo u otro material que absorbo la humedad. La unión de estos elementos se hará con alambre amarre calibre 16.

3.10.3 Armadura para la columna de acometida tipo d

La armadura para columnas tipo d será con 8 varillas $\varnothing \frac{1}{2}$ ", grado 40, longitudinales, con refuerzo transversal de estribos con 5 $\varnothing \frac{3}{8}$ " @ 0.05 metros, 10 $\varnothing \frac{3}{8}$ " @ 0.10 metros, y el resto $\varnothing \frac{3}{8}$ " @ 0.15 metros, todo esto confinado en ambos extremos de la columna de acometida, debe unirse con alambre de amorre calibre 16.

3.10.4 Fundición para la columna de acometida tipo d y zapata tipo 1

Se usará concreto de 3,000 psi, elaborado con máquina concretara, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris tipo Portland de 4000 psi, arena de río, pedrín de $\frac{3}{4}$ ".)

3.10.5 Acabados para la columna de acometida tipo d

Los cuatro lados de la columna tipo d deben ser ensabietados de cemento completamente y aplicar cernido remolineado.

3.10.6 Caja de registro para puesta de tierras para la columna de acometida

Se fabricará una caja de registro de tierra con su respectiva tapadera de rejilla galvanizada. Esta caja será ubicada al lado de la columna de acometida, se interconectará la caja de energía de registro de cables para la columna de acometida con esta caja del sistema de tierras, la unión se hará con un electrodo de cobre de 5/8" x 8 pies con revestimiento de cobre puro y un espesor mínimo de 0.254 metros.

3.10.7 Accesorios de entrada para la columna de acometida

La altura del accesorio de entrada será tipo calavera y debe ser de 5.50 metros del nivel de piso de la calle, con cable de entrada 3 thhn awg # 2, conectado a la protección principal, en la parte superior se debe dejar un excedente de cable de 3.00 metros como mínimo, esto para la conexión del transformador de energía que instalará la empresa eléctrica en el área pública.

3.10.8 Caja socket para la colocación del contador de energía

La caja socket para la instalación del contador de energía debe ser clase 200, la instalación de este debe ser a una altura del nivel de piso de la calle de 1.80 metros a la parte superior de la caja socket. El neutro de esta caja debe estar puesto a tierra en la entrada y unido al sistema de tierra instalándola en la caja más cercana que sería la caja del sistema de tierras junto a la acometida eléctrica. La interconexión de la caja socket hacia la caja RH debe ser con 1 tubo de vinil eléctrico de 2”

3.10.9 Caja RH para colocar la protección principal del sitio de celda

La caja debe ser tipo RH industrial, con protección de 2X125 amperios, cableado con thhn awg # 2. La ubicación de la caja RH debe ser instalada con visto hacia el interior del sitio de celda al pie de la columna de acometida aproximadamente a 1.50 metros sobre el nivel de piso.

El aterrizaje de neutro de acometida, deberá realizarse únicamente en la caja del protector principal en la columna de acometida eléctrica, con cable forrado color verde y calibre awg # 6 soldado al electrodo de pie de columna en la caja del sistema de tierras.

3.11 Obras complementarias

3.11.1 Esparcir piedrín en el sitio de celda

Se esparcirá piedrín $\text{Ø } 3/4''$ en todas las áreas libres, con una altura de piedrín de 2", previo a esparcir el piedrín se deberán fumigar todas las áreas del suelo con herbicida, esto para tener seguridad que en el sitio no surgirá maleza en poco tiempo.

3.11.2 Colocación de la viga superior del portón

Se debe fundir una viga de concreto reforzado de 0.20 metros de ancho y 0.30 metros de alto con refuerzo longitudinal de 6 varillas de $\text{Ø } 3/4''$, 4 corridas y 2 tensionadas, refuerzo transversal de estribos de varilla de $1/4''$ a cada 0.08 metros en un espacio de 0.80 metros desde ambos extremos y en la parte central a cada 0.15 metros, la viga debe ser fundida con concreto de 3000 psi.

3.12 Torre Auto soportada

Para efectos de este trabajo se dará a continuación un ejemplo de la forma de construcción de la torre auto soportada, debe tomarse en consideración que el tipo de torre y cimentación va a cambiar conforme al tipo de terreno, ya que la interacción del suelo-cimentación indicará un diferente análisis y diseño para soporte de la torre.

Esta torre será de 60 metros de altura para poder tener mejor eficiencia con la señal de los aparatos transmisores de señal telefónica. Se utilizará estructura metálica con perfiles en forma de L, unidas entre si con pernos ajustados para dar rigidez a la estructura.

Se fundirán tres zapatas a 4.30 metros de profundidad para poder anclar la torre al suelo. Estas tres zapatas irán unidas entre si por tres vigas de 0.30x0.50x7.00 metros de concreto armado para poder asegurar la estructura cimentada a la estructura metálica.

3.12.1 Área para construir

El área a trabajar será de forma triangular, ya que se construirán tres zapatas para sostener la torre.

3.12.2 Trazo del área de la torre

La distancia entre centro de zapatas será de 7.00 metros. La distancia mínima que debe estar el centro de las zapatas al muro perimetral será de 1.00 metro. Por efectividad de espacio en el sitio de celda, se construirán dos zapatas de la torre en forma paralela al muro, para que solamente una zapata esté de forma perpendicular y así se gane lugar para los equipos a instalar.

El trazo se recomienda que sea con teodolito para poder tener mejor exactitud entre las zapatas. La exactitud es de gran importancia, ya que las piezas metálicas de la estructura de la torre cuando se unan a las cimentaciones no deberán tener error al acoplarse unas con otras.

3.12.3 Excavación para las zapatas y vigas conectoras

3.12.3.1 Excavación para las zapatas

La excavación para las tres zapatas será de forma circular con diámetro de 0.90 metros. La profundidad total de la excavación será de 4.30 metros, de los cuales el último metro de excavación se hará con forma de campana con diámetro en la base inferior de 2.15 metros. Este método se utilizará para evitar hacer formaletas de todo el cilindro a fundir.

La excavación empezará como un cilindro y terminará como un cono truncado, esto para tener mayor área de contacto con el suelo y para no tener que hacer rellenos que puedan dar pérdida de tiempo en la construcción.

3.12.3.2 Excavación para las vigas conectoras

Para la excavación de las vigas no se tendrá un suelo al mismo nivel, si fuera así, se tendrá que excavar 0.25 metros para que la mitad de la viga quede sobre el nivel del suelo.

3.12.4 Refuerzo para las zapatas de la torre y vigas conectoras

3.12.4.1 Refuerzo para las zapatas de la torre

El refuerzo que se utilizará será de grado 60 y será de la siguiente forma: Para el cilindro de 4.30 metros de profundidad se colocarán de forma circular 10 varillas de 1", en el fondo se le dará continuidad a la varilla por 1.50 metros para amarrar la parrilla de la zapata con la armazón del cilindro.

La parrilla para la zapata llevará en los dos sentidos varillas de 1" con separación de 0.15 metros, estas descansarán sobre tacos de concreto para evitar el contacto directo con el suelo mientras se hace la fundición.

Los estribos para el cilindro se colocarán desde la parte superior a la inferior de la siguiente manera: 19 estribos de 1/2" a cada 0.07 metros, 11 estribos de 1/2" a cada 0.30 metros.

Para unir la cimentación de la zapata con la estructura metálica, será necesario colocar una pletina que irá fundida dentro de la zapata y esta coincidirá con las 10 varillas de 1", irán unidas con pernos roscados a la estructura metálica de la torre auto soportada.

Figura 11. Armadura de la zapata unida a la armadura de vigas conectoras



Figura 12. Armadura de la zapata unida con la pletina



3.12.4.2 Refuerzo para las vigas conectoras de las zapatas

El refuerzo para las vigas conectoras será de la siguiente forma:

Las vigas conectoras tendrán 6 varillas de 3/4" más 2 de 1/2" que irán corridas en toda la viga. Las varillas de 3/4" irán tres en la parte superior y tres en la parte inferior de la viga; las dos varillas de 1/2" irán en el centro, estas también irán corridas.

Los estribos de la viga conectora irán de la siguiente manera: 10 estribos con hierro de 3/8" a cada 0.10 metros en cada uno de los lados de la viga y el centro de la viga irán los estribos a cada 0.14 metros.

Figura 13. Armadura de la viga conectora



3.12.5 Fundición de las zapatas de la torre y vigas conectoras

3.12.5.1 Fundición de las zapatas de la torre

Se usará concreto de 4,000 psi, elaborado con máquina, o mezclado manualmente en el lugar, en este caso se deberá prever la no presencia de vegetación o residuos de tierra en la mezcla. En ambos casos considerar proporción 1:2:3: (cemento gris de 4,000 psi, arena de río, piedrín de ¾”).

Para la fundición se estará dando un revenimiento de 0.10 metros en la parte inferior de la zapata, tendrán que fundirse tacos de concreto para evitar el contacto directo del acero con el suelo.

3.12.5.2 Fundición de las vigas conectoras

Para la fundición de la viga se estará dando un revenimiento de 0.05 metros, para que el acero no este en contacto con el suelo se usaran tacos de concreto de 0.05 metros bajo la armazón de acero.

3.12.6 Armado de la estructura metálica de la torre

La torre auto soportada tendrá seis módulos de seis metros de altura cada uno. Estos módulos son las secciones de la armadura de la torre y se irán diferenciando con forme se vaya dando la altura de la torre auto soportada.

El primer módulo irá anclado a las patas de la torre, el cuál irá unido con pernos roscado a la pletina fundida.

A los costados de la torre llevará en cada una de las patas un tubo de acero y debe tener cierta inclinación hacia adentro del triángulo, esto para poder ir haciendo cada módulo más pequeño. Estos tres tubos irán unidos con crucetas tipo L, unidas entre tubos y crucetas con remaches.

Los siguientes módulos se irán uniendo de la misma forma pero cada módulo será mas pequeño para poder ser mejor maniobrado en el aire y tener menos peso y área para que no sea afectado por el viento.

3.12.7 Aterrizaje de la estructura metálica de la torre

En cada una de las patas debe hacerse lo siguiente:

Desde la punta de la torre debe unirse con una soldadura cadweld a cable de cobre 2/0 y llevarlo por toda la pata hasta el suelo para poder aterrizarlo en una varilla recubierta de cobre. Esta soldadura debe hacerse en cada uno de los módulos de la estructura para que no haya problema de sobre carga eléctrica en el sitio.

En la parte superior de la torre se colocará un pararrayos de 1.50 metros de alto y este debe estar unido a los tres puntos de la soldadura cadweld que deben ser conducidos por el cable de cobre.

3.12.8 Acabados de la torre auto soportada

La torre auto soportada tendrá que ser pintada de colores visibles dictados por aeronáutica, estos colores pueden ser rojo o anaranjado. Cualquiera de estos colores debe ir intercalado con el color blanco.

La mayoría de torres en nuestro país lleva en el primer módulo el color anaranjado, el segundo módulo con el color blanco y así de forma alterna. Esta pintura tiene que ser anticorrosivo para evitar corrosión en la estructura y así evita posibles deficiencias en la torre.

CONCLUSIONES

1. Las especificaciones son estructuradas para que se aplique a construcciones en masa, al hacerlo individualmente se deben aplicar diseños específicos a las condiciones del lugar.
2. Las especificaciones técnicas están basadas para un sitio que tiene las dimensiones de 10x20 metros y una torre de 60 metros de alto, algún cambio en el sitio llegará a cambiar lo propuesto en este trabajo.
3. En la construcción de la torre auto soportada se verá con importancia la alineación de la pletina con respecto a la cimentación, ya que de no ser así la estructura metálica puede provocar una sobre carga en los puntos de apoyo de la torre.
4. La torre auto soportada disminuirá en sus secciones de la estructura metálica conforme llegue a los sesenta metros de altura, esto es para disminuir el área de contacto con el viento, reducir los esfuerzos y así poder economizar acero en el refuerzo de la cimentación.

RECOMENDACIONES

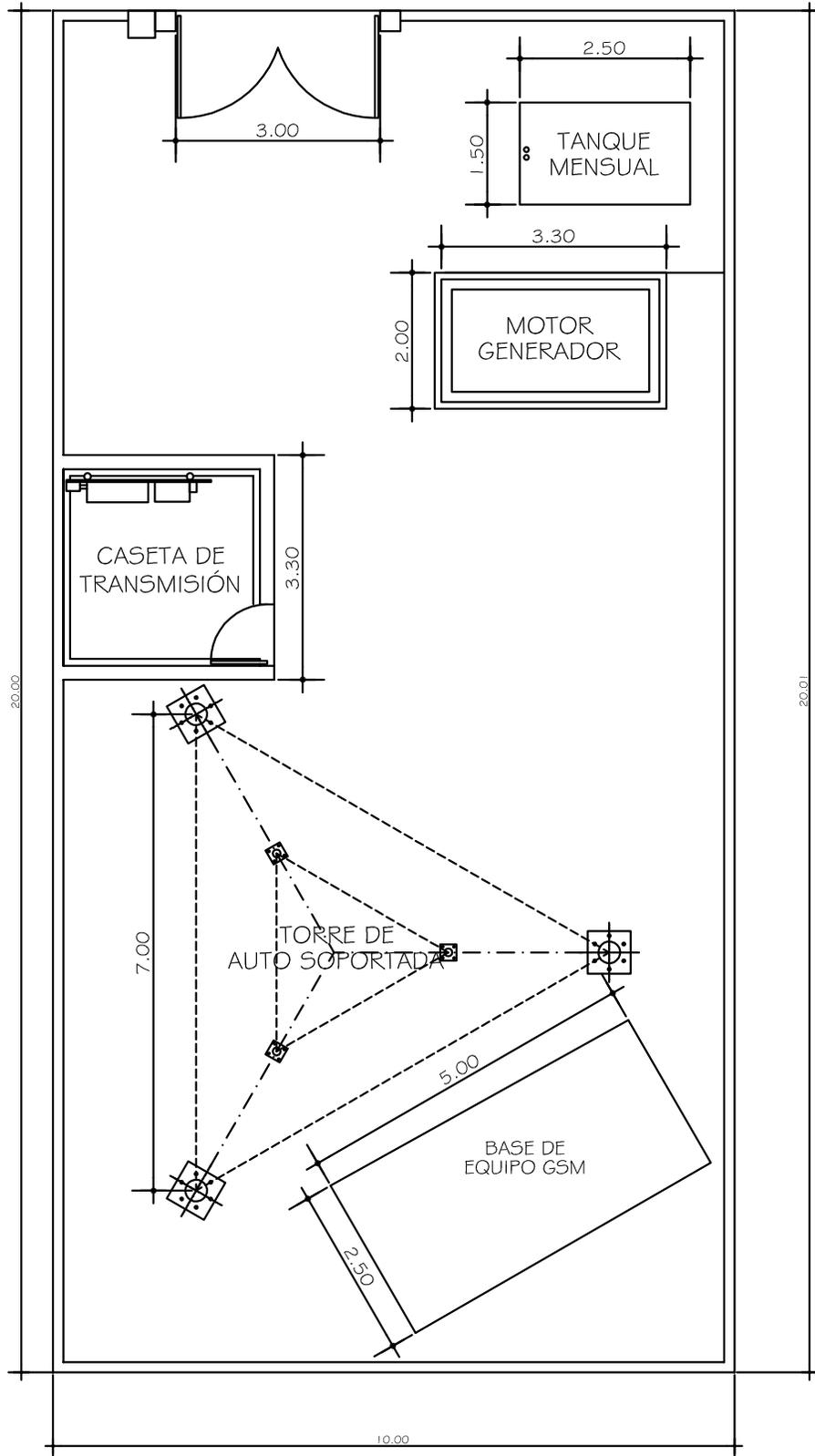
1. Al construir un sitio de celda debe tomarse en cuenta que el elemento mas delicado de construcción va a ser la torre auto soportada, por lo que uno de los primeros elementos a construir será este.
2. Cuando el clima sea un factor determinante debe tomarse en cuenta que el muro perimetral dará mayor avance a la construcción si éste se construye primero.
3. Cuando el sistema de tierras no satisfaga la situación de resistencia de ohmios por el tipo de suelo, pueden utilizar sistemas alternos para aterrizaje de cargas.
4. Al referirse a la torre auto soportada, es importante mencionar que lo indicado en este documento es para una torre con altura a sesenta metros y debe tomarse en cuenta que cualquier modificación va a influir de forma directa en el diseño de la torre y de su cimentación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Merrit, Frederick y otros. **Manual del Ingeniero Civil. Cuarta edición.** México: McGraw-Hill Interamericana editores, S.A. de C.V. 2004. 2 tomos.
2. Whitlow , Roy. **Fundamentos de mecánica de suelos. Segunda edición.** México: Compañía editorial continental S.A. de C.V. 1999. 589 pp.
3. http://www.construaprende.com/telecomunicaciones/tipos_torres.html.
Tipos de torres para telecomunicaciones. Agosto 2006.
4. <http://www.construaprende.com/telecomunicaciones/index.html>.
Introducción a las torres para telecomunicaciones. Agosto 2006.
5. <http://www.monografias.com/trabajos11/cdma/cdma.shtml>.
El teléfono. Agosto 2006.

ANEXOS

1. Planta de ubicación de bases y equipos.
2. Sistema de tierras.
3. Sistema de energía.
4. Base de motor generador.
5. Detalle tanque mensual.
6. Detalles de columnas y soleras.
7. Detalles de caja de tierras.
8. Perfil de cimentación torre auto soportada.
9. Detalles de torre auto soportada.



Especificaciones técnicas
para la construcción
de sitios de
telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

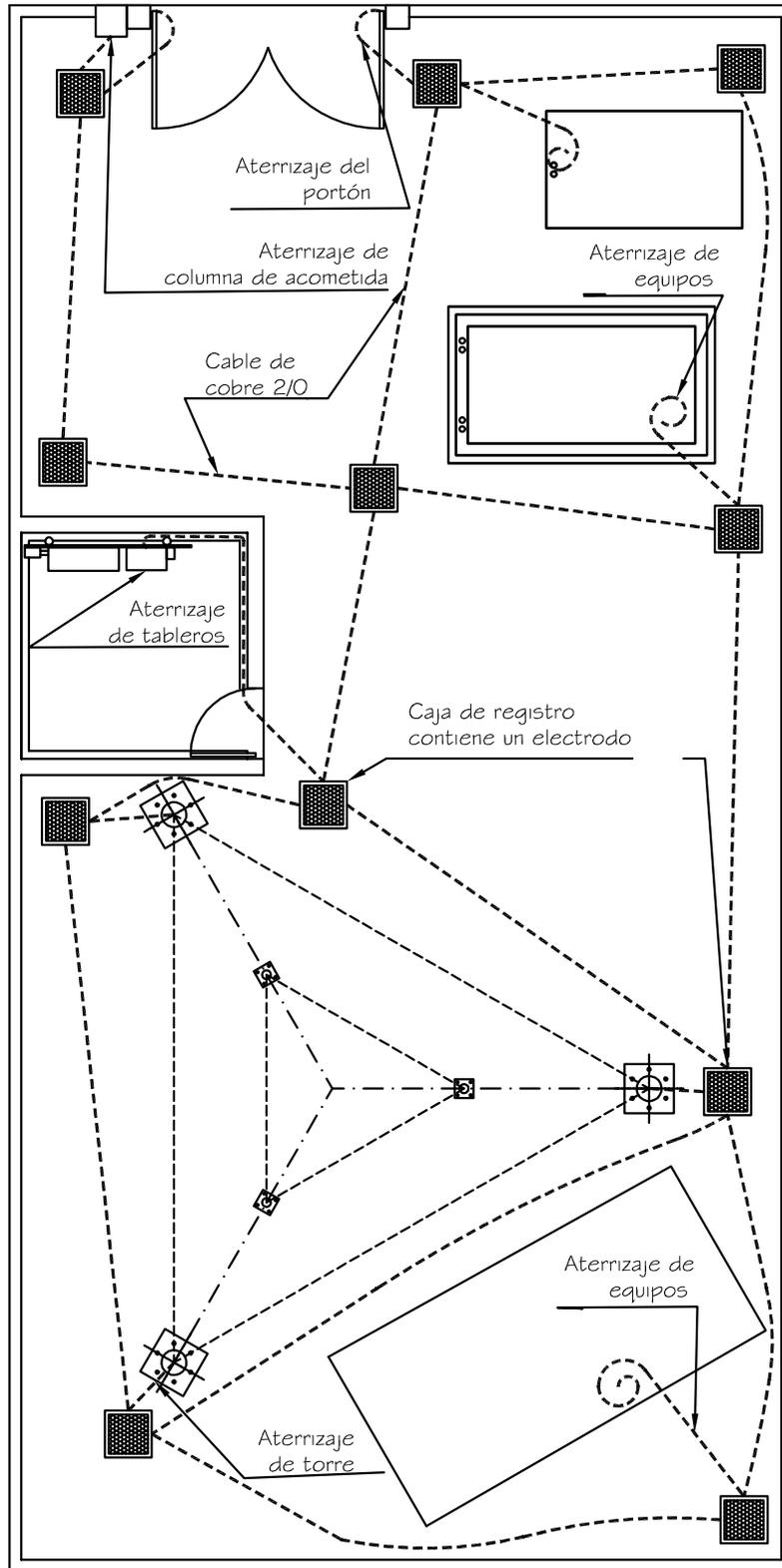
PLANO:

PLANTA DE UBICACION DE BASES Y EQUIPO

HOJA:

01

09



Especificaciones técnicas
para la construcción
de sitios de
telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

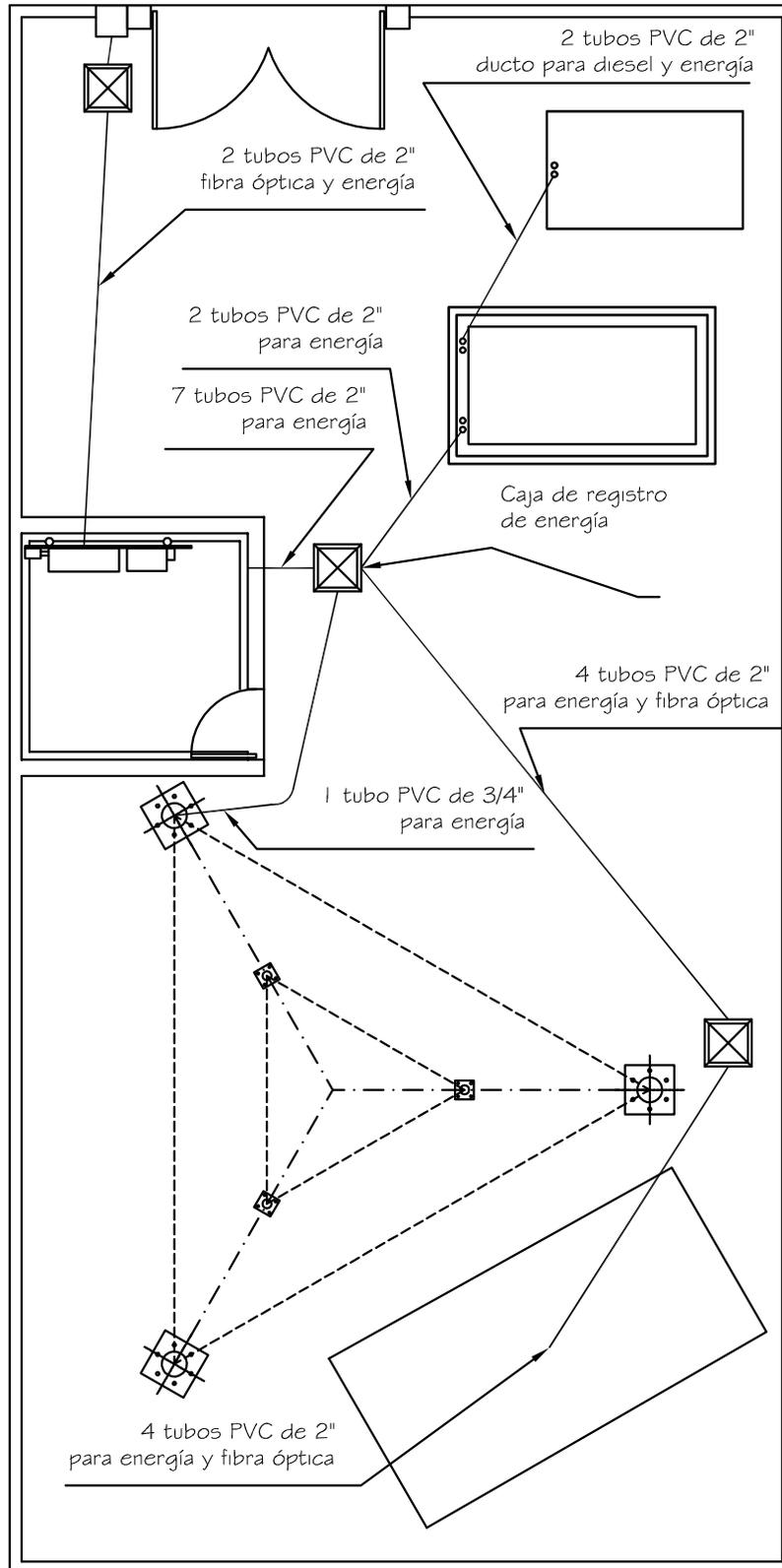
PLANO:

SISTEMA DE TIERRAS

HOJA:

02

09



Especificaciones técnicas
para la construcción
de sitios de
telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

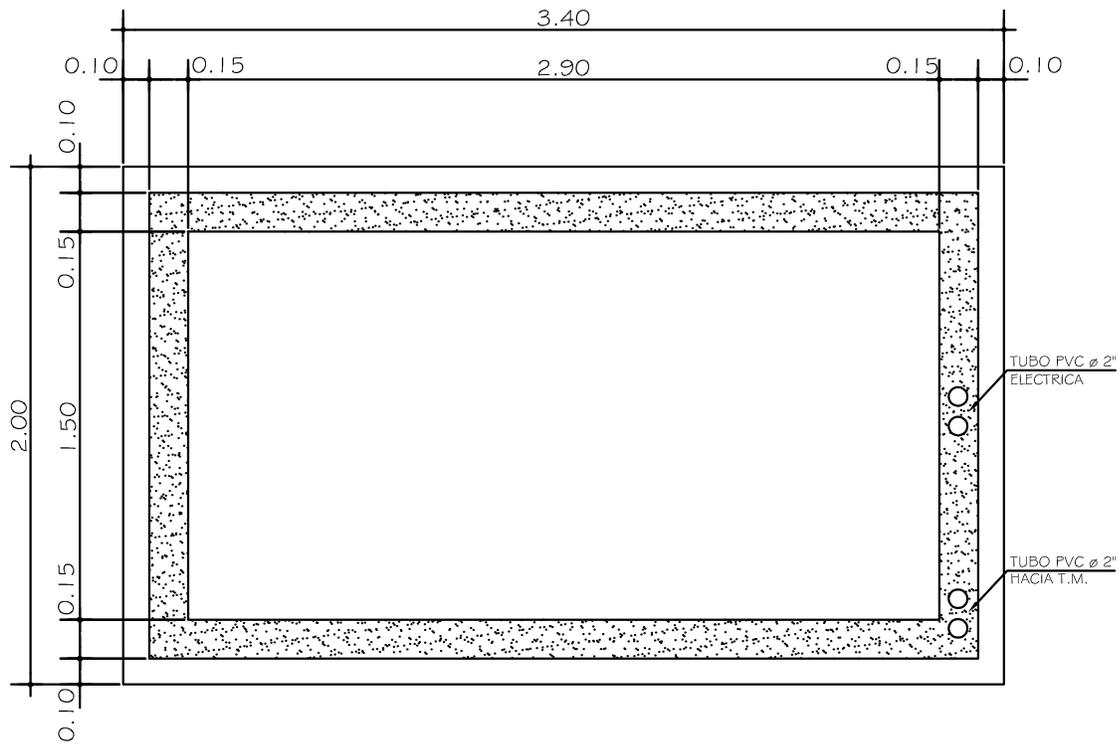
PLANO:

SISTEMA DE ENERGÍA

HOJA:

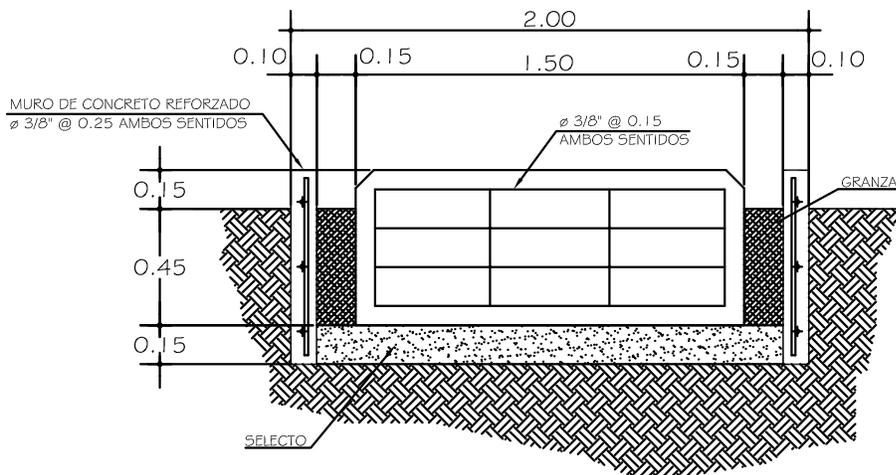
03

09



BASE DE MOTOGENERADOR

ESCALA:



SECCION DE MOTOGENERADOR

ESCALA:

Especificaciones técnicas
para la construcción
de sitios de
telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

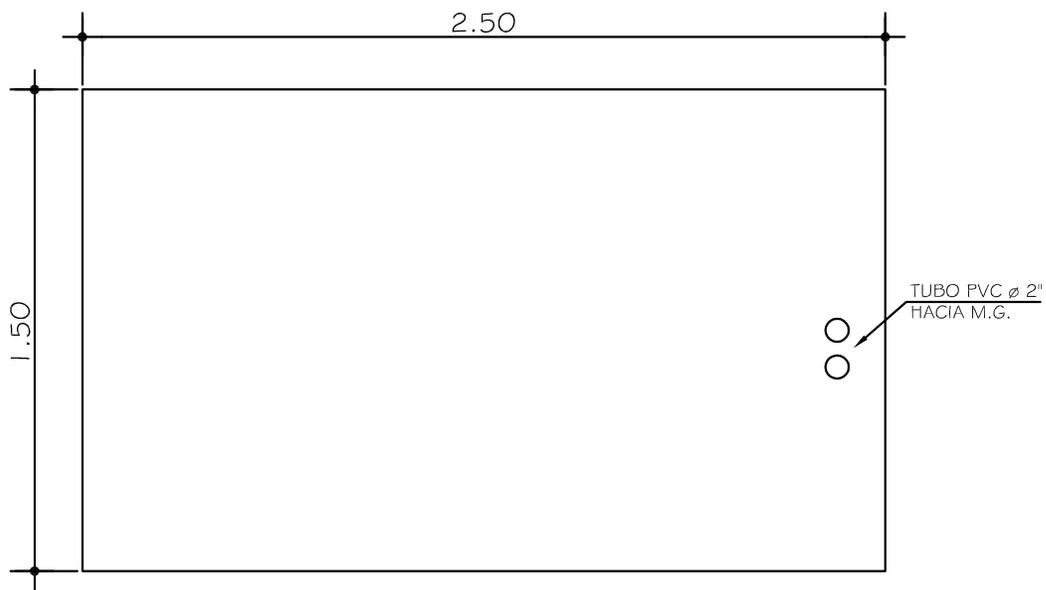
PLANO:

BASE DE MOTOR GENERADOR

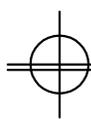
HOJA:

04

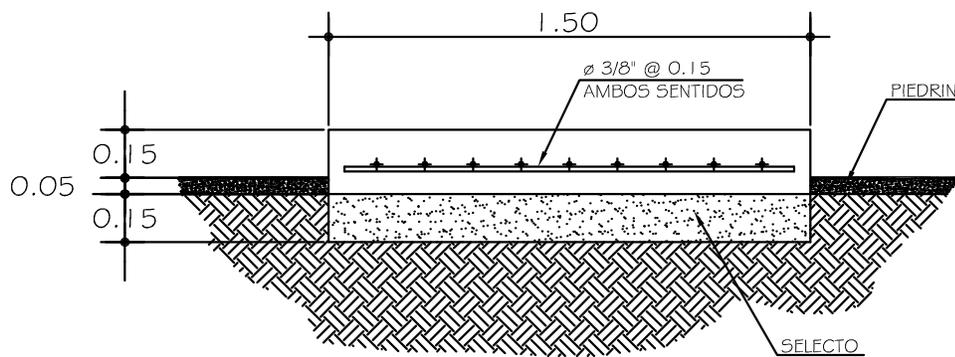
09



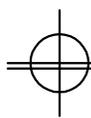
BASE DE TANQUE MENSUAL



ESCALA:



SECCION TANQUE MENSUAL



ESCALA:

Especificaciones técnicas
para la construcción
de sitios de
telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

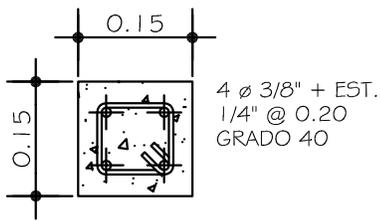
PLANO:

DETALLE TANQUE MENSUAL

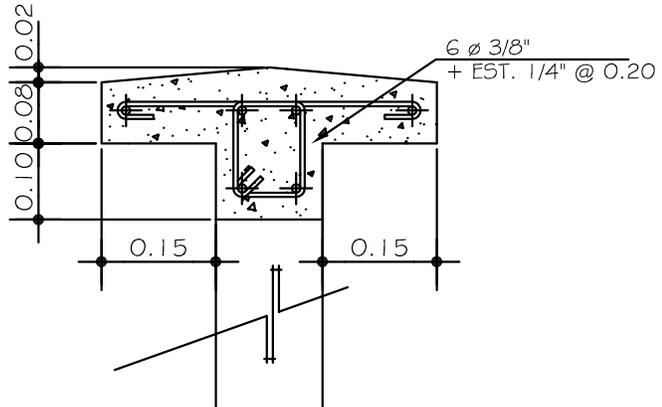
HOJA:

05

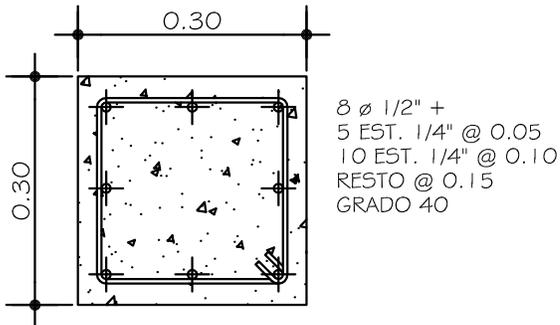
09



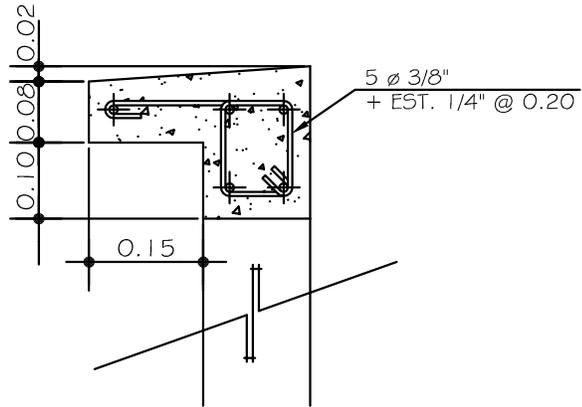
Columna tipo "A"



Detalle de albardon muro frontal

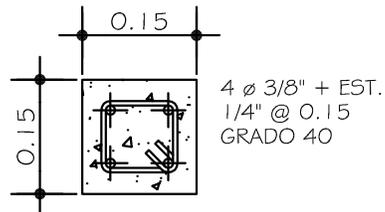


Columna tipo "C"



Detalle de albardon muro lateral

Detalle solera hidrófuga e intermedia



Especificaciones técnicas para la construcción de sitios de telefonía celular

PROYECTO:

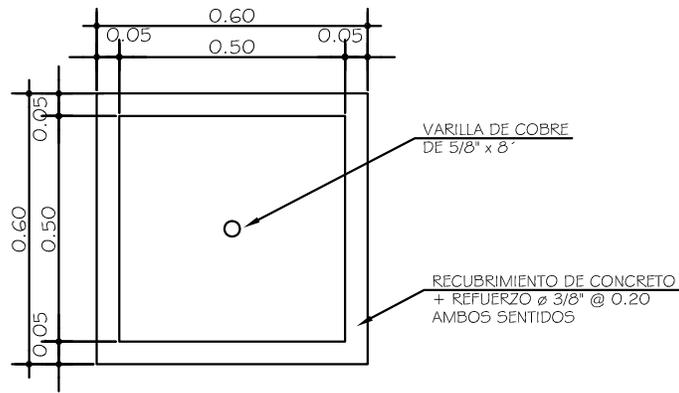
CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

PLANO:

DETALLES DE COLUMNAS Y SOLERAS

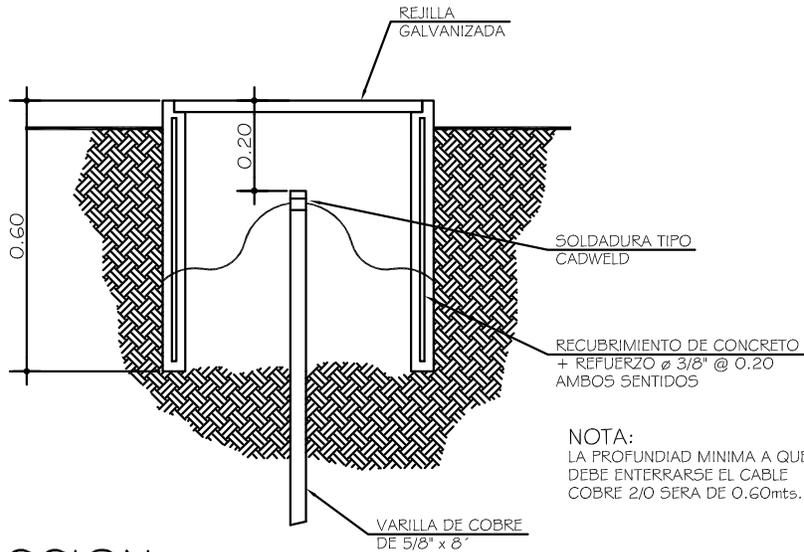
HOJA:

06
09



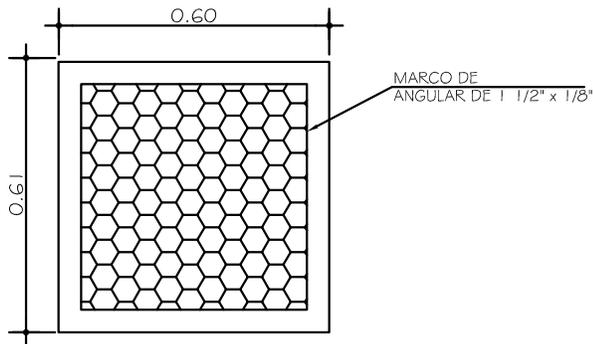
PLANTA

ESCALA:



SECCION

ESCALA:



REJILLA

ESCALA:

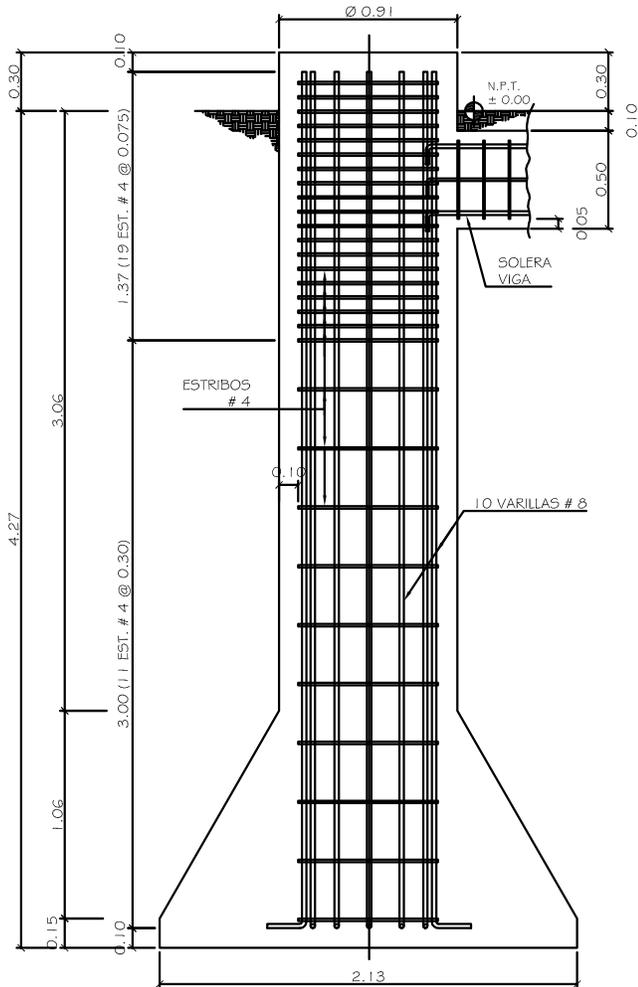
Especificaciones técnicas para la construcción de sitios de telefonía celular

PROYECTO:
CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

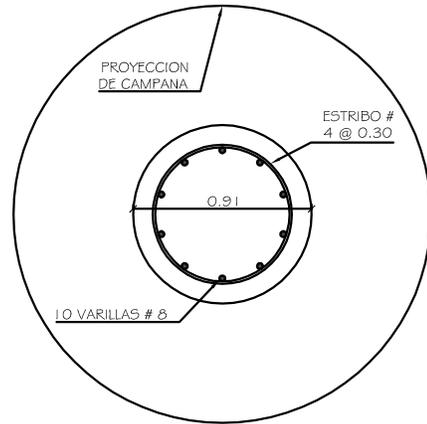
PLANO:
DETALLES DE CAJAS DE TIERRAS

HOJA:

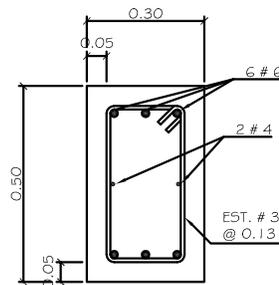
07
09



CIMENTACIÓN TORRE AUTO SOPORTADA
ELEVACION ARMADURA



PLANTA CIMENTACIÓN
CAMPANA DE CIMENTACIÓN



VIGA CONECTORA

Especificaciones:
 Concreto = 4000 Lbs / pulg.²
 Acero =
 Grado 60: Verticales de Pilote +
 Longitudinales de Viga
 Grado 40: Estribos

Especificaciones técnicas
 para la construcción
 de sitios de
 telefonía celular

PROYECTO:

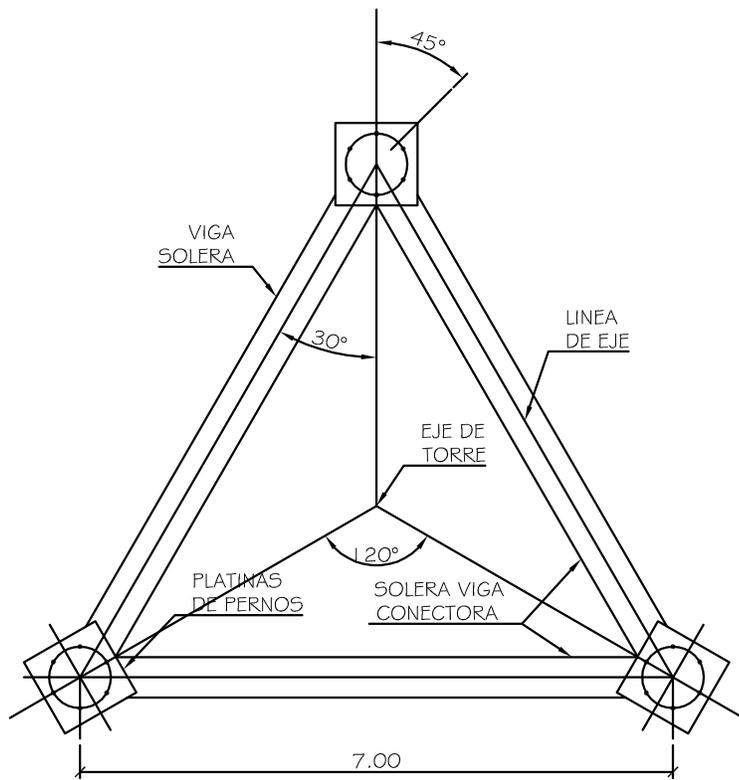
CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

PLANO:

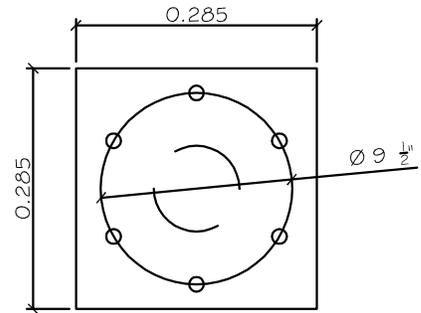
PERFIL DE CIMENTACIÓN TORRE AUTO SOPORTADA

HOJA:

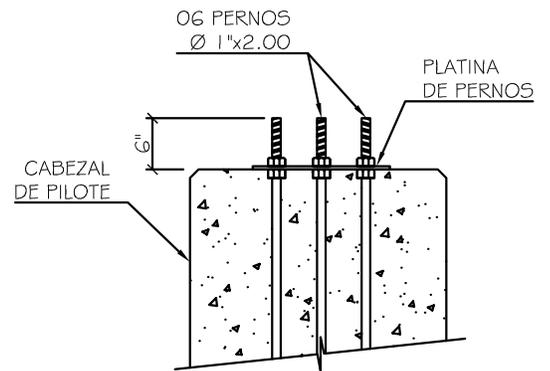
08
 09



Planta orre auto soportada



Plantilla de Fundicion



Detalle pletina de torre

Especificaciones:
 Concreto = 4000 Lbs / pulg.²
 Acero =
 Grado 60: Verticales de Pilote +
 Longitudinales de Viga
 Grado 40: Estribos

Especificaciones técnicas
 para la construcción
 de sitios de
 telefonía celular

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE SITIOS DE CELDA

PLANO:

DETALLES DE TORRE AUTO SOPORTADA

HOJA:

09

09