

Universidad de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Civil  
Maestría Administración de la Construcción

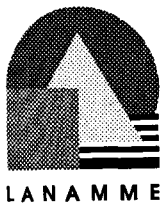
Taller Aplicado

Prof. Ing. Marco Rodríguez

Planificación integral para el mejoramiento de la construcción  
de una radio base de telefonía celular *GSM*

Estudiante:  
Ing. Magdell Burke Brenes.  
Carne: A46130

Junio 2006



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LANAMME

San Pedro, 17 de julio del 2006

Señor  
Dr. Jorge Murillo Medrano  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado  
Universidad de Costa Rica  
Presente

Estimado Señor:

El informe titulado "Planificación integral para el mejoramiento de la construcción de una radio base de telefonía celular GSM", lo realizó la estudiante Magdel Burke Brenes, carnet A46130, para completar el curso de Taller Aplicado 2 de la Maestría Profesional en Administración de Construcción en el I Ciclo 2006, con lo cual cumplió a satisfacción los objetivos planteados en este curso de posgrado.

Se extiende esta constancia para efectos de entrega del informe al Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

Cordialmente;

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Rodríguez Mora', written over a faint, illegible stamp or background.

Ing. Marcos Rodríguez Mora, MSc  
Céd. 1-627-304  
Profesor Curso Taller Aplicado 2  
Posgrado en Ing. Civil

## Índice

<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1: Planificación de la construcción de una radio base</b>	<b>9</b>
1.1 Definición de una radio base	10
1.2 Alcance de actividades de una radio base	15
1.3 Descripción del concepto de la radio base	18
1.3.1 Conceptos en común entre los diferentes aspectos que componen del alcance de las actividades	18
1.3.2 Trabajos preliminares	18
1.3.3 Movimiento de tierras	19
1.3.4 Cimentación de torre	19
1.3.5 Montaje de torre	20
1.3.6 Sistema de aterrizamiento	21
1.3.7 Instalación eléctrica	22
1.3.8 Cercos y portones con malla ciclón	24
1.3.9 Pisos y bases para equipos	25
1.3.10 Construcción de baño	25
1.4 Análisis de constructibilidad de una radio base	26
1.4.1 Conceptos básicos de constructibilidad aplicados a la construcción de una radio base	26
1.4.1.1 Durante la planificación	26
1.4.1.2 Durante el diseño	28
1.4.1.3 Durante la construcción	31
1.5 Programación para la construcción de una radio base	31
1.5.1 Diagrama de Gantt (barras)	32
1.5.2 Programación de la obra en Microsoft Project 2002	32
1.5.3 Diagrama de Gantt (barras) con recursos y programación en Microsoft Project con recursos	32
1.5.4 Histograma de recursos	32
1.5.5 Método de CPM (Diagrama de Precedencias)	32
1.5.6 Análisis de riesgo del plazo	35
1.6 Análisis de costos de una radio base	36
1.6.1 Método del valor actual neto (VAN)	39
1.6.2 Método de la tasa interna de retorno (TIR)	40
1.6.3 Método de la relación beneficio/costo (B/C)	42

1.6.4 Método de periodo de recuperación (PR)	42
1.6.5 Método de rentabilidad contable media	43
1.6.6 Método de índice de deseabilidad	44
1.7 Formatos para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base	45
1.8 Inspección de una radio base	48
1.9 Análisis de productividad en actividades de una radio base	48
1.9.1 Estudio del Modelo de demora y productividad en la excavación de la cimentación	49
1.9.2 Estudio de tiempos y movimientos en la excavación de la cimentación	51
1.9.3 Diagrama de flujo y carta de proceso típico en la excavación de la cimentación	53
1.9.4 Estudio del Modelo de demora y productividad en la colocación de acero de cimentación	54
1.9.5 Estudio de tiempos y movimientos en la colocación de acero de cimentación	56
1.9.6 Diagrama de flujo y carta de proceso típico en la colocación de acero de cimentación	58
1.10 Análisis de matriz de identificación de riesgos para una radio base	59
1.11 Aplicaciones del Reglamento de Seguridad en Construcciones a la Construcción de una Radio Base.	61
<b>Capítulo 2: Supervisión de obra y Guía de construcción para una radio base</b>	<b>66</b>
2.1 Supervisión de obras	67
2.1.1 Definición de la palabra supervisión	67
2.1.2 La supervisión	67
2.1.3 El supervisor	67
2.1.4 El papel del supervisor	67
2.1.5 El perfil del supervisor	68
2.1.6 Responsabilidad del supervisor	68
2.1.7 El supervisor proporciona guía y orientación	68
2.2 Guía de construcción de una radio base	69



<b>Capítulo 3: Consideraciones para el montaje de torres auto soportadas</b>	<b>71</b>
3.1 Torres auto soportadas	72
3.2 Diseño de torres auto soportadas	72
3.3 Torres y sus accesorios	73
3.4 Preparación para el montaje de torres auto soportadas	75
3.4.1 Generalidades	75
3.4.2 Documentación típica	75
3.4.3 Herramientas para el montaje	75
3.4.4 Recomendaciones de equipo de protección personal	75
3.4.5 Composición del cuerpo técnico	76
3.4.6 Recomendaciones operativas	76
3.4.7 Recibimiento y control de los materiales en el sitio	77
3.5 Recomendaciones para el montaje	77
3.6 Prevención de lesiones y muertes por caídas durante las tareas de construcción y mantenimiento de torres de telecomunicación	78
<b>Capítulo 4: Otras consideraciones para la construcción de una radio base</b>	<b>79</b>
4.1 Memoria del Estudio de Mecánica de Suelos	80
4.1.1 Contenido General	80
4.1.1.1 Introducción	80
4.1.1.2 Descripción general del Estudio	80
4.1.1.3 Conclusiones, Notas y Recomendaciones	81
4.2 Memoria de Cálculo para Cimentación	81
4.2.1 Contenido General	81
4.2.1.1 Introducción	81
4.2.1.2 Descripción general del proyecto	81
4.2.1.3 Conclusiones, Notas y Recomendaciones	82
4.2.1.4 Dibujos y detalles estructurales de la cimentación	82
4.3 Memoria de Cálculo de Torres	82
4.3.1 Contenido General	82
4.3.1.1 Datos Generales	82
4.3.1.2 Memoria de la torre	83

4.4 Planos Constructivos	84
4.4.1 Contenidos particulares	84
4.4.1.1 Plano Arquitectónico (A-01)	85
4.4.1.2 Plano Estructural (E-01)	86
4.4.1.3 Plano Eléctrico (IE-01)	87
4.4.1.4 Sistema de Tierras (ST-01)	87
4.4.1.5 Plano de Herrería (H-01)	88

<b>Conclusiones</b>	<b>89</b>
	<b>91</b>

## **Bibliografía**

### **Anexo 1. Programación para la construcción de una radio base**

- Diagrama de Gantt (barras)
- Programación de la obra en Microsoft Project 2002
- Diagrama de Gantt (barras) con recursos
- Programación en Microsoft Project con recursos
- Histograma de recursos
- Método de CPM (Diagrama de Precedencias)
- Análisis de riesgo del plazo

### **Anexo 2. Análisis de costos de una radio base**

- Distribución prorrateada del costo de construcción de una radio base
- Diagrama de flujo de caja (Microsoft Project)
- Diagrama de Gantt con costos prorrateados diarios y acumulativos
- Diagrama de costos diarios y acumulativos

### **Anexo 3. Formatos para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base**

(Formato de estimación de obra realizada, Formato de números generadores, Formato de análisis de trabajos adicionales, Formato de números generadores de trabajos adicionales, Formato de reportes fotográficos).

### **Anexo 4. Inspección de una radio base**

- Formato de inspección de una Radio base

### **Anexo 5. Productividad de una radio base**

- Toma de datos (excavación de la cimentación)
- Toma de datos (colocación de acero de cimentación)

### **Anexo 6. Análisis de matriz de identificación de riesgos para una radio base**

- Matriz de identificación de peligros
- Matriz de Control Operacional de Actividades
- Matriz de equipo de Protección Personal

### **Anexo 7. Guía de construcción para una radio base**

## Introducción

Las tecnologías inalámbricas están teniendo mucho auge y desarrollo en estos últimos años, una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular por lo que las comunicaciones móviles son actualmente el área de crecimiento más rápido dentro del sector de las telecomunicaciones ya que los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios.

La necesidad de los medios de comunicación se hace prioridad en cualquier país en vías de desarrollo, es por ello que la construcción de radio bases de telecomunicación de telefonía celular móvil se ha incrementado en Costa Rica en los últimos años.

La telefonía celular móvil es aquella telefonía celular en la cual, el terminal (aparato telefónico) del abonado puede desplazarse de un lugar a otro manteniendo una comunicación establecida; y se define la Red del Sistema Global de Telefonía GSM como aquel servicio portador constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

Para la elaboración de este taller aplicado "Planificación integral para el mejoramiento de la construcción de una radio base de telefonía celular GSM" se cuenta con el antecedente de la construcción del sistema de telefonía celular GSM 400 KL que Alcatel CIT S.A. construye para el Instituto Costarricense de Electricidad.

## Objetivos

- La elaboración del taller aplicado tiene como objetivo el poder contribuir lo más que sea posible a fin de lograr una mayor uniformidad de los trabajos de construcción que constituyen una radio base, así como también obtener mayor eficiencia en el respectivo trabajo; todo esto para las futuras posibles construcciones.
- Como la construcción de una radio base puede y debe desarrollarse en base a métodos y procedimientos repetibles y por lo tanto también estándares; se desarrollaran recomendaciones, sugerencias, y/o procesos para una mayor eficiencia y optimización. Naturalmente su aplicación práctica consiste en asociarlo con muchos otros documentos necesarios para realizar la determinada construcción de la radio base; como por ejemplo: los planos de construcción, los planos de montaje de estructura.
- El taller tiene como misión la descripción de todas los aspectos importantes que el contratista debe de tomar en cuenta a la hora de la realización de una radio base (costos, mano de obra, programación de obra, control de calidad, etc.).
- Presentar a los contratistas la programación más óptima de construcción para que la apliquen en las futuras construcciones.
- Lograr uniformidad entre los diferentes contratista en aspectos referentes al control del avance de obra y la inspección de las mismas.
- Realizar análisis de productividad en las actividades de construcción más relevantes.
- Presentar un análisis de costos (cajas de flujos) para la construcción de una radio base. Dicho análisis se le presentará al contratista para que lo tomen en cuenta y así no tengan problemas de flujo de caja durante la construcción de las obras.
- Desarrollar sugerencias de seguridad durante la construcción, las cuales deberán de poner en práctica.
- Elaboración de formatos para los avances de obras (elaboración de facturaciones) y reportes de inspección para controlar la uniformidad entre los contratistas y sobre todo para evitar el cobro de cantidades de obra no realizadas.
- Desarrollar recomendaciones, sugerencias, y/o procesos para que una obra cumpla con los planes y cronogramas propuestos, que sea ejecutada con calidad, de acuerdo con especificaciones técnicas.
- Lograr que el personal que trabaja y que cuenta con recomendaciones, sugerencias, y/o procesos sienta que enfrenta un proyecto ordenado, seguro y que es parte de un buen equipo de trabajo y que cumple con sus compromisos en la obra.

- Que el contratista tome en cuenta las recomendaciones, sugerencias, y/o procesos para que lo identifiquen por su calidad profesional, dando soluciones reales en la obra.

# Capítulo 1

---

## Construcción de una Radio base

## 1.1 Definición de una radio base

Una red GSM es constituida por tres elementos: el terminal (estación móvil o aparato telefónico), la estación base (BSS o radio base) y el subsistema de red o nudo. Adicionalmente existen centros de operación establecidos por las operadoras (el suplidor del servicio de telefonía celular GSM, en nuestro país sería la Entidad del Instituto Costarricense de Electricidad), para monitorizar el estado de la red:

- Base Substation System (Sistema de Subestación de Base)
- Network Subsystem (Subsistema de Red)
- TRX: Transceiver (Transrecibidor)
- EIR: Equipment Identity Register (Registro de Identificación del Equipo)
- MS: Mobile Station (Estación Móvil)
- AC: Authentication Center (Central de Autenticación)
- SIM: Subscriber Identity Module (Módulo de Identificación de Suscriptor)
- HLR: Home Location Register (Registro de Localización de Llamada)
- BTS: Base Transceiver Station (Estación Transrecibidora de Base)
- BSC: Base Station Controller (Estación Base de Control)
- MSC: Mobile services Switching Center (Central Intercambiadora de Servicios Móviles)
- VLR: Visitor Location Register (Registro de Localización del Visitante)
- ISDN: Integrated Services Digital Network (Red Digital de Servicios Integrados)
- PSTN: Public Switched Telephone Network (Red Telefónica Analógica Pública)
- SMSC: Short Message System Center (Central de Sistema de Mensajes Cortos)

La estación móvil, o terminal, contiene la tarjeta SIM, que es utilizada para identificar al usuario dentro de la red. El SIM confiere movilidad personal al usuario de la tarjeta, permitiéndole acceder a los servicios de la red independientemente del teléfono móvil que use o su localización. El SIM puede ser protegido contra uso indebido a través de un código (PIN) que hay que marcar cada vez que se conecta el móvil.

La estación base o radio base controla la conexión radio entre el teléfono móvil y la red; ésta cubre una determinada área geográfica. Una BSS es compuesta por dos elementos: el BTS (Base Transceiver Station) y el BSC (Base Station Controller). Cada BSS puede tener una o más BTS. Las BTS albergan el equipo de transmisión / recepción (los TRX o *transceivers*) y gestionan los protocolos de radio con el terminal móvil. Cada estación utiliza técnicas digitales para permitir que varios usuarios se ligen a la red, así como para permitir que hagan y reciban llamadas simultáneamente. Esta gestión se denomina de *multiplexing*.

El BSC administra los recursos de radio de una o más BTS. Entre sus funciones se incluyen el *handoff* (que ocurre cuando el usuario se mueve de una célula para otra, permitiendo que la ligación se mantenga), el establecimiento de los canales de radio utilizados y cambios de frecuencias. Finalmente, establece la ligación entre el móvil y el Mobile Service Switching Center (MSC), el corazón del sistema GSM.

El MSC, como ya fue referido, es el centro de la red, a través de él es que se hace la ligación entre una llamada realizada de un móvil hacia las otras redes fijas o móviles. El nudo en el que se encuentra posee además una serie de equipos destinados a controlar varias funciones, como el cobro del servicio, la seguridad y el envío de mensajes SMS.

El Home Location Register (HLR) contiene toda la información administrativa sobre el cliente del servicio y la localización actual del terminal. Es a través del HLR que la red verifica si un móvil que se intenta ligar posee un contrato de servicio válido. Si la respuesta es afirmativa el MSC envía un mensaje de vuelta al terminal informándole que está autorizado a utilizar la red. El nombre de la operadora aparece entonces en pantalla, informando que se puede efectuar y recibir llamadas. Cuando el MSC recibe una llamada destinada a un móvil él va al HLR verificar la localización. Paralelamente, el terminal de tiempos a tiempos envía un mensaje para la red, para informarla del sitio donde se encuentra (este proceso es denominado *polling*).

El Visitor Location Register (VLR) es utilizado para controlar el tipo de conexiones que un terminal puede hacer. Por ejemplo, si un usuario posee restricciones en las llamadas internacionales el VLR impide que estas sean hechas, bloqueándolas y enviando un mensaje de vuelta al teléfono móvil informando al usuario.

El Equipment Identity Register (EIR) y el Authentication Center (AC) son utilizados ambos para garantizar la seguridad del sistema. El EIR posee una lista de IMEI de terminales que han sido declarados como robados o que no son compatibles con la red GSM. Si el teléfono móvil está en esa lista negra, el EIR no permite que se conecte a la red. Dentro del AC hay una copia del código de seguridad del SIM. Cuando ocurre la autorización el AC genera un número aleatorio que es enviado para el móvil. Los dos aparatos, de seguida, utilizan ese número junto al código del SIM y un algoritmo de encriptación denominado A3 para crear otro número que es enviado de nuevo para el AC. Si el número enviado por el terminal es igual al calculado por el AC, el utilizador es autorizado a usar la red.

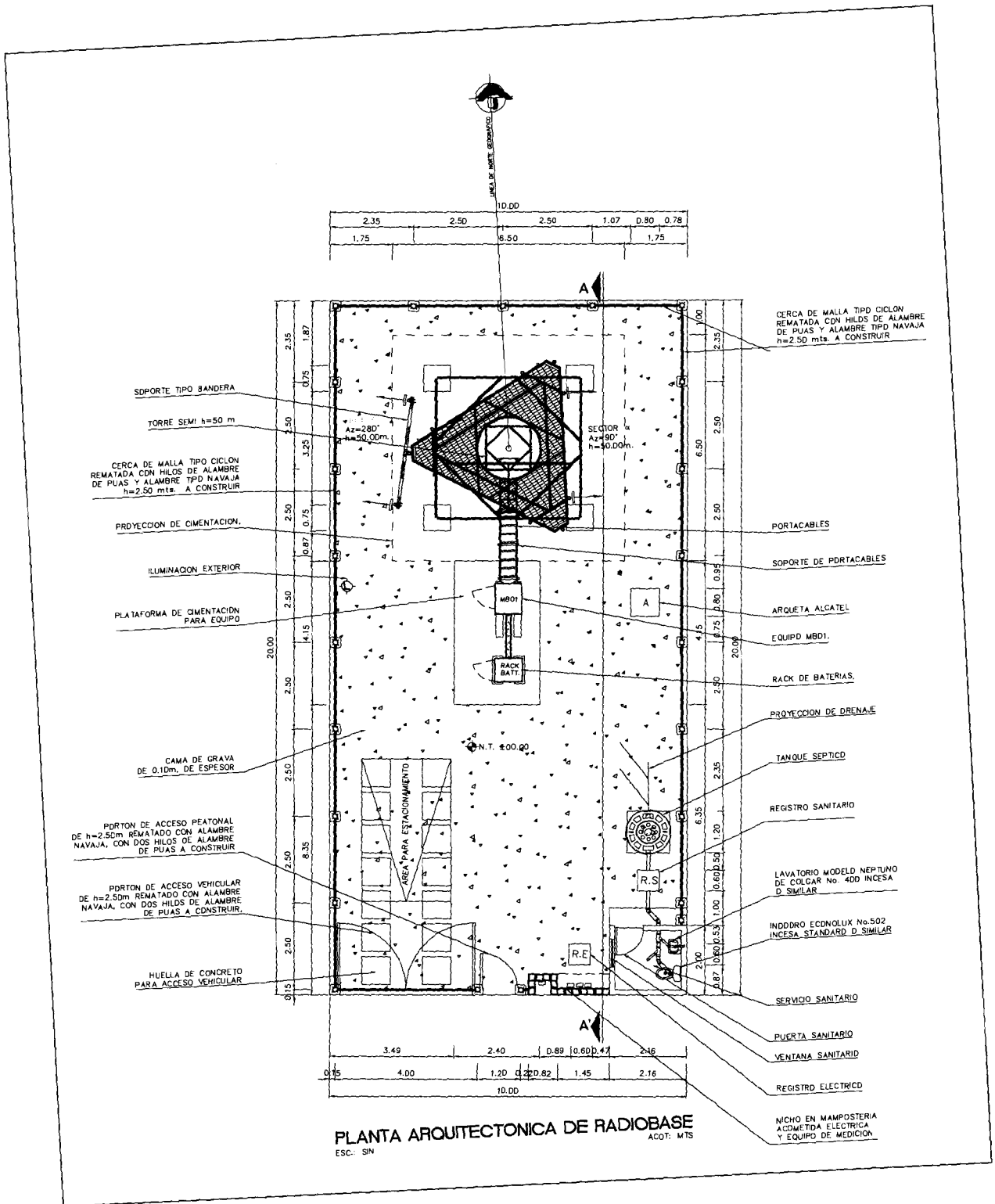


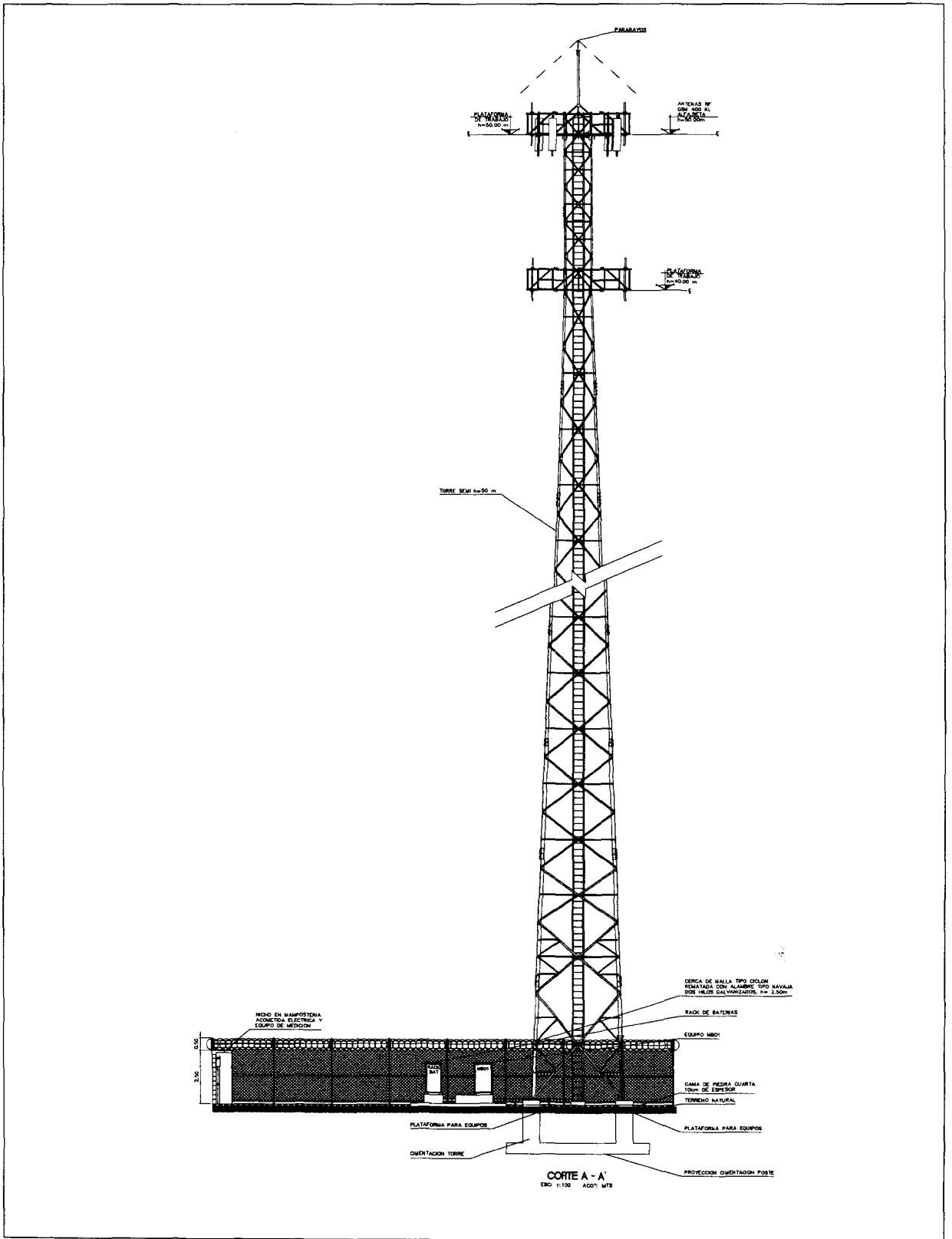
Por otra parte, el Short Message System Center (SMSC) este es el responsable por generar los mensajes cortos de texto. Otros equipos utilizados en redes GSM pueden adjuntar el recaudo de llamadas, la conexión a Internet, la caja de mensajes de voz, etc.

Ahora bien, volviendo al tema de la radio base (estación base o BSS), la cual fue descrita anteriormente de una manera técnica; se puede decir que una radio base esta compuesta de ciertas actividades de índole civil como se describen en los ítems 1.1 y 1.2 más detalladamente.

Basados en dichas actividades de índole civil a lo largo de este trabajo se irán desarrollando o presentando aspectos que nos permita llegar a lograr una planificación integral para el mejoramiento de la construcción de una radio base.

A continuación se muestran dos dibujos, en los cuales se representa lo que es una radio base para telefonía celular GSM:





## 1.2 Alcance de actividades de una radio base rural

Los trabajos que se realizan en una radio base rural se dividen en 9 capítulos titulados de la siguiente manera: preliminares, movimiento de tierras, cimentación de torre de 50 metros, montaje de torre de 50 metros, sistema de aterrizamiento (sistema de tierras), instalación eléctrica, cerco y portón con malla ciclón, pisos y bases para equipos, construcción de baño; los cuales se describen en el siguiente cuadro:

### PROYECTO DE TELEFONÍA CELULAR ALCANCE DE ACTIVIDADES Escenario Rural

ÍTEM	ACTIVIDAD	Unidad
1.00	<b>PRELIMINARES</b>	
1.1	Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2
1.2	Descapote y desmonte	m2
2.00	<b>MOVIMIENTOS TIERRAS</b>	
2.1	Despalme, espesor = 30 cm. (nivelación retiro capa vegetal)	m3
2.2	Retiro de material producto de la limpieza, despalme a botadero autorizado hasta 20 Km.	m3
2.3	Lastre compactado 90% proctor, para nivelar predio, incluye: suministro y cargas y acarreos	m3
	Nota: El despalme y Lastrado no ocurre en todos los casos es de manera extraordinaria previo acuerdo con la supervisión.	
3.00	<b>CIMENTACIÓN TORRE 50 MTS</b>	
3.1	Excavación a maquina en cualquier material, incluye: afines a mano de fondo y taludes, bombeos de achique para abatir escurrimientos de agua y/o abatimiento de nivel freático	m3
3.2	Suministro e instalación de acero de refuerzo $f' y = 4200 \text{ Kg. / cm}^2$ diámetros. Incluye: desperdicios, traslapes, dobleces y distanciadores	Kg.
3.3	Suministro y colocación de concreto 100 Kg./cm <sup>2</sup> para sustitución (sello)	m3
3.4	Instalación de escantillón (cercha) para colocación de pernos de anclaje	Kit
3.5	Suministro y colocación de concreto 280 Kg. /cm <sup>2</sup> , para cimentación de Torre incluye: encofrados, considerar indistintamente: premezclados, bomba, elaboración en obra, uso de aditivos, retardantes, acelerantes, y situaciones climatológicas. Vibrado	m3
3.5	Relleno compactado al 95% Proctor, para estructuras, incluye: suministro, carga, descarga y acarreos	m3
3.7	Retiro de material producto de la limpieza, a botadero autorizado hasta 20 Km.	m3
	Nota: Debe incluir los costos de muestreo y pruebas de laboratorio del concreto (7 testigos), así como pruebas de compactación. Considerar un almacenamiento de agua suficiente para dos jornales como mínimo de trabajo.	
4.00	<b>MONTAJE DE TORRE DE 50 MTS.</b>	
4.1	Montaje de estructura principal torre de 50 metros	pza
4.2	Montaje de Plataformas de mantenimiento	pza
4.3	Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	pza
4.4	Montaje de soporte brazo bandera para antenas RF ( 3 )	pza
4.5	Montaje de escalera de acceso hombre y accesorios de seguridad	pza
4.6	Montaje de escalera porta cables	pza
4.7	Pintura general de la estructura	por sitio
4.8	Colocación de luces de obstrucción sencillas y dobles, incluye bajada y fijación de cable UR, al cuerpo de la torre, hasta tablero de control	por sitio

ÍTEM	ACTIVIDAD	Unidad
4.9	Colocación de Pararrayos incluye bajada y fijación de cable 2/0 AWG, sobre aisladores de resina de poliéster @ 2 metros. Adosados al cuerpo de la torre	por sitio
4.10	Concreto 210 Kg. /cm2 (para anclaje de escalera de acceso ), incluye: encofrado	m3
4.11	Suministro y colocación de cemento retroactivo	por sitio
4.12	Protocolo de pruebas y aceptación	por sitio
	Nota: Se considera que la torre se entrega en sitio.	
<b>5.00</b>	<b>SISTEMA DE ATERRIZAMIENTO</b>	
5.1	Instalación de varillas cooperweld 5/8"x 10"	pza
5.2	Instalación de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavaciones y relleno compactado al 90 %, en zanja de 0.50 a 0.10 cm. y una profundidad de 0.60 cm.	ml
5.3	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica (cable - varilla, cable-cable , cable - cercos y portones )	pza
5.4	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica para la base de la torre y aterrizamiento de pararrayos)	pza
5.5	Registro de pruebas, de 40 x 65 x 65 cm. a base de concreto y tapa lámina antiderrapante montada sobre ángulo de 2 1/2" x 3/16" , acabado de 2 manos de primario y pintura anticorrosiva, a 2 manos	pza
5.6	Barra sistema de tierra incluye: materiales de fijación, para soporte de aisladores epóxicos en registros y base de equipos	pza
5.7	Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohmios )	por sitio
<b>6.00</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
6.1	Construcción de Nicho eléctrico donde se alojara la base de medición así como los tableros de control y energía	por sitio
6.2	Construcción de registros eléctricos, de 60 x 40 x 60 cm. a base de concreto y cubierta metálica sobrepuesta, fabricada con ángulo de 2" y lámina antiderrapante calibre 16, acabado de 2 manos de primario y pintura esmalte anticorrosivo a 2 manos	pza
6.3	Canalización e instalación de tuberías PVC diferentes diámetros de ( 1/2" a 1" ) incluye: excavaciones y rellenos compactado al 90 %	ml
6.4	Instalación y fijación de tuberías galvanizadas diferentes diámetros (1/2" a 1") sobre muro en nicho eléctrico, incluye: el material misceláneo para su correcta fijación	ml
6.5	Suministro e instalación de Base de medición, incluye: instalación de acometida eléctrica de la base de medición al interruptor principal (IP), incluir suministro de tubo galvanizado y mufa con diámetro de. 2" y del interruptor principal al Tablero de distribución.	por sitio
6.6	Tableros eléctricos Incluye: instalación, arreglo, cableado e instalación de interruptores termo magnéticos (considerar materiales de fijación), instalación de contacto contra intemperie y pruebas	por sitio
6.7	Instalación, arreglo y prueba de tablero de control para luces de obstrucción	por sitio
6.8	Cableado eléctrico del Tablero de distribución a Equipos BTS considerarse por metro lineal de tubería	ml
6.9	Instalación de porta cables (escalera) de aluminio de 12" y de 4" para cableados coaxiales, guía de onda, y cables de control, sobre bastidor metálico de soporte, considerar materiales de fijación	ml
6.10	Alumbrado exterior incluye: instalación eléctrica para la colocación de lámpara, interruptor fotoeléctrica y accesorios	por sitio
<b>7.00</b>	<b>CERCO Y PORTÓN CON MALLA CICLÓN</b>	
7.1	Valor unitario de malla tipo ciclón #10 trama 5x5cm, incluye: malla ciclón, alambre navaja instalado sobre 2 hilos galvanizados calibre 16 y 2 hilos alambre de púas , tubo de HG de 50 y 75 mm empotrado en base de concreto, y tubos de remate inferior y superior	ml
7.2	Portón malla ciclón, incluye porta candado, pasadores y picaportes de seguridad. Acceso vehicular	m2

ÍTEM	ACTIVIDAD	Unidad
7.3	Portón malla ciclón, incluye. Porta candado, pasadores y picaportes de seguridad. Acceso peatonal	m2
7.4	Alambre navaja de diámetro de 45 cm. Paso @ 20 cm. Montado sobre 2 hilos galvanizados y 2 alambres de púas # 16, incluye espadas de remate, sobre portones de malla ciclón	ml
<b>8.00</b>	<b>PISOS Y BASE PARA EQUIPOS</b>	
8.1	Despalme, espesor = 30 cm.	m3
8.2	Retiro de material producto de la limpieza a botadero autorizado hasta 20 Km.	m3
8.3	Lastre compactado 90% Proctor, para nivelar predio, incluye: suministro, cargas, descargas y acarneos	m3
8.4	Suministro y colocación de concreto 100 Kg./cm2 para sustitución (sello)	m3
8.5	Piso de Concreto 210 Kg. /cm2, para base de equipos espesor 15cm. Armado con varillas No. 3 en ambos sentidos incluye: encofrados	m2
8.6	Vigas de Concreto 210 Kg./cm2 , para base de equipos de 0.20 x 0.40 de altura, armadas con 4 varillas No.3 y aros @ 15 cms incluye: encofrados y colocación de anclas de 1/2" , 4 por cada equipo BTS	ml
8.7	Lastre con grava (3/4" a 1") espesor 0.10 cm. libre de finos en resto del predio	m2
8.8	Concreto 210 Kg. /cm2 , para forjar huellas acceso vehículos incluye acero de refuerzo y encofrados	m2
<b>9.00</b>	<b>CONSTRUCCION DE BAÑO</b>	
	<b>Instalaciones hidro sanitarias y eléctrica</b>	
9.1	Suministro e instalación tubería red hidráulica de 1/2" PVC, incluye accesorios y conexiones	ml
9.2	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza
9.3	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (lavamanos)	pza
9.4	Caja de registro sanitario (0.60x0.6x0.50m) con tapa en concreto	pza
9.5	Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	ml
9.6	Suministro e instalación salida sanitaria 4" (WC)	pza
9.7	Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (lavamanos)	pza
9.8	Suministro e instalación salida cespól de piso del baño 2 1/2"	pza
9.9	Tanque séptico	por sitio
9.10	Instalación eléctrica, para arbotante, contacto, y apagador , incluye ducto y cableado desde el tablero de distribución	por sitio
	<b>Techumbre , Herrería y Cancelaría</b>	
9.11	Bastidor Montén para cubierta de Techumbre	m2
9.12	Marco y puerta metálica a base de lámina tablero, bastidor tubular 2 1/2" incluye pasadores, cerrajería y accesorios de fijación, acabado de primera calidad y pintura esmalte con doble capa	pza
9.13	Marco de ventana metálico, tubular 2 1/2" y ventana tipo persiana en material aluminio (incluye vidrio), 0.80 x 0.60 cm.	pza
9.14	Cubierta HG Calibre No. 26 atornillada con pija auto roscable y empaque de neopreno para techumbre	m2
	<b>Albañilería</b>	
9.15	Precio unitario para la construcción de muros de block con especificaciones similar a Tapia perimetral, incluye: columnas y vigas, acabado sisado	m2
9.16	Piso de concreto F'c= 210 kg/cm2, acabado floteado fino	m2
9.17	Repellado quemado cemento arena calhidra 1:4:2	m2

## 1.3 Descripción del concepto

### 1.3.1 Conceptos en común entre los diferentes aspectos que componen el alcance de las actividades

- Movilización y desmovilización de equipo a cualquier ciudad del país.
- Mano de obra, equipo y herramienta necesaria para la buena ejecución de las actividades.
- Retiro de materiales sobrantes.
- Limpieza general final.
- Equipo de seguridad para trabajadores. El equipo de seguridad para los trabajadores será de estricta responsabilidad del contratista y deberá de tenerlo presente durante todo el transcurso de la obra.
- Señalización y equipo de seguridad para control de tráfico. Deberá tener en todo momento de la construcción el equipo de seguridad para control de tráfico en los casos que sea necesario.
- Restauración del área adyacente a condiciones iguales.
- Se considera un área de 200 m<sup>2</sup>, no incluyen demoliciones ni reubicación de estructuras e instalaciones existentes. Si en el predio existen instalaciones que por su naturaleza deben demolerse o reubicarse se evaluarán particularmente.
- Los trabajos deberán ser realizados únicamente por personal especializado para cada actividad.
- Carga, transporte y descarga de materiales del almacén (bodega) al sitio de instalación.
- Custodia y responsabilidad total de materiales entregados.
- Deberá de considerar que el lugar de tiro (botadero) deberá de tener una autorización previa de la supervisión. Se le podrá solicitar al contratista que presente por medio de factura o cualquier documento debidamente autenticado la comprobación de la eliminación del material sobrante, el no solicitarlo por la supervisión no lo libera al contratista de su responsabilidad.

### 1.3.2 Trabajos preliminares (limpieza, nivelación y descapote)

- Limpieza general del lote, tala de árboles, desenraicé de terreno a maquina y/o a mano, hasta 200 m<sup>2</sup> para llevar a cabo los trabajos de trazo, nivelación y replanteo de la información entregada.

- Trazo y nivelación en el terreno para todas y cada una de las estructuras de los planos de referencia dentro del sitio de la radio base.
- El contratista deberá de verificar por su cuenta la información entregada y confirmar antes de iniciar los trabajos cualquier duda, con el fin informar y asentar en bitácora todos los puntos que requieran alguna aclaración previa.
- El contratista deberá de conservar todos y cada uno de los puntos topográficos de referencia y prestará toda ayuda que solicite la supervisión a fin de verificar las mediciones que se necesite para la correcta ejecución de los trabajos.

### **1.3.3 Movimiento de tierras (despalmes, retiro de materiales no utilizables, relleno compactado para nivelación del lote)**

- Cuando lo indique el proyecto, se despalmará el sitio hasta 30 cm., desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sea adecuado para la construcción.
- El material producto del despalme siempre se desperdiciara y será desalojado del lugar, incluye: carga, acarreo y descarga, en camión con capacidad de 6m<sup>3</sup>, o similar, fuera del sitio hasta 20 Km. Carga manual y/o a maquina.
- Cuando lo indique el proyecto, se colocará lastre al sitio de 200 m<sup>2</sup>, con una capa de 20 cm. de espesor compactado con equipo mecánico al 90% Proctor, siguiendo la especificación de material de lastre dominante en la zona con el objetivo de dar nivel al terreno, el banco de material a utilizar requerirá autorización previa.
- Deberá de contar con una adecuada señalización y protección de excavaciones.

### **1.3.4 Cimentación para torre**

- La cimentación de la torre será formada por una losa de cimentación con dados (pedestales) para apoyar las piernas de la torre.
- Excavación en cualquier material dependerá del diseño de la cimentación, sin embargo está puede ser de hasta 4 m de profundidad en una área de hasta 7.50 x 7.50 m para formar el cajón.
- Afine a mano y nivelación de fondo, paredes ó taludes.
- Sello de concreto hecho en obra resistencia normal agregado máximo 3/4", f'c = 100 Kg. /cm<sup>2</sup> de 5 ó 10 cm. de espesor como máximo.
- Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación resistencia normal fy = 4200 Kg. /cm<sup>2</sup>.



- Encofrado: trazo, corte y armado de la madera para fabricar la forma a vaciar o armado directo en el lugar; manejo, colocación, alineación, nivelación en el sitio de trabajo. Incluyendo: rampas, apuntalamiento o ensamble, puntales o separadores para soporte o rigidez, colocación de obra falsa, lubricación de encofrado utilizando desencofrante, recuperación del encofrado.
- Manejo, presentación, colocación, alineación, plomeo y fijación de anclas.
- Colocación de cercha (anclas) de acuerdo al proyecto.
- Concreto premezclado, resistencia rápida vaciado con bomba o a tiro libre  $f'c = 280$  Kg. /cm<sup>2</sup>, revenimiento de 12 (+-2) cm. agregado máximo 3/4" en cimentación. Incluye pruebas de resistencia de concreto por laboratorio (de cuerdo a las normas), aditivo, vibrado del concreto y nivelado, además del curado.
- Relleno y compactado al 90% Proctor de acuerdo a proyecto, éste deberá ejecutarse con compactador manual vibratorio de placa (bailarina) tendido en capas de hasta 20 cm. suelto como máximo según especificación de material de relleno.
- Suministro y colocación de festergROUT (cemento retroactivo) en piernas de torre.

### **1.3.5 Montaje de torre (montaje de torre auto soportada, sistemas de tierra, pararrayos)**

- Carga, acarreo, transporte, descarga y estiba (almacenamiento) de las secciones que conforman la torre, desde el almacén hasta el sitio de instalación.
- Manejo, presentación, alineación, ensamble de elementos y /ó secciones, hasta formar una sola pieza.
- Manejo, presentación, alineación, ensamble de secciones y /ó elementos, hasta formar la plataforma, en una sola pieza.
- Manejo, presentación, colocación y fijación de sistema de pararrayos, así como los elementos que conformen el sistema de tierras.
- Escalerilla: colocación, alineación y nivelación de escalerilla, parcialmente tramo a tramo por medio de tornillos fijándola a los soportes.
- Después de armado la escalerilla en toda su longitud, se deberá terminar el ensamble, alinear, nivelar y ajustar en su caso y fijar en forma definitiva.
- Pintura general.
- Balizamiento (luces de obstrucción). Carga, acarreo, transporte, descarga y estiba (almacenamiento) de kit completo de balizamiento desde el almacén en donde éste se encuentre, hasta el sitio de instalación.

- Manejo, presentación, alineación, ensamble (en su caso), fijación, sobre la estructura, de acuerdo a las especificaciones de proyecto de luces, utilizando los elementos de sujeción que se requieran.

### **1.3.6 Sistema de aterrizamiento (sistema de tierras)**

- Localización y trazo de rutas en el lugar de instalación de acuerdo con los planos y/o supervisor del sitio.
- Tendido de cable de cobre trenzado semiduro.
- Excavación de zanja (trinchera) de 10 a 50 cm. De ancho y 60 cm. De profundidad.
- Desenrollar, medir y cortar cable.
- Tendido del cable.
- Amarre provisional en puntas, instalación definitiva.
- Colocación de malla de sistema de tierras según proyecto por el ancho y largo necesario de cada retícula.
- Soldaduras cadweld en anillos malla.
- Puntas de aterrizamiento para estructuras.
- Soldaduras a estructuras metálicas según proyecto.
- Preparar molde (limpiarlo y secarlo).
- Colocar cables dentro del molde. Asegurar que los cables estén a tope.
- Colocación del fúndente.
- Cerrar la tapa del molde.
- Prender fúndente con chispero.
- Abrir el molde después de 10 segundos.
- Colocación de la tubería de PVC para paso en estructuras de concreto.
- Sellado con silicón de la tubería de PVC.
- Relleno de la zanja (trinchera).

- Hincado de la varilla copperweld para aterrizaje de neutro.
- Soldadura de varilla copperweld a malla.
- Colocación de barras de tierra en base de concreto (BTS), escalerilla para cables coaxiales con los accesorios de fijación y conexión especificados en proyecto.
- Fijado de cable de pararrayos en toda la trayectoria de la estructura con accesorios de aislamiento @ 2 m.
- Aterrizaje de rack de 12" a la malla de tierra.
- En este alcance se incluye la medición final de resistividad (medición de tierras), es requerida una medición menor a 5 ohmios. En caso de mayor resistividad se deberá considerar electrodos extras en el sitio ó los elementos necesarios para conseguir la medición requerida, hasta lograr la especificación de proyecto (5 ohms). Método de medición de Wenner.

### 1.3.7 Instalación eléctrica

#### Nicho eléctrico o base de tableros

- Cimentación, incluye encofrado y desencofrado, sección 0.60 x 0.20 cm. de peralte, concreto f'c = 210 Kg. /cm<sup>2</sup>, reforzada con 4 varillas # 4, aros del # 3 @ 20 cm.
- Muro de bloques, en forma de "S", de dimensiones 2.25 x 0.60 x 2.50 m de altura. Suministro de todos los materiales requeridos, tales como: bloques, cemento, arena, grava, agua, varilla, encofrados, etc. Incluye: Muro de bloque de concreto 45 Kg. de 15 x 20 x 40 cm., asentado con mortero cemento -arena de f'c = 140 Kg. /cm<sup>2</sup>, incluye acero de refuerzo horizontal, varillas # 3 @ 2 hiladas y refuerzo vertical @ 40 cm. coladas con concreto f'c = 210 Kg. / cm<sup>2</sup>.
- Acabado sisado.
- Losa plana en cubierta, peralte = 10 cm. Incluye: encofrado, reforzada con varilla # 4 y aros del # 3 @ 20 cm. concreto f'c = 210 Kg. /cm<sup>2</sup>.
- Registros de 0.60 x 0.40 x 0.60 cm. de concreto f'c = 210 Kg. /cm<sup>2</sup> de 10 cm. de espesor acabado pulido, incluye marco a base ángulo 2 1/2" x 3/16" cubierta con lámina antiderrapante (antideslizante) calibre 16, acabado en 2 manos de primario y 2 manos de esmalte anticorrosivo.
- Colocación de mufa (conduleta) de 51 mm para acometida eléctrica, incluye: 2 m de tubo conduit PVC de 51 mm (2") de diámetro, Mufa de 2" (conduleta), y aislador, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución, se considera una pieza.

- Colocación de gabinete (tablero) para interruptor termo magnético (interruptor principal), se considera una pieza.
- Adecuación de elementos de aterrizaje de acuerdo al proyecto.

#### Acometida Eléctrica

- Localización y trazo del lugar de instalación, de acuerdo a proyecto.
- Excavación de la zanja (trinchera) para colocar tubería de PVC.
- Colocación del tubo de PVC de acuerdo al proyecto.
- Colocación y fijación de tubo conduit del registro al nicho.
- Relleno de la zanja (trinchera).
- Trazo de la trayectoria de la tubería para los cables alimentadores.
- Fijación y colocación de gabinete de medición a nicho.
- Colocación del interruptor principal con su caja de capacidad de acuerdo al proyecto.
- Conexión de cables en las terminales de los interruptores.
- Aterrizaje de neutro y tierra física.
- Manejo, presentación, colocación, alineación y nivelación, sujetando con los accesorios necesarios (tuercas, tornillos, arandelas, etc.), "calzándolo" con canal unistrud en el interior del nicho.
- Acoplado de tuberías con monitores y contratueras.

#### Canalización e Instalación de ductos Subterráneos

- Trazo del eje de la zanja.
- Afloje y ruptura del material.
- Ruptura, remoción y extracción del material.
- Colocación del material producto de la excavación a un lado de la zanja formando un camellón paralelo a ésta.
- Colocación de una cama de grava de hasta 75 mm de espesor.

- Manejo y tendido de tubería de PVC de 2", deberá de cubrirse los extremos con el fin de no permitir la entrada de material producto de la excavación.
- Introducción de conductores eléctricos.
- Colocación de tierras físicas.
- Relleno de la zanja y compactación.
- No se consideran demoliciones ni reparación de pisos.
- Se considera un recorrido máximo de 15 m.
- Este concepto se considera solamente en el interior del sitio.

#### Alumbrado Exterior

- Suministro, manejo, presentación, colocación de todos los materiales (cable, conectores, reflectores, etc.) necesarios para la instalación y pruebas de funcionamiento del alumbrado.
- Materiales de fijación.
- Pintado de tubería color azul.
- Cableado y aterrizaje de apagador y reflectores de acuerdo a normas y especificaciones eléctricas y de construcción.

#### Escalerilla (Portacables) de aluminio de 12" y 4"

- Escalerilla de aluminio de 12" y 4", tramos rectos.
- Elementos curvos 45°, 90°, verticales y horizontales.
- Elementos de sujeción para la escalerilla de aluminio.
- Manejo presentación, alineación, acoplado, ensamble y fijación de las secciones de escalerilla de aluminio.

#### **1.3.8 Cercos y portón con malla ciclón (cercado de colindancias con malla ciclón rematado con alambre tipo navaja)**

- El cerco perimetral será formado por malla ciclón, rematada por alambre espiral tipo navaja, de 45 cm. diámetro, pasos @ 20 cm. montado sobre 2 hilos de alambre galvanizado, calibre 16.

- Suministro en el sitio de la obra de todos los materiales: malla ciclónica, calibre 10.5, apertura de 59 X 59 mm, tubos galvanizados de diámetro 2 1/2". Cédula 40 en las esquinas y tubo galvanizado de 1 1/2" de diámetro. Cédula 30 para poste de línea con largueros superior e inferior de tubo galvanizado de diámetro 1 1/2" cédula 30. y abrazaderas, tornillos, coples, tensores y grapas.
- Todo el material deberá ser galvanizado.
- Los postes se desplantaran sobre una base de concreto.
- Incluye empotramiento de postes, fijación de elementos horizontales y refuerzos.
- Aterrizaje de malla en cada esquina, y @ 6 mts. en las uniones de malla. Las preparaciones para él aterrizaje son ocultas.
- Se considera colocar Portón de Acceso Peatonal de malla ciclón de 1 x 2 m.
- Se considera un perímetro máximo aproximado de cercado de malla, de 52 ml en un sitio.

#### **1.3.9 Pisos y base para equipos**

- La cimentación de los equipos será formada losa de cimentación y banquetas perimetrales.
- Excavación en una área que puede variar según el No. de Unidades BTS, y la disponibilidad de espacio en sitios existentes.
- Losa de cimentación incluye concreto  $f'c = 210 \text{ Kg. /cm}^2$ , premezclado o hecho en obra, de 15 cm de espesor, reforzada con vars. del No. 4 @ 15 cm en A.S. (ambos sentidos) en una sola cama, cimbrado y descimbrado en fronteras (bordes), acabado escobillado fino.
- Pruebas de resistencia de concreto por laboratorio certificado.

#### Suministro y Colocación de Grava

- Suministro de grava controlada de 3/4" con un espesor de 10 cm.
- Manejo y colocación de grava.

#### **1.3.10 Construcción de baño**

- Suministros e instalación hidráulica, salidas (WC, lavabo, conexión a la red ó alimentación principal).

- Suministros e instalación sanitaria, salidas (WC, lavabo, conexión a la red ó descarga principal).
- Suministros e instalación eléctrica, salidas (apagador sencillo).
- Trabajos de herrería, para fabricación de puerta de ingreso.
- Trabajos de albañilería con el mismo diseño que tapias con un acabado repellido fino, piso de concreto acabado rayado fino.
- Suministro de muebles sanitarios WC, y lavatorio.

## 1.4 Análisis de Constructibilidad de una radio base

La constructibilidad de un proyecto puede presentar 3 características comunes:

- a) El dueño y los contratistas desean lograr una efectividad económica en el proyecto.
- b) Los administradores del proyecto usan la constructibilidad como la herramienta para lograr los objetivos del proyecto.
- c) Los diseñadores son receptivos a la implementación de la constructibilidad.

Para realizar el análisis de constructibilidad de una radio base, se toma como base los fundamentos de Alfredo Serpell, los cuáles se muestran en su libro *Aplicación de Operaciones de Construcción*.

A continuación se resumen cada uno de los puntos de constructibilidad de Serpell y se ejemplifican según sea el concepto, con la planificación, el diseño o la construcción de una radio base.

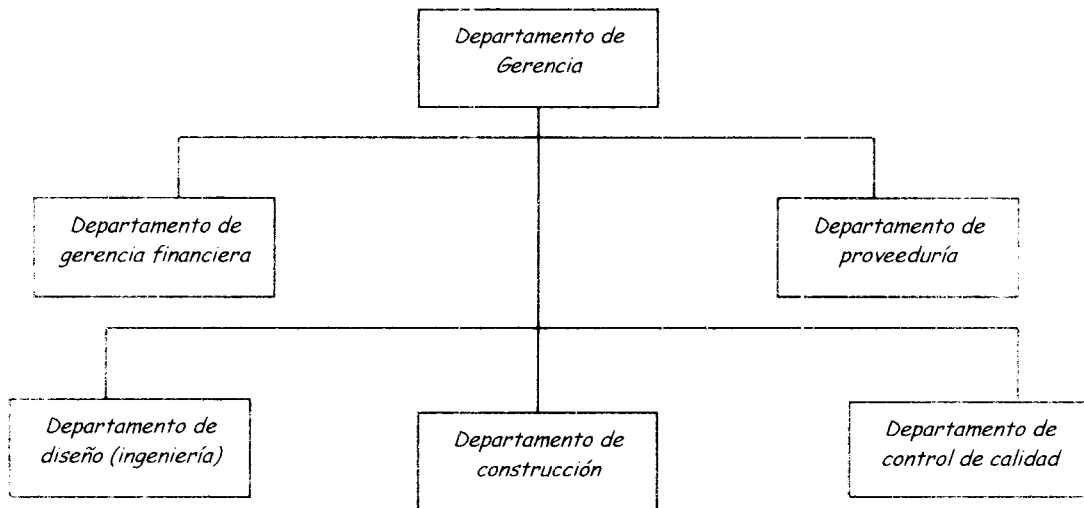
### 1.4.1 Conceptos básicos de constructibilidad aplicados a la construcción de una radio base

#### 1.4.1.1 Durante la planificación:

- a) Planes de Ejecución de Proyectos:

Incluye la organización, los procedimientos operativos, el programa, el presupuesto y la estrategia general del proyecto.

*Para la construcción de la radio base, se plantea que la empresa contratista tenga una organización similar a la que a continuación se presenta:*



*Los procesos operativos dependerán de la manera en que trabaja la empresa que esta construyendo la radio base, sin embargo se recomienda que los procesos operativos de la empresa cumplan con las normas establecidas para lograr la satisfacción del sus clientes.*

*El programa de construcción de la radio base comprende entre 6 y 7 semanas. Para más detalles ver el Anexo 1.*

*Con respecto al presupuesto para la construcción de una radio base rural, este debe oscilar entre los \$41,000 y \$43, 000.*

b) El conocimiento y la experiencia en el campo de la construcción:

Se establece con el fin de obtener beneficios de costo y plazo a través de contar con personas con experiencia.

*En la actualidad el proyecto ésta siendo construido por 5 empresas constructoras nacionales que obtuvieron experiencia el los inicios de la construcción del sistema de telefonía celular. El importante recalcar que en el inicio del proyecto también se contó con empresas extranjeras que realizaron trabajos de construcción de radio bases.*

c) Estrategias de contratación:

Se deberá escoger un contratista de diseño y construcción adecuados (con experiencia), utilizar un Administrador de construcción que este dispuesto a incorporar la constructibilidad entre sus responsabilidades.

*Tanto las 5 empresas constructoras y la empresa de diseño cuentan con al experiencia necesaria para realizar los trabajos que le sean encomendados.*



d) Programas generales del proyecto:

La fecha de término del proyecto y los requerimientos de la fase de construcción deberían ser los elementos centrales de un plan para optimizar los costos y el programa del proyecto.

*Para este punto de constructibilidad ver el Anexo 1.*

e) Los métodos constructivos:

Estos deberán ser orientados a facilitar la construcción, haciéndola más eficiente y económica. Se pueden utilizar conceptos de modularización, prefabricación, prearmados, etc.

*Los métodos constructivos utilizados no es nada fuera de lo normal. Todos se basaron en las normas aceptadas en el país. Ver el ítem 1.3*

f) Distribución del terreno:

Una efectiva instalación en el terreno puede facilitar las actividades de la construcción, reducir pérdidas de productividad y reducir costos de varias maneras, por ejemplo: establecer un espacio adecuado para el almacenamiento; facilitar acceso de equipos, materiales y personal; utilizar obras existentes como uso temporal, etc.

*Esto depende de cada contratista. La ubicación de las obras preliminares, por ejemplo, siempre se pidió que fueran dentro del área de los 200 m<sup>2</sup> de construcción de la radio base, lo anterior para no realizar daños a terceros.*

#### 1.4.1.2 Durante el diseño

g) Programas de diseño

*Básicamente el diseño que se realiza en la radio base es el de la cimentación, la base y losa de equipos, muro de bloques; los cuales se diseñan con el sistema de diseño estructura SAP. Con respecto al programa de diseño que se utilizó para diseñar la red es un programa que se conoce como A955, el cual diseña la red de cobertura y señalización.*

h) Diseños eficientes de construir:

Se enfatiza la constructibilidad en los diseños, los métodos de construcción establecidos durante la fase de planificación se expanden y se detallan. Se generan los planos y especificaciones en cada disciplina del diseño (estructural, eléctrico, mecánico, etc.). La idea es aplicar la constructibilidad para analizar cuidadosamente la distribución espacial de la obra.

i) Diseño de elementos estandarizados:

El uso de estandarización aporta beneficios en los costos y la programación. Se logra que los elementos de un proyecto sean regulares. Las dimensiones, tipos de materiales, formato de gráficos, detalles de construcción pueden ser estandarizados.

*Diseños eficientes de construir y diseño de elementos estandarizados:*

*Con respecto a los diseños estandarizados, se puede mencionar que en el área metropolitana se hicieron instalaciones de monopolos de 30 metros de altura y en el área rural se realizaron instalaciones de torres de 50 metros de altura, lo anterior porque es muy difícil encontrar en el área rural (en un pueblo) una grúa de 30 ton para levantar un monopolo y hacer el viaje de dicha grúa es muy caro; en todas las radio bases éste criterio fue el que predominó, claro esta que, hubo radio bases rurales que se construyeron con monopolos por tener características especiales.*

*También se realizaron diseño de cimentaciones estándares según los resultados de los estudios de suelos que se realizaron en los terrenos, por ejemplo, hubo tres tipos de cimentación para torres de 50 metros (5.50 x 5.50, 6.50 x 6.50 y 7.50 x 7.50). La construcción del nicho, la losa de los equipos también ésta estandarizado.*

j) Desarrollo de especificaciones:

La inclusión del conocimiento en construcción en el desarrollo de especificaciones puede contribuir a la generación de especificaciones que ayudaran en la eficiencia de los trabajos en el terreno.

*Desarrollo de especificaciones:*

*En el contrato marco firmado con los contratistas se incluía un documento llamado "Alcance de los trabajos", el cual explicaba, con respecto a la obra civil aspectos como los siguientes: resistencias de concreto, tipos de aceros a utilizar, calidad de los materiales eléctricos a utilizar, calidad de materiales de relleno, etc.*

k) Diseños modulares, preensamblados, prefabricados, etc.:

La decisión de utilizar estos tipos de diseño debería ser tomada durante la fase de planificación. La utilización de estos métodos requiere experiencia y conocimiento de proyectos donde se haya utilizado esta metodología. Se deben considerar los siguientes aspectos: mano de obra calificada para este tipo de trabajo, sistemas y procesos de fabricación, transporte de grandes elementos, faenas y maniobras para la instalación en terreno.

*En el caso de la radio base no se utilizaron elementos prefabricados. La torres de 50 metros se conforma de elementos modulares, sin embargo no se hizo preensamblaje de la misma, porque ya ensamblados son elementos demasiado*

*pesados y no se puede utilizar mano de obra para levantarlos y en este caso no se contrata grúa por su alto costo, además que dicha grúa no da la altura de los 50 metros de la torre.*

l) Accesibilidad de materiales, equipo o personal:

Estos aspectos deben ser considerados en el diseño porque estos pueden producir demoras, baja productividad, errores en el trabajo.

*Materiales:*

*Con respecto a materiales eléctricos la mayoría fue importado (desde México, más que todo el material eléctrico caro) los equipos como las BTS fueron importadas al igual que las torres desde España y monopolos desde Italia. El 90% de los materiales utilizados en cada una de las radio bases se le fue suministrado al contratista.*

*Equipo y personal:*

*El contratista debe de constar con las herramientas y personal necesario para la construcción de la radio base.*

m) Facilidades del diseño tomando en cuenta las condiciones climáticas:

Los proyectos construidos donde las condiciones climáticas son adversas, introducen restricciones para el diseño y la construcción. Los diseñadores deberán investigar formas mediante las cuales la exposición a la temperatura y los efectos de lluvias puedan ser minimizados.

*En este caso, tampoco aplicaría un diseño que me ayudara a contrarrestar las condiciones climáticas, puesto que las radio bases son obras que quedan expuestas al clima. Por ejemplo: cuando está lloviendo no se puede pintar la estructura (torre o monopo), no se pueden instalar equipos; simplemente no se puede hacer nada.*

#### **1.4.1.3 Durante la construcción**

n) Utilización de métodos innovadores en la construcción:

Un método innovador es aquel que no es considerado práctica común y que representa una solución creativa a las dificultades que se presentan en el terreno.

*Los métodos constructivos no implican nada extraordinario.*

o) Las operaciones en el terreno:

Por ejemplo:

- Asignar el recurso humano en forma efectiva.
- Evaluar constantemente alternativas de construcción.

- Utilizar planificación detallada.
- Utilizar herramientas y equipos cuando sea conveniente.

*Con respecto a las operaciones en el terreno, se coordinó la entrega de materiales como el acero ya figurados tanto como para la cimentación, tapias, baños y bases de BTS. De igual manera coordinó directamente el suministro del concreto en cada uno de los sitios.*

Se obtuvo un resultado muy positivo con respecto al suministro de materiales como el acero y el concreto, ya que el subcontratista daba como excusa que la suministradora de concreto, por ejemplo, no podía suministrar el material, sino hasta 3 o 4 días después, cuando ya se tenía listo todo para la colada. Cosas como estas redujo los tiempos de construcción de obra civil, de igual forma ayudo la entrega del los aceros figurados, ya que se eliminaron los tiempos de corte y figuración de la armadura.

Otro aspecto que resultado positivo fue la ubicación de los subcontratistas por diferentes zonas del país, por ejemplo, al contratista "A" que trabaja en el área de Guanacaste no se la asigna una obra en Limón, porque se pudo hacer producido que dejara dicha obra abandonada.

Por medio de este análisis de constructibilidad se puede llegar a concluir que con una debida aplicación se puede llegar a tener una minimización de costos, minimización del ciclo de vida de la obra, lo cual beneficia a la empresa constructora porque ahorra tiempo y dinero.

## **1.5 Programación para la construcción de una radio base**

La administración de un proyecto de construcción requiere la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto (como en el caso de la construcción de una radio base) con el fin de cubrir o superar las necesidades o expectativas.

Para lograr lo anterior se cuentan con herramientas como la planificación y la programación. La planificación consiste en el proceso mediante el cual se establecen los pasos a seguir para iniciar, ejecutar y finalizar la construcción de una radio base en forma organizada; y la programación consiste en el proceso en el cual se desarrolla un programa de trabajo, en donde se asignan tiempos y duraciones a las actividades.

Tanto la planificación y la programación de construcción de una obra se deben de realizar siempre para poder prever y anticipar los resultados y necesidades de la obra, asegurar el cumplimiento de los previsto o anticipado y asegurar que se obtenga el producto deseado.

Con respecto a la programación de la construcción de una radio base a continuación se detalla los aspectos analizados:

### 1.5.1 Diagrama de Gantt (barras)

El diagrama de Gantt es una presentación del trabajo versus el tiempo.

*Ventajas:*

- Es fácil de elaborar y de interpretar.

*Desventajas:*

- Dificultad de visualizar la duración del proyecto si se realizan cambios.
- No indica que actividades controlar (actividades de la ruta crítica).
- Para actualizarlo hay que dibujarlo de nuevo.

En el Anexo 1 podrá ver la representación gráfica del diagrama de Gantt referente a la construcción de una radio base.

### 1.5.2 Programación de la obra en Microsoft Project 2002

A diferencia el diagrama de barras, la programación en Microsoft Project si indica cuales son las actividades del proyecto que se deben de controlar (actividades críticas), es fácil de actualizar y no hay que realizar de nuevo la programación para actualizarlo. En el Anexo 1 podrá ver la representación gráfica del diagrama de Gantt referente a la construcción de una radio base.

### 1.5.3 Diagrama de Gantt (barras) con recursos y programación en Microsoft Project con recursos

Es el mismo diagrama de Gantt y la misma programación de Microsoft Project, con la diferencia de que en éstos muestran los recursos necesarios para realizar las actividades.

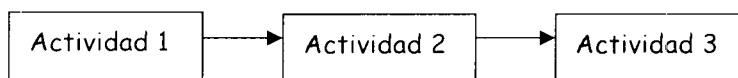
En el Anexo 1 se muestra el diagrama de Gantt y la programación de Microsoft Project relacionado con los recursos necesarios para realizar las actividades de construcción de un radio base.

### 1.5.4 Histograma de recursos

Los histogramas de recursos muestra la cantidad de recurso humano necesario para ir realizando las actividades de construcción durante el proceso. Gráficamente el histograma de recursos de muestra en el Anexo 1.

### 1.5.5 Método de CPM (Diagrama de Precedencias)

La representación gráfica del Diagrama de Precedencias se muestra a continuación:



En el Diagrama de Precedencias la actividad se representa como un cuadro y las dependencias se representan con flechas que unen las actividades.

Dentro del cuadro de la actividad se puede encontrar la siguiente información:

Nombre de la actividad	
Duración	ID

*Ventajas:*

- Fácil de leer.
- Más fácil de graficar.
- No se necesitan actividades ficticias.
- Mayor facilidad para representar traslapes.
- Más tipos de dependencias (inicio - inicio, fin - inicio, fin - fin, inicio - fin)

*Desventaja:*

- El cálculo de holguras requiere mayor atención e interpretación.

Para el cálculo de las holguras se debe de seguir el siguiente procedimiento:

Paso 1: Dividir el proyecto en actividades.

Paso 2: Determinar las dependencias y las relaciones entre las actividades.

Paso 3: Se organiza el diagrama (Método del paso de secuencias).

*Método del paso de secuencias*

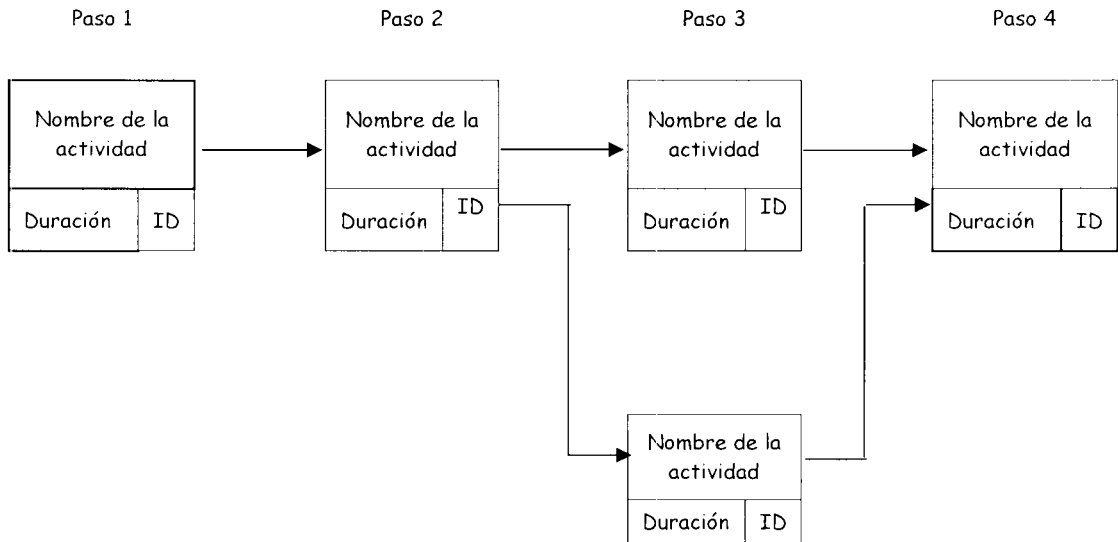
Este método es un valor en que se relaciona con el número de dependencias que tiene cada actividad. Mientras menor es el número de paso de la actividad, menor dependencias tiene y se debe de dibujar hacia la derecha.

Metodología:

- a. Se hace una lista de las actividades con sus dependencias en orden de ocurrencia.
- b. A las actividades de inicio (sin dependencias) se les asigna un número de paso = 0.
- c. A las siguientes actividades se les asigna un número de paso de secuencia igual al mayor de los números de paso de las actividades de las que depende más 1.

Paso 4: Se dibuja la red.

Gráficamente se muestra a continuación:



Paso 5: Se hace el calculo de holguras.

Para el cálculo de holguras se sigue la siguiente nomenclatura:

Nombre de la actividad	
Duración	ID
FTEI	FTET
FTAI	FTAT

Donde:

FTEI = Fechas más temprana de inicio.

FTET = Fecha más temprana de término.

FTAI = Fechas más tardía de inicio.

FTAT = Fechas más tardía de término.

*Tipo de holguras a calcular:*

- Holgura total (HT)

Tiempo que puede demorar el fin de una actividad sin demorar la construcción.

$$HT_{ij} = FTAT_{ij} - FTET_{ij}$$

$$HT = 0 = \text{actividad crítica.}$$

- Holgura Libre (HL)

Tiempo que se puede demorar el fin de una actividad sin demorar la construcción ni afectar el inicio de otras actividades subsecuentes.

$$HL_{ij} = FTEI_{jk} - FTET_{ij}$$

- Holgura interferente (HINT)  
Parte de la holgura total que queda después de consumir la holgura libre (días que se demora el inicio de una actividad subsecuente).

$$HINT_{ij} = HT_{ij} - H_{lij}$$

$$\text{Ó}$$

$$HINT_{ij} = FTAT_{ij} - FTET_{jk}$$

- Holgura independiente (HIND)  
Tiempo que se puede demorar la terminación de una actividad "ij" sin demorar una actividad subsecuente "jk", luego de haber sido demorada por el uso de la holgura total de la actividad precedente "hi".

$$HIND = FTEI_{jk} - FTAT_{hi} - \text{Duración } ij$$

Paso 6: Se determina la ruta crítica de la construcción.

En el Anexo 1 se muestra el resultado de la elaboración de todos los pasos antes mencionados.

### 1.5.6 Análisis de riesgo del plazo

En la construcción es casi imposible definir una distribución para cada actividad, pero se pueden definir tres tiempos:

- "a": duración optimista.
- "m": duración más probable.
- "b": duración pesimista.

El análisis del riesgo del plazo solo toma en cuenta las actividades que componen la ruta crítica y para ello utiliza las siguientes fórmulas:

$$TE = (a + 4*m + b)/6 = \text{tiempo pesimista}$$

$$D = (b - a)/6 = \text{Desviación}$$

$$V = \text{Raíz cuadrada de } D = \text{Variancia}$$

Con respecto a "a", "m" y "b"; la duración Optima (a) es la duración que salió del resumen de entrevistas de 3 contratistas consultados; la duración más probable (m) se supone que es igual a la duración optima, y la duración pesimista (b) se supone que es igual a la duración optima más 0.5 días. (Con excepción de las colada de concreto). Para ver más detalles sobre el resultado del análisis de riesgo de plazo ver el Anexo 1.

Ahora bien, con respecto a la construcción de una radio base de telefonía celular se mencionan los siguientes aspectos importantes:

- Para la lista de actividades, de basa en el catálogo universal de conceptos (preliminares, movimiento de tierras, cimentación, montaje, sistema de



aterrizamiento, instalación eléctrica, cerco y portones, pisos y bases para equipos, construcción del baño).

- Para la obtención de las duraciones de las actividades y de los recursos aplicados se circulo una pequeña encuesta entre los contratistas de obra civil, de 5 empresas se obtuvo respuesta de tres de ellas. Además, se realizó un análisis de estas tres respuestas en conjunto con mi persona y el encargado de la construcción del Proyecto de telefonía celular GSM 400KL.
- Las cantidades de obra fueron obtenidas de planos típicos de construcción de una radio base de telefonía celular.

En conclusión, se resume que:

- La construcción una radio base es de 46.5 días (según la programación del Microsoft Project).
- Con respecto a los recursos necesarios para la construcción de una radio base de telefonía celular, se resume que el contratista debe de contar con personas que sean capaces de realizar otras actividades mientras no están realizando su actividad principal. Además, la cantidad de personas puede oscilar entre 9 y 11 trabajadores. Es importante mencionar que si hay personal que éste flojo (sin trabajo que hacer), dicho personal se puede utilizar en actividades tales como: limpieza de los alrededores, acomodo de materiales, o bien, se pueden reforzar las cuadrillas.
- Según el análisis de duración de riesgo del plazo, la duración pesimista del proyecto es de 53.25 días, lo cual representa 6.75 días de más al compararlo con la programación de la construcción de la obra la cual es de 46.5 días (Microsoft Project); lo que es lo mismo decir que la construcción de una radio base puede extenderse en el proceso 6.75 días (una semana más), debido a posibles complicaciones que se presenten en el camino.

## 1.6 Análisis de costos de una radio base

El principio fundamental del análisis de costos de proyectos de inversión consiste en medir el valor, a base de la comparación de los beneficios y costos proyectados en el horizonte de planeamiento. Por consiguiente, evaluar o analizar un proyecto de inversión es medir su valor económico, financiero o social a través de ciertas técnicas, métodos o indicadores de evaluación, con los cuales se determinan la alternativa viable u óptima de inversión, previa a la toma de decisiones respecto a la ejecución o no ejecución del proyecto.

Las técnicas de evaluación de proyectos son herramientas de decisión que permiten calcular el valor del proyecto desde algún punto de vista ya establecido, cuya actualización del flujo

de beneficios y evaluación, previa a la toma de la decisión respecto a la aceptación o rechazo del proyecto.

La evaluación o análisis de proyectos en términos de elección o selección de oportunidades de inversión, consiste en comparar los beneficios generados asociados a la decisión de inversión y su correspondiente desembolso de gastos. El proceso de evaluación de proyectos se realiza a través de ciertos indicadores o parámetros de evaluación, cuyos resultados permiten realizar las siguientes acciones de decisión:

- Tomar una decisión de aceptación o rechazo, cuando se trata de un proyecto específico.
- Elegir una alternativa óptima de inversión, cuando los proyectos son mutuamente excluyentes.
- Postergar la ejecución del proyecto, cuando existe racionamiento de capitales para su implementación.

La evaluación de proyectos se inicia con la verificación de presupuestos de costos y los cuadros auxiliares de gastos e ingresos; por su respectiva tasa de descuento en el horizonte de planeamiento; finaliza con la determinación de las alternativas de inversión, a base de los siguientes indicadores: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el factor Beneficio Costo (B/C) y otros como: Periodo de Recuperación, Rentabilidad Contable Media y el Índice de Deseabilidad.

La selección de proyectos de inversión se realiza a base de los resultados de los indicadores cuyos valores con signos de mayor, menor o igual permiten recomendar como proyecto aceptado, proyecto postergado o proyecto rechazado.

#### Proyectos aceptados:

Los proyectos de inversiones públicas o privadas son aceptados para el financiamiento de crédito cuando los indicadores de evaluación arrojan los siguientes resultados:

- $VAN > 0$
- $TIR > 1$
- $B/C > 1$

El primer indicador, significa que los beneficios proyectados son superiores a sus costos; mientras que el segundo, significa que la tasa interna de retorno es superior a la tasa bancaria o tasa corriente; por último, el tercero ilustra que los beneficios generados por los proyectos son mayores a los costos incurridos de implementación.

### Proyectos postergados:

Los proyectos de inversión público o privado son postergados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

- $VAN = 0$
- $TIR = 1$
- $B/C = 1$

En este caso, los beneficios y costos de los proyectos están en equilibrio, por tanto, se recomienda corregir algunas variables como mercado, tecnología, financiamiento e inversión.

### Proyectos rechazados:

Los proyectos de inversión son rechazados cuando los indicadores arrojan los siguientes resultados:

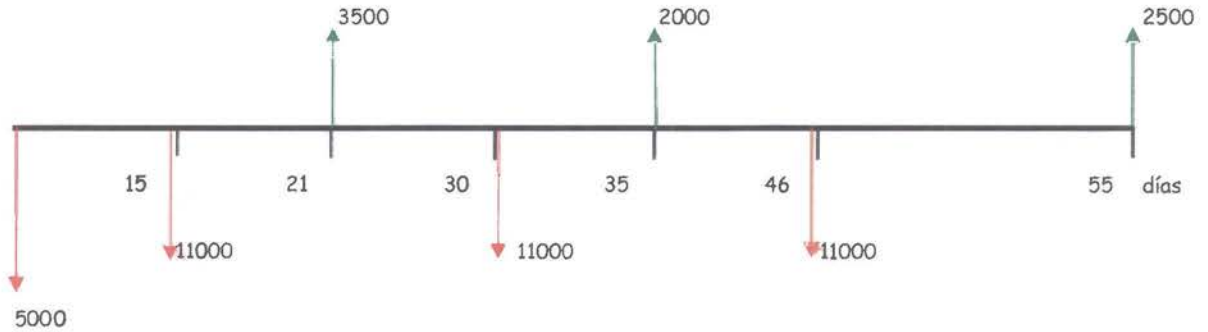
- $VAN < 0$
- $TIR < 1$
- $B/C < 1$

Para el análisis de costos de la construcción de una radio base de telefonía celular se evaluara mediante los siguientes métodos:

- Método de valor actual neto.
- Método de tasa interna de retorno.
- Método de la relación beneficio / costo.
- Método de periodo de recuperación.
- Método de rentabilidad contable media.
- Método de índice de deseabilidad.

Es importante mencionar que, según una consulta hecha a subcontratistas de construcción de radio bases, se resume que las utilidades oscilan entre \$7,500.00 y \$8,000.00; para efectos de ejemplificar los métodos antes mencionados se partirá de que la utilidad que genera la construcción de una radio base es de \$8,000.00, Además el valor de construcción de una radio base (valor promedio de cotización de los subcontratistas) se redondeará a \$41,000.00 en lugar de \$41,148.30 como se muestra más adelante.

Para el análisis de los métodos antes mencionados se basará en la siguiente línea de tiempo:



### 1.6.1 Método del valor actual neto (VAN)

El método del Valor Actual Neto (también conocido como Valor Presente Neto VPN) es muy utilizado por dos razones:

- la primera porque es de muy fácil aplicación.
- la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a ¢ ó \$ de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VAN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés (el proyecto deberá rechazarse) o por el contrario si el VAN es mayor que cero se presenta una ganancia (el proyecto deberá aceptarse). Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

Calculo del VAN:

$$VAN = -I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \frac{R_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

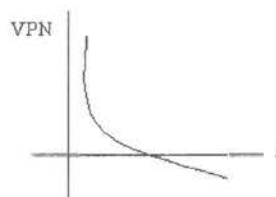
Donde:  $I_0$  = inversión inicial.

$R_i$  = flujo neto de efectivo anual o retorno anual.

$n$  = años (días, periodos, etc.) de duración del proyecto.

$k$  = tasa interna de retorno.

En la aceptación o rechazo de un proyecto depende directamente de la tasa de interés que se utilice. Por lo general el VAN disminuye a medida que aumenta la tasa de interés, de acuerdo con la siguiente gráfica:



### Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

Se supone una tasa interna de retorno del 30% de aquí en adelante.

$$VAN = - 5000 + 3500/(1+0.30) + 2000/(1+0.30)^2 + 2500/(1+0.30)^3 = 13.65.$$

$VAN > 1$  , lo que implica que la construcción de una radio base, bajo las condiciones antes mencionadas es un proyecto aceptable.

Como el Valor Actual Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que este es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto, es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

#### 1.6.2 Método de la tasa interna de retorno (TIR)

Generalmente conocido por su acrónimo TIR, es el tipo de descuento que hace que el VAN (valor actual o presente neto) sea igual a cero, es decir, el tipo de descuento que iguala el valor actual de los flujos de entrada (positivos) con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos actualizados de un proyecto de inversión.

$$VAN = -I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \frac{R_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n} = 0$$

El Valor Actual Neto es un criterio financiero para el análisis de proyectos de inversión que consiste en determinar el valor actual de los flujos de caja que se esperan en el transcurso de la inversión, tanto de los flujos positivos como de las salidas de capital (incluida la inversión inicial), donde éstas se representan con signo negativo, mediante su descuento a una tasa o coste de capital adecuado al valor temporal del dinero y al riesgo de la inversión. Según este criterio, se recomienda realizar aquellas inversiones cuyo valor actual neto sea positivo.

El Valor Actual o Valor presente es calculado mediante la aplicación de una tasa de descuento de uno o varios flujos de tesorería que se espera recibir en el futuro; es decir, es la cantidad de dinero que sería necesaria invertir hoy para que, a un tipo de interés dado, se obtuvieran los flujos de caja previstos.

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. En la medida de las condiciones y alcance del proyecto estos deben evaluarse de acuerdo a sus características, con unos sencillos ejemplos se expondrán sus fundamentos.

### Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

1. Primero se dibuja la línea de tiempo (anteriormente fue dibujada).

2. Luego se plantea una ecuación de valor en el punto cero.

$$- 5000 + 3500/(1+k) + 2000/(1+k)^2 + 2500/(1+k)^3 = 0$$

La forma más sencilla de resolver este tipo de ecuación es escoger dos valores para k no muy lejanos, de forma tal que, al hacer los cálculos con uno de ellos el valor de la función sea positivo y con el otro sea negativo. Este método es conocido como interpolación.

3. Se resuelve la ecuación con tasas diferentes que la acerquen a cero.

A. Se toma una tasa de interés  $k = 30\%$  (utilizada anteriormente) y se reemplaza en la ecuación de valor.

$$- 5000 + 3500/(1+0.30) + 2000/(1+0.30)^2 + 2500/(1+0.30)^3 = 13.65$$

B. Ahora se toma una tasa de interés más alta para buscar un valor negativo y aproximarse al valor cero. En este caso tomemos  $k = 35\%$  y se reemplaza con en la ecuación de valor

$$- 5000 + 3500/(1+0.35) + 2000/(1+0.35)^2 + 2500/(1+0.35)^3 = -293.91$$

4. Ahora se sabe que el valor de la tasa de interés se encuentra entre los rangos del 30% y el 35%, se realiza entonces la interpolación matemática para hallar el valor que se busca.

A. Si el 30% produce un valor del 13.65 y el 35% un valor de - 293.91 la tasa de interés para cero se hallaría así:

30	→	13.65
k	→	0
35	→	-293.91

B. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{30 - 35}{30 - i} = \frac{13.65 - (-293.91)}{13.65 - 0}$$

C. Se despeja y calcula el valor para la tasa de interés que en este caso sería  $k = 30.22\%$ , la cual representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

Aplicando la formula con este valor, se obtiene

-  $5000 + 3500/(1+0.3022) + 2000/(1+0.3022)^2 + 2500/(1+0.3022)^3 = -0.64$ , que es lo mismo que 0. Se da un error por no utilizar todos los decimales,  $k = 30.2219079204$ .

### 1.6.3 Método de la relación beneficio/costo (B/C)

La relación beneficio / costo esta representada por la relación.

$$\frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

El análisis de la relación B/C toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

- $B/C > 1$  implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- $B/C = 1$  implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Esta metodología permite también evaluar dos alternativas de inversión de forma simultánea.

Al aplicar la relación beneficio/costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados "Beneficios" y qué cantidades constituyen los egresos llamados "Costos".

#### Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

En este caso, los beneficios son de \$8,000.00 y los costos son de \$5,000.00

$$B/C = 8000 / 5000 = 1.60$$

El resultado es mayor que 1, por eso el proyecto de construcción de una radio base es aceptable.

### 1.6.4 Método de periodo de recuperación (PR)

El periodo o plazo de recuperación de una inversión es el tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial del proyecto.

La metodología del periodo de recuperación (PR), es otro índice utilizado para medir la viabilidad de un proyecto. La medición y análisis de este le puede dar a las empresas el punto de partida para cambiar sus estrategias de inversión frente al VPN y a la TIR.

El método periodo de recuperación basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses. Es decir, que si un

proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, en cuánto tiempo se recuperará la inversión inicial.

Al realizar o invertir en cualquier proyecto, lo primero que se espera es obtener un beneficio o unas utilidades, en segundo lugar, se busca que esas utilidades lleguen a manos del inversionista lo más rápido que sea posible, éste tiempo es por supuesto determinado por los inversionistas, ya que no es lo mismo para unos, recibirlos en un corto, mediano o largo plazo, es por ello que dependiendo del tiempo es aceptado o rechazado.

Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

Proyecto	Construcción Radio Base
Inversión Inicial	\$5000
Retorno 1	\$3500
Retorno 2	\$2000
Retorno 3	\$2500

Por el método de periodo de recuperación se aprecia en la tabla que en la construcción de una radio base, se recuperaría la inversión inicial en el retorno 2, o sea, a los 30 días de haber iniciado la construcción.

**1.6.5 Método de rentabilidad contable media**

Este método también se conoce como "rentabilidad aproximada" y como "tasa de rendimiento contable". Su denominación obedece a que utiliza una metodología y terminación típicamente contable y en definitiva es un método que mejor se ajusta a la información facilitada por la contabilidad. La variación más refinada de este método consiste en relacionar la utilidad neta promedio con la inversión promedio, es decir, con la inversión que en promedio tiene la empresa inmovilizada durante la vida económica del proyecto.

La rentabilidad contable media se determina con la siguiente fórmula =  $U_p / I_p$ .

Donde:  $U_p$  = Utilidad neta promedio anual  
 $I_p$  = Inversión promedio

La utilidad promedio se obtiene sumando las utilidades contables de cada año y dividiendo entre el número de años. El cálculo de la inversión promedio se obtiene sumando el valor contable de las inversiones al final de cada año y dividiendo ésta suma por el número de años.



### Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

Concepto	Retorno 1	Retorno 2	Retorno 3
Utilidades netas	3500	2000	2500

$$U_p = (3500 + 2000 + 2500)/3 = 2667.67$$

$$I_p = 5000$$

Rentabilidad contable media =  $2667.67 / 5000 = 0.533 = 53.33\%$ , lo cuál representa una rentabilidad alta.

#### 1.6.6 Método de índice de deseabilidad

Existen situaciones en que las decisiones no son simplemente las de aceptar o rechazar un proyecto. Con frecuencia es deseable jerarquizar la deseabilidad de las inversiones, es decir, establecer además de la aceptabilidad de cada proyecto la importancia relativa que tiene con respecto a otros proyectos.

La jerarquización es necesaria cuando:

- Cuando los recursos financieros destinados a inversiones es limitado.
- Cuando existen dos o más oportunidades de inversión que son mutuamente excluyentes, o lo que es lo mismo, cuando solamente una de las oportunidades puede y debe realizarse.

El índice de deseabilidad es el que resulta de dividir los flujos positivos (flujo neto de efectivo anual o retorno anual) entre la inversión inicial:

$$\sum_{k=1}^n \{R_n / (1+k)^n\} / I_0$$

Cuando el índice de deseabilidad es mayor o igual a 1, el proyecto de inversión deberá de aceptarse y a medida que su valor vaya siendo mayor, la deseabilidad del proyecto evaluado va siendo mayor.

### Ejemplo aplicado a la construcción de una radio base

$$\text{Índice de deseabilidad} = \{3500/(1+0.30) + 2000/(1+0.30)^2 + 2500/(1+0.30)^3\} / 5000 = 1.0027, \text{ lo cual indica que el proyecto de construcción de una radio base es aceptable.}$$

Por otra parte, en el Anexo 2 se muestra el análisis de flujo de caja que se obtiene después de realizar la programación de la construcción de una radio base por medio de programa Microsoft Project (para simplificar, los costos fueron prorrateados). Además, se muestra un diagrama de costos diarios y acumulativos referentes a la construcción de una radio base.

Es importante mencionar que el subcontratista debe ser organizado a la hora de realizar los cobros correspondientes de avances de obra, es decir, el subcontratista debería de realizar cobros de avance de obra cada 15 días aproximadamente.

## 1.7 Formatos para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base

Debido a la falta de uniformidad por parte de los contratistas a la hora de realizar sus estimaciones de obra para su correspondiente facturación se ha mejorado el formato existente como se detalla a continuación:

- Al formato de estimación de obra realizada se le agregó el formato de números generadores de obra realizada, el formato de análisis de trabajos adicionales, el formato de números generadores de trabajos adicionales y el formato de reportes fotográficos.

A los contratistas se les hizo las siguientes aclaraciones:

- Si la presentación de la información no viene como debe ser, esto será motivo de rechazo de la facturación hasta que cumpla con los requisitos.
- No realizar ningún tipo de cambio en los formatos, al menos que lo considere sumamente importante para que la información sea más clara. Por ejemplo: no ocultar líneas que no se están facturando. Si consideran que los formatos se ven muy pequeños pueden realizar la configuración de página que considere necesario.
- Estrictamente se deben de presentar el formato de facturación y el formato de números de generadores para analizar las cantidades de obras reales. Acuérdesse que el formato de números generadores me muestra las dimensiones de  $A \times B \times C = D$ , donde D es el valor real de obra y es el valor que se muestra en el formato de facturación. Además, en la fila de observaciones se debe de dar una justificación, como por ejemplo: trabajo realizado a solicitud de la inspección, mayor cantidad de obra por "X" razón, menor cantidad de obra por "X" razón, etc. Además pueden presentar cálculos a mano, dibujos, o todo lo que consideren necesario para la comprobación de las cantidades reales.
- Preferiblemente el formato de números generadores no se debe de presentar a mano, pero esto no es indispensable. Si es indispensable una presentación clara, limpia y ordenada.

### Explicación del formato de estimación de obra realizada

Este formato es existente y tiene las siguientes características:

- En su parte superior se presenta la siguiente información: nombre de la empresa constructora y representante; tipo, código y nombre del sitio; fecha y número de estimación.
- Ésta conformado por columnas en las cuales se presenta en forma resumida los ítem que contemplan la construcción de una radio base así como su unidad y precio unitario; seguido se presentan las columnas del "Proyecto" las cuales contienen la información de la orden de compra de la radio base (información de cantidades teóricas y por ende, precios teóricos). A continuación se presentan las columnas de "Construcción Realizada" en las cuales se presentan las cantidades reales de la obra medidas en el campo, lo cual a su vez refleja valores reales de construcción. Continuando con la tabla se presentan las columnas de "Volumen Extraordinario", la cual refleja, tanto en cantidad como en precio; la diferencia positiva o negativa de las columnas del "Proyecto" menos la columna de "Construcción Realizada". Por último se presentan las columnas de "Trabajos Adicionales", los cuales consisten en todos aquellos trabajos que no estén contemplados en el catálogo de construcción de la radio base.
- Casi al final de la tabla se presentan sumas totales de las columnas del "Proyecto", "Construcción Realizada", "Volumen Extraordinario", "Trabajos Adicionales" y el valor total del sitio (construcción realizada más trabajos adicionales); además del valor porcentual aprobado para pago (siempre es hasta el 90% del valor total del sitio). Es importante aclarar que a la hora de realizar la facturación de la estimación #2, se debe descontar el pagado en la estimación #1, y así sucesivamente.
- Por último al final de la tabla se colocan las firmas correspondientes de aprobación.

En el Anexo 3 se puede observar una ejemplificación de la aplicación del formato de estimación de obra para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base.

#### Explicación del formato de números generadores

Éste es un nuevo formato y tiene como fin evitar sobrecostos de cantidades de obras que no fueron realizados en realidad. Por ejemplo, si en el formato de estimación de obra realizada se indica que el volumen de excavación es de 101.40 m<sup>3</sup>, el en formato de números generadores se debe indicar el ancho (6.50 m), largo (6.50 m) y alto (2.40 m) que den como resultado los 101.40m<sup>3</sup> de excavación. Es importante mencionar que el inspector de la obra debe verificar día a día (preferiblemente) las cantidades de obra para que al final no tenga dudas o no tenga como verificar las cantidades de obra reales.

Este formato tiene las siguientes características:

- En su parte superior se presenta la siguiente información: nombre de la empresa constructora y representante; tipo, código y nombre del sitio; fecha y número de estimación.

- Esta conformado por las columnas que contienen en forma resumida los ítem del catálogo; seguido se encuentra la columna de unidad, largo, ancho, alto, peso y número de piezas, finalizando con una columna de observaciones.
- Por último, al final de la tabla se colocan las firmas correspondientes de aprobación.

En el Anexo 3 se puede observar una ejemplificación de la aplicación del formato de números generadores para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base.

#### Explicación del formato de análisis de trabajos adicionales

- En su parte superior se presenta la siguiente información: nombre de la empresa constructora y representante; tipo, código y nombre del sitio; fecha y número de estimación.
- Luego se presentan las columnas de descripción, unidad, cantidad, precio y subtotal de los trabajos adicionales.
- Por último, al final de la tabla se colocan las firmas correspondientes de aprobación.

#### Explicación del formato de números generadores de trabajos adicionales

Este formato cumple las mismas funciones que el formato de los números generadores para las cantidades de obras que si están dentro del catálogo.

En el Anexo 3 se puede observar una ejemplificación de la aplicación del formato de números generadores de trabajos adicionales para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base.

#### Explicación del formato de reportes fotográficos

El formato de reportes tiene como fin el de ir mostrando los trabajos realizados por medio de la fotografía. A su vez se espera que en cada estimación de obra se presenten la mayor cantidad de fotografías referentes a los trabajos realizados que se están cobrando.

En el Anexo 3 se puede observar una ejemplificación de la aplicación del formato de reportes fotográficos para realizar facturaciones durante la construcción de una radio base.

*Nota importante: Para la ejemplificación de la utilización de los formatos antes mencionados, no se logró la autorización de alguna de las empresas constructoras para utilizar los precios unitarios de las actividades, por lo que los precios que aparecen son solo para ejemplificar. Es importante aclarar que las cantidades de obras si son las cantidades reales que se dieron en la construcción de la radio base que se usa como ejemplo.*

## 1.8 Inspección de una radio base

Para la supervisión de obras se generó un formato único. Esto se planteó porque cada supervisor presentaba su reporte de inspección semanal de la forma que quería, por teléfono, mail, escrito, etc. Además está relacionado con el formato de facturación.

Dicho formato tiene los siguientes objetivos:

- Uniformidad entre los supervisores.
- Llevar un mejor control.
- Facilitar la interpretación de las actividades realizadas.
- Evitar la revisión posterior de cantidades de obras reales con el contratista y a su vez se agilizará el trámite de revisión en la facturación de cierre final. Puede parecer tedioso pero es un trabajo importante y necesario tanto para el supervisor como para la empresa contratante. Es bueno mencionar que tanto la toma de decisiones, solución de problemas y cálculo de cantidades son sumamente importantes, para la realización de informes semanales y las facturaciones.

Además, los supervisores deben presentar un reporte fotográfico.

En el Anexo 4 se puede observar una ejemplificación de la aplicación del formato de inspección durante la construcción de una radio base.

## 1.9 Análisis de productividad en actividades de una radio base

A continuación se detallan los análisis de productividad realizados en las siguientes actividades de construcción de una radio base:

- Excavación de la cimentación.
- Colocación de acero de la cimentación.

Se realizan estos análisis solo en estas actividades por las siguientes razones:

1. Son actividades que por sí solas demandan más tiempo que otras actividades (entre 2 y 3 días cada una y dependiendo de cada contratista),
2. Ameritan mayor esfuerzo de equipo y mano de obra.
3. Son actividades que dependiendo del manejo pueden ser parte de la ruta crítica del proyecto.

Para las fórmulas y datos necesarios para realizar el análisis del Estudio de Tiempos y Movimientos, se tomo como fuente el libro *Construction Planning, Equipment and Methods* de Peurifoy. Pag 287.

Para el análisis de los Estudios de Tiempos y Movimientos y los análisis del Modelo de Demora y Productividad se realizó una observación en el campo en forma directa, viendo el proceso de excavación de 1 m<sup>3</sup> de material y la colocación de 110 a 115 Kg. de acero de cimentación.

Se creó un formulario en el cual se iban anotando los datos del proceso. Dicho formulario contiene información como fecha de inicio y fin de toma de datos, nombre del observador, unidad de tiempo, unidad de producción, operación analizar, etc.

### **1.9.1 Estudio del Modelo de demora y productividad en la excavación de la cimentación**

*Datos Generales:*

Total de datos tomados: 84  
Total de ciclos sin demora: 80  
Total de ciclos con demora: 4

Tiempo total: 802.34 min., seg.  
Tiempos sin demora: 692.99 min., seg.  
Tiempo con demora: 109.35 min., seg.

#### Paso 1. Toma de Datos

Los datos se obtuvieron los días sábado 10 y domingo 11 de septiembre 2005. Los datos fueron tomados por Magdell Burke.

#### Paso 2. Procesamiento de los Datos.

*Parte A. Duración promedio de los datos sin demora =*

$692.99 / 80 = 8.66 \text{ min., seg.}$

*Parte B. Variación de la duración de los ciclos sin demora =*

$74.97 / 80 = 0.94 \text{ min., seg.}$

*Parte C. Duración promedio de todos los ciclos =*

$802.34 / 84 = 9.55 \text{ min., seg.}$

*Parte D. Variación de los ciclos con respecto al promedio =*

$160.30 / 84 = 1.91 \text{ min., seg.}$

*Parte E. Ocurrencia de cada tipo de demora =*

Ambiental = 0  
Equipo = 0  
Mano de obra = 0  
Materiales = 0  
Administrativa = 4

*Parte F. Tiempo perdido por cada tipo de demora =*

Demora administrativa = 12.62 min., seg.

*Parte G. Probabilidad de ocurrencia de cada tipo de demora =*

Demora Administrativa =  $4 / 84 = 0.0476$ , es decir, es muy probable que en el 4.76 % de los ciclos se presente demora por materiales.

*Parte H. Severidad o impacto de cada demora =*

Demora administrativa =  $(3.16 / 4) / 9.55 = 0.0826$ , es decir, si ocurre una demora de materiales tomaría un 8.26 % del ciclo.

*Parte I. Porcentaje de demora esperado por ciclo =*

Demora administrativa =  $0.0476 \times 0.0826 \times 100 = 0.3933$ , es decir, en promedio se pierde un 0.3933% del tiempo por demora administrativa.

### Paso 3. Estructuración del modelo

I = Productividad de ciclo sin demora =  $1 / 8.66 = 0.1154$  unidades de producción, que en este caso serían 0.1154 m<sup>3</sup> de excavación de material por minuto, o bien, 6.924m<sup>3</sup> por hora.

Productividad = Productividad ideal (I) x (1 - % demora de equipo - % demora por el ambiente - % demora por mano de obra - % demora por materiales - % demora por administración =

Productividad =  $6.924 \times (1 - 0.0826) = 6.3521$  m<sup>3</sup> por hora.

En resumen:

Ciclo	Tiempo Total	Numero de ciclos	Duración promedio	Variación
Sin demora	692.99	80	8.66	0.94
Todos	802.34	84	9.55	1.91

Ítem / Demora	Ambientales	Equipo	M de O	Materiales	Administrativa
Ocurrencia	0	0	0	0	4
Tiempo perdido	0	0	0	0	12.62
Probabilidad de ocurrir	0	0	0	0	4.76
Impacto	0	0	0	0	8.26
% esperado por ciclo	0	0	0	0	0.39

En el Anexo 5 se podrá observar las hojas de toma de datos referente a la actividad de excavación de la cimentación, la cual contiene varios cálculos necesarios para poder llevar a cabo el estudio del modelo de demora y productividad para dicha actividad.

### 1.9.2 Estudio de tiempos y movimientos en la excavación de la cimentación

El primer día de observación se obtuvieron 61 mediciones, de estos se tomarán los 20 primeros datos para hacer el cálculo de la fórmula aproximada de Peurifouy, la cual determinará la cantidad de muestras que se deben de tomar para considerar que la información es valida.

$$N = \frac{4 * t^2 * R^2}{I^2 * d^2}$$

Donde:

t = valor de distribución para un 90% de confianza.

R = rango de variación de los datos medidos.

I = intervalo de confianza = 2 \* t<sub>0.90</sub> \* s

$$s = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / M}{M - 1}}$$

d = factor de estudios de tiempo.

#### Datos

- Lista de dato



Ciclo	Duración (T)	Duración (T <sup>2</sup> )
1	8.25	68.06
2	9.26	85.75
3	9.75	95.06
4	10.32	106.50
5	9.59	91.97
6	8.30	68.89
7	7.59	57.61
8	7.25	52.56
9	8.20	67.24
10	9.59	91.97
10	9.59	91.97
11	8.25	68.06
12	8.14	66.26
13	8.01	64.16
14	23.55	554.60
15	8.38	70.22
16	9.04	81.72
17	10.56	111.51
18	9.26	85.75
19	8.20	67.24
20	7.52	56.55
<b>ΣT =</b>	<b>198.60</b>	<b>2,103.66 = ΣT<sup>2</sup></b>
<b>ΣT<sup>2</sup> =</b>	<b>39,441.96</b>	

- Para el cálculo de s

$$\Sigma T^2 = 2103.66 \text{ min, seg.}$$

$$(\Sigma T)^2 = (198.6)^2 = 39441.96 \text{ min, seg.}$$

$$M = 20$$

$$s = \sqrt{\frac{2103.66 - 39441.96 / 20}{20 - 1}} = 2.63$$

$$s = 2.63$$

- Para el cálculo de I

$$t_{0.90} = 1.75$$

$$I = 2 * 1.75 * \frac{2.63}{\sqrt{20}} = 2.06$$

$$I = 2.06$$

- Para el cálculo de N

$$R_{\max} = 23.55 \text{ min, seg.}$$

$$R_{\min} = 7.25 \text{ min, seg.}$$

$$R = 16.30 \text{ seg.}$$

- $d = 3.735$

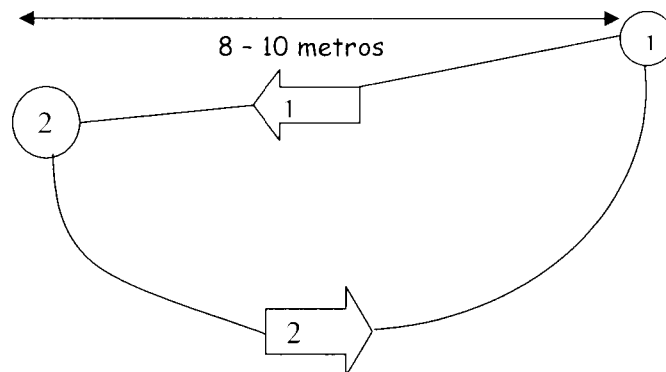
$$N = \frac{4 * (1.75)^2 * (16.30)^2}{(2.06)^2 * (3.735)^2} = 54.98$$

$$N = 54.98 \cong 55 \text{ muestras}$$

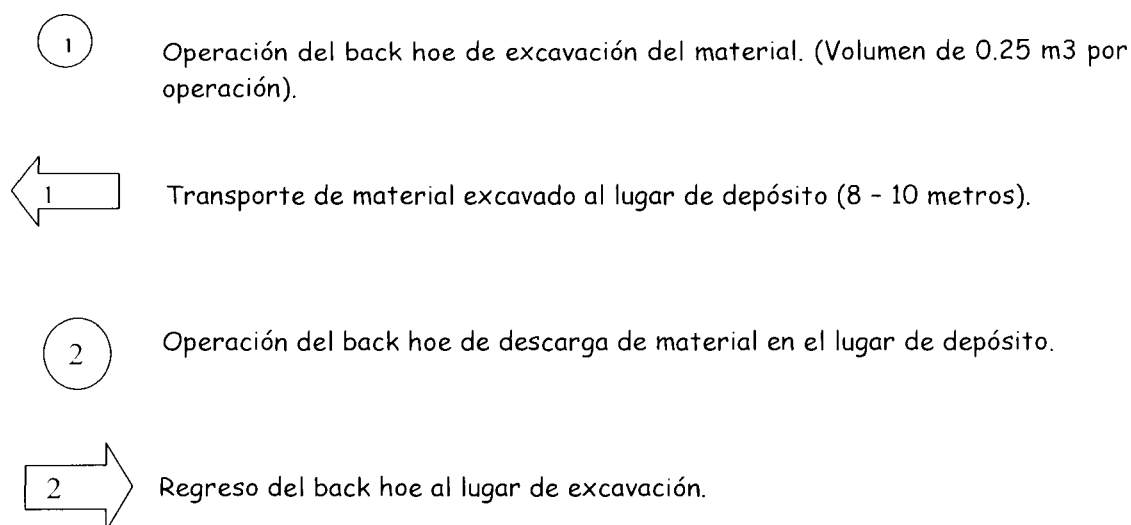
Según la fórmula aproximada de Peurifouy se necesitan 55 muestras para poder tener un 90% de confianza en los datos observados. El total de observaciones hechas es de 84, lo que nos indica que las observaciones son suficientes para un nivel de confianza de un 90%.

### 1.9.3 Diagrama de flujo y carta de proceso típico en la excavación de la cimentación

Un diagrama típico para el ciclo de excavación de cimentación de una radio base se muestra a continuación:



Una carta de proceso típica para el ciclo de excavación de la cimentación de una radio base se muestra a continuación:



#### 1.9.4 Estudio del Modelo de demora y productividad en la colocación de acero de cimentación

*Datos Generales:*

Total de datos tomados: 35

Total de ciclos sin demora: 28

Total de ciclos con demora: 7

Tiempo total: 1360.32min, seg.

Tiempos sin demora: 929.64 min, seg.

Tiempo con demora: 430.68 min, seg.

##### Paso 1. Toma de Datos

Los datos se obtuvieron los días lunes 12, martes 13 y miércoles 14 de septiembre 2005. El día lunes los datos fueron tomados por mi persona (hasta el medio día), y desde el sábado y hasta el lunes le enseñe el procedimiento de toma de datos al señor Luis Venegas para la toma de datos de los días siguientes de duración de la actividad colocación de acero de la cimentación.

##### Paso 2. Procesamiento de los Datos.

*Parte A. Duración promedio de los datos sin demora =*

$929.64 / 28 = 33.20 \text{ min., seg.}$

*Parte B. Variación de la duración de los ciclos sin demora =*

$$93.20 / 28 = 3.33 \text{ min., seg.}$$

*Parte C. Duración promedio de todos los ciclos =*

$$1360.32 / 35 = 38.87 \text{ min., seg.}$$

*Parte D. Variación de los ciclos con respecto al promedio =*

$$332.69 / 35 = 9.51 \text{ min., seg.}$$

*Parte E. Ocurrencia de cada tipo de demora =*

Ambiental = 0

Equipo = 0

Mano de obra = 0

Materiales = 1

Administrativa = 6

*Parte F. Tiempo perdido por cada tipo de demora =*

Demora de Materiales = 37.35 min., seg.

Demora administrativa = 198.27 min., seg.

*Parte G. Probabilidad de ocurrencia de cada tipo de demora =*

Demora de Materiales =  $1 / 35 = 0.0286$ , es decir, es muy probable que en el 2.86 % de los ciclos se presente demora por materiales.

Demora Administrativa =  $6 / 35 = 0.1714$ , es decir, es muy probable que en el 17.14 % de los ciclos se presente demora por causa administrativa.

*Parte H. Severidad o impacto de cada demora =*

Demora administrativa =  $(33.05 / 6) / 38.87 = 0.1417$ , es decir, si ocurre una demora de materiales tomaría un 14.17 % del ciclo.

*Parte I. Porcentaje de demora esperado por ciclo =*

Demora administrativa =  $0.1714 \times 0.1417 \times 100 = 2.43$ , es decir, en promedio se pierde un 2.43% del tiempo por demora de materiales.

### Paso 3. Estructuración del modelo

I = Productividad de ciclo sin demora =  $100 / 30.71 = 3.0119$  unidades de producción, que en este caso serían 3 Kg. colocado por minuto, o bien, 180.714 Kg. por hora.

Productividad = Productividad ideal (I) x (1 - % demora de equipo - % demora por el ambiente - % demora por mano de obra - % demora por materiales - % demora por administración =

Productividad =  $180.714 \times (1 - 0.1417) = 155.1061$  Kg. por hora.

En resumen:

Ciclo	Tiempo Total	Numero de ciclos	Duración promedio	Variación
Sin demora	929.64	28	33.20	3.33
Todos	1360.32	35	38.87	9.51

Ítem / Demora	Ambientales	Equipo	M de O	Materiales	Administrativa
Ocurrencia	0	0	0	1	6
Tiempo perdido	0	0	0	37.35	198.27
Probabilidad de ocurrir	0	0	0	2.86	17.14
Impacto	0	0	0	0	14.17
% esperado por ciclo	0	0	0	0	2.43

En el Anexo 5 se podrá observar las hojas de toma de datos referente a la actividad de colocación de acero de cimentación, la cual contiene varios cálculos necesarios para poder llevar a cabo el estudio del modelo de demora y productividad para dicha actividad.

#### **1.9.5 Estudio de tiempos y movimientos en la colocación de acero de cimentación**

El primer día de observación se obtuvieron 15 mediciones, de estos se tomarán los 10 primeros datos para hacer el cálculo de la fórmula aproximada de Peurifouy, la cual me determinará la cantidad de muestras que se deben de tomar para considerar que la información es válida.

$$N = \frac{4 * t^2 * R^2}{I^2 * d^2}$$

Donde:

t = valor de distribución para un 90% de confianza

R = rango de variación de los datos medidos

I = intervalo de confianza =  $2 * t_{0,90} * s$

$$s = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / M}{M - 1}}$$

d = factor de estudios de tiempo.

### Datos

- Lista de datos

Ciclo	Duración (T)	Duración (T <sup>2</sup> )
1	32.45	1,053.00
2	35.95	1,292.40
3	37.19	1,383.10
4	50.58	2,558.34
5	37.42	1,400.26
6	34.59	1,196.47
7	33.38	1,114.22
8	70.55	4,977.30
9	37.45	1,402.50
10	60.53	3,663.88
<b>ΣT =</b>	<b>430.09</b>	<b>20,041.47 = ΣT<sup>2</sup></b>
<b>ΣT<sup>2</sup> =</b>	<b>184,977.41</b>	

- Para el cálculo de s

$$\sum T^2 = 20041.4723 \text{ min,seg.}$$

$$(\sum T)^2 = (430.09)^2 = 184977.408 \text{ min,seg.}$$

$$M = 10$$

$$s = \sqrt{\frac{20041.4723 - 184977.408 / 10}{9 - 1}} = 13.10$$

$$s = 13.10$$

- Para el cálculo de I

$$t_{0,90} = 1.83$$

$$I = 2 * 1.83 * \frac{13.10}{\sqrt{10}} = 15.16$$

$$I = 15.16$$

- Para el cálculo de N

$$R_{\max} = 70.55 \text{ min., seg.}$$

$$R_{\min} = 32.45 \text{ min., seg.}$$

$$R = 38.10 \text{ seg.}$$

- $d = 3.078$

$$N = 4 * (1.83)^2 * (38.10)^2 = 8.93$$

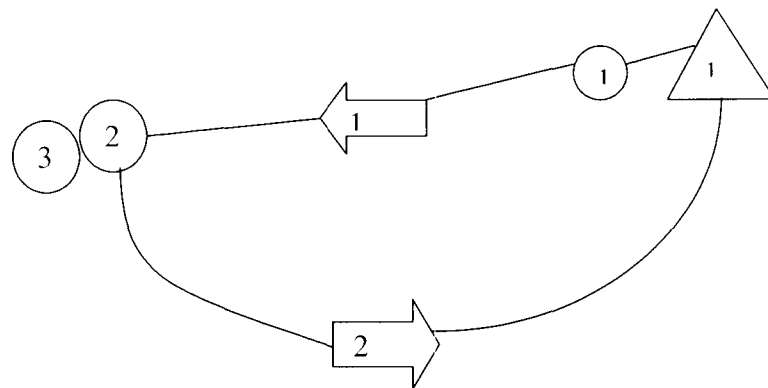
$$\frac{\quad}{(15.16)^2 * (3.078)^2}$$

$$N = 8.93 \cong 9 \text{ muestras}$$

Según la fórmula aproximada de Peurifouy se necesitan 9 muestras para poder tener un 90% de confianza en los datos observados. El total de observaciones hechas es de 35, lo que nos indica que las observaciones son suficientes para un nivel de confianza de un 90%.

### 1.9.6 Diagrama de flujo y carta de proceso típico en la colocación de acero de cimentación

Un diagrama típico para el ciclo de colocación de acero de cimentación de una radio base muestra a continuación:



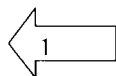


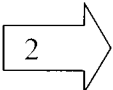
Una carta de proceso típica para el ciclo de colocación de acero de cimentación de una radio base se muestra a continuación:



Almacenamiento de acero (3627.03 Kg.).



Operación de cargar al hombro las varillas de acero (entre 110 y 115 Kg.).

- 1  Transporte de acero al sitio de colocación final (aproximadamente 25 metros).
- 2  Operación de descarga el acero de cimentación en el lugar de colocación final.
- 3  Operación de colocación de acero de cimentación (colocación de helados, dar el espaciamiento correspondiente, amarres con alambre negro).
- 2  Regreso al lugar de almacenamiento de acero de cimentación.

### 1.10 Análisis de matriz de identificación de riesgos para una radio base

La meta principal es delinear las expectativas mínimas de seguridad para que el equipo de trabajo pueda desarrollar las actividades en la construcción con seguridad. Las expectativas en el campo de la seguridad serán comunicadas claramente a todo el personal del proyecto.

Las actividades de la construcción deberán asegurar el cumplimiento total de los códigos y estándares locales. El objetivo es que no haya observaciones originadas por prácticas inseguras dentro de la construcción de una radio base por parte de la supervisión o algún ente superior.

Descripción de las actividades: Para más detalles ver el ítem 1.3

Maquinaria: Back hoe (retro excavadora), compactadores, vagonetas.

Herramientas: picos, palas, carretillos, vibradores, herramienta menor (cinta, cuerda, nivel, etc.)

Mano de obra: 1 maestro de obra, operarios, ayudantes, peones, electricista, fontanero, carpintero, técnicos especializados, soldadores, armadores.

Programa de actividades: las actividades tendrán la siguiente secuencia:

- Trabajos Preliminares
- Movimiento de tierras
- Cimentación de torre
- Sistema de Aterrizamiento
- Sistema eléctrico
- Pisos y bases para equipo



- Cerco y portón de malla
- Construcción de baño
- Huellas de Acceso vehicular
- Montaje de torre
- Acabados

### Análisis

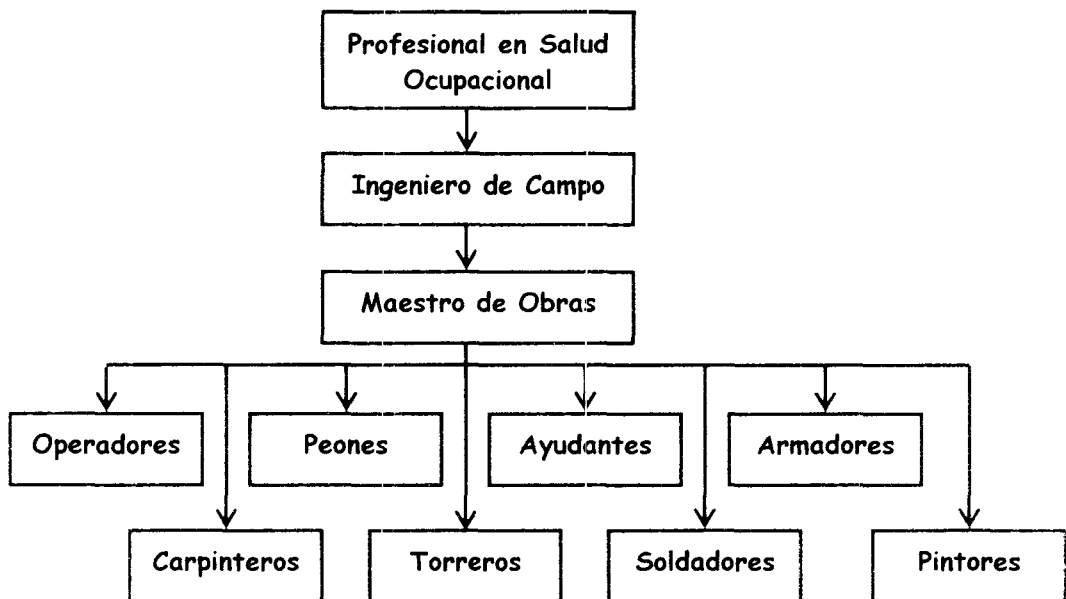
Para el proyecto de construcción en cuestión, el plan de seguridad que se presenta está constituido por una matriz de identificación de riesgos y una matriz de operación correspondiente a cada una de las actividades. Además de una matriz de equipo de protección personal.

La matriz de valoración aplicada en la matriz de identificación de peligros en la construcción de una radio base es la siguiente:

		PROBABILIDAD		
		Baja	Media	Alta
C O N S E C U E N C I A	Leve	1	2	3
	Moderada	2	4	6
	Severa	3	6	9

Analizando la matriz de identificación de peligros para la construcción de una radio base se puede notar que las actividades que tienen una probabilidad media o alta y una consecuencia media o severa son el montaje de la estructura en general, las caídas dentro de las excavaciones profundas, los derrumbe de las excavaciones profundas y los resbalones o tropezones que se puedan generar al borde la las excavaciones profundas; lo anterior se da porque puede llegar a producirse la pérdida de un ser humano. Y así sucesivamente.

Con respecto al personal clave principal en la aplicación del control operacional se puede decir que tanto el ingeniero como el maestro de obras van a ser las personas principales para que se de el cumplimiento de las medidas preventivas del control operacional. Es importante mencionar que la empresa constructora debería de contar con profesional en salud ocupacional. Esquemáticamente se puede mostrar de esta manera:



Con respecto a la matriz de equipos de protección personal, esta refleja el equipo mínimo con que debería contar el trabajador según cada una de las actividades de la construcción de una radio base.

Para tener más clara la matriz de valoración ver el Anexo 6 donde se encuentran la Matriz de identificación de peligros, la Matriz de Control Operacional de Actividades y la Matriz de equipo de Protección Personal.

### 1.11 Aplicaciones del Reglamento de Seguridad en Construcciones a la Construcción de una Radio Base.

A continuación se ejemplificarán y/o se enunciarán los aspectos más importantes del Reglamento de Seguridad en Construcciones que aplican en la construcción de una Radio Base de Telecomunicaciones:

#### Titulo I y Capítulo único: Disposiciones Generales:

- La realización de una radio base se define como una construcción en el Artículo 1, Inciso b), cuando se menciona la siguiente frase "obras relacionadas con la prestación de servicios, como telecomunicaciones..."
- Toda empresa que trabaje en la construcción de una radio base debe velar por el fiel cumplimiento del Reglamento de Seguridad en Construcciones.

## **Titulo II: De las Medidas de Seguridad.**

### Capitulo I: Almacenamiento de materiales.

- Los materiales utilizados en la construcción de una radio base deben de ser colocados en un lugar que no perjudique el transito libre.
- El Artículo 11 dice lo siguiente: "El almacenamiento de materiales pesados en lugares cercanos a zanjas o excavaciones deberá hacerse a una distancia respecto al borde no menor a 1.2 veces la profundidad de la excavación".  
En el caso de una radio bases, la profundidad de la excavación de la cimentación oscila entre 2.10 y 2.40 metros de profundidad; si se desea almacenar la estructura de la torre la cual tiene un peso total de 12948 kilogramos, deberá almacenarse a una distancia de 2.52 metros ( $1.2 * 2.10$ ) como mínimo o 2.88 metros ( $1.2 * 2.40$ ) como máximo; salvo esta que la distancia máxima puede ser superior si así se decide.
- Para el manejo manual de cargas, el Artículo 18 dice los siguiente "El limite será de 60 kilogramos por trabajador en el caso de transporte de material individual; para el levantamiento de pesos el limite será de 55 kilogramos por trabajador y ésta ha de ser intermitente (hasta tres movimiento por hora; para una frecuencia mayor el limite de levantamiento mayor será de 50 kilogramos..."

### Capitulo II: De las demoliciones. No Aplica.

### Capitulo III: De las excavaciones.

- Con respecto a la estabilidad de taludes, el ingeniero responsable deberá de haber estudiado el estudio de la mecánica de suelos antes de realizar la excavación para conocer la naturaleza y condiciones del suelo.
- Los taludes que se llevan a realizar deben proveer la estabilidad necesaria para que no ocurra ningún accidente.
- Para el almacenamiento del material producto de la excavación se cumplirá lo que dice el Artículo 11, es decir, las distancias de almacenamiento son 2.52 y 2.88 como mínimo y máximo, respectivamente; salvo está que la distancia máxima puede ser superior si así se decide.
- Como la profundidad de la excavación oscila entre 2.10 y 2.40 metros, se debe de contar con escaleras de acceso, según lo especifica el Artículo 46 por ser la excavación de una profundidad mayor a 1.50 metros.
- La señalización en el proceso de la actividad de la excavación no debe obviarse.

#### Capitulo IV: Trabajos en concreto armado, albañilería y acabados.

- Se debe de cumplir a cabalidad el Artículo 68 que dice "Las formaletas o encofrados deben ser diseñados y construidos de manera que resistan las cargas máximas de servicio".
- Las demás áreas de trabajo deberán de estar libres de clavos, maderas, varillas de acero y objetos punzantes en general, como lo indica el Artículo 71.
- Para la descarga en sitio de las varillas de acero ya figuradas, se deberá cumplir con el Artículo 18 que trata sobre las cargas manuales.
- Se deberán cumplir los Artículos 77 y 78 que tratan sobre la prohibición de la circulación de los trabajadores por debajo del trayecto de descarga del concreto y el uso de medios de comunicación cuando por las condiciones del sitio el operador del equipo transporte del concreto no tenga visibilidad.
- El Artículo 86 indica que los trabajadores que trabajan en el montaje de estructuras metálicas (como la torre), deberán emplear cinturones de seguridad unidos convenientemente a puntos fijos.

#### Capitulo V: Escaleras, andamios y rampas.

- Según los Artículos 90 y 91, las escaleras que se utilicen para dar acceso en la excavación de la cimentación deberán de tener las siguientes características: la altura y las contrahuellas de la escalera serán constantes, las escaleras deberán contar con barandas, los largueros de la escalera serán de una sola pieza.
- El Artículo 94 indica que las escaleras se apoyarán en superficies planas y firmes, y serán utilizadas por un trabajador a la vez.

#### Capitulo VI: De los explosivos. No aplica.

#### Capitulo VII: Servicios higiénicos, sanitarios y de bienestar.

- Se debe de cumplir los Artículos 126, 127, 128, 129, 130 y 131 donde en resumen especifican que, deben existir vestidores, letrinas higiénicas, agua potable y condiciones de salud mínimas.

#### Capitulo VIII: Del movimiento de cargas.

Lo referente al movimiento de carga manual en la construcción de una radio base está estipulado en el Artículo 18. Los movimientos de carga mecánicas en la construcción de una radio base es básicamente el movimiento de materiales producto de excavaciones, para la cual se debe de contar con una persona que guíe la operación y esté atento de las demás

personas que puedan estar trabajando simultáneamente y de esta manera evitar un posible accidente.

### Capítulo IX: De la electricidad.

Toda instalación eléctrica provisional deberá cumplir con especificaciones técnicas, para evitar accidentes.

### **Título III. Capítulo único. Del equipo de protección personal.**

- El patrono deberá velar por la entrega y el cumplimiento en el uso del equipo de protección personal, además de velar por la seguridad laboral.
- Con respecto a los equipos de protección personal el Artículo 162 indica lo siguiente, lo cual puede ser aplicado en la construcción de radio bases:
  - Excavaciones a cielo abierto
    - Casco de seguridad
    - Protección visual
    - Mascarilla antipolvo
  - Preparación de concreto y mortero
    - Guantes
    - Calzado impermeable
  - Estructuras prefabricadas (montaje)
    - Casco de seguridad
    - Cinturón de seguridad
  - Soldadura
    - Mascarilla para soldar
    - Guantes y manga de cuero
    - Delantal de cuero
  - Maquinaria en general
    - Casco de seguridad
    - Gafas antipolvo
    - Mascarilla antipolvo
    - Protección auditiva
- El Artículo 164 indica que los trabajadores deberán de utilizar gafas que le protejan los ojos cuando existe el peligro de proyección de partículas como ocurre en el colado de concreto de la excavación, la base de los equipos, la cimentación del nicho, la cimentación de baño, las huellas vehiculares y el colado de las bases de concreto.

- El Artículo 166 indica que los trabajadores deberán utilizar guantes cuando están expuestos a lesiones en las manos como cuando se realizan las coladas de concreto o como cuando maneja materiales como el acero.
- El Artículo 167 indica que los trabajadores deberán utilizar calzado apropiado siempre que están expuestos a lesiones en los pies como cuando les pueden caer objetos tales como: varillas de acero, tornillos de torres, herramientas cortantes, etc.
- El Artículo 168 indica que los trabajadores que trabajen a alturas mayores de 2 metros deberán utilizar cinturón de seguridad fijados a puntos sólidos. Lo anterior debe ser aplicado en la cuadrilla que compone el montaje de la estructura.
- El Artículo 171 indica que cuando los trabajadores están expuestos a los peligros de vehículos en movimiento deben llevar chaleco, como cuando se realizan las excavaciones de la cimentación, del tanque séptico y las zanjas del sistema de tierras y del sistema eléctrico.

#### **Titulo IV. Capitulo único. De las responsabilidades y sanciones.**

- Tanto el Contratante, el Contratista y el Subcontratista deberán de respetar lo establecido en el código de trabajo. Además están en la obligación de colaborar con los funcionarios del Consejo de Salud Ocupacional y demás instituciones públicas que requieran de su colaboración.

# Capítulo 2

---

Supervisión de obra y  
guía de construcción  
para una radio base

A continuación se detalla las principales criterios (definiciones, el papel y el perfil, las responsabilidades, etc.), que se deben tener o conocer para la supervisión de una radio base (o cualquier otra obra con características similares). Además un tipo de guía procedimiento de construcción del sitio en donde se planteará una descripción, precauciones a considerar, desarrollo de las principales actividades y aspectos a inspeccionar.

## **2.1 Supervisión de obra**

### **2.1.1 Definición de la palabra supervisión**

La palabra supervisión es compuesta, viene del latín "visus" que significa examinar un instrumento poniéndole el visto bueno; y del latín "súper" que significa preeminencia o en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial.

Supervisión es pues, dar el visto bueno después de examinar y la supervisión de obras tiene por objetivos básicos vigilar el costo, tiempo y calidad con que se realizan las obras.

### **2.1.2 La supervisión**

Es la actividad de apoyar y vigilar la coordinación de actividades de tal manera que se realicen en forma satisfactoria.

### **2.1.3 El supervisor**

Persona representante de la entidad que realiza la actividad de supervisar la ejecución de obra que realiza el contratista; su objetivo es controlar tiempo, calidad y costo de la misma.

### **2.1.4 El papel del supervisor**

No hay labor más importante, difícil y exigente que la supervisión del trabajo ajeno. Una buena supervisión reclama más conocimientos, habilidad, sentido común y previsión que casi cualquier otra cosa de trabajo.

El éxito del supervisor en el desempeño de sus deberes determina el éxito o el fracaso de los programas y los objetivos.

El individuo solo puede llegar a ser buen supervisor a través de una gran dedicación a tan difícil trabajo y de una experiencia ilustrativa y satisfactoria adquirida por medio de programas formales de adiestramiento y de la práctica informal del trabajo.

Cuando el supervisor funciona como es debido, su papel puede resumirse o generalizarse en dos categorías o clases de responsabilidades extremadamente amplias que en su función real, son simplemente facetas diferentes de una misma actividad; no puede ejercer una sin la otra. Estas facetas son seguir los principios de la supervisión y aplicar los métodos o técnicas de la supervisión.



### 2.1.5 El perfil del supervisor

Conforme a las condiciones actuales operativas de la industria de la construcción, el supervisor debe ser un profesional en cualquiera de las carreras afines a la construcción con la capacidad suficiente para vigilar el cumplimiento de los compromisos contractuales y controlar el desarrollo de los trabajos.

En atención a estos requerimientos se deduce que el supervisor debe ser un profesional con las siguientes características:

- **EXPERIENCIA**, La suficiente para comprender e interpretar todos los procedimientos constructivos contenidos en las especificaciones y planos de proyecto a utilizarse.
- **CAPACIDAD DE ORGANIZACIÓN**, La necesaria para ordenar todos los controles que deben llevarse para garantizar una obra a tiempo de acuerdo a la calidad especificada y al costo previsto.
- **SERIEDAD**, Para representar con dignidad al contratante en todo lo que respecta al desarrollo técnico de la obra.
- **PROFESIONALISMO**, Para cumplir con todas las obligaciones que adquiera al ocupar el cargo.
- **HONESTIDAD**, Ya que habrá de autorizar situaciones técnicas y el pago de los trabajos realizados.
- **CRITERIO TÉCNICO**, Para discernir entre alternativas cual es la más adecuada y propia.
- **ORDENADO**, Para poder controlar toda la documentación que requiere la función encomendada.

### 2.1.6 Responsabilidad del supervisor

El supervisor es la clave de la comunicación correcta en cualquier organización. Es el centro de mensajes por el que tiene que pasar la información. Tiene que canalizar la información en sentido ascendente para sus superiores, con el fin de que estos puedan tomar decisiones inteligentes, y en sentido descendente para los subordinados, con el fin de que estos sepan realmente cual es el trabajo que deben hacer, cuando y como tienen que hacerlo.

### 2.1.7 El supervisor proporciona guía y orientación

La capacidad del supervisor para comprender a sus empleados y trabajar eficazmente con ellos y con las personas con quienes esta en contacto determinará, en gran medida, su éxito o su fracaso. Uno de los factores más importantes que contribuirán al éxito del supervisor en

todo cuanto haga es poseer y saber usar sus cualidades de orientador y guía. He aquí algunas de sus cualidades:

- Estar dispuesto a emprender una acción contraria cuando sea necesario.
- Hacer hincapié en la actividad esforzada y constante.
- Estar bien enterado de las personas y su trabajo.
- Ser capaz y tomar decisiones acertadas.
- Ser capaz de resistir presiones.
- Ser sencillo.

## **2.2 Guía de construcción para una radio base**

La guía de construcción de una radio base constituye un compendio acerca de los procedimientos constructivos de varios contratistas. Dicha guía describe las siguientes 25 actividades:

1. Instalaciones preliminares
2. Despeje del terreno
3. Trazado y niveles
4. Excavaciones
5. Retiro de material sobrante
6. Sello de cimentación
7. Armaduras de cimentación
8. Formaletas de cimentación
9. Colado de la cimentación
10. Curado del concreto
11. Retiro de formaleta
12. Protección de cimentaciones
13. Relleno y compactación
14. Cerco perimetral
15. Montaje de estructura
16. Montaje de soportes de antenas
17. Empalme
18. Canalizaciones
19. Tableros
20. Cableados
21. Malla de tierra
22. Alumbrado
23. Instalaciones eléctricas en torre
24. Superficie interior
25. Documentación en obra

Las actividades antes mencionadas y que tienen relación a la construcción de una radio base indican precauciones y formas de desarrollo que se deben de considerar a la hora de realizar cada actividad, además, indica los aspectos más importantes que se deben de inspeccionar.

Para más detalles sobre la guía de construcción de una radio base, ver el Anexo 7.

# Capítulo 3

---

Consideraciones para el  
montaje de torres auto  
soportadas

### 3.1 Torres auto soportadas

La torre auto soportada está compuesta de una estructura de armadura metálica que comprende elementos angulares de acero galvanizado y cuyas características principales son las siguientes:

- Posibilidad de aplicación de cargas elevadas.
- Alto grado de rigidez de frente a la fuerza de viento.
- Peso conspicuo (pesos visible, sobresaliente) para alturas elevadas.
- Muy aptas para zonas sísmicas.
- Restablecimiento rápido de la estructura en caso de derrumbamiento.
- Ocupación mínima de superficie para la instalación de la misma.

La torres auto soportadas empleadas para telecomunicaciones constituyen la solución ideal para la sujeción en altura de las antenas necesarias para la propagación. Constituyen además una muy buena garantía estructural y con protecciones adecuadas (como la pintura) que aseguran una duración prolongada.

La instalación de una torre es sencilla, puesto que esta constituida por elementos sueltos y discretamente manejables para la puesta en obra mediante pernos.

### 3.2 Diseño de torres auto soportas

El diseño de las torres auto soportadas debe tener presente:

- Los métodos de determinación de la fuerza agente sobre la torre (velocidad del viento).
- Normatividad que aplica para su cálculo y diseño (normas de diseño).
- Altura de la torre y área existente para su instalación.
- Cargas que soportará la estructura (micro ondas, antenas, etc.).
- Análisis estructural (la geometría, la rigidez, etc.).
- Accesorios y su ubicación sobre la torre.
- Altura de las cargas sobre la torre.

- Ubicación geográfica del sitio.

### 3.3 Torres y sus accesorios

Las torres auto soportadas vienen completadas con las siguientes partes:

- Estructura principal.
- Pernos, tuerca, contratuerca.
- Placas.
- Sistema de anclaje a la cimentación (Pernos de anclaje).
- Plantilla para la colocación de anclajes.
- Plataforma de trabajo (normalmente son 2 plataformas).
- Plataformas de reposo previstas de barandas de protección (normalmente son 2 plataformas).
- Escalerilla de acceso (completada de anillos para protección personal).
- Elementos de soportes de antenas.
- Elementos de sujeción de pararrayos (que va situado en el extremo superior).
- Elementos de sujeción para las luces de obstrucción.
- Puesta a tierra.
- Pintura.

Estructura principal. Consiste en todas las piezas de la estructura principal (puede llegar a tener 4300 piezas y llegar a pesar unos 13000 Kg., todo depende del diseño).

Escalerilla de acceso. En el interior de la estructura de la torre se coloca una escalerilla que parte del nivel del terreno hasta la plataforma de trabajo más alta de la torre. La escalerilla es vertical y su amplitud es de 0.30 m, sus peldaños son de 15 mm de diámetros y están fijados a las barras dejando un espacio de por lo menos 0.30 m. La protección para el personal está constituida por 3 barras verticales conectadas entre sí con anillos horizontales que dejan un espacio de por lo menos 1 m.

Guía de ondas. En la parte superior de la escalerilla se ha previsto una escalerilla para el soporte de guía de onda que está constituida con platillos anclados a las barras transversales de la escalerilla y cuyo espacio libre dejado es de 1 m aproximadamente. De esta manera queda asegurada desde la escalerilla la accesibilidad de todos los feeders y los posibles cables de alimentación de las luces de obstrucción.

Plataformas de trabajo. La estructura de la torre esta provista de plataformas de trabajo situadas en los lugares coincidentes de las parábolas (antenas) a fin de garantizar condiciones seguras de operatividad para el personal, ya sea durante la fase de instalación de las parábolas o durante la fase siguiente de mantenimiento. También se ha previsto plataformas de trabajo inclusive en los lugares cerca de donde deben ser instaladas las luces de obstrucción. La baranda será continua alrededor del perímetro de la plataforma y deberá ser colocada de modo tal que deje libre acceso a la escalerilla, no es un elemento estructural por lo que puede ser movida cuando sea necesario realizar el montaje de las antenas. Colocadas aproximadamente a 40 y 50 m de altura.

Plataformas de reposo. Tienen una superficie mínima de 0.70 m<sup>2</sup> y con una capacidad de carga mínima de al menos 300 Kg. Colocadas aproximadamente a 25 y 35 m de altura. La baranda será continua alrededor del perímetro de la plataforma y deberá ser colocada de modo tal que deje libre acceso a la escalerilla.

Elementos de soportes de antenas. Junto con la estructura de la torre se suministra los elementos de sujeción de las antenas, los cuales serán colocados a cierta altura y orientación. Estos elementos de sujeción están constituidos por dos soportes que sujetan el "palo" de la antena.

Luces de obstrucción. Para la señalización de noche de obstáculos, para la navegación aérea se equipan las torres con luces de obstrucción.

Pararrayos. Para la protección de las descargas atmosféricas, la estructura de la torre se provee de un sistema de pararrayos. El sistema esta compuesto de un asta de acero que se fija en la extremidad superior de la estructura con la cual se sujeta el cuerpo del pararrayos. El pararrayos debe ser colocado a una altura tal que desde allí pueda abarcar completamente la estructura de la torres con todas sus partes dentro de un ángulo de 90 grados por encima de la misma.

Sistema de puesta a tierra de la torre. El sistema de puesta a tierra está realizado (construido) en el terreno y se halla en condiciones de dispersar las descargas atmosféricas captadas por el pararrayos y conducidas hacia la tierra por la estructura. El sistema consiste en un anillo enterrado alrededor del perímetro de la torre realizado con un hilo de cobre y conectado con dispersores de tipo "punta de cero" de deben ser clavados en el suelo a una profundidad tal que mantenga la cabeza de la punta por lo menos 0.30 m debajo del hilo de cobre.

Pintura. Para la señalización diurna de obstáculos, para la navegación aérea la torre se pinta en franjas alternadas de anaranjado y blanco.

## **3.4 Preparación para el montaje de torres auto soportadas**

### **3.4.1 Generalidades**

Los procedimientos operativos para el montaje de la torre puede ser diferente de acuerdo con las situaciones y los problemas propios de cada una de las radio bases.

El procedimiento operativo que a continuación se describe tiene carácter de información básica, la cual se ha tenido principalmente las conversaciones entabladas con los torreros. El objetivo es el de poder contribuir la más que sea posible a fin de lograr una mayor uniformidad, así como también obtener mayor eficiencia en el respectivo trabajo.

### **3.4.2 Documentación típica**

La documentación necesaria para los trabajos de montaje de las torres de telecomunicaciones, a modo de orientación, es la siguiente:

- Cuadros que contengan los pesos de torres de los elementos de las torres.
- Dibujo de la cimentación.
- Dibujos de diversos tramos de la torre.
- Dibujos de las plataformas de trabajo y reposo.
- Dibujos de los tramos de escalerilla y de los soportes de guía de ondas.

### **3.4.3 Herramientas para el montaje**

Para el montaje de torres se emplean normalmente:

- Juego de llaves.
- Martillos de hule.
- Juego de desatornilladores.
- Tenazas para cortar cables

### **3.4.4 Recomendaciones de equipo de protección personal**

- Cinturón de seguridad: Continuamente utilizar el cinturón de seguridad con el cable de retención, ajustada longitudinalmente de acuerdo con las necesidades propias del caso.



- Cascos de protección: El casco debe ser usado también por el personal que trabaja en la base de la torre y las cercanías.
- Guantes de trabajo.
- Zapatos.
- Traje.
- Botiquín de primeros auxilios.

#### **3.4.5 Composición del cuerpo técnico**

Un cuerpo técnico tipo destinado a los trabajos de montajes de torres auto soportadas debe estar formado por el siguiente personal:

- 1 Coordinador (torrero).
- 4 Técnicos de montaje (especialistas en trabajos de montaje).
- 4 Obreros / ayudantes (para trabajos de preparación de la estructura en el suelo y trabajos de levantamiento).

#### **3.4.6 Recomendaciones operativas**

- Hacer uso continuo del casco de protección, del cinturón de seguridad, de zapatos especiales y de los guantes de trabajo.
- Cuando se deben fijar a las torres los soportes, elementos a ángulos diversos, soportes de antena, según sea el caso, se deben de tomar todas las medidas posibles a fin de evitar que los mismos puedan caer.
- Asegurarse siempre del buen estado de conservación de las cuerdas, de los cables metálicos y de los ganchos para levantar pesos.
- No pasar y no pararse debajo de las cargas suspendidas o en las zonas cercanas en donde las cargas suspendidas podrían caer. Evitar que otras personas circulen por el lugar.
- No realizar maniobras por propia iniciativa puesto que ellas podrían comprometer la seguridad de sí mismo y la de otras personas. No remover o modificar los dispositivos y otros medios de seguridad y de protección, sin haber recibido una autorización previa.

### **3.4.7 Recibimiento y control de los materiales en el sitio**

Antes de recibir los materiales en el sitio, se debe de preparar una superficie apropiada, que esté ubicada lo más cerca posible del punto de montaje de la torre, y en donde se deberán apoyar todas las partes metálicas y los materiales que formen parte de la torre tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

- Los materiales no deben ser descargados de los medios de transporte dejándolos caer desde arriba.
- No apoyar las partes estructurales directamente en el terreno, sino apoyarlos sobre madera.
- Controlar que las partes y/o piezas de la torre correspondan a lo indicado en lista de embalaje (Packing List).
- Controlar que las diversas piezas recibidas no hayan sufrido deformaciones.
- Todas las piezas están marcadas como es la norma, con una letra y un número, que detallan las operaciones de montaje.
- Controlar que las dimensiones de las diversas piezas estén en conformidad con los dibujos (planos).
- Subdividir las partes metálicas de modo de tener acceso libre entre las subdivisiones. Las diversas partes deberán dividirse en grupos de modo a la secuencia de montaje de la torre, según la numeración de las partes de acuerdo a los dibujos de montaje. Las diagonales en un grupo, los montantes principales en un grupo, los materiales en los que se incluyen los accesorios en otro grupo; plataformas, escalerillas de acceso, etc. en otro grupo separado.
- Establecer un procedimiento diario para mantener segura y limpia la superficie de trabajo.

### **3.5 Recomendaciones para el montaje**

- Para el montaje de una torre, se debe tener siempre presente los datos, dibujos y todas las recomendaciones dadas por el fabricante.
- Especial atención se debe prestar a la orientación que ha de darse a la torre.
- Antes de empezar al montar la torre, efectuar el control de las diagonales con los pernos de anclaje y la cimentación, la nivelación de los pernos de anclaje.

- En el instante en que se considere que la colada superior de concreto de los pernos de anclaje se haya solidificado, se debe de extraer la plantilla utilizada para el bloqueo de los elementos de fijación durante la colada.
- Empezar a montar la primera sección de la torre considerando que cada elemento esta identificado con su letra y número, ambos indicados en los dibujos y que todos los elementos debe ser montados de tal modo que faciliten un correcto control de todos los símbolos desde la parte externa.
- Cada vez que se avanza en el montaje de la torre, es necesario apretar parcialmente los pernos. Una vez que toda la torre ha sido montada, deberán apretarse los pernos utilizando una llave dinamométrica predispuesta con los valores indicados por el fabricante. Generalmente, el apretado de los pernos se hace siempre de manera cruzada.
- Completar el trabajo de montaje colocando la escalerilla de acceso, los soportes para las guías de ondas, las plataformas, las barandas de protección, los elementos de sujeción de la antena e instalar el pararrayos.

### **3.6 Prevención de lesiones y muertes por caídas durante las tareas de construcción y mantenimiento de torres de telecomunicación**

Los trabajadores que realizan tareas de construcción y mantenimiento de torres de telecomunicación están expuestos a un riesgo elevado de sufrir caídas con consecuencias mortales.

Los trabajadores deben tomar las siguientes precauciones para evitar sufrir caídas durante las tareas de construcción y mantenimiento de torres:

- Utilizar protección de 100% contra caídas al trabajar en torres. Proporcionar a los trabajadores un sistema de protección de 100% contra caídas compatible con los componentes de las torres y las tareas a realizar.
- Participar en todos los programas de formación ofrecidos por su empleador.
- Asegurarse de que el equipo de izado utilizado para suspender a los trabajadores está diseñado para evitar un descenso descontrolado y que cuenta con la capacidad debida para el uso deseado.
- Inspeccionar el equipo diariamente e informar inmediatamente a su supervisor sobre cualquier daño o deficiencia observada en el mismo.

# Capítulo 4

---

Otras consideraciones  
para la construcción de  
una radio base

## 4.1 Memoria del Estudio de Mecánica de Suelos

Es el documento en el cual se plasma el resultado del estudio de mecánica de suelos de cada sitio y que servirá de base para el diseño de la cimentación de la estructura (torre) a colocar, así como para establecer las condiciones, recomendaciones y procedimientos a seguir durante la construcción de la radio base. El estudio de mecánica de suelos se hará para cada radio base en particular.

### 4.1.1 Contenido General

#### 4.1.1.1 Introducción

- Nombre y código de identificación del sitio de la radio base.
- Objetivo del estudio.
- Descripción y alcances del estudio realizado.

#### 4.1.1.2 Descripción general del estudio

- Domicilio, ubicación y dimensiones del predio donde se hizo el estudio, indicando la localización del punto donde se realizó el sondeo.
- Topografía del predio.
- Descripción del procedimiento de exploración indicando técnicas usadas y profundidad del sondeo.
- Reporte fotográfico del predio y proceso de prueba.

#### Reporte de Laboratorio

- Contenidos de humedad del terreno.
- Nivel del manto freático.
- Estratigrafía del sitio de la radio base incluyendo:
  - 1.) Descripción de las características de los substratos.
  - 2.) Croquis de localización de los sondeos.
  - 3.) Tablas de descripción de las características de los materiales.
  - 4.) Perfiles de los sondeos.
  - 5.) Corte estratigráfico.
  - 6.) Gráfica de número de golpes para penetrar.
- Capacidad de Carga.

- Asentamientos previsible (hundimientos diferenciales, deformaciones inmediatas).
- Clasificación del suelo para excavación.

#### **4.1.1.3 Conclusiones, Notas y Recomendaciones**

- Recomendaciones del tipo de cimentación, y consideraciones para el diseño de la misma. Profundidad de desplante de la cimentación.
- Descripción de los puntos críticos a considerar durante la elaboración del proyecto ejecutivo, y durante el proceso de construcción.

La memoria del estudio de mecánica de suelos se entregará en papel tamaño carta con el membrete y los datos de la empresa que realizó el estudio en todas sus hojas.

## **4.2 Memoria de Cálculo para Cimentación**

Es el documento en el cual se plasma el análisis estructural efectuado para diseñar la cimentación de la estructura a utilizar en el sitio de la radio base, verificando que se cumplan los procedimientos, requerimientos y normas de seguridad establecidos en la reglamentación vigente.

### **4.2.1 Contenido General**

#### **4.2.1.1 Introducción**

- Breve descripción del proyecto.
- Breve descripción del proyecto en particular del sitio.

#### **4.2.1.2 Descripción general del proyecto**

- Descripción general de la superestructura: tipo y altura de torre, equipo y antenas a colocar sobre la torre.
- Descripción del tipo de cimentación, características del subsuelo incluyendo profundidad de desplante, así como una explicación simple de las características y propiedades de los materiales empleados para su diseño y construcción.
- Indicar las normas, reglamentos y criterios de diseño aplicados.

#### Diseño de la cimentación

- Reacciones máximas de diseño, conforme a la memoria de cálculo de la torre.

- Propiedades del suelo.
- Cálculo de factores de seguridad.
- Hipótesis de trabajo y modelo matemático tridimensional, efectuado en programa de cómputo reconocido.
- Revisión por estados límite de suelo, de factores de seguridad, volteo y deslizamiento.
- Diseño del acero de refuerzo.

#### **4.2.1.3 Conclusiones, Notas y Recomendaciones**

- Notas generales de Construcción.
- Descripción del proceso constructivo a seguir en el caso de requerirse obras adicionales para el desplante de cimentación conteniendo los croquis ó esquemas necesarios para su aplicación en campo.

#### **4.2.1.4 Dibujos y detalles estructurales de la cimentación**

- Dibujos para aplicar al proyecto.

La memoria de cálculo se entregará en papel tamaño carta debidamente firmada por el ingeniero estructural que realizó el análisis en todas sus hojas, anotando en la primera página nombre completo y número de cédula profesional. Asimismo, se entregará todas las corridas de computadora, indicando los datos de entrada al programa utilizado.

### **4.3 Memoria de Cálculo de Torres**

Es el documento en el cual se plasma el análisis estructural efectuado por los proveedores de torres, y se indican los elementos mecánicos ó reacciones de la torre requeridas, para el diseño de las cimentaciones de torres auto soportadas, así como para verificar que el diseño de las torres cumple con los requerimientos para la instalación de antenas, atendiendo a la reglamentación vigente. Dicha memoria se entregará para cada modelo y altura de torre que sea suministrada.

#### **4.3.1 Contenido General**

##### **4.3.1.1 Datos Generales**

- Razón social del fabricante de la torre.
- Códigos del modelo de la torre por el fabricante.

- Condiciones de diseño solicitadas.

#### 4.3.1.2 Memoria de la torre

- Generalidades: descripción, geometría de la torre, equipo a colocar, etc.
- Normas, reglamentos y criterios de diseño utilizados.
- Características de los materiales de la torre.
- Propiedades geométricas de la torre: altura, sección transversal superior, sección transversal inferior y tipo de estructuración, etc.
- Análisis de carga: condiciones de carga y combinaciones para el diseño.
- Modelo estructural para obtener los elementos mecánicos de la torre en programa de cómputo reconocido.
- Análisis de computo que contenga:
  - 1.- Análisis de esfuerzos de los materiales con los que esta fabricada la torre.
  - 2.- Análisis de deformaciones y desplazamientos.
  - 3.- Resumen de los elementos mecánicos totales debidos a las combinaciones de carga, momento actuante total, cortante actuante total y resultante axial.

#### Planos de la torre

Planos de ensamble de la torre conteniendo:

- 1.- Geometría general de la torre indicando marcas de los perfiles, detalles de conexión y ensamble, y tabla de lista de materiales.
- 2.- Especificaciones de:
  - a) Materiales de los perfiles de la torre.
  - b) Tortillería.
  - c) Materiales de anclaje.
  - d) Materiales que constituyen los accesorios, soportes y elementos de ascenso y seguridad.
  - e) Soportes de antenas.
- 3.- Archivo electrónico de Planos y memoria.



## 4.4 Planos constructivos

Es el conjunto de planos que contienen las soluciones arquitectónica, estructural, eléctrica y de tierras definitivas de cada radio base en particular, que permitan la construcción de la misma, y den respuesta a los requerimientos de operación y funcionalidad requeridos cumpliendo con la normatividad nacional e internacional vigente.

El conjunto de planos constructivos deberá ser fiel al anteproyecto aprobado, principalmente en lo relativo al tipo, altura y posición de la torre, la cual no podrá modificarse durante la construcción de la radio base. Asimismo en los planos constructivos, se plasmarán las observaciones y/o correcciones que se hayan solicitado en el anteproyecto.

El proyecto contendrá como mínimo los siguientes planos:

- 1.- Plano Arquitectónico (A-01).
- 2.- Plano Estructural (E-01).
- 3.- Plano Eléctrico (IE-01).
- 4.- Plano Sistema de Tierras (ST-01).
- 5.- Plano de Herrería (H-01).

Los planos constructivos constarán como mínimo del número de planos indicados sin que dicho número sea limitativo, ya que los planos constructivos deberán contener el número de planos que sean necesarios con toda la información requerida (derivada de la complejidad de cada radio base en particular), para garantizar la ejecución completa y correcta de la obra.

Forman parte integral los planos constructivos y se entregarán junto con este los siguientes documentos:

- Planos y memoria de cálculo de torre.
- Memoria de Estudio de Mecánica de suelos.
- Planos y memoria de cálculo de cimentación.

### 4.4.1 Contenidos particulares

Los contenidos indicados a continuación, son los mínimos requeridos. Como tales, tienen carácter indicativo, no limitativo. Se entregarán tantos planos y dibujos como se requieran para la correcta ejecución de la obra.

#### 4.4.1.1 Plano Arquitectónico (A-01)

- Croquis de localización ubicando el sitio de la radio base con respecto a las calles que lo rodean.
- Norte geográfico correctamente indicado. Se indicará la declinación magnética de la ciudad en la que se localice el sitio de la radio base como leyenda debajo de los diagramas de orientación del predio y antenas.
- Diagramas de Orientación:
  - 1.- Diagrama de orientación del sitio. Mostrará los ángulos formados por los límites del predio respecto al norte geográfico.

2.-Diagrama de orientación de Antenas RF (radio frecuencia). Mostrará las orientaciones respecto al norte geográfico de los sectores de RF, indicando azimut y altura de cada sector. Estos se denominarán invariablemente como "Alfa", "Beta" y "Gamma" ó el símbolo correspondiente.

3.-Diagrama de orientación de antenas MW (micro onda). Mostrará las orientaciones de la(s) antena(s) de MW respecto al norte geográfico indicando azimut, altura, diámetro y sitio al cual se dirige.

- Cuadro de antenas indicando las características de las antenas de RF y MW.
- Planta estado actual en el cual se plasmará la situación que tiene el sitio, antes del inicio de los trabajos, indicando los trabajos que sea necesario realizar para adecuar el área, tales como retiro de escombros, limpiezas, demoliciones, localización de servicios e instalaciones existentes, obras provisionales requeridas durante la construcción, etc. El dibujo estará a la misma escala de la planta arquitectónica, debidamente acotado.
- Planta arquitectónica indicando:
  - 1.- Tipo, marca y altura de torre. La posición de la torre deberá estar debidamente referenciada y acotada y corresponderá a la posición aprobada en el Anteproyecto.
  - 2.- Orientaciones, altura y dimensiones de antenas RF y MW.
  - 3.- La forma en que se limitará el área arrendada (muro, malla ciclón, etc.) debidamente especificada y referenciada.
  - 4.- Posición del nicho de acometida eléctrica debidamente especificado y referenciado.
  - 5.- Acceso al sitio debidamente acotado, indicando sí se requieren, los espacios de estacionamiento. En caso de que el acceso requiera obras adicionales, deberán mostrarse y especificarse dichas obras.

6.- Se dibujará la cimentación definitiva de la torre sin acotar, referenciándola al plano estructural.

7.- Niveles de piso terminado. En los casos en que el sitio no sea plano, deberán identificarse la forma en que se resolverán los desniveles. Invariablemente el nivel del piso terminado del área sobre la cual se desplantará la torre será N+0.00.

- Corte Arquitectónico indicando:

2.- El corte se hará en la posición más favorable para mostrar la mayor cantidad de equipo el cual estará debidamente referenciado. Asimismo deberá mostrarse la forma en que se limitará el área arrendada (muro, malla ciclón, etc.) especificado y referenciado.

3.- Antenas de Rf y MW. El dibujo deberá, mostrar la altura y posición en la cual se colocará cada antena sobre la torre. Se indicará el nivel de línea centro de las antenas.

4.- Niveles de piso terminado. En el caso en que el predio no sea plano, deberán identificarse la forma en que se resolverán los desniveles. Invariablemente el nivel del piso terminado del área sobre la cual se desplantará la torre será N+0.00.

- Notas particulares del sitio. Se colocarán todas las notas que a juicio del diseñador del sitio sean necesarias para la correcta construcción de cada sitio en particular.

#### 4.4.1.2 Plano Estructural (E-01)

- Planta de cimentación indicando:

1.- Cimentación definitiva de la torre, plataformas de equipo, muros, y en general todo elemento estructural que se requiera construir por debajo del nivel de terreno. El plano se acotará indicando las medidas reales de cimentación, verificando su concordancia con las cotas del plano A-01.

- Planta, corte y detalles estructurales de la cimentación de la torre.
- Planta, corte y detalles estructurales de base de equipo.
- Planta, corte y detalles de nicho de acometida.
- Detalles estructurales de muros.

- Plantas, secciones y detalles estructurales de muros de contención (en caso de requerirse).
- Notas estructurales. Las notas deberán corresponder a las indicadas en las memorias de cálculo correspondientes (torres, cimentaciones, estudios de mecánica de suelos).

Asimismo se incluirán todos los dibujos (plantas, cortes, detalles, isométricos.) que sean necesarios para la clara interpretación durante el proceso de construcción, tanto de los elementos mencionados, como de aquellos elementos estructurales que sean propios de cada sitio en particular.

#### **4.4.1.3 Plano Eléctrico (IE-01)**

- Planta de alimentación eléctrica indicando:
  - 1.- Localización de equipos.
  - 2.- Localización de sistema de alumbrado del sitio.
  - 3.- Trayectorias de alimentaciones indicando, material y diámetro de tuberías, número y tipo de conductores.
- Vista exterior e interior y sección del nicho de acometida, indicando equipos, centros de carga, medidores, etc., debidamente especificados.
- Isométrico de alimentación eléctrica indicando trayectorias, especificación de tuberías y conductores. El dibujo podrá hacerse sin escala, pero la disposición de los elementos deberá corresponder con lo mostrado en la planta de alimentación eléctrica. Asimismo, las tuberías deberán estar debidamente acotadas.
- Detalles de luminaria exterior, indicando tipo de soporte y su fijación. Tanto el soporte como la luminaria deberá estar debidamente especificada.
- Diagrama unifilar, cuadro de cargas, diagrama esquemático de tablero y simbología. Invariablemente aplicarán los diagramas y cuadros que para cada escenario han sido aprobados y no podrán ser modificados. En casos de que por las características de algún sitio en particular se requiera agregar equipo, luminarias y en general cualquier salida eléctrica adicional, se utilizarán los espacios de reserva, verificando el balanceo de cargas.

Todos los conductores indicados deberán ser los definitivos, y es responsabilidad del diseñador el que estén debidamente calculados y especificados. No se agregará ninguna tabla y/o procedimiento de cálculo, que pueda inducir al contratista a definir en campo calibre de cables o diámetro de tuberías.

#### **4.4.1.4 Sistema de Tierras (ST-01)**

- Planta de sistema de tierras indicando:

- 1.- Puntos de conexión a equipo, torre, plataformas., soportes en general a cualquier objeto dentro y fuera del área que requiera ser puesto a tierra.
  - 2.- Posición definitiva de electrodos acotando debidamente su posición respecto al predio.
  - 3.- Posición de barras de tierras.
  - 4.- Trayectoria de cables.
- Esquema de sistema de tierras, indicando altura y posición de barras de tierras, punto de puesta a tierra de antenas RF y MW, conexión de equipos, plataformas, torres y en general cualquier elemento dentro y fuera del sitio que deba ser puesto a tierra.
  - Detalles de conexión de pararrayos, cables, lámparas, y en general todo elemento para el cual se requiera de manera clara y detallada conocer la forma en que será aterrizado.
  - Detalle de placa de sistema de tierras, la cual deberá ser invariablemente aquella cuyo diseño haya sido previamente requerido y aprobado.

#### **4.4.1.5 Plano de Herrería (H-01)**

- Fachadas del sitio, indicando altura de muro o malla, especificando tipo dimensiones de accesos y protecciones a medidores.
- El plano de herrería contendrá todos aquellos elementos metálicos requeridos para la ejecución de un sitio tales como: puertas, marco de registro, protecciones metálicas, cercas de malla, etc.

## Conclusiones

Como la construcción de una radio base es un proceso repetitivo es claro que el contratista es capaz de lograr una mejor eficiencia en el proceso de la construcción.

Al aplicar los conceptos de constructibilidad en la construcción de una radio base se logran beneficios básicamente en el costo y plazo de la obra; solo con el hecho de asignar el recurso necesario, evaluar constantemente las alternativas constructivas, contar con la planificación detallada y/o utilizar herramientas y equipos convenientemente.

La programación y planificación de una obra, en este caso, la construcción de una radio base; se hace con el fin de prever y anticipar los resultados, prever las necesidades de dicha obra para poder lograr el cumplimiento de lo establecido en lo referente a tiempo, calidad y costo de la obra.

Según la aplicación de los métodos antes analizados y ejemplificados a la construcción de una radio base se puede concluir que este tipo de proyecto es un proyecto que se si se maneja adecuadamente es rentable.

Los aspectos planteados en este taller tales como: la programación, los formatos para realizar facturaciones, el análisis de la matriz de identificación de riesgos, la guía de construcción de una radio base, entre otros; fueron aplicados en la construcción de dos radio bases construidas por dos contratistas diferentes con resultados favorables como por ejemplo:

1. Tiempo de construcción de la obra. Por ejemplo un contratista terminó la obra un día antes de la programación propuesta (a los 45 días); el otro contratista realizó la obra en un plazo de 50 días.
2. Gracias a que los formatos de inspección fueron aplicados durante todo el proceso de la obra, a la hora de realizar la facturación de avance de obra se agilizó el proceso ya que no se tuvo que volver a la obra a hacer mediciones de cantidades obra realizada.
3. El análisis de riesgos sirvió para lograr una obra más segura para el trabajador, lograr una obra en la que la seguridad del trabajador durante el proceso de construcción fuese lo más importante.

La inspección de una obra es el ejercicio profesional de control de calidad y el avance de la obra por lo cual se constata que la obra se haga conforme a lo especificado previamente y según el programa de trabajo acordado y aprobado inicialmente; es por esta razón que el taller aplicado "Planificación integral para el mejoramiento de la construcción de una radio base de telefonía celular GSM" debe considerarse "abierto" a enriquecimientos e integraciones para su aplicación en la construcción de radio bases.

Es difícil implantar una norma general de construcción de una radio base, sin embargo, lo que se expone es uno de los muchos caminos que puede seguir un profesional que se inicie o quiera conocer este campo.

En general, la construcción de una radio base abarca gran cantidad de aspectos que nunca se reflejan en la estructura física de la obra. La aparente sencillez de éstas ofrece un reto interesante a la ingeniería moderna.

## Bibliografía

### Tesis

1. Torres para telecomunicación. Jorge Eduardo González Meléndez. Tesis 5462. Biblioteca Luis Demetrio Tinoco. Universidad de Costa Rica.
2. Análisis y diseño de radio bases para cobertura celular GSM. Jonathan Quirós Carrillo. Tesis 623. Biblioteca del Instituto Costarricense de Electricidad.
3. Diseño de radio bases para el mejoramiento de cobertura de telefonía celular móvil TDMA, en sitios con recepción. Tesis 622. Biblioteca del Instituto Costarricense de Electricidad.
4. Diseño, planificación y optimización de redes de telecomunicaciones. Seminario Internacional Coscom 98. Marcelo Blatt. Agosto 1998, San José Costa Rica. Signatura: 621.398.1 S471d. Biblioteca del Instituto Costarricense de Electricidad.

### Libros y/o documentación

5. Alfredo Serpell, "Administración de Operaciones de construcción", Segunda Edición. Diciembre 1997.
6. Una guía al cuerpo de conocimientos de la Administración de Proyectos. PM Book. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA. 1996.
7. Telecom Concepts 2000. Author Corporative Alcatel. Reference 770 00438 1100 VHBE Ed.05
8. Site Preparation from green field to complete site. Handbook: site engineering. Author Corporative Alcatel. Reference Hans Falkner VS/OR2-1 Edition 01.
9. Sistemas de comunicación celular en Costa Rica. Mauricio Muñoz Castro Signatura: 621.384.56 M971s. Biblioteca Luis Demetrio Tinoco. Universidad de Costa Rica.
10. Sistemas de comunicación. Lati, Robert. (1986). Mc Graw-Hill, 1º edición, México.
11. Notas y documentación entregada de los cursos:
  - i. Métodos Constructivos II
  - ii. Planificación, Programación y Control de Proyectos
  - iii. Factores Humanos y Salud Ocupacional



## Sitios Web

12. <http://www.gsmworld.com/>. Global System for Mobile Communications Association.
13. <http://www.wirelessdata.org/>. Wireless Data Forum.
  - i. <http://www.wirelessdata.org/content/index.cfm/AID/205>
  - ii. <http://www.wirelessdata.org/content/index.cfm/AID/221>
14. <http://www.uwcc.org/Spanish/>. Universal Wireless Communications Consortium.
  - i. [http://www.uwcc.org/PDFs/gsm\\_whitepaper\\_feb2004.pdf](http://www.uwcc.org/PDFs/gsm_whitepaper_feb2004.pdf)
15. <http://aww.alcatel.com>. Alcatel.
  - i. [http://aww-mnd.alcatel.de/pcs/documents/doctree/BWA\\_PtP/BWA\\_Operation\\_Guidelines.pdf](http://aww-mnd.alcatel.de/pcs/documents/doctree/BWA_PtP/BWA_Operation_Guidelines.pdf)
16. <http://www.cdc.gov/elcosh/docs/d0200/d000279/d000279s.html>. Biblioteca electrónica de la salud y seguridad en la construcción.
17. <http://www.etsi.org/>. European Telecommunications Standards Institute.
18. <http://www.itu.int/>. International Telecommunications Union.
  - i. <http://www.itu.int/imt/>. International Mobile Telephone Standard 2000.
19. <http://www.umts-forum.org/> Universal Mobile Telecommunications System Forum.
20. <http://www.arquonauta.com>. Documento "Supervisión de obras"

## Otros

21. Cartel de licitación. Procedimiento abreviado #1-2001. Arrendamiento con opción de compra de los equipos necesarios para que el ICE brinde 400 000 soluciones integrales telefónicas inalámbricas tecnología GSM en banda de 1800 MHz, mas los servicios y componentes asociados.
22. Oferta de la licitación presentada al Instituto Costarricense de Electricidad por parte de Alcatel.



# Anexo 1

---

**Programación para la  
construcción de una radio  
base**

# Diagrama de Gantt (barras)



#	Descripción de una radio base	13	14	15	16	17M	17T	18M	18T	19M	19T	20M	20T	21M	21T
<b>1 Programación de obra</b>															
<b>2 Sitio Nuevo Rural con Torre</b>															
<b>3 Ubicación del Sitio</b>															
<b>4 Construcción de una Radio Base</b>															
<b>5 Trabajos Preliminares</b>															
6	Movilización de personal														
7	Instalaciones Provisionales														
8	Impresión, trazo y replanteo														
9	Escapote														
<b>6 Movimiento de Tierras</b>															
10	Defensa														
11	Retiro de material														
12	Asfalto Compactado														
<b>7 Cementación de Torre</b>															
13	Excavación de cimentación														
14	Formado Excavación														
15	Colocación de Acero de Cimentación														
16	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje														
17	Formoleta de Pedestales														
18	Colado de Cimentación														
19	Desenfofrado														
20	Repleno Compactado														
<b>8 Sistema de Atarriamiento</b>															
21	Excavación de Zanjas														
22	Colocación de Cable Desnudo														
23	Instalación de Varillas Cooper Weld														
24	Construcción de Registro de pruebas														
25	Repleno Compactado														
<b>9 Sistema Eléctrico</b>															
26	Excavación de Zanjas														
27	Instalación de Tuberío Enterrado														
28	Cableado Eléctrico														
29	Repleno Compactado														
30	Construcción de nicho														
31	Instalación y fijación de Tableros y Aparatos Eléctricos														
32	Construcción de Registros Eléctricos														
33	Alumbrado Exterior														
<b>10 Pilas y Bases para Equipo</b>															
34	Excavación														
35	Colocación de Acero de Lazo y Bases														
36	Formoleta de Lazo y Bases														
37	Colado de Lazo y Bases														
38	Desenfofrado														
<b>11 Bases de Concreto</b>															
39	Excavación de Bases de Concreto														
40	Colocación de Acero de Bases de Concreto														
41	Colado de Bases de Concreto														
42	Colocación de Mallas y Languetas														
43	Colocación de Malla Ciclon														
44	Colocación de Alambre Nava														
45	Laboreación y Colocación de														
<b>12 Construcción del Delfo</b>															
46	Excavación														
47	Colado de Bases de Concreto														
48	Colado de Bases de Concreto														
49	Colado de Bases de Concreto														
50	Colado de Bases de Concreto														
51	Colado de Bases de Concreto														
52	Colado de Bases de Concreto														
<b>13 Puertas de Acceso Vehicular</b>															
53	Excavación														
54	Colado de Bases de Concreto														
55	Colado de Bases de Concreto														
56	Colado de Bases de Concreto														
57	Colado de Bases de Concreto														
58	Colado de Bases de Concreto														
59	Colado de Bases de Concreto														
60	Colado de Bases de Concreto														
61	Colado de Bases de Concreto														
62	Colado de Bases de Concreto														
<b>14 Manteja de Torre</b>															
63	Laboreación Torre y Anclaje														
64	Colocación de S.C.														
65	Colado de Bases de Concreto														
66	Colado de Bases de Concreto														
67	Colado de Bases de Concreto														
68	Colado de Bases de Concreto														
<b>15 Acabado</b>															
69	Limpeza Final														
70	Colocación de S.C.														
71	Colocación de S.C.														
72	Colocación de S.C.														
73	Colocación de S.C.														
74	Colocación de S.C.														
75	Colocación de S.C.														
76	Colocación de S.C.														
77	Fin de la Construcción de una Radio Base														





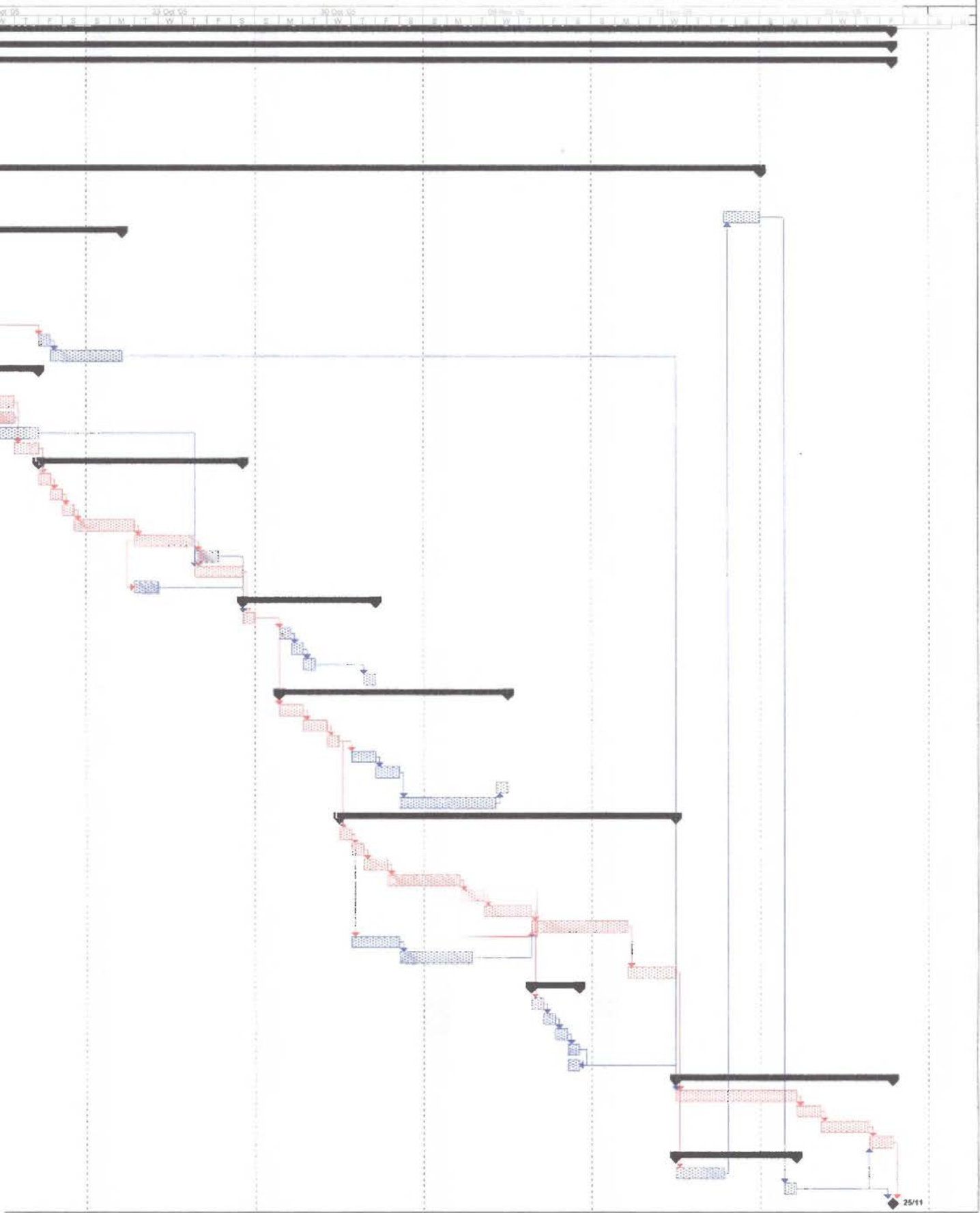
# Programación de la obra en Microsoft Project 2002

---



ID	Nombre de tareas	Duration	Start	Finish	02 Oct '05							09 Oct '05						
					F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T
1	Programación de obra	46.5 days	Mon 03/10/05	Fri 25/11/05	[Gantt bar]													
2	Sitio Nuevo Rural con Torre	46.5 days	Mon 03/10/05	Fri 25/11/05	[Gantt bar]													
3	Construcción del Sitio	46.5 days	Mon 03/10/05	Fri 25/11/05	[Gantt bar]													
4	Inicio de Construcción de una Radio Base	0 days	Mon 03/10/05	Mon 03/10/05	[Gantt bar]													
5	Trabajos Preliminares	4.5 days	Mon 03/10/05	Fri 07/10/05	[Gantt bar]													
6	Movilización de personal	1 day	Mon 03/10/05	Mon 03/10/05	[Gantt bar]													
7	Instalaciones Provisionales	2 days	Tue 04/10/05	Wed 05/10/05	[Gantt bar]													
8	Limpieza, trazo y replanteo	1 day	Thu 06/10/05	Thu 06/10/05	[Gantt bar]													
9	Descapote	0.5 days	Fri 07/10/05	Fri 07/10/05	[Gantt bar]													
10	Movimiento de tierras	37.5 days	Fri 07/10/05	Sat 19/11/05	[Gantt bar]													
11	Despalme	0.5 days	Fri 07/10/05	Fri 07/10/05	[Gantt bar]													
12	Retiro de material	0.5 days	Fri 07/10/05	Fri 07/10/05	[Gantt bar]													
13	Lastre compactado	1.5 days	Fri 18/10/05	Sat 19/11/05	[Gantt bar]													
14	Cimentación de Torre	13.5 days	Sat 08/10/05	Mon 24/10/05	[Gantt bar]													
15	Excavación de cimentación	2 days	Sat 08/10/05	Mon 10/10/05	[Gantt bar]													
16	Sello Fondo Excavación	1 day	Tue 11/10/05	Tue 11/10/05	[Gantt bar]													
17	Colocación de Acero de Cimentación	2.5 days	Wed 12/10/05	Fri 14/10/05	[Gantt bar]													
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	0.5 days	Fri 14/10/05	Fri 14/10/05	[Gantt bar]													
19	Formaleto de Pedestales	2 days	Thu 13/10/05	Fri 14/10/05	[Gantt bar]													
20	Colado de Cimentación	1 day	Sat 15/10/05	Sat 15/10/05	[Gantt bar]													
21	Desenfofrado	0.5 days	Fri 21/10/05	Fri 21/10/05	[Gantt bar]													
22	Relleno Compactado	2 days	Fri 21/10/05	Mon 24/10/05	[Gantt bar]													
23	Sistema de Aterrizamiento	4 days	Mon 17/10/05	Thu 20/10/05	[Gantt bar]													
24	Excavación de Zanjas	2 days	Mon 17/10/05	Tue 18/10/05	[Gantt bar]													
25	Colocación de Cable Danmudo 2/0 AWG	1 day	Wed 19/10/05	Wed 19/10/05	[Gantt bar]													
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	1 day	Wed 19/10/05	Wed 19/10/05	[Gantt bar]													
27	Construcción de Registro de pruebas	2 days	Wed 19/10/05	Thu 20/10/05	[Gantt bar]													
28	Relleno Compactado	1 day	Thu 20/10/05	Thu 20/10/05	[Gantt bar]													
29	Sistema Eléctrico	7.5 days	Fri 21/10/05	Sat 29/10/05	[Gantt bar]													
30	Excavación de Zanjas	0.5 days	Fri 21/10/05	Fri 21/10/05	[Gantt bar]													
31	Instalación de Tubería Enterrada	0.5 days	Fri 21/10/05	Fri 21/10/05	[Gantt bar]													
32	Cableada Eléctrica	0.5 days	Sat 22/10/05	Sat 22/10/05	[Gantt bar]													
33	Relleno Compactado	1.5 days	Sat 22/10/05	Mon 24/10/05	[Gantt bar]													
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	2.5 days	Tue 25/10/05	Thu 27/10/05	[Gantt bar]													
35	Instalación y fijación de Tableros y Acometida Eléct	1 day	Thu 27/10/05	Fri 28/10/05	[Gantt bar]													
36	Construcción de Registros Eléctricos	2 days	Thu 27/10/05	Sat 29/10/05	[Gantt bar]													
37	Alumbrado Exterior	1 day	Tue 25/10/05	Tue 25/10/05	[Gantt bar]													
38	Pisos y Bases para Equipo	4.5 days	Sat 29/10/05	Thu 03/11/05	[Gantt bar]													
39	Excavación	0.5 days	Sat 29/10/05	Sat 29/10/05	[Gantt bar]													
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	0.5 days	Mon 31/10/05	Mon 31/10/05	[Gantt bar]													
41	Formaleto de Losa y Bases	0.5 days	Mon 31/10/05	Mon 31/10/05	[Gantt bar]													
42	Colado de Losa y Bases	0.5 days	Tue 01/11/05	Tue 01/11/05	[Gantt bar]													
43	Desenfofrado	0.5 days	Thu 03/11/05	Thu 03/11/05	[Gantt bar]													
44	Cerco y Portón de Malla	8.5 days	Mon 31/10/05	Wed 09/11/05	[Gantt bar]													
45	Excavación de Base de Concreto	1 day	Mon 31/10/05	Mon 31/10/05	[Gantt bar]													
46	Colocación de Acero de Base de Concreto y Fijación	1 day	Tue 01/11/05	Tue 01/11/05	[Gantt bar]													
47	Colado de Bases de Concreto	0.5 days	Wed 02/11/05	Wed 02/11/05	[Gantt bar]													
48	Colocación de Marcos y Largueros	1 day	Thu 03/11/05	Thu 03/11/05	[Gantt bar]													
49	Colocación de Malla Ciclón	1 day	Fri 04/11/05	Fri 04/11/05	[Gantt bar]													
50	Colocación de Alambre Navaja	0.5 days	Wed 05/11/05	Wed 05/11/05	[Gantt bar]													
51	Elaboración y colocación de Portón Pestand y Portón	3 days	Sat 05/11/05	Tue 08/11/05	[Gantt bar]													
52	Construcción del Baño	12 days	Wed 02/11/05	Wed 16/11/05	[Gantt bar]													
53	Excavación de cimentación de baño	0.5 days	Wed 02/11/05	Wed 02/11/05	[Gantt bar]													
54	Colocación de Acero del baño	0.5 days	Thu 03/11/05	Thu 03/11/05	[Gantt bar]													
55	Colado de cimentación del baño	1 day	Thu 03/11/05	Fri 04/11/05	[Gantt bar]													
56	Paredes de Bloques	2 days	Fri 04/11/05	Mon 07/11/05	[Gantt bar]													
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	1 day	Mon 07/11/05	Tue 08/11/05	[Gantt bar]													
58	Colocación de Formaleto, Acero y Colado de Losa Su	2 days	Tue 08/11/05	Thu 10/11/05	[Gantt bar]													
59	Instalaciones Sanitarias	3 days	Thu 10/11/05	Mon 14/11/05	[Gantt bar]													
60	Construcción de Tanque Séptico	2 days	Thu 03/11/05	Fri 04/11/05	[Gantt bar]													
61	Construcción de Registros Sanitarios	2 days	Sat 05/11/05	Mon 07/11/05	[Gantt bar]													
62	Construcción de Drenaje	2 days	Mon 14/11/05	Wed 16/11/05	[Gantt bar]													
63	Huellas de Acceso Vehicular	2 days	Thu 10/11/05	Sat 12/11/05	[Gantt bar]													
64	Excavación	0.5 days	Thu 10/11/05	Thu 10/11/05	[Gantt bar]													
65	Colocación de Acero	0.5 days	Fri 11/11/05	Fri 11/11/05	[Gantt bar]													
66	Formaleto	0.5 days	Fri 11/11/05	Fri 11/11/05	[Gantt bar]													
67	Colado de Huellas	0.5 days	Sat 12/11/05	Sat 12/11/05	[Gantt bar]													
68	Acabado de Huellas	0.5 days	Sat 12/11/05	Sat 12/11/05	[Gantt bar]													
69	Montaje de Torre	8 days	Wed 16/11/05	Fri 23/11/05	[Gantt bar]													
70	Instalación Torre y Accesorios	4 days	Wed 16/11/05	Mon 21/11/05	[Gantt bar]													
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	1 day	Mon 21/11/05	Tue 22/11/05	[Gantt bar]													
72	Pintura de Torre	2 days	Tue 22/11/05	Thu 24/11/05	[Gantt bar]													
73	Cableado Eléctrico	1 day	Thu 24/11/05	Fri 25/11/05	[Gantt bar]													
74	Aceboados	4 days	Wed 16/11/05	Mon 21/11/05	[Gantt bar]													
75	Limpieza Final	2 days	Wed 16/11/05	Fri 18/11/05	[Gantt bar]													
76	Colocación de Brava	0.5 days	Mon 21/11/05	Mon 21/11/05	[Gantt bar]													
77	Fin de la Construcción de una Radio Base	0 days	Fri 25/11/05	Fri 25/11/05	[Gantt bar]													

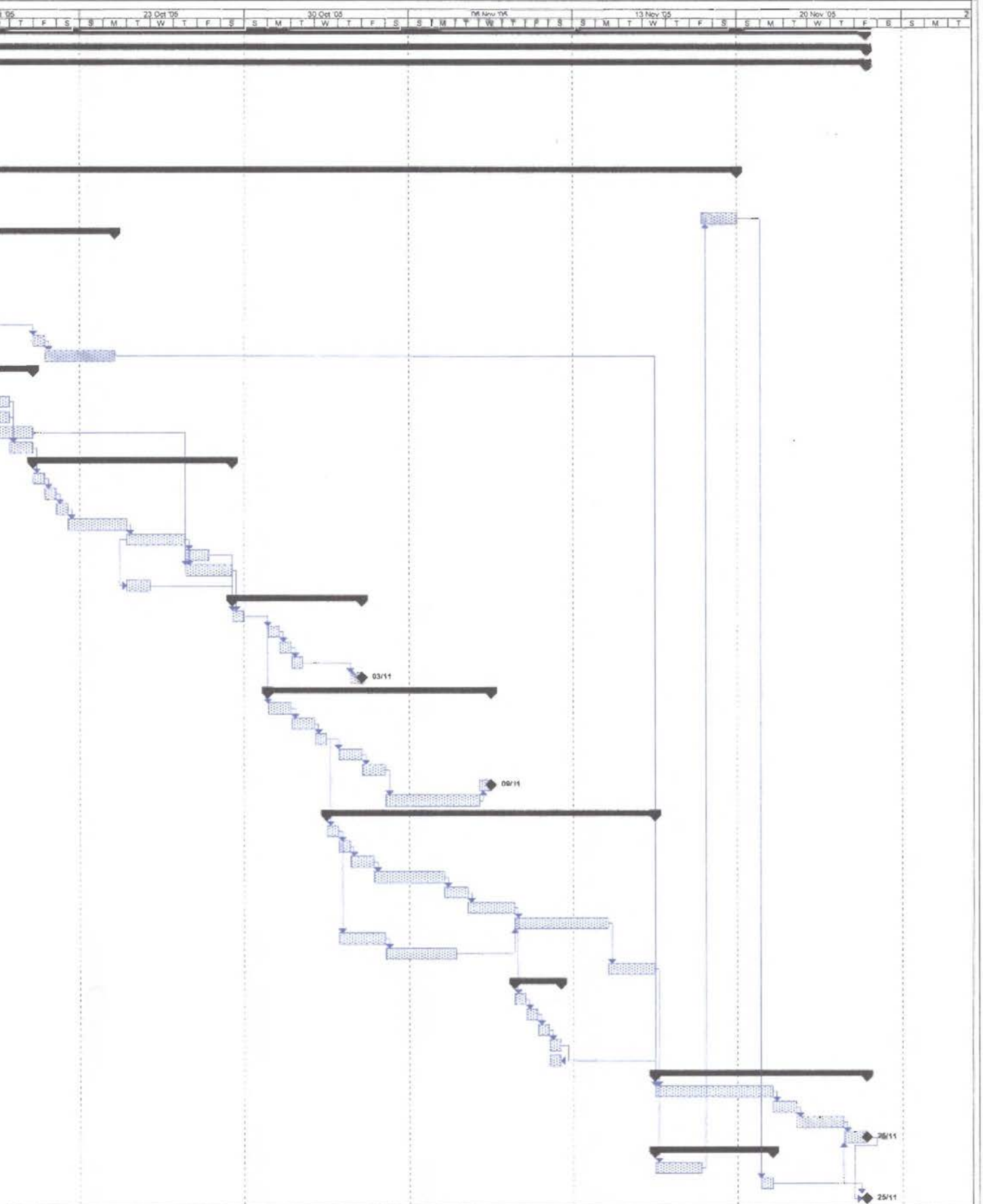
ETICA



External Tasks  
Project Summary  
Group By Summary  
Deadline







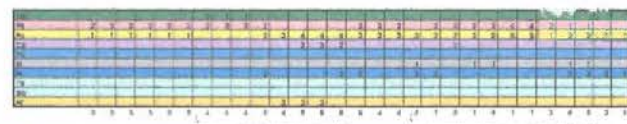
sumen del proyecto Deadline Milestone

# Diagrama de Gantt (barras) con recursos

---



Id	Descripción de una Red de Base	Superficie	Dependencia	17
<b>1 Preparación de obra</b>				
<b>2 Bases de Base con Torre</b>				
<b>3 Limpieza de obra</b>				
<b>4 Bases de Construcción de una Red de Base</b>				
<b>5 Trabajos preparatorios</b>				
6	Abastecimiento de cemento	100	7	
7	Instalación de armadura	100	7	
8	Formado, encofrado y vaciado	100	7	
9	Desmoldado	100	7	
<b>10 Abastecimiento de torres</b>				
11	Recepción	350	9	
12	Instalación de torres	350	9	
13	Montaje de torres	180	7	
<b>14 Construcción de torre</b>				
15	Recepción de cemento	250	14	
16	Bajo Fondo Excavado	100	15	
17	Recepción de Acero de Construcción	250	15	
18	Entrega de Plantas y Formas de Acero	350	17	
19	Formado y de Preparación	200	19	
20	Obra de Formado	100	20	
21	Desmoldado	250	20	
22	Bases de Construcción	200	21	
<b>23 Sistema de encofrados</b>				
24	Recepción de torres	150	23	
25	Entrega de torres de acero	100	24	
26	Formado y de Preparación	100	25	
27	Obra de Formado	200	26	
28	Bases de Preparación	100	27	
<b>29 Sistema eléctrico</b>				
30	Recepción de torres	350	29	
31	Instalación de Tablero Eléctrico	350	30	
32	Obra de Electricidad	300	31	
33	Bases de Preparación	150	32	
34	Conexión de torres a sistema de telecomunicaciones	250	33	
35	Instalación de torres de telecomunicaciones	100	34	
36	Entrega de torres de telecomunicaciones	200	35	
37	Bases de Electricidad	100	36	
<b>38 Pilas y bases para torres</b>				
39	Recepción	350	38	
40	Obra de Acero de Torre y Base	450	39	
41	Formado y de Preparación	350	40	
42	Obra de Torre y Base	350	41	
43	Desmoldado	350	42	
<b>44 Cables y Formas de Base</b>				
45	Recepción de torres de Construcción	100	44	
46	Obra de Acero de Base de Construcción y de Torre y Base	100	45	
47	Obra de Base de Construcción	350	46	
48	Entrega de Base y de Torre	100	47	
49	Obra de Base de Torre	100	48	
50	Obra de Base de Torre	100	49	
51	Obra de Base y Torre de Base de Torre y Base	100	50	
<b>52 Construcción del Bolo</b>				
53	Recepción	350	52	
54	Obra de Acero	350	53	
55	Obra de Construcción	100	54	
56	Obra de Base	200	55	
57	Obra de Base y Torre de Torre y Base	100	56	
58	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	57	
59	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	58	
60	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	59	
61	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	60	
62	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	61	
63	Obra de Base y Torre de Torre y Base de Torre y Base	200	62	
<b>64 Sistema de Base de Torre</b>				
65	Recepción	350	64	
66	Obra de Base	100	65	
67	Obra de Torre	100	66	
68	Obra de Base y Torre de Torre y Base	100	67	
<b>69 Acabados</b>				
70	Recepción	350	69	
71	Obra de Base	100	70	
72	Obra de Torre	100	71	
73	Obra de Base y Torre de Torre y Base	100	72	







**Cantidad de obra, Mano de obra y duraciones**  
**Construcción de una Radio Base de telefonía GSM**

**Listado de personal y maquinaria:**

MO Maestro de obras	Ar Armador	Te Técnico especializado
Op Operador Maquinaria	Ca Carpintero	Va Vagoneta
Pe Peón	Al Albañil	Sol Soldador
Ay Ayudante	Fo Fontanero	Vi Vibrador
Re Retroexcavadora	El Electricista	
Ro Rodillo Compactador	Pi Pintor	

#	Construcción de una radio base	Cantidad	Unidad	Cuadrilla												Maquinaria				Duración en días
				MO	Op	Pe	Ay	Ca	Fo	El	Al	Te	Pi	Sol	Ar	Re	Ro	Va	Vi	
<b>1 Programación de obra</b>																				
<b>2 Sitio Nuevo Rural con Torre</b>																				
<b>3 Construcción del Sitio</b>																				
<b>4 Inicio de Construcción de una Radio Base</b>																				
<b>5 Trabajos Preliminares</b>																				
6	Movilización de personal	1.00	gl	1	2	1													1.00	
7	Instalaciones Provisionales	1.00	gl	1	2	1													2.00	
8	Limpieza, trazo y replanteo	200.00	m2	1	2	1													1.00	
9	Descapote	200.00	m2	1	2	2													0.50	
<b>10 Movimiento de tierras</b>																				
11	Despalme	60.00	m3	1	1	1											1		0.50	
12	Retiro de material	78.00	m3	1	2	1											1	1	0.50	
13	Lastre Compactado	60.00	m3	1	2	1											1	1	1.50	
<b>14 Cimentación de Torre</b>																				
15	Excavación de cimentación	88.73	m3	1	1	3											1		2.00	
16	Sello Fondo Excavación	4.23	m3	1	2	2				2									1.00	
17	Colocación de Acero de Cimentación	3,627.03	kg	1		2								2					2.50	
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	1.00	gl	1		2				2									0.50	
19	Formaleta de Pedestales	20.40	m2	1		2	2												2.00	
20	Colado de Cimentación	22.60	m3	1	2	2				2								2	1.00	
21	Desencofrado	20.40	m2	1	1	1	2												0.50	
22	Relleno Compactado	72.00	m3	1	2	2											1		2.00	
<b>23 Sistema de Aterrizamiento</b>																				
24	Excavación de Zanjas	16.20	m3	1	2	2													2.00	
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	210.00	ml	1		1				1									1.00	
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	10.00	pzas	1		1				1									1.00	
27	Construcción de Registro de pruebas	1.00	gl	1		2				2									2.00	
28	Relleno Compactado	16.20	m3	1	2	1											1		1.00	
<b>29 Sistema Eléctrico</b>																				
30	Excavación de Zanjas	4.50	m3	1	2	2													0.50	
31	Instalación de Tubería Enterrada	25.00	ml	1	1	1				1									0.50	
32	Cableado Eléctrico	25.00	ml	1		1				1									0.50	
33	Relleno Compactado	5.40	m3	1	2	1													1.50	
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	1.00	gl	1		1				2									2.50	
35	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléct	1.00	gl	1		1				1									1.00	
36	Construcción de Registros Eléctricos	1.00	gl	1	2	1				1									2.00	
37	Alumbrado Exterior	1.00	gl	1	1	1				1									1.00	
<b>38 Pisos y Bases para Equipo</b>																				
39	Excavación	2.49	m3	1	2	2													0.50	
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	152.63	kg	1	1	1											1		0.50	
41	Formaleta de Losa y Bases	10.31	m2	1	1	1	2												0.50	
42	Colado de Losa y Bases	2.94	m3	1	1	1				2								2	0.50	
43	Desencofrado	10.31	m2	1	1	2													0.50	
<b>44 Cerco y Portón de Malla</b>																				
45	Excavación de Bases de Concreto	1.44	m3	1	2	2													1.00	
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación	26.76	kg	1	1	1											1		1.00	
47	Colado de Bases de Concreto	1.44	m3	1	1	1				2								1	0.50	
48	Colocación de Marcos y Largueros	150.00	ml	1	1	2											2		1.00	
49	Colocación de Malla Ciclón	125.00	m2	1	1	2											2		1.00	
50	Colocación de Alambre Navaja	55.47	ml	1		2											2		0.50	
51	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón	13.68	m2	1		2											2		3.00	

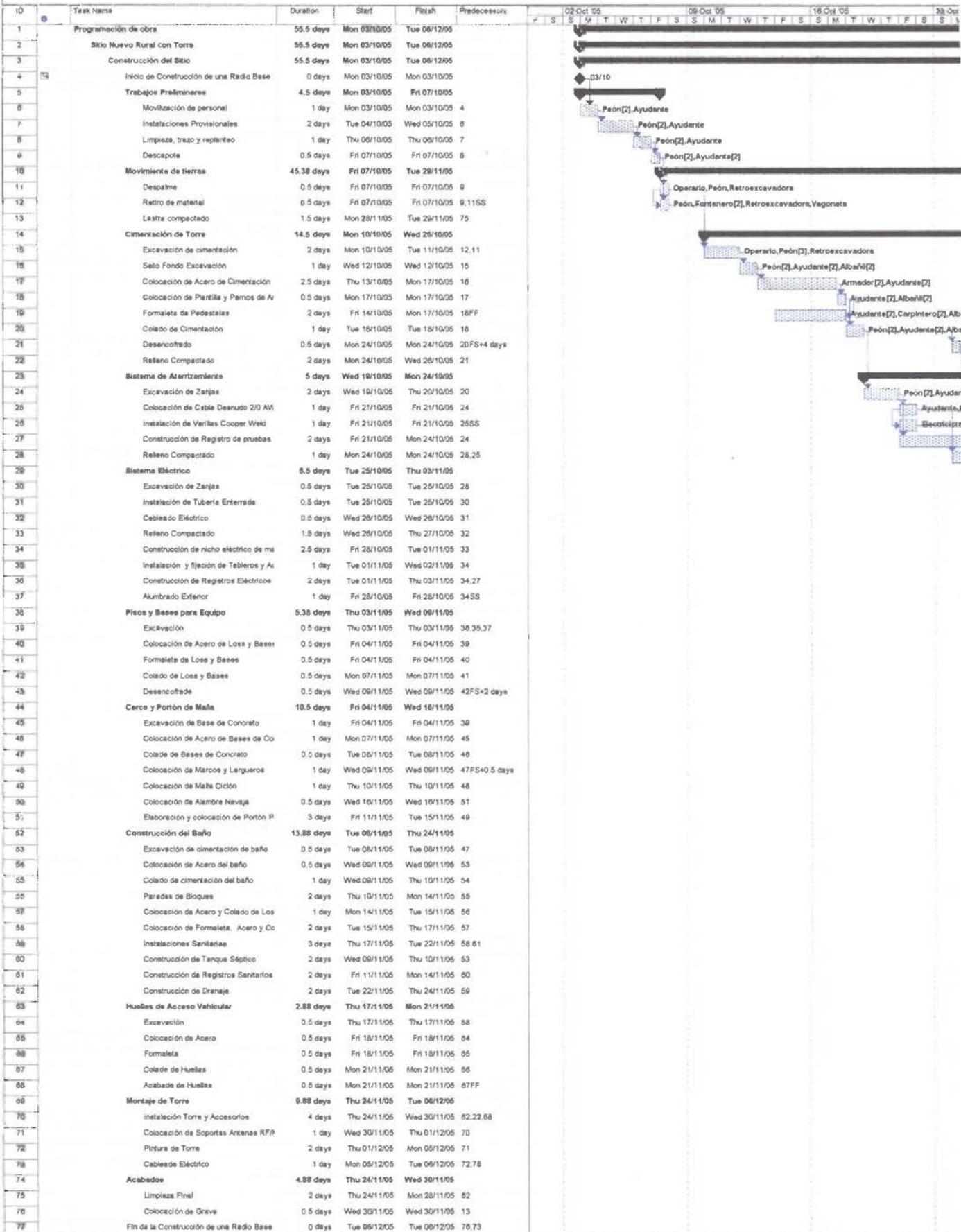
52 Construcción del Baño							
53	Excavación	2.30	m3	1	2	2	0.50
54	Colocación de Acero	54.82	kg	1	1	1	0.50
55	Colado de Cimentación	0.768	m3	1	1	1	1.00
56	Paredes de Bloques	18.00	m2	1	1	1	2.00
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	5.60	m2	1	1	1	1.00
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Sup	5.60	m2	1	1	1	2.00
59	Instalaciones Sanitarias	1.00	gl	1	1	1	3.00
60	Construcción de Tanque Séptico	1.00	gl	1	2	1	2.00
61	Construcción de Registros Sanitarios	1.00	gl	1	2	1	2.00
62	Construcción de Drenaje	1.00	gl	1	2	1	2.00
63 Huellas de Acceso Vehicular							
64	Excavación	0.89	m3	1	1	1	0.50
65	Colocación de Acero	8.96	m2	1	1	1	0.50
66	Formaleta	1.20	m2	1	1	1	0.50
67	Colado de Huellas	1.34	m3	1	1	1	0.50
68	Acabado de Huellas	11.20	m2	1	1	1	0.50
69 Montaje de Torre							
70	Instalación Torre y Accesorios	1.00	gl			7	4.00
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	1.00	gl			7	1.00
72	Pintura de Torre	1.00	gl			4	2.00
73	Cableado Eléctrico	60.00	ml			3	1.00
74 Acabados							
75	Limpieza Final	1.00	gl	1	3		2.00
76	Colocación de Grava	170.00	m2	1	3		0.50
77 Fin de la Construcción de una Radio Base							

# Programación en Microsoft Project con recursos

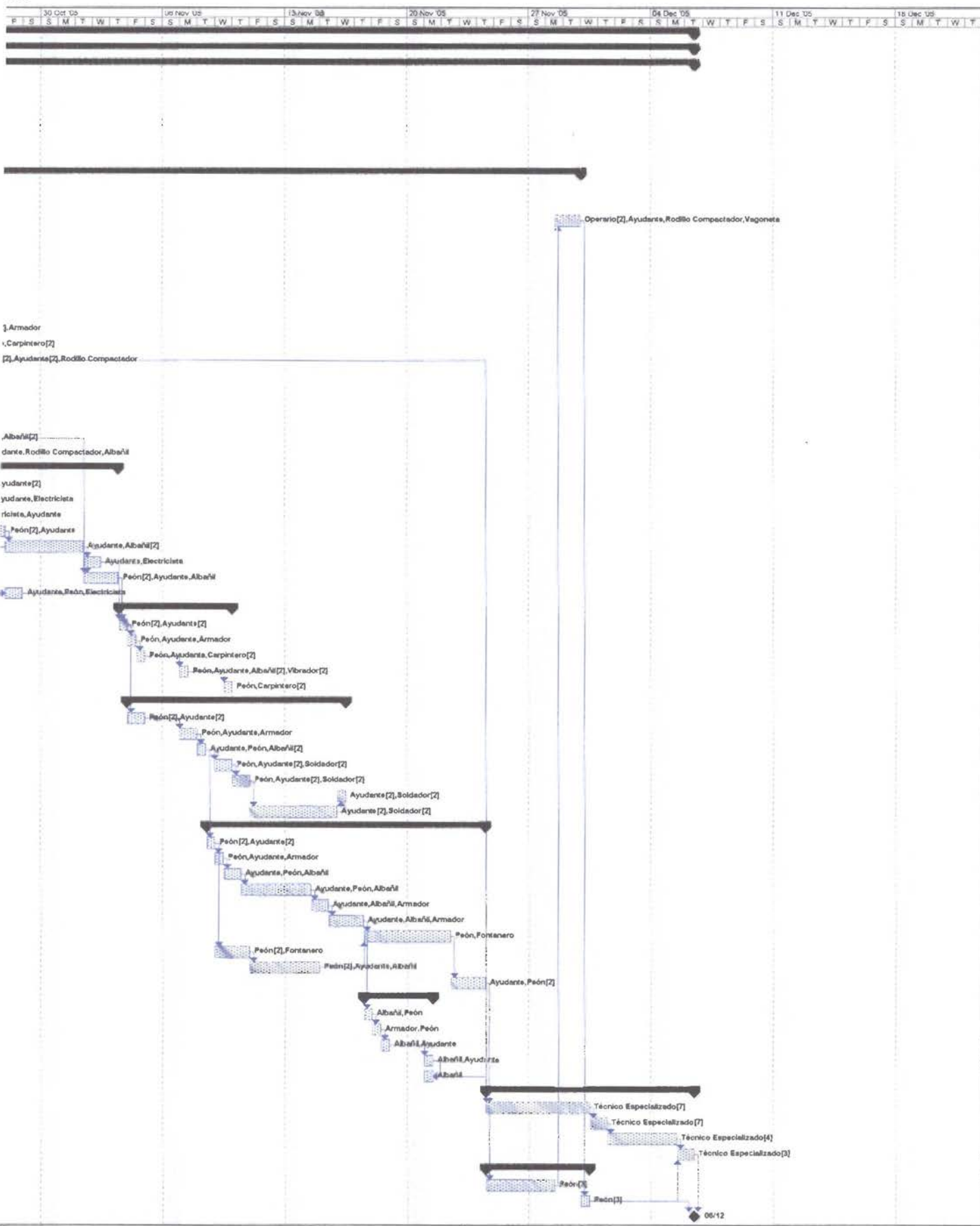
---







iOS

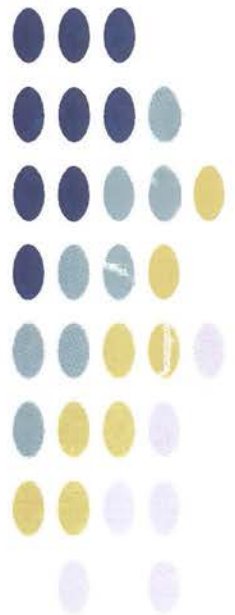


External Tasks

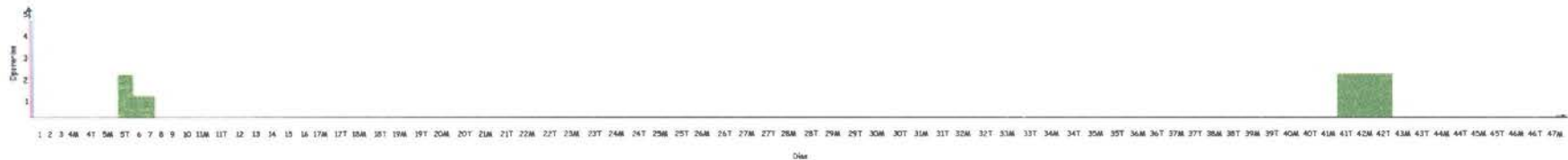
External Milestone

Deadline

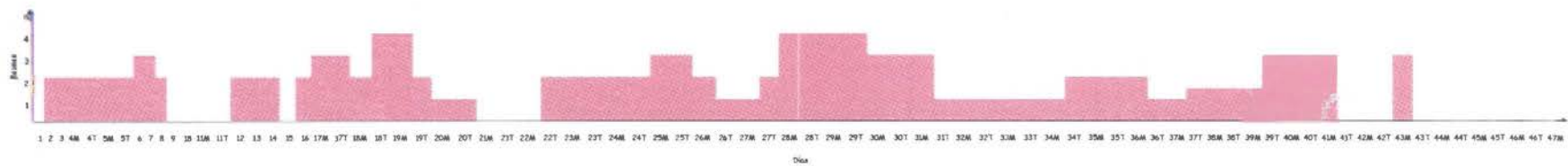
# Histograma de recursos



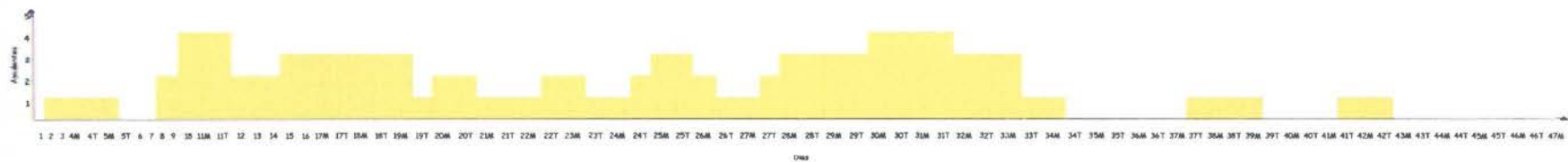
Histograma de operarios



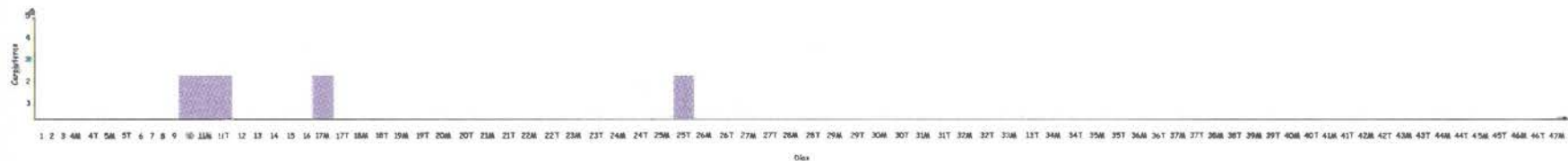
Histograma de peones



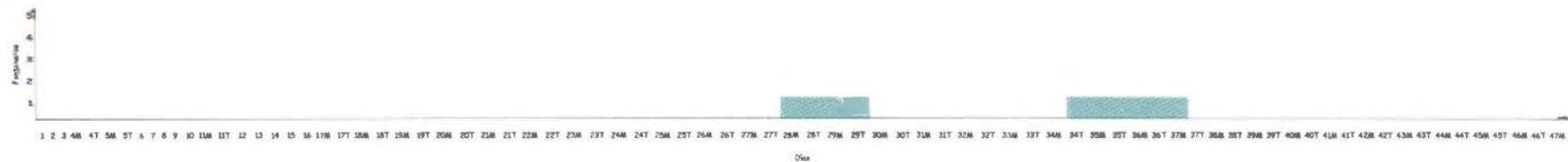
Histograma de Ayudantes



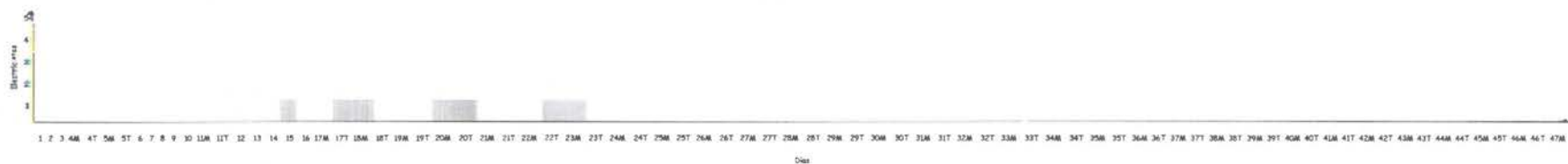
Histograma de Carpinteros



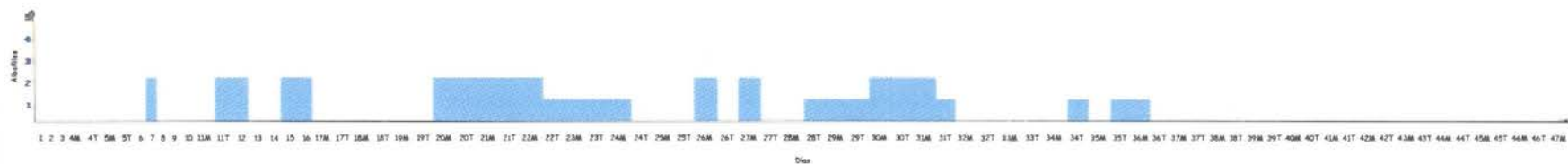
Histograma de Fontaneros



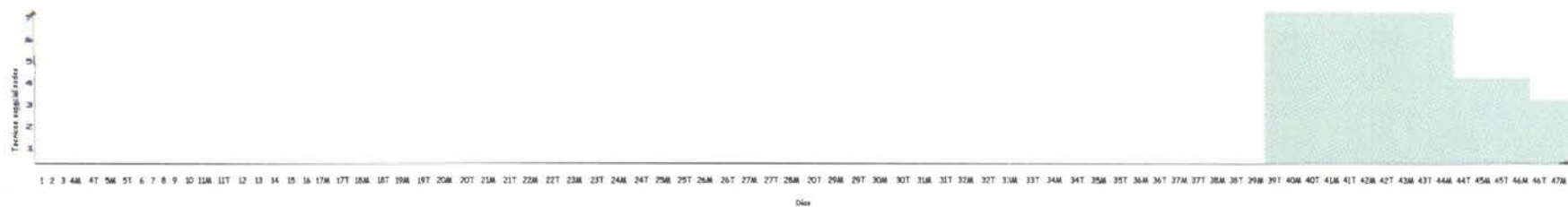
Histograma de Electricistas



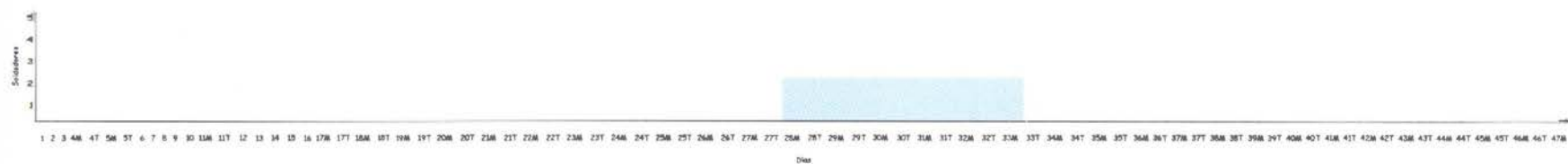
Histograma de Albañiles



Histograma de Tecnicos especializados



Histograma de Soldadores



Histograma de Armadores



# Método de CPM (Diagrama de Precedencias)





Información Principal. Diagrama de precedencias  
 Construcción de una Radio Base de telefonía GSM

#	Construcción de una radio base	Duración	Dependencias	# Pasos
1	Programación de obra			
2	Sitio Nuevo Rural con Torre			
3	Construcción del Sitio			
4	Inicio de Construcción de una Radio Base			0
5	Trabajos Preliminares			
6	Movilización de personal	1,00	4	1
7	Instalaciones Provisionales	2,00	6	2
8	Limpieza, trazo y replanteo	1,00	7	3
9	Descapote	0,50	8	4
10	Movimiento de tierras			
11	Despalme	0,50	9	5
12	Retiro de material	0,50	9,11SS	5
13	Lastre Compactado	1,50	75	33
14	Cimentación de Torre			
15	Excavación de cimentación	2,00	12,11	6
16	Sello Fondo Excavación	1,00	15	7
17	Colocación de Acero de Cimentación	2,50	16	8
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	0,50	17	9
19	Formaleta de Pedestales	2,00	18FF	9
20	Colado de Cimentación	1,00	18	10
21	Desencofrado	0,50	20FS + 4 Días	11
22	Relleno Compactado	2,00	21	12
23	Sistema de Aterrizamiento			
24	Excavación de Zanjas	2,00	20	11
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	1,00	24	12
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	1,00	25SS	12
27	Construcción de Registro de pruebas	2,00	24	12
28	Relleno Compactado	1,00	26,25	13
29	Sistema Eléctrico			
30	Excavación de Zanjas	0,50	28	14
31	Instalación de Tubería Enterrada	0,50	30	15
32	Cableado Eléctrico	0,50	31	16
33	Relleno Compactado	1,50	32	17
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	2,50	33	18
35	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléctrica	1,00	34	19
36	Construcción de Registros Eléctricos	2,00	34,27	19
37	Alumbrado Exterior	1,00	345S	19
38	Pisos y Bases para Equipo			
39	Excavación	0,50	36,35,37	20
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	0,50	39	21
41	Formaleta de Losa y Bases	0,50	40	22
42	Colado de Losa y Bases	0,50	41	23
43	Desencofrado	0,50	42FS + 2 Días	24
44	Cerco y Portón de Malla			
45	Excavación de Bases de Concreto	1,00	39	21
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	1,00	45	22
47	Colado de Bases de Concreto	0,50	46	23
48	Colocación de Marcos y Largueros	1,00	47FS + 0.5 Días	24
49	Colocación de Malla Ciclón	1,00	48	25
50	Colocación de Alambre Navaja	0,50	51	27
51	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón Vehicular	3,00	49	26
52	Construcción del Baño			
53	Excavación	0,50	47	24
54	Colocación de Acero	0,50	53	25
55	Colado de Cimentación	1,00	54	26
56	Paredes de Bloques	2,00	55	27
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	1,00	56	28
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	2,00	57	29
59	Instalaciones Sanitarias	3,00	58,61	30
60	Construcción de Tanque Séptico	2,00	53	25
61	Construcción de Registros Sanitarios	2,00	60	26
62	Construcción de Drenaje	2,00	59	31
63	Huellas de Acceso Vehicular			
64	Excavación	0,50	58	30
65	Colocación de Acero	0,50	64	31
66	Formaleta	0,50	65	32
67	Colado de Huellas	0,50	66	33
68	Acabado de Huellas	0,50	67FF	33
69	Montaje de Torre			
70	Instalación Torre y Accesorios	4,00	62,22,68	32
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	1,00	70	33
72	Pintura de Torre	2,00	71	34
73	Cableado Eléctrico	1,00	72,76	35
74	Acabados			
75	Limpieza Final	2,00	62	32
76	Colocación de Grova	0,50	13	34
77	Fin de la Construcción de una Radio Base		76,73	36

Calculo de Holguras  
Diagrama de Precedencias  
Construcción de una radio base

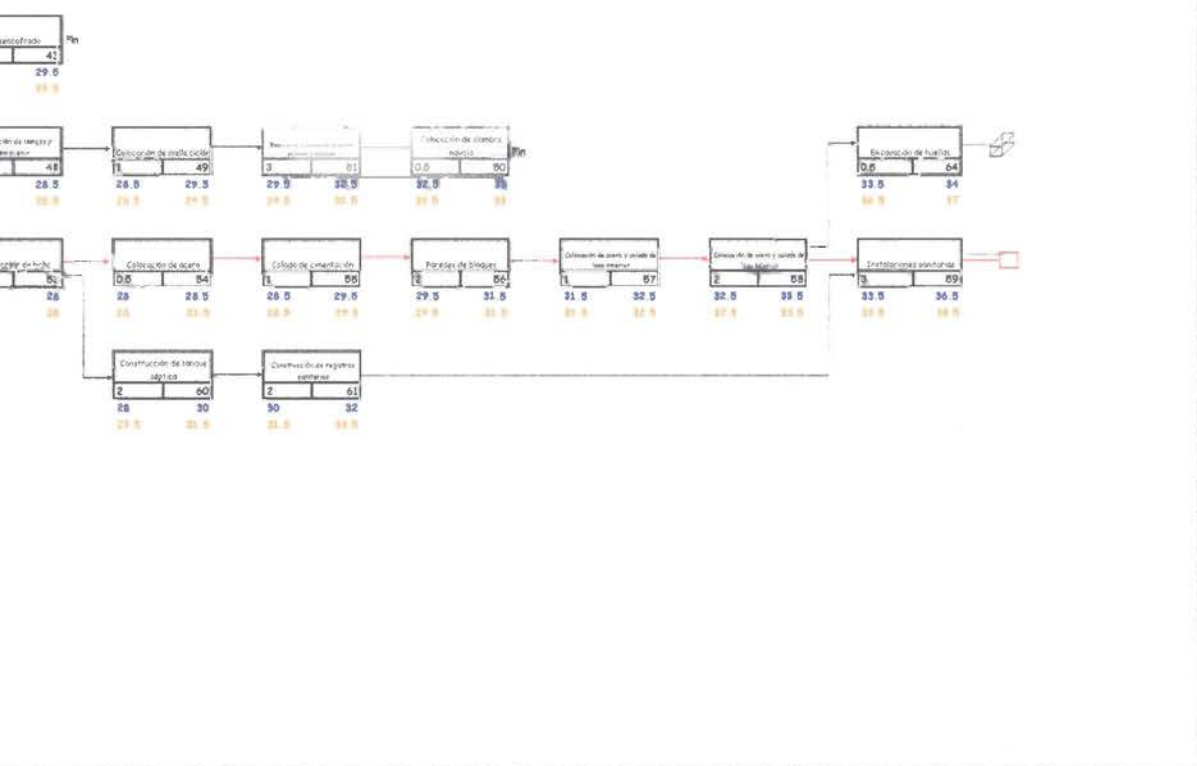
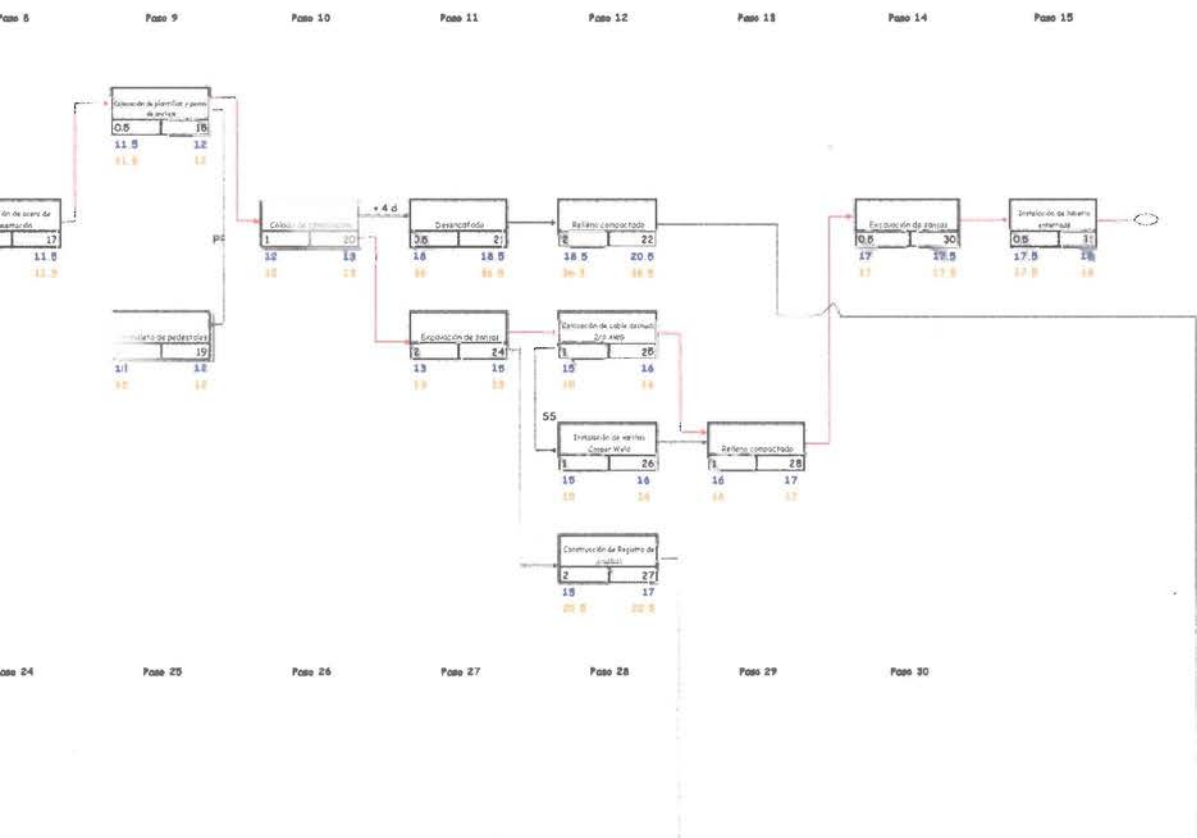
ID	Actividad	Holgura Total		Holgura Libre		Holgura Inttererente		Holgura Independiente	
		Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
1	Programación de obra								
2	Sitio Nuevo Rural con Torre								
3	Construcción del Sitio								
4	Inicio de Construcción de una Radio Base								
5	Trabajos Preliminares								
6	Movilización de personal	1-1=	0 2-2=	0 2-1-1=	0 2-2=	0 0-0=	0 0-0=	0 2-1-1=	0 2-1-1=
7	Instalaciones Provisionales	2-2=	0 4-4=	0 4-2-2=	0 4-4=	0 0-0=	0 0-0=	0 4-2-2=	0 4-2-2=
8	Limpieza, trazo y replanteo	4-4=	0 5-5=	0 5-4-1=	0 5-5=	0 0-0=	0 0-0=	0 5-4-1=	0 5-4-1=
9	Descapote	5-5=	0 5.5-5.5=	0 5.5-5-0.5=	0 5.5-5.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 5.5-5.0.5=	0 5.5-5.0.5=
10	Movimiento de tierras								
11	Despalme	5.5-5.5=	0 6-6=	0 6-5.5-0.5=	0 6-6=	0 0-0=	0 0-0=	0 6-5.5-0.5=	0 6-5.5-0.5=
12	Retiro de material	5.5-5.5=	0 6-6=	0 6-5.5-0.5=	0 6-6=	0 0-0=	0 0-0=	0 6-5.5-0.5=	0 6-5.5-0.5=
13	Lastre Compactado	43.5-40.5=	3 45-42=	3 45-40.5-1.5=	3 45-42=	3 3-3=	0 3-3=	0 42-40.5-1.5=	0 42-40.5-1.5=
14	Cimentación de Torre								
15	Excavación de cimentación	6-6=	0 8-8=	0 8-6-2=	0 8-8=	0 0-0=	0 0-0=	0 8-6-2=	0 8-6-2=
16	Sello Fondo Excavación	8-8=	0 9-9=	0 9-8-1=	0 9-9=	0 0-0=	0 0-0=	0 9-8-1=	0 9-8-1=
17	Colocación de Acero de Cimentación	9-9=	0 11.5-11.5=	0 11.5-9-2.5=	0 11.5-11.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 11.5-9-2.5=	0 11.5-9-2.5=
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	11.5-11.5=	0 12-12=	0 12-11.5-0.5=	0 12-12=	0 0-0=	0 0-0=	0 12-11.5-0.5=	0 12-11.5-0.5=
19	Formaleta de Pedestales	10-10=	0 12-12=	0 12-10-2=	0 12-12=	0 0-0=	0 0-0=	0 12-10-2=	0 12-10-2=
20	Colado de Cimentación	12-12=	0 13-13=	0 13-12-1=	0 13-13=	0 0-0=	0 0-0=	0 13-12-1=	0 13-12-1=
21	Desencofrado	36-18=	18 36.5-18.5=	18 18.5-18-0.5=	0 36.5-18.5=	18 18-0=	18 18-18=	0 18.5-4-13-0.5=	1 18.5-18-0.5=
22	Relleno Compactado	36.5-18.5=	18 38.5-20.5=	18 20.5-18.5-2=	0 38.5-20.5=	18 18-0=	18 18-18=	0 20.5-18.5-2=	0 38.5-18.5-2=
23	Sistema de Aterrizamiento								
24	Excavación de Zanjas	13-13=	0 15-15=	0 15-13-2=	0 15-15=	0 0-0=	0 0-0=	0 15-13-2=	0 15-13-2=
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	15-15=	0 16-16=	0 16-15-1=	0 16-16=	0 0-0=	0 0-0=	0 16-15-1=	0 16-15-1=
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	15-15=	0 16-16=	0 16-15-1=	0 16-16=	0 0-0=	0 0-0=	0 16-15-1=	0 16-15-1=
27	Construcción de Registro de pruebas	20.5-15=	5.5 22.5-17=	5.5 22.5-15-2=	5.5 22.5-17=	5.5 5.5-5.5=	0 5.5-5.5=	0 17-15-2=	0 22.5-15-2=
28	Relleno Compactado	16-16=	0 17-17=	0 17-16-1=	0 17-17=	0 0-0=	0 0-0=	0 17-16-1=	0 17-16-1=
29	Sistema Eléctrico								
30	Excavación de Zanjas	13-13=	0 17.5-17.5=	0 17.5-17-0.5=	0 17.5-17.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 17.5-17-0.5=	0 17.5-17-0.5=
31	Instalación de Tubería Enterrada	17.5-17.5=	0 18-18=	0 18-17.5-0.5=	0 18-18=	0 0-0=	0 0-0=	0 18-17.5-0.5=	0 18-17.5-0.5=
32	Cableado Eléctrico	18-18=	0 18.5-18.5=	0 18.5-18-0.5=	0 18.5-18.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 18.5-18-0.5=	0 18.5-18-0.5=
33	Relleno Compactado	18.5-18.5=	0 20-20=	0 20-18.5-1.5=	0 20-20=	0 0-0=	0 0-0=	0 20-18.5-1.5=	0 20-18.5-1.5=
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	20-20=	0 22.5-22.5=	0 22.5-20-2.5=	0 22.5-22.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 22.5-20-2.5=	0 22.5-20-2.5=
35	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléctrica	23.5-22.5=	1 24.5-23.5=	1 23.5-22.5-1=	0 24.5-23.5=	1 1-0=	1 1-1=	0 23.5-22.5-1=	0 24.5-22.5-1=
36	Construcción de Registros Eléctricos	22.5-22.5=	0 24.5-24.5=	0 24.5-22.5-2=	0 24.5-24.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 24.5-22.5-2=	0 24.5-22.5-2=
37	Alumbrado Exterior	23.5-22.5=	1 24.5-23.5=	1 23.5-22.5-1=	0 24.5-23.5=	1 1-0=	0 1-1=	0 23.5-22.5-1=	0 24.5-22.5-1=
38	Pisos y Bases para Equipo								
39	Excavación	24.5-24.5=	0 25-25=	0 25-24.5-0.5=	0 25-25=	0 0-0=	0 0-0=	0 25-24.5-0.5=	0 25-24.5-0.5=
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	25-25=	0 25.5-25.5=	0 25.5-25-0.5=	0 25.5-25.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 25.5-25-0.5=	0 25.5-25-0.5=
41	Formaleta de Losa y Bases	25.5-25.5=	0 26-26=	0 26-25.5-0.5=	0 26-26=	0 0-0=	0 0-0=	0 26-25.5-0.5=	0 26-25.5-0.5=
42	Colado de Losa y Bases	26-26=	0 26.5-26.5=	0 26.5-26-0.5=	0 26.5-26.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 26.5-26-0.5=	0 29-2-26-0.5=
43	Desencofrado	29-29=	0 29.5-29.5=	0 29.5-29-0.5=	0 29.5-29.5=	0 0-0=	0 0-0=	0 29.5-2-26.5-0.5=	0.5 29.5-29-0.5=



Id	Actividad	Holgura Total		Holgura Libre		Holgura Interferente		Holgura Independiente		
		Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	
44	Cerca y Portón de Malla									
45	Excavación de Bases de Concreto	25 - 25 =	0 26 - 26 =	0 26 - 25 - 1 =	0 26 - 26 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 26 - 25 - 1 =	0 26 - 25 - 1 =	0
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	26 - 26 =	0 27 - 27 =	0 27 - 26 - 1 =	0 27 - 27 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 27 - 26 - 1 =	0 27 - 26 - 1 =	0
47	Colado de Bases de Concreto	27 - 27 =	0 27.5 - 27.5 =	0 27.5 - 27 - 0.5 =	0 27.5 - 27.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 27.5 - 27 - 0.5 =	0 27.5 - 27 - 0.5 =	0
48	Colocación de Marcos y Largueros	27.5 - 27.5 =	0 28.5 - 28.5 =	0 28.5 - 27.5 - 1 =	0 28.5 - 28.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 28.5 - 27.5 - 1 =	0 28.5 - 27.5 - 1 =	0
49	Colocación de Malla Ciclón	28.5 - 28.5 =	0 29.5 - 29.5 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0 29.5 - 29.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0
50	Colocación de Alambre Navaja	32.5 - 32.5 =	0 33 - 33 =	0 33 - 32.5 - 0.5 =	0 33 - 33 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 33 - 32.5 - 0.5 =	0 33 - 32.5 - 0.5 =	0
51	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón Vehicular	29.5 - 29.5 =	0 32.5 - 32.5 =	0 32.5 - 29.5 - 3 =	0 32.5 - 32.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 32.5 - 29.5 - 3 =	0 32.5 - 29.5 - 3 =	0
52	Construcción del Baño									
53	Excavación	27.5 - 27.5 =	0 28 - 28 =	0 28 - 27.5 - 0.5 =	0 28 - 28 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 28 - 27.5 - 0.5 =	0 28 - 27.5 - 0.5 =	0
54	Colocación de Acero	28 - 28 =	0 28.5 - 28.5 =	0 28.5 - 28 - 0.5 =	0 28.5 - 28.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 28.5 - 28 - 0.5 =	0 28.5 - 28 - 0.5 =	0
55	Colado de Cementación	28.5 - 28.5 =	0 29.5 - 29.5 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0 29.5 - 29.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0 29.5 - 28.5 - 1 =	0
56	Paredes de Bloques	29.5 - 29.5 =	0 31.5 - 31.5 =	0 31.5 - 29.5 - 2 =	0 31.5 - 31.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 31.5 - 29.5 - 2 =	0 31.5 - 29.5 - 2 =	0
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	31.5 - 31.5 =	0 32.5 - 32.5 =	0 32.5 - 31.5 - 1 =	0 32.5 - 32.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 32.5 - 31.5 - 1 =	0 32.5 - 31.5 - 1 =	0
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	32.5 - 32.5 =	0 33.5 - 33.5 =	0 33.5 - 32.5 - 2 =	-1 33.5 - 33.5 =	0 0 - -1 =	1 0 - 0 =	0 33.5 - 32.5 - 2 =	-1 33.5 - 32.5 - 2 =	-1
59	Instalaciones Sanitarias	33.5 - 33.5 =	0 36.5 - 36.5 =	0 36.5 - 33.5 - 3 =	0 36.5 - 36.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 36.5 - 33.5 - 3 =	0 36.5 - 33.5 - 3 =	0
60	Construcción de Tanque Séptico	29.5 - 28 =	1.5 31.5 - 30 =	1.5 30 - 28 - 2 =	0 31.5 - 30 =	1.5 1.5 - 0 =	1.5 1.5 - 1.5 =	0 30 - 28 - 2 =	0 30 - 28 - 2 =	1.5
61	Construcción de Registros Sanitarios	31.5 - 30 =	1.5 33.5 - 32 =	1.5 32 - 30 - 2 =	0 33.5 - 32 =	1.5 1.5 - 0 =	1.5 1.5 - 1.5 =	0 32 - 30 - 2 =	0 33.5 - 30 - 2 =	1.5
62	Construcción de Drenaje	36.5 - 36.5 =	0 38.5 - 38.5 =	0 38.5 - 36.5 - 2 =	0 38.5 - 38.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 38.5 - 36.5 - 2 =	0 38.5 - 36.5 - 2 =	0
63	Huellas de Acceso Vehicular									
64	Excavación	36.5 - 33.5 =	3 37 - 34 =	3 34 - 33.5 - 0.5 =	0 37 - 34 =	3 3 - 0 =	3 3 - 3 =	0 34 - 33.5 - 0.5 =	0 34 - 33.5 - 0.5 =	0
65	Colocación de Acero	37 - 34 =	3 37.5 - 34.5 =	3 34.5 - 34 - 0.5 =	0 37.5 - 34.5 =	3 3 - 0 =	3 3 - 3 =	0 34.5 - 34 - 0.5 =	0 34.5 - 34 - 0.5 =	0
66	Formaleta	37.5 - 34.5 =	3 38 - 35 =	3 35 - 34.5 - 0.5 =	0 38 - 35 =	3 3 - 0 =	3 3 - 3 =	0 35 - 34.5 - 0.5 =	0 35 - 34.5 - 0.5 =	0
67	Colado de Huellas	38 - 35 =	3 38.5 - 35.5 =	3 35.5 - 35 - 0.5 =	0 38.5 - 35.5 =	3 3 - 0 =	3 3 - 3 =	0 35.5 - 35 - 0.5 =	0 36 - 35.5 - 0.5 =	0
68	Acabado de Huellas	38 - 36 =	2 38.5 - 36.5 =	2 33.5 - 36 - 0.5 =	0 38.5 - 36.5 =	2 2 - 0 =	2 2 - 2 =	0 36.5 - 36 - 0.5 =	0 38.5 - 36 - 0.5 =	2
69	Montaje de Torre									
70	Instalación Torre y Accesorios	38.5 - 38.5 =	0 42.5 - 42.5 =	0 42.5 - 38.5 - 4 =	0 42.5 - 42.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 42.5 - 38.5 - 4 =	0 42.5 - 38.5 - 4 =	0
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	42.5 - 42.5 =	0 43.5 - 43.5 =	0 43.5 - 42.5 - 1 =	0 43.5 - 43.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 43.5 - 42.5 - 1 =	0 43.5 - 42.5 - 1 =	0
72	Pintura de Torre	43.5 - 43.5 =	0 45.5 - 45.5 =	0 45.5 - 43.5 - 2 =	0 45.5 - 45.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 45.5 - 43.5 - 2 =	0 45.5 - 43.5 - 2 =	0
73	Cableado Eléctrico	45 - 45 =	0 46.5 - 46.5 =	0 46.5 - 45.5 - 1 =	0 46.5 - 46.5 =	0 0 - 0 =	0 0 - 0 =	0 46.5 - 45.5 - 1 =	0 46.5 - 45.5 - 1 =	0
74	Acabados									
75	Limpieza Final	41.5 - 38.5 =	3 43.5 - 40.5 =	3 43.5 - 38.5 - 2 =	3 43.5 - 40.5 =	3 3 - 3 =	0 3 - 3 =	0 40.5 - 38.5 - 2 =	0 40.5 - 38.5 - 2 =	0
76	Colocación de Grava	45 - 42 =	3 45.5 - 42.5 =	3 45.5 - 42 - 0.5 =	3 45.5 - 42.5 =	3 3 - 3 =	0 3 - 3 =	0 42.5 - 42 - 0.5 =	0 45.5 - 42 - 0.5 =	3
77	Fin de la Construcción de una Radio Base									

Diagrama de precedencias  
 Construcción de una Radio Base de telefonía GSM





# Análisis de riesgo del plazo



Duraciones de los 3 contratistas

Construcción de una Radio Base de telefonía GSM

#	Construcción de una radio base	Contratista 1	Contratista 2	Contratista 3	Promedio	Duración
1	Programación de obra					
2	Sitio Nuevo Rural con Torre					
3	Construcción del Sitio					
4	Inicio de Construcción de una Radio Base					
5	Trabajos Preliminares					
6	Movilización de personal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Instalaciones Provisionales	1.50	1.00	1.50	1.33	2.00
8	Limpieza, trazo y replanteo	0.50	1.00	1.00	0.83	1.00
9	Descapote	0.50	0.00	0.50	0.33	0.50
10	Movimiento de tierras					
11	Despalme	0.50	0.00	0.50	0.33	0.50
12	Retiro de material	0.50	0.00	0.50	0.33	0.50
13	Lastre Compactado	1.00	0.50	2.00	1.17	1.50
14	Cimentación de Torre					
15	Excavación de cimentación	2.00	2.00	3.00	2.33	2.00
16	Sello Fondo Excavación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	Colocación de Acero de Cimentación	3.00	2.50	2.50	2.67	2.50
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
19	Formaleta de Pedestales	2.50	2.00	2.00	2.17	2.00
20	Colado de Cimentación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	Desencofrado	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
22	Relleno Compactado	1.50	2.00	2.00	1.83	2.00
23	Sistema de Aterrizamiento					
24	Excavación de Zanjas	1.50	2.00	3.00	2.17	2.00
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	0.50	1.00	1.00	0.83	1.00
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	0.50	1.00	1.00	0.83	1.00
27	Construcción de Registro de pruebas	2.00	1.50	2.00	1.83	2.00
28	Relleno Compactado	0.50	1.00	1.50	1.00	1.00
29	Sistema Eléctrico					
30	Excavación de Zanjas	1.00	0.50	0.50	0.67	0.50
31	Instalación de Tubería Enterrada	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
32	Cableado Eléctrico	1.00	0.50	0.50	0.67	0.50
33	Relleno Compactado	1.00	1.50	1.00	1.17	1.50
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	3.00	2.00	2.50	2.50	2.50
35	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléctrica	1.00	1.00	1.50	1.17	1.00
36	Construcción de Registros Eléctricos	2.00	3.00	2.00	2.33	2.00
37	Alumbrado Exterior	1.00	0.50	1.00	0.83	1.00
38	Pisos y Bases para Equipo					
39	Excavación	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	0.50	1.00	0.50	0.67	0.50
41	Formaleta de Losa y Bases	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
42	Colado de Losa y Bases	0.50	0.00	0.50	0.33	0.50
43	Desencofrado	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
44	Cerco y Portón de Malla					
45	Excavación de Bases de Concreto	1.00	1.50	1.00	1.17	1.00
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	1.00	1.00	1.50	1.17	1.00
47	Colado de Bases de Concreto	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
48	Colocación de Marcos y Largueros	1.00	1.00	0.50	0.83	1.00
49	Colocación de Malla Ciclón	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50	Colocación de Alambre Navaja	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
51	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón Vehicular	3.50	2.50	3.00	3.00	3.00
52	Construcción del Baño					
53	Excavación	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
54	Colocación de Acero	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
55	Colado de Cimentación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
56	Paredes de Bloques	2.50	2.00	2.00	2.17	2.00
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	2.00	1.00	1.00	1.33	2.00
59	Instalaciones Sanitarias	2.50	2.00	3.00	2.50	3.00
60	Construcción de Tanque Séptico	2.50	2.00	2.00	2.17	2.00
61	Construcción de Registros Sanitarios	1.50	2.00	2.00	1.83	2.00
62	Construcción de Drenaje	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
63	Huellas de Acceso Vehicular					
64	Excavación	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
65	Colocación de Acero	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
66	Formaleta	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
67	Colado de Huellas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
68	Acabado de Huellas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
69	Montaje de Torre					
70	Instalación Torre y Accesorios	5.00	4.50	4.00	4.50	4.00
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	1.00	1.00	0.50	0.83	1.00
72	Pintura de Torre	2.00	1.50	2.00	1.83	2.00
73	Cableado Eléctrico	1.00	1.00	0.50	0.83	1.00
74	Acabados					
75	Limpieza Final	1.00	1.50	1.00	1.17	2.00
76	Colocación de Grava	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
77	Fin de la Construcción de una Radio Base					

**Análisis del riesgo de plazo**  
**Construcción de una Radio Base de telefonía GSM**

Notas importantes:

El análisis del riesgo de plazo solo toma en cuenta las duraciones de la ruta crítica

La duración Óptima (a) es la duración que salió del resumen de entrevistas de 3 contratistas consultados

La duración más probable (m) se supone que es igual a la duración óptima

La duración pesimista (b) se supone que es igual a la duración óptima más 0.5 días. (con excepción de las colada de concreto)

#	Construcción de una radio base	Duración Óptima	duración mas probable (m)	duración pesimista (b)	Tiempo esperado (TE)	Desviación (D)	Variación (V)
<b>1 Programación de obra</b>							
<b>2 Sitio Nuevo Rural con Torre</b>							
<b>3 Construcción del Sitio</b>							
<b>4 Inicio de Construcción de una Radio Base</b>							
<b>5 Trabajos Preliminares</b>							
6	Movilización de personal	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
7	Instalaciones Provisionales	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
8	Limpieza, trazo y repintado	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
9	Descapote	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
<b>10 Movimiento de tierras</b>							
11	Despalme						
12	Retiro de material	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
13	Lastre Compactado						
<b>14 Cimentación de Torre</b>							
15	Excavación de cimentación	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
16	Sello Fondo Excavación	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
17	Colocación de Acero de Cimentación	2.50	2.50	3.00	2.58	0.08	0.01
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
19	Formaleta de Pedestales						
20	Colado de Cimentación	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
21	Desencofrado						
22	Relleno Compactado						
<b>23 Sistema de Aterrizamiento</b>							
24	Excavación de Zanjas	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
26	Instalación de Varillas Cooper Weld						
27	Construcción de Registro de pruebas						
28	Relleno Compactado	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
<b>29 Sistema Eléctrico</b>							
30	Excavación de Zanjas	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
31	Instalación de Tubería Enterrada	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
32	Cableado Eléctrico	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
33	Relleno Compactado	1.50	1.50	2.00	1.58	0.08	0.01
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	2.50	2.50	3.00	2.58	0.08	0.01
35	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléctrica						
36	Construcción de Registros Eléctricos	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
37	Ajustrado Exterior						
<b>38 Pisos y Bases para Equipo</b>							
39	Excavación	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
40	Colocación de Acero de Losa y Bases						
41	Formaleta de Losa y Bases						
42	Colado de Losa y Bases						
43	Desencofrado						
<b>44 Cerco y Portón de Malla</b>							
45	Excavación de Bases de Concreto	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
47	Colado de Bases de Concreto	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00
48	Colocación de Marcos y Largueros						
49	Colocación de Malla Ciclón						
50	Colocación de Alambre Navaja						
51	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón Vehicular						
<b>52 Construcción del Baño</b>							
53	Excavación	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
54	Colocación de Acero	0.50	0.50	1.00	0.58	0.08	0.01
55	Colado de Cimentación	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
56	Paredes de Bloques	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
59	Instalaciones Sanitarias	3.00	3.00	3.50	3.08	0.08	0.01
60	Construcción de Tanque Séptico	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
61	Construcción de Registros Sanitarios	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
62	Construcción de Drenaje	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
<b>63 Huellas de Acceso Vehicular</b>							
64	Excavación						
65	Colocación de Acero						
66	Formaleta						
67	Colado de Huellas						
68	Acabado de Huellas						
<b>69 Montaje de Torre</b>							
70	Instalación Torre y Accesorios	4.00	4.00	4.50	4.08	0.08	0.01
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
72	Pintura de Torre	2.00	2.00	2.50	2.08	0.08	0.01
73	Cableado Eléctrico	1.00	1.00	1.50	1.08	0.08	0.01
<b>74 Acabados</b>							
75	Limpieza Final						
76	Colocación de Grava						
<b>77 Fin de la Construcción de una Radio Base</b>							

duración pesimista 53.25 2.75 0.23  
duración programada en Microsoft Project 46.50  
Diferencia 6.75

Donde

$$TE = (a+4m+b)/6$$

$$D = (b-a)/6$$

$$V = \text{Raíz cuadrada de } D$$

Según este análisis de duración de riesgo de plazo, la duración pesimista del proyecto es de 53.25 días, lo cual representa 6.75 días de más al compararlo con la programación de la construcción de la obra la cual es de 46.5 días; lo que es lo mismo decir que la construcción de una radio base puede extenderse en el proceso 6.75 días (una semana mas), debido a posibles complicaciones que se presenten en el camino.



# Anexo 2

---

## Análisis de costos de una radio base

# Distribución prorrateada del costo de construcción de una radio base

---



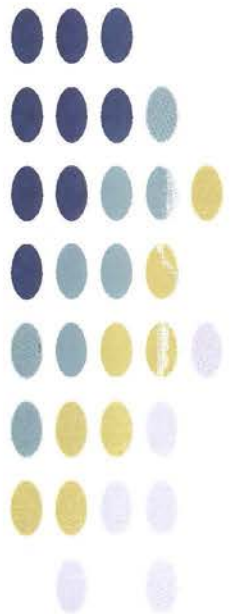


## Distribución prorrateada de costos de construcción de una radio base

1	Programación de obra	\$41,148.30
2	Sitio Nuevo Rural con Torre	\$41,148.30
3	Construcción del Sitio	\$41,148.30
4	Inicio de Construcción de una Radio Base	\$0.00
5	Trabajos Preliminares	\$1,350.00
6	Movilización de personal	\$500.00
7	Instalaciones Provisionales	\$250.00
8	Limpieza, trazo y replanteo	\$400.00
9	Descapote	\$200.00
10	Movimiento de tierras	\$1,120.00
11	Despalme	\$373.33
12	Retiro de material	\$373.33
13	Lastre compactado	\$373.34
14	Cimentación de Torre	\$20,369.50
15	Excavación de cimentación	\$2,546.18
16	Sello Fondo Excavación	\$2,546.18
17	Colocación de Acero de Cimentación	\$2,546.19
18	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	\$2,546.19
19	Formaleta de Pedestales	\$2,546.19
20	Colado de Cimentación	\$2,546.19
21	Desencofrado	\$2,546.19
22	Relleno Compactado	\$2,546.19
23	Sistema de Aterrizamiento	\$1,400.00
24	Excavación de Zanjas	\$280.00
25	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	\$280.00
26	Instalación de Varillas Cooper Weld	\$280.00
27	Construcción de Registro de pruebas	\$280.00
28	Relleno Compactado	\$280.00
29	Sistema Eléctrico	\$2,037.00
30	Excavación de Zanjas	\$254.59
31	Instalación de Tubería Enterrada	\$254.63
32	Cableado Eléctrico	\$254.63
33	Relleno Compactado	\$254.63
34	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	\$254.63
35	Instalación y fijación de Tableros y Acometida Eléctrica	\$254.63
36	Construcción de Registros Eléctricos	\$254.63
37	Alumbrado Exterior	\$254.63
38	Pisos y Bases para Equipo	\$1,638.80
39	Excavación	\$327.76
40	Colocación de Acero de Losa y Bases	\$327.76
41	Formaleta de Losa y Bases	\$327.76
42	Colado de Losa y Bases	\$327.76
43	Desencofrado	\$327.76
44	Cerco y Portón de Malla	\$2,731.00
45	Excavación de Base de Concreto	\$390.16
46	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	\$390.14
47	Colado de Bases de Concreto	\$390.14
48	Colocación de Marcos y Largueros	\$390.14
49	Colocación de Malla Ciclón	\$390.14
50	Colocación de Alambre Navaja	\$390.14
51	Elaboración y colocación de Portón Peatonal y Portón vehicular	\$390.14
52	Construcción del Baño	\$1,736.00
53	Excavación de cimentación de baño	\$173.60
54	Colocación de Acero del baño	\$173.60
55	Colado de cimentación del baño	\$173.60
56	Paredes de Bloques	\$173.60
57	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	\$173.60
58	Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	\$173.60
59	Instalaciones Sanitarias	\$173.60
60	Construcción de Tanque Séptico	\$173.60
61	Construcción de Registros Sanitarios	\$173.60
62	Construcción de Drenaje	\$173.60
63	Huellas de Acceso Vehicular	\$246.00
64	Excavación	\$49.20
65	Colocación de Acero	\$49.20
66	Formaleta	\$49.20
67	Colado de Huellas	\$49.20
68	Acabado de Huellas	\$49.20
69	Montaje de Torre	\$5,985.00
70	Instalación Torre y Accesorios	\$1,995.00
71	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	\$1,995.00
72	Pintura de Torre	\$1,995.00
73	Cableado Eléctrico	\$1,995.00
74	Acabados	\$540.00
75	Limpieza Final	\$270.00
76	Colocación de Grava	\$270.00
77	Fin de la Construcción de una Radio Base	\$0.00

# Diagrama de flujo de caja (Microsoft Project)

---



	25/09/05	02/10/05	09/10/05	16/10/05	23/10/05	30/10/05	06/11/05	13/11/05	20/11/05	Total
Programación de obra										
Sitio Nuevo Rural con Torre										
Construcción del Sitio										
Inicio de Construcción de una Radio Base										
Trabajos Preliminares										
Movilización de personal		\$500.00								\$500.00
Instalaciones Provisionales		\$250.00								\$250.00
Limpieza, trazo y replanteo		\$400.00								\$400.00
Descapote		\$200.00								\$200.00
Movimiento de tierras										
Despalme		\$373.33								\$373.33
Retiro de material		\$373.33								\$373.33
Lastre compactado								\$373.34		\$373.34
Cimentación de Torre										
Excavación de cimentación		\$1,273.09	\$1,273.09							\$2,546.18
Sello Fondo Excavación			\$2,546.18							\$2,546.18
Colocación de Acero de Cimentación			\$2,546.19							\$2,546.19
Colocación de Plancha y Pernos de Anclaje			\$2,546.19							\$2,546.19
Formaleta de Pedestales			\$2,546.19							\$2,546.19
Colado de Cimentación			\$2,546.19							\$2,546.19
Desencofrado				\$2,546.19						\$2,546.19
Releño Compactado				\$1,909.64	\$636.55					\$2,546.19
Sistema de Aterrizamiento										
Excavación de Zanjas				\$280.00						\$280.00
Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG				\$280.00						\$280.00
Instalación de Varillas Cooper Weld				\$280.00						\$280.00
Construcción de Registro de pruebas				\$280.00						\$280.00
Releño Compactado				\$280.00						\$280.00
Sistema Eléctrico										
Excavación de Zanjas				\$254.59						\$254.59
Instalación de Tubería Enterrada				\$254.63						\$254.63
Cableado Eléctrico				\$254.63						\$254.63
Releño Compactado				\$84.88	\$169.75					\$254.63
Construcción de nicho eléctrico de mampostería					\$254.63					\$254.63
Instalación y fijación de Tableros y Acometida Eléctrica					\$254.63					\$254.63
Construcción de Registros Eléctricos					\$254.63					\$254.63
Alumbrado Exterior					\$254.63					\$254.63
Pisos y Bases para Equipo										
Excavación					\$327.76					\$327.76
Colocación de Acero de Losa y Bases						\$327.76				\$327.76
Formaleta de Losa y Bases						\$327.76				\$327.76
Colado de Losa y Bases						\$327.76				\$327.76
Desencofrado						\$327.76				\$327.76
Cerco y Portón de Malla										
Excavación de Base de Concreto						\$390.16				\$390.16
Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados						\$390.14				\$390.14
Colado de Bases de Concreto						\$390.14				\$390.14
Colocación de Marcos y Largueros						\$390.14				\$390.14
Colocación de Malla Cickon						\$390.14				\$390.14
Colocación de Alambre Navaja							\$390.14			\$390.14
Elaboración y colocación de Portón Peatonal y Portón vehicular						\$130.05	\$260.09			\$390.14
Construcción del Baño										
Excavación de cimentación de baño						\$173.60				\$173.60
Colocación de Acero del baño						\$173.60				\$173.60
Colado de cimentación del baño						\$173.60				\$173.60
Paredes de Bloques						\$130.20	\$43.40			\$173.60
Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)							\$173.60			\$173.60
Colocación de Formaleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)							\$173.60			\$173.60
Instalaciones Sanitarias							\$144.67	\$28.93		\$173.60
Construcción de Tanque Séptico						\$173.60				\$173.60
Construcción de Registros Sanitarios						\$86.80	\$86.80			\$173.60
Construcción de Drenaje								\$173.60		\$173.60
Huellas de Acceso Vehicular										
Excavación							\$61.50			\$61.50
Colocación de Acero							\$61.50			\$61.50
Formaleta										
Colado de Huellas							\$61.50			\$61.50
Acabado de Huellas							\$61.50			\$61.50
Montaje de Torre										
Instalación Torre y Accesorios								\$1,745.63	\$249.38	\$1,995.01

Flujo de Caja  
 Construcción de una radio base

	25/09/05	02/10/05	09/10/05	16/10/05	23/10/05	30/10/05	06/11/05	13/11/05	20/11/05	Total
Colocación de Soportes Antenas RF/MW									\$1,995.00	\$1,995.00
Pintura de Torre									\$1,995.00	\$1,995.00
Cableado Eléctrico									\$1,995.00	\$1,995.00
Acabados										
Limpieza Final								\$40.00		\$40.00
Colocación de Grava									\$500.00	\$500.00
Fin de la Construcción de una Radio Base										
<b>Total</b>		\$3,369.75	\$14,004.03	\$6,704.56	\$2,152.58	\$4,303.21	\$1,518.30	\$2,361.50	\$6,734.38	\$41,148.31

# Diagrama de Gantt con costos prorrateados diarios y acumulativos

---









# Diagrama de costos diarios y acumulativos

---





Costos diarios y costos acumulados  
 Construccion de una radio base

Dia	Costo diario	Costo acumulado
1	500.00	500.00
2	125.00	625.00
3	125.00	750.00
4M	200.00	950.00
4T	200.00	1,150.00
5M	200.00	1,350.00
5T	746.66	2,096.66
6	1,273.09	3,369.75
7	1,273.09	4,642.84
8	2,546.18	7,189.02
9	848.73	8,037.75
10	1,697.46	9,735.21
11M	1,697.46	11,432.67
11T	3,394.92	14,827.59
12	2,546.19	17,373.78
13	140.00	17,513.78
14	140.00	17,653.78
15	700.00	18,353.78
16	420.00	18,773.78
17M	2,800.78	21,574.56
17T	891.18	22,465.74
18M	891.18	23,356.92
18T	721.42	24,078.34
19M	721.42	24,799.76
19T	84.88	24,884.64
20M	178.24	25,062.88
20T	178.24	25,241.12
21M	50.93	25,292.05
21T	50.93	25,342.97
22M	50.93	25,393.90
22T	190.97	25,584.87
23M	190.97	25,775.85
23T	63.66	25,839.50
24M	63.66	25,903.16
24T	327.76	26,230.92
25M	522.84	26,753.76
25T	522.84	27,276.60
26M	522.83	27,799.43
26T	195.07	27,994.50
27M	390.14	28,384.64

Dia	Costo diario	Costo acumulado
27T	173.60	28,558.24
28M	412.07	28,970.31
28T	653.03	29,623.34
29M	325.27	29,948.61
29T	281.87	30,230.48
30M	151.82	30,382.30
30T	151.82	30,534.13
31M	151.82	30,685.95
31T	195.22	30,881.17
32M	151.82	31,033.00
32T	108.42	31,141.42
33M	433.54	31,574.96
33T	43.40	31,618.36
34M	43.40	31,661.76
34T	78.13	31,739.89
35M	78.13	31,818.03
35T	78.13	31,896.16
36M	127.33	32,023.49
36T	28.93	32,052.43
37M	28.93	32,081.36
37T	43.40	32,124.76
38M	43.40	32,168.16
38T	43.40	32,211.56
39M	43.40	32,254.96
39T	316.88	32,571.84
40M	316.88	32,888.71
40T	316.88	33,205.59
41M	316.88	33,522.46
41T	373.82	33,896.28
42M	373.82	34,270.10
42T	373.82	34,643.93
43M	519.38	35,163.30
43T	997.50	36,160.80
44M	997.50	37,158.30
44T	498.75	37,657.05
45M	498.75	38,155.80
45T	498.75	38,654.55
46M	498.75	39,153.30
46T	997.50	40,150.80
47M	997.50	41,148.30

### Diagrama de costos diarios Construcción de una radio base

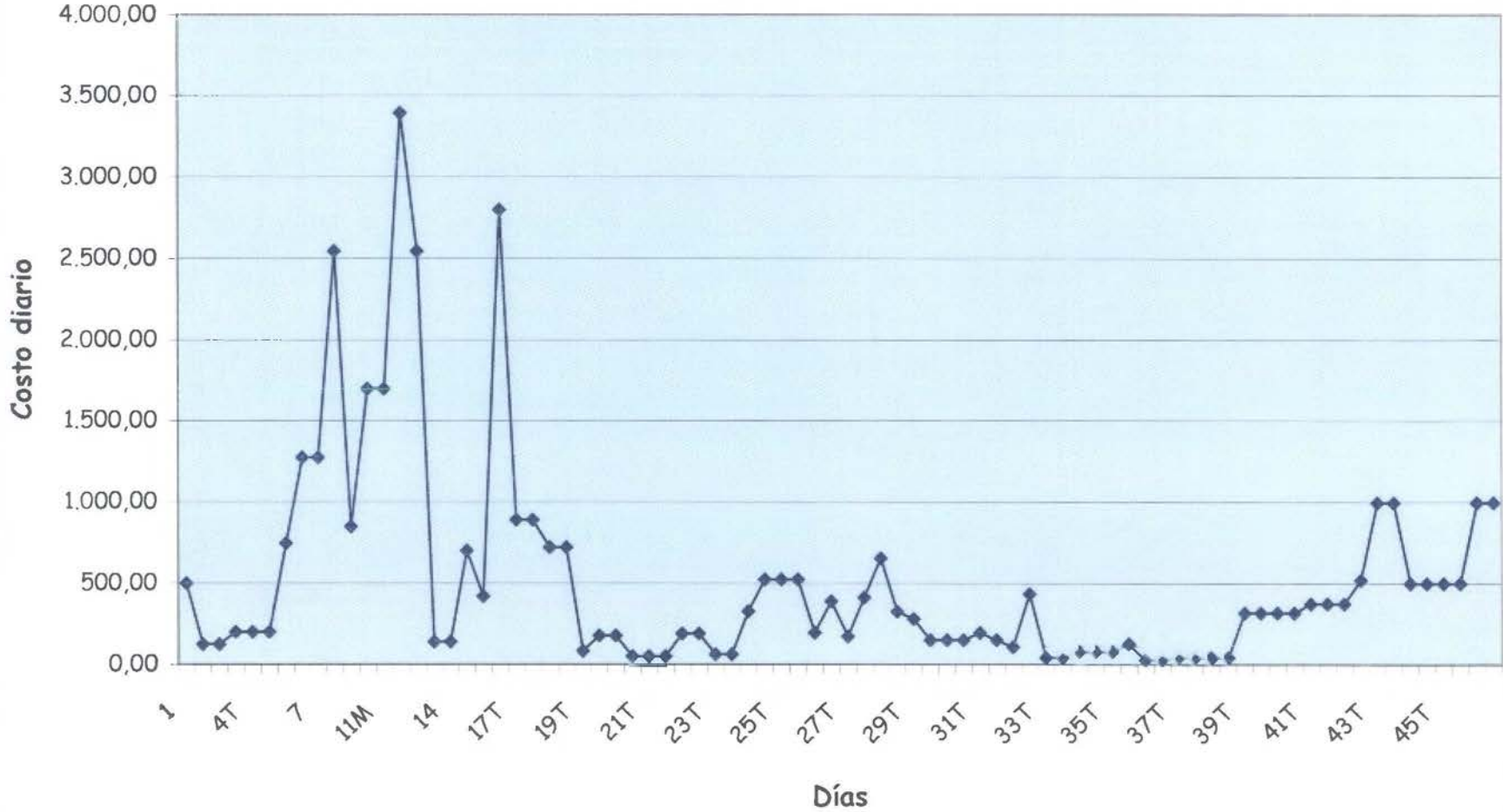
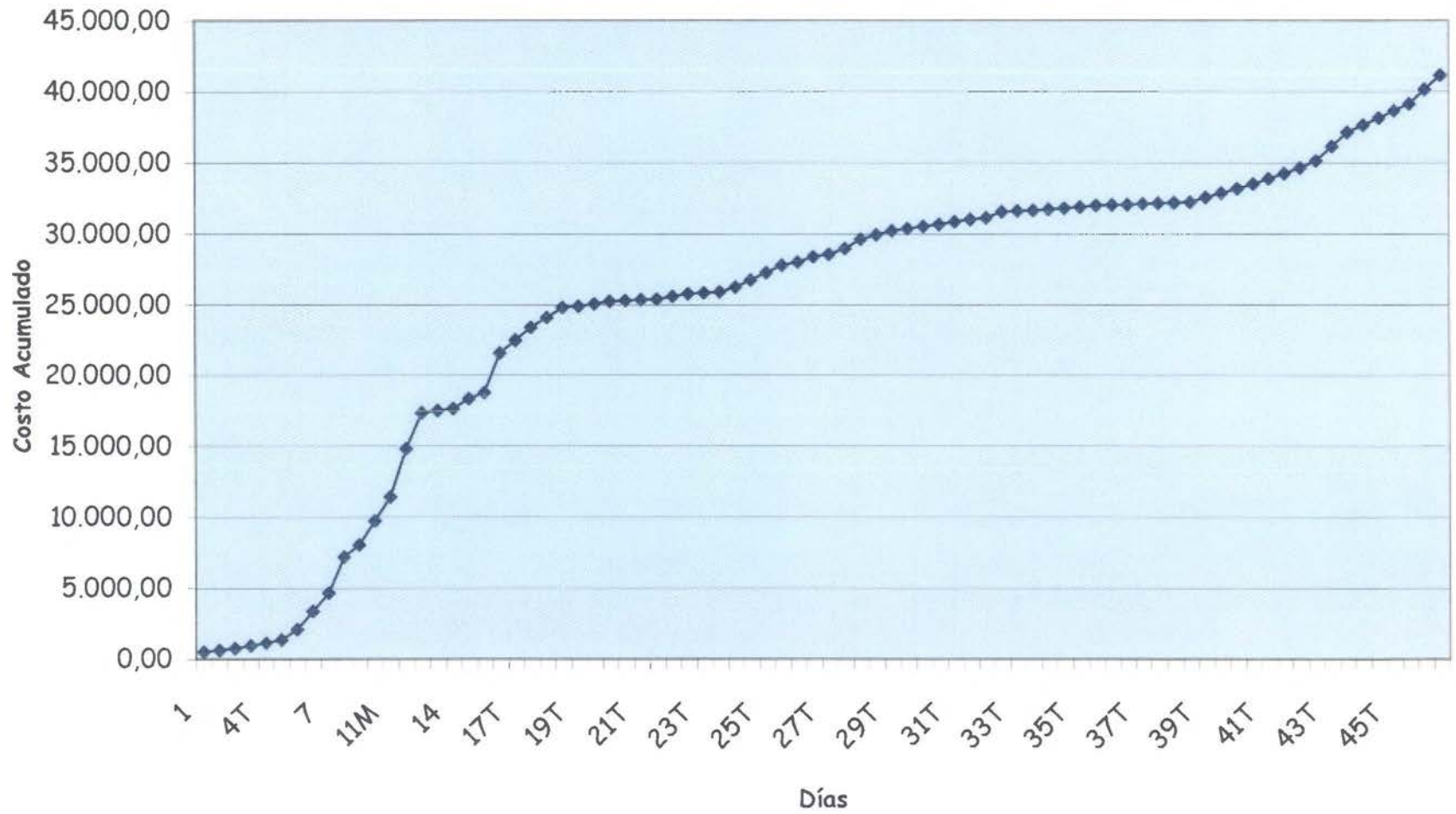


Diagrama de costos acumulados  
Construcción de una radio base





# Anexo 3

---

**Formatos para realizar  
facturaciones durante la  
construcción de una radio  
base**

# Formato de estimación de obra realizada

---



# Estimación 1





Formato de estimación de obras realizadas  
 Construcción de una Radio Base

Empresa Contratista:  
 Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
 Código sitio: ALA 0054  
 Nombre del Sit: Florencia

Fecha:  
 No. estimación: 1

Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (orden de compra)	Importe Proyectado \$ (orden de compra)	Volumen Realizada	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
1	<b>Preliminares</b>											
1.1	Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2	100	200.00	200.00	239.80	239.50	39.80	39.50			
1.2	Descapote y desmonte	m2	100	200.00	200.00	239.80	239.50	39.80	39.50			
	<b>Adicionales</b>											
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				400.00		479.00		79.00			
2	<b>Movimiento de tierras</b>											
2.1	Despeje, espesor : 30 cm (nivelación retiro capa vegetal)	m3	10.00	40.00	400.00	119.88	1,198.80	79.88	798.80			
2.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	16.00	40.00	640.00	119.88	1,917.60	79.88	1,277.60			
2.3	Lastre compactado 90% proctor para nivelar predio	m3	19.00	40.00	760.00	-	-	(40.00)	(760.00)			
	<b>Adicionales</b>											
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				1,800.00		3,116.10		1,816.10			
3	<b>Cimentación Torre 50 mts</b>											
3.1	Excavación a máquina en cualquier material	m3	4.80	132.00	634.00	76.08	342.23	(86.96)	(291.78)			
3.2	Suministro e instalación de acero de refuerzo	Kg	1.26	4,250.00	5,350.00	3,720.66	4,688.03	(529.34)	(666.97)			
	Descuento por suministro de acero							(3,386.80)				
3.3	Suministro y colocación de concreto 140 Kg/cm2 para sustitución	m3	70.00	2.80	196.00	4.23	296.10	1.43	100.10			
3.4	Instalac de escantillón para colocación de pernos de anclaje	Krt	160.00	1.00	160.00	1.00	160.00	-	-			
3.5	Suministro y colocación de Concreto 210 Kg/cm2 para Cimentación	m3	178.00	38.78	6,781.28	24.98	4,366.28	(13.80)	(2,418.00)			
3.6	Relleno compactado al 90% proctor, para estructuras	m3	13.80	83.00	1,160.80	-	-	(83.00)	(1,120.80)			
3.7	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	49.00	490.00	76.08	760.80	27.08	270.80			
	<b>Adicionales</b>											
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				14,696.78		7,227.31		(4,083.54)			
4	<b>Montaje Torre 50 mts</b>											
4.1	Montaje de estructura principal torre de 80 mts	kg	0.48	12,800.00	5,625.00	-	-	(12,800.00)	(5,625.00)			
4.2	Montaje de Plataformas de mantenimiento	kg	0.48	900.00	408.00	-	-	(900.00)	(408.00)			
4.3	Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	kg	0.48	300.00	138.00	-	-	(300.00)	(138.00)			
4.4	Montaje de soporte brazo bandera para antenas RF ( 3 )	kg	0.48	300.00	138.00	-	-	(300.00)	(138.00)			
4.5	Montaje de escalera de acc hombre y accesorios de seguridad	kg	0.48	700.00	318.00	-	-	(700.00)	(318.00)			
4.6	Montaje de escalera portacables	kg	0.48	400.00	180.00	-	-	(400.00)	(180.00)			
4.7	Pintura gal de la estruct (primer, anaranjado y blanco)	global	2,974.00	1.00	2,974.00	-	-	(1.00)	(2,974.00)			
4.8	Colocación de luces de obstrucción sencillas y dobles	global	288.00	1.00	288.00	-	-	(1.00)	(288.00)			
4.9	Colocas de Pararray incluye bajada y Fijac de cable 2/0 AWG	global	310.00	1.00	310.00	-	-	(1.00)	(310.00)			
4.10	Conoz 210Kg/cm2 (p/ anclaje de escalera de acc) Incaconfrad	m3	100.00	1.00	100.00	-	-	(1.00)	(100.00)			
4.11	Suministro y colocación de cemento retroactivo	global	138.00	1.00	138.00	-	-	(1.00)	(138.00)			
	<b>Adicionales</b>											
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				10,599.00		-		(10,599.00)			

Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (unidades de compra)	Importe Proyectado \$ (unidades de compra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
<b>5 Sistema de Aterrizamiento</b>												
5.1	Instalación de varillas cooperweld 5/8"x10'	pza	9.00	8.00	72.00	-	-	(8.00)	(72.00)			
5.2	Instalación de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavación y relleno	ml	3.60	120.00	432.00	-	-	(120.00)	(432.00)			
5.3	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	12.00	72.00	-	-	(12.00)	(72.00)			
5.4	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	4.00	24.00	-	-	(4.00)	(24.00)			
5.5	Registro de pruebas, de 40 x 65 x 65 cm a base de concreto	pza	150.00	1.00	150.00	-	-	(1.00)	(150.00)			
5.6	Barro estafano de tierra inc. materiales de fijación	pza	150.00	2.00	300.00	-	-	(2.00)	(300.00)			
5.7	Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohms)	global	1.00	80.00	80.00	-	-	(80.00)	(80.00)			
<b>Adicionales</b>												
5.4.1	Carga soldadura Cadwell 90	pza										
5.4.2	Carga soldadura Cadwell 115	pza										
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,100.00</b>				<b>(1,100.00)</b>			
<b>6 Instalación Eléctrica</b>												
6.1	Construcción de Nicho eléctrico donde se alojara la base de medic	global	280.00	1.00	280.00	-	-	(1.00)	(280.00)			
6.2	Construcción de registros eléctricos de 60 x 40 x 60	pza	160.00	2.00	320.00	-	-	(2.00)	(320.00)			
6.3	Canalización e Instalación de tuberías PVC diferentes diámetros	ml	1.50	30.00	45.00	-	-	(30.00)	(45.00)			
6.4	Instalación y fijación de tuberías galvanizadas diferentes diámetros	ml	1.80	8.00	14.40	-	-	(8.00)	(14.40)			
6.5	Suministro e Instalación de Base de Medición	global	490.00	1.00	490.00	-	-	(1.00)	(490.00)			
6.6	Tableros eléctricos	global	160.00	1.00	160.00	-	-	(1.00)	(160.00)			
6.7	Instalación, armar, prueba de tablero control p/ luces de obstrucción	global	30.00	1.00	30.00	-	-	(1.00)	(30.00)			
6.8	Cableado eléctrico de Tablero de distribución a Equipos BTS	ml	10.00	80.00	800.00	-	-	(80.00)	(800.00)			
6.9	Instalación de portacable de aluminio para cableados coaxiales	ml	12.00	15.00	180.00	-	-	(15.00)	(180.00)			
6.10	Alumbrado exterior	global	350.00	1.00	350.00	-	-	(1.00)	(350.00)			
<b>Adicionales</b>												
6.3.1	Canalización e Instalación de tuberías PVC e Instalación existente	ml										
6.8.1	Cableado eléctrico e instalaciones existentes	ml										
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>2,369.80</b>				<b>(2,369.80)</b>			
<b>7 Cerca y Portón con Malla Ciclón</b>												
7.1	Valor unitario de malla tipo ciclón #30 trans 5x5cm	ml	25.00	52.00	1,300.00	-	-	(52.00)	(1,300.00)			
7.2	Portón malla ciclón. Acceso Vehicular	m2	30.00	12.50	375.00	-	-	(12.50)	(375.00)			
7.3	Portón malla ciclón. Acceso peatonal	ml	30.00	2.00	60.00	-	-	(2.00)	(60.00)			
7.4	Alambre neyaja de diámetro 40 cm. Paso @ 20 cm.	ml	15.00	6.00	90.00	-	-	(6.00)	(90.00)			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,825.00</b>				<b>(1,825.00)</b>			
<b>8 Pisos y Bases para Equipos</b>												
8.1	Despelmado, espesor = 30 cm. (retiro de material orgánico)	m3	6.00	7.20	43.20	-	-	(7.20)	(43.20)			
8.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	7.20	72.00	-	-	(7.20)	(72.00)			
8.3	Lastrado compactado 90% proctor para nivelar predio	m3	19.00	7.20	136.80	-	-	(7.20)	(136.80)			
8.4	Suministro y colocación de concreto 100 Kg/cm2	m3	70.00	0.80	56.00	-	-	(0.80)	(56.00)			
8.5	Piso de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	m2	30.00	24.00	720.00	-	-	(24.00)	(720.00)			
8.6	Vigas de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	ml	30.00	10.00	300.00	-	-	(10.00)	(300.00)			
8.7	Lastrado con grava espesor 0.10 cm libre fines resto predio	m2	2.00	180.00	360.00	-	-	(180.00)	(360.00)			
8.8	Concreto 210 Kg/cm2 para forjar huellas acceso vehículos	m2	29.00	8.20	237.80	-	-	(8.20)	(237.80)			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,925.80</b>				<b>(1,925.80)</b>			



Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Projectado (unidad de compra)	Importe Projectado \$ (unidad de compra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
<b>9 Construcción de Baño</b>												
9.1	Tramite y conexión a red de la cudad	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.2	Tramite y Conexión a red de alcantarillado de la edad	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.3	Caja y medidor de agua	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.4	Sumin e ineto tub red hidraul de pvc incluye access y conex	ml	6.00	30.00	180.00	-	-	(30.00)	(180.00)	-	-	-
9.5	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza	15.00	1.00	15.00	-	-	(1.00)	(15.00)	-	-	-
9.6	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (lavamanos)	pza	115.00	1.00	115.00	-	-	(1.00)	(115.00)	-	-	-
9.7	Caja de registro sanitario (0.60x0.6x0.90m)	pza	150.00	2.00	300.00	-	-	(2.00)	(300.00)	-	-	-
9.8	Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	ml	13.00	8.00	104.00	-	-	(8.00)	(104.00)	-	-	-
9.9	Suministro e instalación salida sanitaria 4" (WC)	est	65.00	1.00	65.00	-	-	(1.00)	(65.00)	-	-	-
9.10	Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (lavamanos)	est	25.00	1.00	25.00	-	-	(1.00)	(25.00)	-	-	-
9.11	Suminist e instalación salida cespol de piso del baño 2 1/2"	est	17.00	1.00	17.00	-	-	(1.00)	(17.00)	-	-	-
9.12	Tanque séptico	global	1,000.00	1.00	1,000.00	-	-	(1.00)	(1,000.00)	-	-	-
9.13	Instalación eléctrica para arbotante, contacto y apogador	global	288.00	1.00	288.00	-	-	(1.00)	(288.00)	-	-	-
9.14	Baustidor Muebles para cubierto de Tachumbra	m2	41.00	4.00	164.00	-	-	(4.00)	(164.00)	-	-	-
9.15	Marco y puerta metálica a base de laminó tablara	pza	198.00	1.00	198.00	-	-	(1.00)	(198.00)	-	-	-
9.16	Marco de ventana metálico	pza	31.00	1.00	31.00	-	-	(1.00)	(31.00)	-	-	-
9.17	Cubierta H6 Calibre No. 26	m2	9.00	5.00	45.00	-	-	(5.00)	(45.00)	-	-	-
9.18	Valor unitario para la construcción de muros de block	m2	18.00	6.00	108.00	-	-	(6.00)	(108.00)	-	-	-
9.19	Piso de concreto F'c = 210 kg/cm2, acabado floreada fino	m2	23.00	4.00	92.00	-	-	(4.00)	(92.00)	-	-	-
9.20	Repellado quemado interior cemento arena calidra 1:4:2	m2	6.00	6.00	36.00	-	-	(6.00)	(36.00)	-	-	-
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					2,764.00							

Totales 97,500.35 10,822.41 (20,908.14) -

Total Obra Catalogo Realizada : 10,822.41

Total de Trabajos Adicionales : -

Gran Total del Sitio : 10,822.41

Estimación No. 1 100% % de Gran total del sitio autorizado para pago 10,822.41  
 Estimación No. 2  
 Estimación No. 3

Construtora XXXX  
 Representante

Inspección  
 Nombre

Coordinador de Construcción  
 Nombre

Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación : 1

Concepto	unidad	largo	ancha	alto	cantidad	Volumen ó Área	peso	no. pzas	Observaciones
<b>1 Preliminares</b>									
1.1 Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2	22.99	10.00			229.90			La figura del lote se conforma de un rectángulo de 10*22,99 + un triángulo con base de 1,92 y con un altura de 10 m. Igual al ítem 1,1
		10.00	1,92/2			9.60			
						<b>Total limpieza</b>	<b>239.50</b>		
1.2 Descapote y desmonte	m2								
<b>2 Movimiento de tierras</b>									
2.1 Despalme, espesor = 30 cm. (nivelación retiro capa vegetal)	m3	22.99	10.00	0.30		68.97			Corte general de 0,30 m de espesor. Corte para nivelar con gradiente de 2% en el sentido corto.
		10.00	1,92/2	0.30		2.88			
						<b>71.85</b>			
		10.00	8.00	0.60		48.00			
						<b>Total despalme</b>	<b>119.85</b>		
2.2 Retiro de material producto de la limpieza	m3					119.85			Igual al ítem 2,1
2.3 Lastre compactado 90% proctor para nivelar predio	m3								
<b>3 Cimentación Torre 50 mts</b>									
3.1 Excavación a máquina en cualquier material	m3	6.50	6.50	2.10		88.73			Se descuentan 0,30 m que se habían eliminado en el despalme.
		6.50	6.50	-0.30		-12.68			
						<b>Total excavación</b>	<b>76.05</b>		
3.2 Suministro e instalación de acero de refuerzo	Kg						3,720.66		Kg según lo suministrado.
3.3 Suministro y colocación de concreto 140 Kg/cm2 para sustitución	m3	6.50	6.50	0.10		4.23			
3.4 Instalac de escantillón para colocación de pernos de anclaje	Kit				1.00			1.00	
3.5 Suministra y colocación de Concreto 210 Kg/cm2, para Cimentación	m3	6.50	6.50	0.50		21.13			Valumen de la placa.
		0.75	0.75	1.70	4.00	3.83			Valumen de los pedestales.
						<b>Total concreto 210 kg/cm2</b>	<b>24.96</b>		
3.6 Relleno compactado al 95% proctor, para estructuras	m3								
3.7 Retiro de material producto de la limpieza	m3					76.05			Igual al ítem 3,1

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

1

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA

Actividades preliminares. Movimiento de tierras. Excavación de la cimentación.



ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR



### Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 1

#### DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA

Retiro de material. Colocación de armadura. Colocación Pernos de anclaje. Colocación de formaleta.



ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

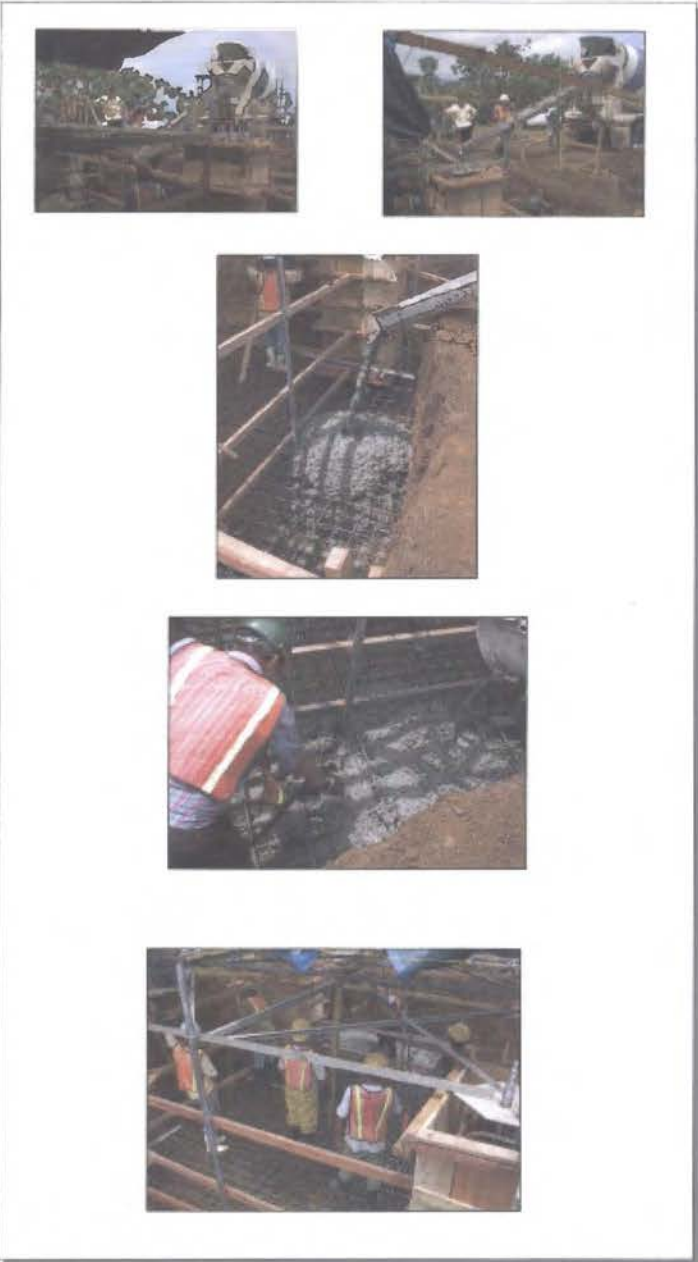
Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 1

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA  
Colado de la cimentación



ELABORO  
CONSTRUCTORA

REVISO  
INSPECTOR

# Estimación 2



Formato de estimación de obras realizadas  
 Construcción de una Radio Base

Empresa Contratista:  
 Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
 Código sitio: ALA 0054  
 Nombre del Sit: Florencia

Fecha:  
 No. estimación: 2

Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional	
				Volumen Proyectado (orden de empresa)	Importe Proyectado \$ (orden de empresa)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>										
1.1	Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2	100	200.00	200.00	239.50	239.50	39.50	39.50		
1.2	Descape y desmonte	m2	100	200.00	200.00	239.50	239.50	39.50	39.50		
	<b>Adicionales</b>										
1											
2											
3											
	<b>Subtotal</b>				400.00		479.00		79.00		
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>										
2.1	Despalme, espesor = 30 cm. (nivelación retiro capa vegetal)	m3	10.00	40.00	400.00	119.85	1,198.50	79.85	798.50		
2.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	16.00	40.00	640.00	119.85	1,917.60	79.85	1,277.60		
2.3	Lastras compactadas 90% proctor para nivelar predio	m3	19.00	40.00	760.00	20.00	380.00	(20.00)	(380.00)		
	<b>Adicionales</b>										
1											
2											
3											
	<b>Subtotal</b>				1,800.00		3,496.10		1,696.10		
<b>3</b>	<b>Cimentación Torre 50 mts</b>										
3.1	Excavación o raspa en cualquier material	m3	4.50	132.00	594.00	76.06	342.23	(86.95)	(251.78)		
3.2	Suministro e instalación de acero de refuerzo	Kg	1.26	4,250.00	5,355.00	3,720.66	4,686.03	(529.34)	(666.97)		
	Descuento por suministro de acero							(3,386.80)			
3.3	Suministro y colocación de concreto 140 Kg/cm2 para sustitución	m3	70.00	2.80	196.00	4.23	296.10	1.43	100.10		
3.4	Instalac de escamfilón para colocación de pernos de anclaje	KF	160.00	1.00	160.00	1.00	160.00	-	-		
3.5	Suministro y colocación de Concreto 210 Kg/cm2 para Cimentación	m3	175.00	38.75	6,791.25	24.95	4,366.25	(13.80)	(2,418.00)		
3.6	Balleno compactado al 95% proctor, para estructuras	m3	13.50	83.00	1,115.50	52.00	702.00	(31.00)	(418.50)		
3.7	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	49.00	490.00	76.06	760.50	27.06	270.50		
	<b>Adicionales</b>										
1											
2											
3											
	<b>Subtotal</b>				14,696.75		7,929.31		(3,381.64)		
<b>4</b>	<b>Montaje Torre 50 mts</b>										
4.1	Montaje de estructura principal torre de 50 mts	kg	0.45	12,500.00	5,625.00	12,500.00	5,625.00	-	-		
4.2	Montaje de Plataformas de mantenimiento	kg	0.45	900.00	405.00	900.00	405.00	-	-		
4.3	Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	kg	0.45	300.00	135.00	300.00	135.00	-	-		
4.4	Montaje de soporte brazo bandera para antenas RF ( 3 )	kg	0.45	300.00	135.00	300.00	135.00	-	-		
4.5	Montaje de escalera de acc hombre y accesorios de seguridad	kg	0.45	700.00	315.00	700.00	315.00	-	-		
4.6	Montaje de escalera portables	kg	0.45	400.00	180.00	400.00	180.00	-	-		
4.7	Pintura gal. de la estruct (primer, anaranjado y blanco)	global	2,974.00	1.00	2,974.00	1.00	2,974.00	-	-		
4.8	Colocación de luces de obstrucción sencillas y dobles	global	285.00	1.00	285.00	1.00	285.00	-	-		
4.9	Colocac de Perceps incluye bajada y fijac de cable 2/0 AWG	global	310.00	1.00	310.00	1.00	310.00	-	-		
4.10	Cable 210Kg/cm2 (p/ anclaje de escalera de acc) inc. anclaje	m3	100.00	1.00	100.00	0.15	15.00	(0.85)	(85.00)		
4.11	Suministro y colocación de cemento retroactivo	global	135.00	1.00	135.00	1.00	135.00	-	-		
	<b>Adicionales</b>										
1											
2											
3											
	<b>Subtotal</b>				10,899.00		10,514.00		(85.00)		



Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (unidades de compra)	Importe Proyectado \$ (unidades de compra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
<b>5 Sistema de Aterrizamiento</b>												
5.1	Instalación de varillas cooperweld 5/8"x 10'	pza	9.00	8.00	72.00			(8.00)	(72.00)			
5.2	Instalación de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavación y relleno	mi	3.60	120.00	432.00			(120.00)	(432.00)			
5.3	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	12.00	72.00			(12.00)	(72.00)			
5.4	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	4.00	24.00			(4.00)	(24.00)			
5.5	Registro de pruebas, de 40 x 60 x 65 cm a base de concreto	pza	180.00	1.00	180.00	1.00	180.00	-	-			
5.6	Barra sistema de tierra inc. materiales de fijación	pza	180.00	2.00	360.00			(2.00)	(360.00)			
5.7	Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohms)	global	1.00	60.00	60.00			(60.00)	(60.00)			
<b>Adicionales</b>												
5.4.1	Carga soldadura Cadwell 90	pza										
5.4.2	Carga soldadura Cadwell 115	pza										
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,100.00</b>		<b>150.00</b>		<b>(950.00)</b>			
<b>6 Instalación Eléctrica</b>												
6.1	Construcción de Nicho eléctrico donde se aloje la base de medic	global	280.00	1.00	280.00	1.00	280.00	-	-			
6.2	Construcción de registros eléctricos de 60 x 40 x 60	pza	160.00	2.00	320.00	2.00	320.00	-	-			
6.3	Canalización e instalación de tuberías PVC diferentes diámet	mi	1.50	30.00	45.00			(30.00)	(45.00)			
6.4	Instalación y fijación de tuberías galvanizadas diferentes diámet	mi	1.85	8.00	14.80			(8.00)	(14.80)			
6.5	Suministro e instalación de Base de Medición	global	490.00	1.00	490.00	1.00	490.00	-	-			
6.6	Tableros eléctricos	global	160.00	1.00	160.00	1.00	160.00	-	-			
6.7	Instalación, armadura, prueba de tablero control p/ luces de obstruc	global	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	-	-			
6.8	Cableado eléctrico de Tablero de distribución a Equipos BTS	mi	10.00	90.00	900.00			(90.00)	(900.00)			
6.9	Instalación de portacables de aluminio para cables de coaxiales	mi	12.00	15.00	180.00			(15.00)	(180.00)			
6.10	Alumbrado exterior	global	350.00	1.00	350.00	1.00	350.00	-	-			
<b>Adicionales</b>												
6.3.1	Canalización e instalación de tuberías PVC a instalaciones	mi										
6.8.1	Cableado eléctrico a instalaciones existentes	mi										
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>2,369.00</b>		<b>1,630.00</b>		<b>(739.00)</b>			
<b>7 Cerco y Portón con Malla Cíclica</b>												
7.1	Valor unitario de malla tipo cíclica #10 trama Bufores	mi	28.00	52.00	1,300.00	20.00	500.00	(32.00)	(800.00)			
7.2	Portón malla cíclica Acceso Vehicular	m2	30.00	12.50	375.00	10.00	300.00	(2.50)	(75.00)			
7.3	Portón malla cíclica Acceso peatonal	mi	30.00	2.00	60.00	3.00	90.00	1.00	30.00			
7.4	Alambre nevaja de diámetro 45 cm. Paso @ 20 cm.	mi	15.00	6.00	90.00	40.00	600.00	34.00	510.00			
<b>Adicionales</b>												
1	Tapio de bloques	global								1.00	5,874.39	5,874.39
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,825.00</b>		<b>1,490.00</b>		<b>(335.00)</b>			<b>5,874.39</b>
<b>8 Pisos y Bases para Equipos</b>												
8.1	Despalme, espesor = 30 cm. (retiro de material orgánico)	m3	6.00	7.20	43.20			(7.20)	(43.20)			
8.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	7.20	72.00			(7.20)	(72.00)			
8.3	Ladrillo compactado 90% proctor para nivelar gradiente	m3	19.00	7.20	136.80			(7.20)	(136.80)			
8.4	Suministro y colocación de concreto 100 Kg/cm2	m3	70.00	0.90	63.00	0.90	63.00	(0.30)	(21.00)			
8.5	Piso de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	m2	30.00	24.00	720.00	9.96	298.80	(14.04)	(421.20)			
8.6	Vigas de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	mi	30.00	30.00	900.00	4.80	144.00	(5.20)	(156.00)			
8.7	Ladrillo con grava espesor = 0.10 cm fibra fina resto gradiente	m2	2.00	180.00	360.00	100.00	400.00	20.00	40.00			
8.8	Concreto 210 Kg/cm2 para formar huecos acceso vehicular	m2	29.00	8.20	237.80	8.96	259.84	0.76	22.04			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					<b>1,925.00</b>		<b>1,137.64</b>		<b>(788.16)</b>			



Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional	
				Volumen Projectado (valor de compra)	Importe Projectado \$ (valor de compra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional
9	Construcción de Baño										
9.1	Tramite y conexión a red de la ciudad	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.2	Tramite y Conexión a red de alcantarillado de la ciudad	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.3	Caja y medidor de agua	global	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.4	Sumin e insto tub red hidraul de pvc incluye acceso y conex	ml	6.00	30.00	180.00	-	-	(30.00)	(180.00)	-	-
9.5	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	-	-	-	-
9.6	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (lavamanos)	pza	115.00	1.00	115.00	1.00	115.00	-	-	-	-
9.7	Caja de registro sanitario (0.60x0.6x0.90m)	pza	150.00	2.00	300.00	1.00	150.00	(1.00)	(150.00)	-	-
9.8	Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	ml	13.00	8.00	104.00	-	-	(8.00)	(104.00)	-	-
9.9	Suministro e instalación salida sanitaria 4" (WC)	sal	65.00	1.00	65.00	1.00	65.00	-	-	-	-
9.10	Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (lavamanos)	sal	26.00	1.00	26.00	1.00	26.00	-	-	-	-
9.11	Suminist e instalación salida cespol de piso del baño 2 1/2"	sal	17.00	1.00	17.00	-	-	(1.00)	(17.00)	-	-
9.12	Tanque séptico	global	1,000.00	1.00	1,000.00	1.00	1,000.00	-	-	-	-
9.13	Instalación eléctrica para arbotante, contacto y apagador	global	288.00	1.00	288.00	1.00	288.00	-	-	-	-
9.14	Baustidor Muebles para cubierta de Tachumbre	m2	41.00	4.00	164.00	-	-	(4.00)	(164.00)	-	-
9.15	Marco y puerta metálica a base de lámina tablero	pza	198.00	1.00	198.00	1.00	198.00	-	-	-	-
9.16	Marco de ventana metálica	pza	31.00	1.00	31.00	1.00	31.00	-	-	-	-
9.17	Cubierta H6 Calibre No. 26	m2	9.00	5.00	45.00	-	-	(5.00)	(45.00)	-	-
9.18	Valor unitario para la construcción de muros de block	m2	18.00	6.00	108.00	11.28	202.90	5.28	94.90	-	-
9.19	Piso de concreto F'c = 210 kg/cm2, acabado floreado fino	m2	23.00	4.00	92.00	5.60	128.80	1.60	36.80	-	-
9.20	Repellado quemado interior cemento arena calidra 1:4:2	m2	6.00	6.00	36.00	-	-	(6.00)	(36.00)	-	-
	Adicionales										
1											
2											
3											
	Subtotal				2,784.00						

Totales 37,500.35 26,826.05 (4,504.56) 5,574.39

Total Obra Catalogo Realizada : 26,826.05

Total de Trabajos Adicionales : 5,574.39

Gran Total del Sitio : 32,400.44

Estimación No. 1 100% % de Gran total del sitio autorizado para pago 10,822.41

Estimación No. 2 90% % de Gran total del sitio autorizado para pago 28,160.39

Pago de la Estimación No. 1 10,822.41

Total a pagar en la Estimación No. 2 18,337.98

Estimación No. 3

Construtora XXXX  
Representante

Inspección  
Nombre

Coordinador de Construcción  
Nombre

Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación : 2

Concepto	unidad	largo	ancho	alta	cantidad	Volumen ó Área	peso	no. pzas	Observaciones
<b>1 Preliminares</b>									
1.1 Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2	22.99	10.00			229.90			La figura del lote se conforma de un rectángulo de 10*22,99 + un triángulo con base de 1,92 y con un altura de 10 m.
		10.00	1,92/2			9.60			
		Total limpieza				239.50			
1.2 Descapote y desmonte	m2					239.50			Igual al ítem 1,1
<b>2 Movimiento de tierras</b>									
2.1 Despalme, espesor = 30 cm. (nivelación retiro capa vegetal)	m3	22.99	10.00	0.30		68.97			Corte general de 0,30 m de espesor. Corte para nivelar con gradiente de 2% en el sentido corto.
		10.00	1,92/2	0.30		2.88			
						71.85			
		10.00	8.00	0.60		48.00			
		Total despalme				119.85			
2.2 Retiro de material producto de la limpieza	m3					119.85			Igual al ítem 2,1
2.3 Lastre compactado 90% proctor para nivelar predio	m3	20.00	10.00	0.10		20.00			
<b>3 Cimentación Torre 50 mts</b>									
3.1 Excavación a máquina en cualquier material	m3	6.50	6.50	2.10		88.73			Se descuentan 0,30 m que se habían eliminado en el despalme.
		6.50	6.50	-0.30		-12.68			
		Total excavación				76.05			Kg según suministrado.
3.2 Suministro e instalación de acero de refuerzo	Kg						3,720.66		
3.3 Suministro y colocación de concreto 140 Kg/cm2 para sustitución	m3	6.50	6.50	0.10		4.23			
3.4 Instalac. de escantillón para colocación de pernos de anclaje	Kit				1.00			1.00	
3.5 Suministro y colocación de Concreto 210 Kg/cm2, para Cimentación	m3	6.50	6.50	0.50		21.13			Volumen de la placa.
		0.75	0.75	1.70	4.00	3.83			Volumen de los pedestales.
		Total concreto 210 kg/cm2				24.95			
3.6 Relleno compactado al 95% proctor, para estructuras	m3	6.50	6.50	1.30		54.93			Se descuenta el volumen de los pedestales.
		0.75	0.75	-1.30	4.00	-2.93			
		Total relleno				52.00			
3.7 Retiro de material producto de la limpieza	m3					76.05			Igual al ítem 3,1

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

## Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación : 2

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>4 Montaje Torre 50 mts</b>									
4.1 Montaje de estructura principal torre de 50 mts	kg						12,500.00		
4.2 Montaje de Plataformas de mantenimiento	kg						900.00		
4.3 Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	kg						300.00		
4.4 Montaje de soporte brazo bandera para antenas RF ( 3 )	kg						300.00		
4.5 Montaje de escalera de acc hombre y accesorios de seguridad	kg						700.00		
4.6 Montaje de escalera portacables	kg						400.00		
4.7 Pintura gral. de la estruct (primer, anaranjado y blanco)	global				1.00				
4.8 Colocación de luces de obstrucción sencillas y dobles	global				1.00				
4.9 Colocac de Pararray incluye bajada y fijac de cable 2/0 AWG	global				1.00				
4.10 Concr 210Kg/cm2 (p/ anclaje de escalera de acc) inc.encofrad	m3	0.70	0.70	0.30		0.15			
4.11 Suministro y colocación de cemento retroactivo	global				1.00				
<b>5 Sistema de Aterrizamiento</b>									
5.1 Instalación de varillas cooperweld 5/8"x 10'	pza				1.00				
5.2 Instalac de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavac y relleno	ml								
5.3 Suminis de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza								
5.4 Suminist de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza								
5.5 Registro de pruebas, de 40 x 65 x 65 cm a base de concreto	pza								
5.6 Barra sistema de tierra inc. materiales de fijación	pza								
5.7 Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohms)	global								

ELABORO

REVISO

\_\_\_\_\_  
CONSTRUCTORA

\_\_\_\_\_  
INSPECTOR



## Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación : 2

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>6 Instalación Eléctrica</b>									
6.1 Construc de Nicho electr donde se alojara la base de medic	global				1.00				
6.2 Construcción de registros eléctricos de 60 x 40 x 60	pza				2.00				
6.3 Canalización e Instalación de tuberías PVC diferentes diámet	ml								
6.4 Instalac y fijac de tuberías galvanizadas diferent diamet	ml								
6.5 Suministro e instalación de Base de Medición	global				1.00				
6.6 Tableros eléctricos	global				1.00				
6.7 Instal, arregl, prueb de tablero control p/ luces de obstruc	global				1.00				
6.8 Cableado eléctrico de Tablero de distribución a Equipos BTS	ml								
6.9 Instalac de portacable de aluminio para cableados coaxiales	ml								
6.10 Alumbrado exterior	global				1.00				
<b>7 Cerco y Portón con Malla Ciclón</b>									
7.1 Valor unitario de malla tipo ciclón #10 trama 5x5cm	ml	20.00							
7.2 Portón malla ciclón. Acceso Vehicular	m2	4.00		2.50		10.00			
7.3 Portón malla ciclón. Acceso peatonal	ml	1.20		2.50		3.00			
7.4 Alambre navaja de diam 45 cm. Paso @ 20 cm.	ml	40.00							

ELABORO

REVISO

\_\_\_\_\_  
CONSTRUCTORA

\_\_\_\_\_  
INSPECTOR

Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 2

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>8 Pisos y Bases para Equipos</b>									
8.1 Despalme, espesor = 30 cm. (retiro de material orgánico)	m3								
8.2 Retiro de material producto de la limpieza	m3								
8.3 Lastre compactado 90% proctor para nivelar predio	m3								
8.4 Suministro y colocación de concreto 100 Kg/cm2	m3	4.15	2.40	0.05		0.50			
8.5 Piso de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	m2	4.15	2.40			9.96			
8.6 Vigas de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	ml	1.60			2.00	3.20			
		0.80			2.00	1.60			
		Total longitud de vigas				4.80			
8.7 Lastre con grava espesor 0.10 cm libre finos resto predio	m2	20.00	10.00			200.00			
8.8 Concreto 210 Kg/cm2 para forjar huellas acceso vehiculos	m2	0.80	0.80		14.00	8.96			
<b>9 Construcción de Baño</b>									
9.1 Trámite y conexión a red de la cdad	global								
9.2 Trámite y Conexión a red de alcantarillado de la cdad	global								
9.3 Caja y medidor de agua	global								
9.4 Sumin e insta tub red hidraul de pvc incluye access y conex	ml								
9.5 Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza				1.00				
9.6 Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (lavamanos)	pza				1.00				
9.7 Caja de registro sanitario (0.60x0.6x0.50m)	pza				1.00				
9.8 Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	ml								
9.9 Suministro e instalación salida sanitaria 4" (WC)	sal				1.00				
9.10 Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (lavamanos)	sal				1.00				
9.11 Suminist e instalación salida cespol de piso del baño 2 1/2"	sal								
9.12 Tanque séptico	global				1.00				
9.13 Instalación eléctrica para arbotante, contacto y apagador	global				1.00				
9.14 Bastidor Monten para cubierta de Techumbre	m2								
9.15 Marco y puerta metálica a base de lámina tablero	pza				1.00				
9.16 Marco de ventana metálico	pza				1.00				
9.17 Cubierta H6 Calibre No. 26	m2								
9.18 Valor unitario para la construcción de muros de block	m2	1.50		2.50		3.75			
		2.00		2.50		5.00			
		1.00		2.50		2.50			
						11.25			
9.19 Piso de concreto F'c = 210 kg/cm2, acabado floateado fino	m2	2.50	2.24			5.60			
9.20 Repellido quemado interior cemento arena calhidra 1:4:2	m2								

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

# Formato Análisis de Costos

## TRABAJOS ADICIONALES FUERA DE CATALOGO

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 2

### ANÁLISIS DE COSTOS

DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Tapia de bloques				
1. Placa corrida de 0,20 x 0,60 m con 4 varillas #4, aros #3 @ 0,20 m Longitud = 30 m	m3	3.60	\$282.88	\$1,018.37
2. Mampostería de bloques de 15x20x40, acero de refuerzo y concreto de columnas y viga corona	m2	105.48	\$36.30	\$3,828.92
				\$4,847.29
Administración + utilidad = 15%				\$727.09
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$5,574.39</b>

ELABORO

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
CONTRATISTA

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR DE  
CONSTRUCCIÓN





Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 2

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA  
Proceso de construcción del trabajo adicional de la tapia de bloques.



ELABORO

CONSTRUCTORA



REVISO

INSPECTOR



Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0004  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 2

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA  
Relleno compactado, Montaje de la torre.



ELABORO  
CONSTRUCTORA

REVISO  
INSPECTOR

Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 2

**DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA**  
 Construcción del nicho. Construcción del Baño. Fosa del tanque séptico. Base de equipos, Arqueta, Registros.  
 Cerca perimetral de malla ciclón.



ELABORO  
CONSTRUCTORA

REVISO  
INSPECTOR

# Estimación 3





Formato de estimación de obras realizadas  
Construcción de una Radio Base

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código sitio: ALA 0054  
Nombre del Siti: Florencia

Fecha:  
No. estimación: 3

Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (volumen de empresa)	Importe Proyectado \$ (importe de empresa)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
<b>1 Preliminares</b>												
1.1	Localización, limpieza, Trazo y Replanteo	m2	100	200.00	200.00	239.50	239.50	39.50	39.50			
1.2	Descapote y desmonte	m2	100	200.00	200.00	239.50	239.50	39.50	39.50			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					400.00		479.00		79.00			
<b>2 Movimiento de tierras</b>												
2.1	Despalme, espesor ± 30 cm (nivelación retiro capa vegetal)	m3	10.00	40.00	400.00	119.88	1,198.50	79.88	798.50			
2.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	16.00	40.00	640.00	119.88	1,917.60	79.88	1,277.60			
2.3	Lutro compactado 90% proctor para nivelar predio	m3	19.00	40.00	760.00	20.00	380.00	(20.00)	(380.00)			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					1,800.00		3,496.10		1,696.10			
<b>3 Cimentación Torre 50 mts</b>												
3.1	Excavación a máquina en cualquier material	m3	4.80	132.00	594.00	76.06	342.23	(56.96)	(281.78)			
3.2	Suministro e instalación de acero de refuerzo	Kg	1.26	4,280.00	5,358.00	3,720.66	4,688.03	(829.34)	(666.97)			
							(3,385.80)					
3.3	Suministro y colocación de concreto 140 Kg/cm2 para sustitución	m3	70.00	2.80	196.00	4.23	296.10	1.43	100.10			
3.4	Instalac de sacatillón para colocación de pernos de anclaje	Kit	160.00	1.00	160.00	1.00	160.00	-	-			
3.5	Suministro y colocación de Concreto 210 Kg/cm2, para Cimentación	m3	175.00	38.75	6,781.25	24.95	4,366.25	(13.80)	(2,415.00)			
3.6	Repleno compactado al 90% proctor, para estructuras	m3	13.50	83.00	1,120.50	52.00	702.00	(31.00)	(418.50)			
3.7	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	49.00	490.00	76.06	760.50	27.06	270.50			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					14,696.75		7,929.31		(3,361.64)			
<b>4 Montaje Torre 50 mts</b>												
4.1	Montaje de estructura principal torre de 50 mts	kg	0.45	12,800.00	5,625.00	12,500.00	5,625.00	-	-			
4.2	Montaje de Plataformas de mantenimiento	kg	0.45	900.00	405.00	900.00	405.00	-	-			
4.3	Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	kg	0.45	300.00	135.00	300.00	135.00	-	-			
4.4	Montaje de soporte brazo bandera para antenas RP ( 3 )	kg	0.45	300.00	135.00	300.00	135.00	-	-			
4.5	Montaje de escalera de acc hombre y accesorios de seguridad	kg	0.45	700.00	315.00	700.00	315.00	-	-			
4.6	Montaje de escalero portacables	kg	0.45	400.00	180.00	400.00	180.00	-	-			
4.7	Pintura gal. de la estruct (primer, amarillado y blanco)	global	2,974.00	1.00	2,974.00	1.00	2,974.00	-	-			
4.8	Colocación de bases de obstrucción sencillas y dobles	global	285.00	1.00	285.00	1.00	285.00	-	-			
4.9	Colocac de Penarray incluye bajada y fijac. de cable 2/0 AWG	global	310.00	1.00	310.00	1.00	310.00	-	-			
4.10	Concr 210kg/cm2 (p/ anclaje de escalera de acc) inc.encofrud	m3	100.00	1.00	100.00	0.15	15.00	(0.85)	(85.00)			
4.11	Suministro y colocación de cemento retroactivo	global	135.00	1.00	135.00	1.00	135.00	-	-			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
<b>Subtotal</b>					10,599.00		10,514.00		(85.00)			

Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (metros de obra)	Importe Proyectado \$ (metros de obra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
<b>5 Sistema de Aterrizamiento</b>												
B.1	Instalación de varillas cooperweld 5/8"x 10'	pza	9.00	8.00	72.00	10.00	90.00	2.00	18.00			
B.2	Instalación de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavación y relleno	ml	3.60	120.00	432.00	90.00	324.00	(30.00)	(108.00)			
B.3	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	12.00	72.00	17.00	102.00	5.00	30.00			
B.4	Suministro de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza	6.00	4.00	24.00	4.00	24.00	-	-			
B.5	Registro de pruebas de 40 x 65 x 65 cm a base de concreto	pza	150.00	1.00	150.00	1.00	150.00	-	-			
B.6	Barra sistema de tierra inc. materiales de fijación	pza	150.00	2.00	300.00	5.00	750.00	3.00	450.00			
B.7	Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohms)	global	50.00	50.00	2,500.00	1.00	50.00	(49.00)	(2,450.00)			
<b>Adicionales</b>												
B.4.1	Carga soldadura Cadwell 90	pza										
B.4.2	Carga soldadura Cadwell 115	pza										
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				<b>3,560.00</b>		<b>1,490.00</b>		<b>(2,060.00)</b>			
<b>6 Instalación Eléctrica</b>												
6.1	Construcción de Nicho eléct. donde se alojara la base de medic	global	280.00	1.00	280.00	1.00	280.00	-	-			
6.2	Construcción de registros eléctricos de 60 x 40 x 60	pza	160.00	2.00	320.00	2.00	320.00	-	-			
6.3	Canalización e Instalación de tuberías PVC diferentes diámet	ml	1.50	30.00	45.00	26.00	39.00	(4.00)	(6.00)			
6.4	Instalación y fijación de tuberías galvanizadas diferentes diámet	ml	1.85	8.00	14.80	6.00	11.10	(2.00)	(3.70)			
6.5	Suministro e instalación de Base de Medición	global	490.00	1.00	490.00	1.00	490.00	-	-			
6.6	Tableros eléctricos	global	160.00	1.00	160.00	1.00	160.00	-	-			
6.7	Instal. armaz. prueba de tablero control p/ luces de obstruc	global	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	-	-			
6.8	Cableado eléctrico de Tablero de distribución a Equipos BTS	ml	30.00	50.00	500.00	46.50	465.00	(3.50)	(35.00)			
6.9	Instalación de portacables de aluminio para cableados coaxiales	ml	12.00	15.00	180.00	7.50	90.00	(8.00)	(96.00)			
6.10	Alumbrado exterior	global	350.00	1.00	350.00	1.00	350.00	-	-			
<b>Adicionales</b>												
6.3.1	Canalización e Instalación de tuberías PVC e instalac existen	ml										
6.8.1	Cableado eléctrico a instalaciones existentes	ml										
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				<b>2,369.80</b>		<b>2,229.10</b>		<b>(140.70)</b>			
<b>7 Cerca y Portón con Malla Ciclón</b>												
7.1	Valor unitario de malla tipo ciclón #10 tramo 5x5m	ml	25.00	52.00	1,300.00	20.00	500.00	(32.00)	(800.00)			
7.2	Portón malla ciclón. Acceso Vehicular	m2	30.00	12.50	375.00	10.00	300.00	(2.50)	(75.00)			
7.3	Portón malla ciclón. Acceso peatonal	ml	30.00	2.00	60.00	3.00	90.00	1.00	30.00			
7.4	Alambre navaja de diámetro 45 cm. Paso @ 20 cm.	ml	15.00	6.00	90.00	40.00	600.00	34.00	510.00			
<b>Adicionales</b>												
1	Tapia de bloques	global								1.00	5,574.39	5,574.39
2	Banque de acceso en concreto	global								1.00	510.83	510.83
3	Pavimento en sacote block.	global								1.00	750.04	750.04
4	Muro de gaviones	global								1.00	585.47	585.47
	<b>Subtotal</b>				<b>1,825.00</b>		<b>1,490.00</b>		<b>(335.00)</b>			<b>7,450.73</b>
<b>8 Pisos y Bases para Equipos</b>												
B.1	Despalme, espesor = 30 cm. (ratino de material orgánico)	m3	6.00	7.20	43.20	-	-	(7.20)	(43.20)			
B.2	Retiro de material producto de la limpieza	m3	10.00	7.20	72.00	-	-	(7.20)	(72.00)			
B.3	Lastras compactado 90% proctor para nivelar predio	m3	19.00	7.20	136.80	-	-	(7.20)	(136.80)			
B.4	Suministro y colocación de concreto 100 Kg/cm2	m3	70.00	0.80	56.00	0.90	35.00	(0.30)	(21.00)			
B.5	Piso de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	m2	30.00	24.00	720.00	9.96	298.80	(14.04)	(421.20)			
B.6	Vigas de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	ml	30.00	10.00	300.00	4.80	144.00	(6.20)	(156.00)			
B.7	Lastras con grava espesor 0.10 cm libre finos reaso predio	m2	2.00	180.00	360.00	200.00	400.00	20.00	40.00			
B.8	Concreto 210 Kg/cm2 para forjar huecos acceso vehiculos	m2	29.00	8.20	237.80	8.96	259.84	0.76	22.04			
<b>Adicionales</b>												
1												
2												
3												
	<b>Subtotal</b>				<b>1,925.80</b>		<b>1,137.64</b>		<b>(788.16)</b>			



Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$	Proyecto		Construcción Realizada		Volumen Extraordinario		Trabajo Adicional		
				Volumen Proyectado (orden de compra)	Importe Proyectado \$ (orden de compra)	Volumen Realizado	Importe Realizado \$	Volumen Extraordinario (diferencia entre volumen realizado y volumen proyectado)	Importe Extraordinario \$	Precio Unitario \$	Volumen Adicional	Importe Adicional \$
9	Construcción de Baño											
9.1	Tramite y conexión a red de la cudad	global	-		-		-		-			
9.2	Tramite y Conexión a red de alcantarillado de la cudad	global	-		-		-		-			
9.3	Caja y medidor de agua	global	-		-		-		-			
9.4	Sumin e insta tub red hidraul de pvc incluye access y conex	m	6.00	30.00	180.00	6.00	36.00	(24.00)	(144.00)			
9.5	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza	15.00	1.00	15.00	1.00	15.00	-	-			
9.6	Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (levamos)	pza	115.00	1.00	115.00	1.00	115.00	-	-			
9.7	Caja de registro sanitaria (0.60x0.8x0.50m)	pza	150.00	2.00	300.00	1.00	150.00	(1.00)	(150.00)			
9.8	Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	m	13.00	8.00	104.00	7.00	91.00	(1.00)	(13.00)			
9.9	Suministro e instalación salida sanitaria 4" (WC)	sal	65.00	1.00	65.00	1.00	65.00	-	-			
9.10	Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (levamos)	sal	26.00	1.00	26.00	1.00	26.00	-	-			
9.11	Suminist e instalación salida cespel de piso del baño 2 1/2"	sal	17.00	1.00	17.00		-	(1.00)	(17.00)			
9.12	Tanque séptico	global	1,000.00	1.00	1,000.00	1.00	1,000.00	-	-			
9.13	Instalación eléctrica para arbotante, contacto y apogador	global	288.00	1.00	288.00	1.00	288.00	-	-			
9.14	Battidor Monton para cubierta de Techumbre	m2	41.00	4.00	164.00		-	(4.00)	(164.00)			
9.15	Marco y puerta metálica a base de lámina tablero	pza	198.00	1.00	198.00	1.00	198.00	-	-			
9.16	Marco de ventana metálica	pza	31.00	1.00	31.00	1.00	31.00	-	-			
9.17	Cubierta H46 Calibre No. 26	m2	9.00	5.00	45.00	5.56	50.04	0.56	5.04			
9.18	Valor unitario para la construcción de muros de block	m2	18.00	6.00	108.00	11.28	202.50	5.28	94.50			
9.19	Piso de concreto F'c = 210 kg/cm2, acabado floreado fino	m2	23.00	4.00	92.00	5.60	128.80	1.60	36.80			
9.20	Repellado quemado interior cemento arena calidra 1:4:2	m2	6.00	6.00	36.00	9.45	56.70	3.45	20.70			
	Adicionales											
1												
2												
3												
	Subtotal				2,784.00							

Totales 39,950.35 28,765.15 (5,018.40) 7,490.73

Total Obra Catálogo Realizada : 28,765.15

Total de Trabajos Adicionales : 7,490.73

Gran Total del Sitio : 36,195.88

Estimación No. 1	100%	% de Gran total del sitio autorizado para pago	10,822.41
Estimación No. 2	90%	% de Gran total del sitio autorizado para pago	32,076.29
Pago de la Estimación No. 1			10,822.41
Total a pagar en la Estimación No. 2			18,337.98
Estimación No. 3	90%	% de Gran total del sitio autorizado para pago	32,076.29
Pago de la Estimación No. 1 y Estimación No. 2			29,160.39
Total a pagar en la Estimación No. 3			5,415.90
Saldo (10% de retención)			3,619.59

Constructora XXXX  
Representante

Inspección  
Nombre

Coordinador de Construcción  
Nombre

## Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>4 Montaje Torre 50 mts</b>									
4.1 Montaje de estructura principal torre de 50 mts	kg						12,500.00		
4.2 Montaje de Plataformas de mantenimiento	kg						900.00		
4.3 Montaje de soporte universal para MW ( 2 )	kg						300.00		
4.4 Montaje de soporte brazo bandera para antenas RF ( 3 )	kg						300.00		
4.5 Montaje de escalera de acc hombre y accesorios de seguridad	kg						700.00		
4.6 Montaje de escalera portacables	kg						400.00		
4.7 Pintura gral. de la estruct (primer, anaranjado y blanco)	global				1.00				
4.8 Colocación de luces de obstrucción sencillas y dobles	global				1.00				
4.9 Colocac de Pararray incluye bajada y fijac de cable 2/0 AWG	global				1.00				
4.10 Concr 210Kg/cm2 (p/ anclaje de escalera de acc) inc.encofrad	m3	0.70	0.70	0.30		0.15			
4.11 Suministro y colocación de cemento retroactivo	global				1.00				
<b>5 Sistema de Aterrizamiento</b>									
5.1 Instalación de varillas cooperweld 5/8"x 10'	pza				10.00				
5.2 Instalac de cable desnudo 2/0 AWG incluye: excavac y relleno	ml				90.00				
5.3 Suminis de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza				17.00				
5.4 Suminist de moldes y mano de obra para conexión exotérmica	pza				4.00				
5.5 Registro de pruebas, de 40 x 65 x 65 cm a base de concreto	pza				1.00				
5.6 Barra sistema de tierra inc. materiales de fijación	pza				5.00				
5.7 Unificación de tierras (prueba menor a 5 ohms)	global				1.00				

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

### Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>6 Instalación Eléctrica</b>									
6.1 Construc de Nicho eléctr donde se alojara la base de medic	global				1.00				
6.2 Construcción de registros eléctricos de 60 x 40 x 60	pza				2.00				
6.3 Canalización e Instalación de tuberías PVC diferentes diámet	ml				26.00				
6.4 Instalac y fijac de tuberías galvanizadas diferent diamet	ml				6.00				
6.5 Suministro e instalación de Base de Medición	global				1.00				
					1.00				
6.6 Tableros eléctricos	global				1.00				
6.7 Instal, arregl, prueb de tablero control p/ luces de obstruc	global				1.00				
6.8 Cableado eléctrico de Tablero de distribución a Equipos BTS	ml				46.50				
6.9 Instalac de portacable de aluminio para cableados coaxiales	ml				7.00				
6.10 Alumbrado exterior	global				1.00				
<b>7 Cerco y Portón con Malla Ciclón</b>									
7.1 Valor unitario de malla tipo ciclón #10 trama 5x5cm	ml	20.00							
7.2 Portón malla ciclón. Acceso Vehicular	m2	4.00		2.50		10.00			
7.3 Portón malla ciclón. Acceso peatonal	ml	1.20		2.50		3.00			
7.4 Alambre navaja de diam 45 cm. Paso @ 20 cm.	ml	40.00							

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR



Formato de números generadores

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

Concepto	unidad	largo	ancho	alto	cantidad	Volumen ó Area	peso	no. pzas	Observaciones
<b>8 Pisos y Bases para Equipos</b>									
8.1 Despalme, espesor = 30 cm. (retiro de material orgánico)	m3								
8.2 Retiro de material producto de la limpieza	m3								
8.3 Lastre compactado 90% proctor para nivelar predio	m3								
8.4 Suministro y colocación de concreto 100 Kg/cm2	m3	4.15	2.40	0.05		0.50			
8.5 Piso de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	m2	4.15	2.40			9.96			
8.6 Vigas de Concreto 210 Kg/cm2 para base de equipos	ml	1.60			2.00	3.20			
		0.80			2.00	1.60			
		Total longitud de vigas				4.80			
8.7 Lastre con grava espesor 0.10 cm libre finos resto predio	m2	20.00	10.00			200.00			
8.8 Concreto 210 Kg/cm2 para farjar huellas acceso vehículos	m2	0.80	0.80		14.00	8.96			
<b>9 Construcción de Baño</b>									
9.1 Tramite y conexión a red de la cudad	global								
9.2 Tramite y Conexión a red de alcantarillado de la cudad	global								
9.3 Caja y medidor de agua	global								
9.4 Sumin e insta tub red hidraul de pvc incluye access y conex	ml				6.00				
9.5 Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (WC)	pza				1.00				
9.6 Suministro e instalación salida hidráulica 1/2" (lavamanos)	pza				1.00				
9.7 Caja de registro sanitario (0.60x0.6x0.90m)	pza				1.00				
9.8 Suministro e instalación tubería principal sanitaria PVC 4"	ml				7.00				
9.9 Suministro e instalación salida sanitaria 4" ( WC )	sal				1.00				
9.10 Suministro e instalación salida sanitaria 2 1/2" (lavamanos)	sal				1.00				
9.11 Suminist e instalación salida cespol de piso del baño 2 1/2"	sal								
9.12 Tanque séptico	global				1.00				
9.13 Instalación eléctrica para arbotante, contacto y apagador	global				1.00				
9.14 Bastidor Monten para cubierta de Techumbre	m2								
9.15 Marco y puerta metálica a base de lámina tablero	pza				1.00				
9.16 Marco de ventana metálico	pza				1.00				
9.17 Cubierta H6 Calibre No. 26	m2	2.65	2.10			5.56			Cubierta de losa de concreto de 0,10 m de espesor reforzada con varilla #3 @ 0,15 cm en ambas direcciones.
9.18 Valor unitario para la construcción de muros de block	m2	1.90		2.50		3.75			
		2.00		2.50		5.00			
		1.00		2.50		2.50			
						11.25			
9.19 Piso de concreto F'c = 210 kg/cm2, acabado flozada fino	m2	2.50	2.24			5.60			
9.20 Repellido quemado interior cemento arena calidra 1:4:2	m2	1.90		2.10		3.15			
		2.00		2.10		4.20			
		1.00		2.10		2.10			
						9.45			

ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

## Formato Análisis de Costos

### TRABAJOS ADICIONALES FUERA DE CATALOGO

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

### ANÁLISIS DE COSTOS

DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Rampa de acceso de concreto Refuerzo de varilla #3 @25 cm en ambas direcciones, con un espesor de 10 cm. Sobre una base de lastre compactado de 0,20 m de espesor. Fc = 210 kg/cm2.	m2	22.50	\$19.74	\$444.20
Administración + utilidad = 15%				\$66.63
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$510.83</b>

ELABORO

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
CONTRATISTA

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR DE  
CONSTRUCCIÓN

# Formato Análisis de Costos

## TRABAJOS ADICIONALES FUERA DE CATALOGO

**Empresa Contratista:**  
**Representante:**

**Tipo de Sitio:** Rural  
**Código del sitio:** ALA 0054  
**Nombre del sitio:** Florencia

**Fecha:**  
**No. Estimación:** 3

### ANÁLISIS DE COSTOS

DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Pavimento en zacate block Pavimento en zacate block con relleno interno de piedra quebrada Sobre una base de lastre compactado de 0.10 m de espesor.	m2	43.60	\$15.16	\$660.90
Administración + utilidad = 15%				\$99.14
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$760.04</b>

ELABORO

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
CONTRATISTA

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR DE  
CONSTRUCCIÓN

# Formato Análisis de Costos

## TRABAJOS ADICIONALES FUERA DE CATALOGO

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

### ANÁLISIS DE COSTOS

DESCRIPCIÓN:	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Muro de gaviones Muro de gaviones con cajon de 2 x 1 x 0,50, con alambre galvanizado, Sello de concreto pobre relleno de piedra bola. Incluye excavación.	ml	19.00	\$26.79	\$509.10
Administración + utilidad = 15%				\$76.37
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$585.47</b>

ELABORO

APROBACIÓN

\_\_\_\_\_  
CONTRATISTA

\_\_\_\_\_  
COORDINADOR DE  
CONSTRUCCIÓN





Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA

Sistema de aterrizamiento. Pavimento de zacate block. Rampa de acceso en concreto.



ELABORO

REVIISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR

Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA  
Muro de gaviones. Fotos globales del sitio.



ELABORO  
CONSTRUCTORA

REVISO  
INSPECTOR



Formato de reporte fotográfico

Empresa Contratista:  
Representante:

Tipo de Sitio: Rural  
Código del sitio: ALA 0054  
Nombre del sitio: Florencia

Fecha:  
No. Estimación: 3

DESCRIPCIÓN DE LA FOTOGRAFÍA  
Fotos globales del sitio.



ELABORO

REVISO

CONSTRUCTORA

INSPECTOR



# Anexo 4

---

**Inspección de una radio base**

# Formato de inspección de una Radio base

---













# Anexo 5

---

**Productividad de una radio  
base**



# Toma de datos (excavación de la cimentación)



Toma de datos. Día 1

Fecha: 10-Sep-05  
 Hora de inicio: 7:00 AM  
 Hora de fin: 4:50 AM  
 Observador: Ing. Magdell Burke  
 Equipo: Back hoe

Operación: Excavación de la cimentación  
 Unidad de tiempo: minutos, segundos  
 Unidad de producción: excavación de 1 m3  
 Total de material a excavar: 84.00 m3

Estudio de tiempos y movimiento

Ciclo Excavación de 1 m3

1	8.25
2	17.51
3	27.26
4	37.58
5	47.17
6	55.47
7	63.06
8	70.31
9	78.51
10	88.10
11	96.35
12	104.49
13	112.50
14	136.05
15	144.43
16	153.47
17	164.03
18	173.29
19	181.49
20	189.01
21	197.28
22	205.30
23	213.43
24	222.02
25	230.28
26	238.42
27	246.54
28	254.59
29	262.17
30	270.43
31	278.56
32	286.60
33	295.02
34	303.57
35	314.11
36	323.34
37	337.39
38	346.42
39	383.42
40	392.58
41	400.17
42	408.30
43	416.59
44	425.59
45	434.15
46	442.20
47	450.55
48	459.10
49	467.36
50	475.51
51	483.58
52	507.16
53	517.42
54	527.01
55	536.36
56	545.45
57	554.02
58	562.24
59	570.59
60	580.02
61	590.27

Modelo de demora y productividad (MPDM)

Tipo de demora

Ciclo	Duración	Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración	Comentarios
1	8.25						
2	9.26						
3	9.75						
4	10.32						
5	9.59						
6	8.30						
7	7.59						
8	7.25						
9	8.20						
10	9.59						
11	8.25						
12	8.14						
13	8.01						
14	23.55					x	Hora de café
15	8.38						
16	9.04						
17	10.56						
18	9.26						
19	8.20						
20	7.52						
21	8.27						
22	8.02						
23	8.13						
24	8.59						
25	8.26						
26	8.14						
27	8.12						
28	8.05						
29	7.58						
30	8.26						
31	8.13						
32	8.04						
33	8.42						
34	8.55						
35	10.54						
36	9.23						
37	14.05						
38	9.03						
39	37.00					x	Hora de almuerzo
40	9.16						
41	7.59						
42	8.13						
43	8.29						
44	9.00						
45	8.56						
46	8.05						
47	8.35						
48	8.55						
49	8.26						
50	8.15						
51	8.07						
52	23.58					x	Hora de café
53	10.26						
54	9.59						
55	9.35						
56	9.09						
57	8.57						
58	8.22						
59	8.35						
60	9.43						
61	10.25						

Resumen de esta toma de datos

Valor promedio del ciclo: 8.72655 min, seg sin demoras

Ocurrencia de Demoras

Tipo	Cantidad
Ambiental	0
Equipo	0
M de O	0
Materiales	0
Administración	3

Notas Importantes:

\*\* Volumen de la cuchara 0,25 m3  
 \*\* El acabado de las paredes y el fondo se realiza a mano

Toma de datos: Dia 2

Fecha: 11-Sep-05  
 Hora de inicio: 7:30 AM  
 Hora de fin: 10:32 AM  
 Observador: Ing. Magdell Burke  
 Equipo: Back hoe

Operación: Excavación de la cimentación  
 Unidad de tiempo: minutos, segundos  
 Unidad de producción: excavación de 1 m3  
 Total de material a excavar: 84.00 m3

Estudio de tiempos  
y movimiento

Modelo de demora y productividad (MPDM)  
Tipo de demora

Ciclo	Excavación de 1 m3	Ciclo	Duración	Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración	Comentarios
1	9.25	1	9.25						
2	18.51	2	9.26						
3	27.26	3	8.75						
4	35.58	4	8.32						
5	44.17	5	8.59						
6	52.47	6	8.30						
7	60.06	7	7.59						
8	68.26	8	8.20						
9	76.51	9	8.25						
10	85.10	10	8.59						
11	93.32	11	8.22						
12	101.57	12	8.25						
13	109.13	13	7.56						
14	117.58	14	8.45						
15	126.17	15	8.59						
16	135.21	16	9.04						
17	160.43	17	25.22					x	Hora de café
18	169.58	18	9.15						
19	178.13	19	8.55						
20	186.23	20	8.10						
21	194.49	21	8.26						
22	203.51	22	9.02						
23	212.07	23	8.56						

Resumen de esta toma de datos

Valor promedio del ciclo: 8.49318 min, seg sin demoras

Ocurrencia de Demoras

Tipo	Cantidad
Ambiental	0
Equipo	0
M de O	0
Materiales	0
Administración	1

Notas Importantes:

- \*\* Volumen de la cuchara 0.25 m3
- \*\* El acabado de las paredes y el fondo se realiza a mano

Toma de datos. Dia 1 y Dia 2 juntos

Operación: Excavación de la cimentación  
 Unidad de tiempo: minutos, segundos  
 Unidad de producción: excavación de 1 m3  
 Total de material a excavar: 84.00 m3

Modelo de demora y productividad (MPDM)

#	Ciclo	Duración	Tipo de demora					Comentarios	80	4	Parte A	Parte B		Parte C	Parte D		Administrativa
			Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración		Tiempo ciclos sin demora	Tiempo ciclos con demora		Valor absoluto	Valor absoluto				
1	1	8.25						8.25			-0.41	0.41	8.25	-1.30	1.3017		
2	2	9.26						9.26			0.60	0.60	9.26	-0.29	0.2917		
3	3	9.75						9.75			1.09	1.09	9.75	0.20	0.1983		
4	4	10.32						10.32			1.66	1.66	10.32	0.77	0.7683		
5	5	9.59						9.59			0.93	0.93	9.59	0.04	0.0383		
6	6	8.3						8.3			-0.36	0.36	8.3	-1.25	1.2517		
7	7	7.59						7.59			-1.07	1.07	7.59	-1.96	1.9617		
8	8	7.25						7.25			-1.41	1.41	7.25	-2.30	2.3017		
9	9	8.2						8.2				0.00	8.2	-1.35	1.3517		
10	10	9.59						9.59			0.93	0.93	9.59	0.04	0.0383		
11	11	8.25						8.25			-0.41	0.41	8.25	-1.30	1.3017		
12	12	8.14						8.14			-0.52	0.52	8.14	-1.41	1.4117		
13	13	8.01						8.01				0.00	8.01	-1.54	1.5417		
14	14	23.55				x	Hora de café		23.55		-8.66	8.66	23.55	14.00	13.998	2.72	
15	15	8.38						8.38			-0.28	0.28	8.38	-1.17	1.1717		
16	16	9.04						9.04			0.38	0.38	9.04	-0.51	0.5117		
17	17	10.56						10.56			1.90	1.90	10.56	1.01	1.0083		
18	18	9.26						9.26			0.60	0.60	9.26	-0.29	0.2917		
19	19	8.2						8.2			-0.46	0.46	8.2	-1.35	1.3517		
20	20	7.52						7.52			-1.14	1.14	7.52	-2.03	2.0317		
21	21	8.27						8.27			-0.39	0.39	8.27	-1.28	1.2817		
22	22	8.02						8.02			-0.64	0.64	8.02	-1.53	1.5317		
23	23	8.13						8.13				0.00	8.13	-1.42	1.4217		
24	24	8.59						8.59			-0.07	0.07	8.59	-0.96	0.9617		
25	25	8.26						8.26			-0.40	0.40	8.26	-1.29	1.2917		
26	26	8.14						8.14			-0.52	0.52	8.14	-1.41	1.4117		
27	27	8.12						8.12			-0.54	0.54	8.12	-1.43	1.4317		
28	28	8.05						8.05			-0.61	0.61	8.05	-1.50	1.5017		
29	29	7.58						7.58			-1.08	1.08	7.58	-1.97	1.9717		
30	30	8.26						8.26			-0.40	0.40	8.26	-1.29	1.2917		
31	31	8.13						8.13			-0.53	0.53	8.13	-1.42	1.4217		
32	32	8.04						8.04			-0.62	0.62	8.04	-1.51	1.5117		
33	33	8.42						8.42			-0.24	0.24	8.42	-1.13	1.1317		
34	34	8.55						8.55			-0.11	0.11	8.55	-1.00	1.0017		
35	35	10.54						10.54			1.88	1.88	10.54	0.99	0.9883		
36	36	9.23						9.23				0.00	9.23	-0.32	0.3217		
37	37	14.05						14.05			5.39	5.39	14.05	4.50	4.4983		
38	38	9.03						9.03			0.37	0.37	9.03	-0.52	0.5217		
39	39	37				x	Hora de almuerzo		37		-8.66	8.66	37	27.45	27.448	4.27	
40	40	9.16						9.16			0.50	0.50	9.16	-0.39	0.3917		
41	41	7.59						7.59			-1.07	1.07	7.59	-1.96	1.9617		

Modelo de demora y productividad (MPDM)

#	Ciclo	Duración	Tipo de demora					Comentarios	80	4	Parte A	Parte B		Parte C	Parte D		Administrativa
			Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración		Tiempo ciclos sin demora	Tiempo ciclos con demora		Valor absoluto	Valor absoluto				
42	42	8.13									-0.53	0.53	8.13	-1.42	1.4217		
43	43	8.29									-0.37	0.37	8.29	-1.26	1.2617		
44	44	9									0.34	0.34	9	-0.55	0.5517		
45	45	8.56									-0.10	0.10	8.56	-0.99	0.9917		
46	46	8.05									-0.61	0.61	8.05	-1.50	1.5017		
47	47	8.35									-0.31	0.31	8.35	-1.20	1.2017		
48	48	8.55									-0.11	0.11	8.55	-1.00	1.0017		
49	49	8.26									-0.40	0.40	8.26	-1.29	1.2917		
50	50	8.15									-0.51	0.51	8.15	-1.40	1.4017		
51	51	8.07									-0.59	0.59	8.07	-1.48	1.4817		
52	52	23.58					x	Hora de café		23.58	-8.66	8.66	23.58	14.03	14.028	2.72	
53	53	10.26									1.60	1.60	10.26	0.71	0.7083		
54	54	9.59									0.93	0.93	9.59	0.04	0.0383		
55	55	9.35									0.69	0.69	9.35	-0.20	0.2017		
56	56	9.09									0.43	0.43	9.09	-0.46	0.4617		
57	57	8.57									-0.09	0.09	8.57	-0.98	0.9817		
58	58	8.22									-0.44	0.44	8.22	-1.33	1.3317		
59	59	8.35									-0.31	0.31	8.35	-1.20	1.2017		
60	60	9.43									0.77	0.77	9.43	-0.12	0.1217		
61	61	10.25									1.59	1.59	10.25	0.70	0.6983		
62	62	9.25									0.59	0.59	9.25	-0.30	0.3017		
63	63	9.26									0.60	0.60	9.26	-0.29	0.2917		
64	64	8.75									0.09	0.09	8.75	-0.80	0.8017		
65	65	8.32									-0.34	0.34	8.32	-1.23	1.2317		
66	66	8.59									-0.07	0.07	8.59	-0.96	0.9617		
67	67	8.3									-0.36	0.36	8.3	-1.25	1.2517		
68	68	7.59									-1.07	1.07	7.59	-1.96	1.9617		
69	69	8.2									-0.46	0.46	8.2	-1.35	1.3517		
70	70	8.25									-0.41	0.41	8.25	-1.30	1.3017		
71	71	8.59									-0.07	0.07	8.59	-0.96	0.9617		
72	72	8.22									-0.44	0.44	8.22	-1.33	1.3317		
73	73	8.25									-0.41	0.41	8.25	-1.30	1.3017		
74	74	7.56									-1.10	1.10	7.56	-1.99	1.9917		
75	75	8.45									-0.21	0.21	8.45	-1.10	1.1017		
76	76	8.59									-0.07	0.07	8.59	-0.96	0.9617		
77	77	9.04									0.38	0.38	9.04	-0.51	0.5117		
78	78	25.22					x	Hora de café		25.22		0.00	25.22	15.67	15.668	2.91	
79	79	9.15									0.49	0.49	9.15	-0.40	0.4017		
80	80	8.55									-0.11	0.11	8.55	-1.00	1.0017		
81	81	8.1									-0.56	0.56	8.1	-1.45	1.4517		
82	82	8.26									-0.40	0.40	8.26	-1.29	1.2917		
83	83	9.02									0.36	0.36	9.02	-0.53	0.5317		
84	84	8.56									-0.10	0.10	8.56	-0.99	0.9917		
<b>Totales</b>		<b>802.34</b>	<b>692.99</b>	<b>109.35</b>								<b>74.97</b>	<b>802.34</b>	<b>160.25</b>		<b>12.62</b>	
												<b>0.94</b>	<b>9.55</b>	<b>1.91</b>		<b>3.16</b>	

# Toma de datos (colocación de acero de cimentación)

---



Toma de datos

Fecha: Lunes 12 Septiembre 2005  
 Hora de inicio: 7:00 am  
 Hora de fin: 5:01 pm  
 Observador: Ing. Magdell Burke/ Luis Venegas

Operación: Colocación de acero de cimentación  
 Unidad de tiempo: minutos, segundos  
 Unidad de producción: colocación de 110 - 115 kg de acero aproximadamente  
 Total de acero a colocar 3627,03 Kg

Estudio de tiempos y movimiento			Modelo de demora y productividad (MPDM)						
Ciclo	Colocación de 110 - 115 kg de acero aproximadamente	Ciclo	Duración	Tipo de demora					Comentarios
				Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración	
1	32.45	1	32.45						
2	68.40	2	35.95						
3	105.59	3	37.19						
4	156.17	4	50.58					x	Hora de café
5	193.59	5	37.42						
6	228.18	6	34.59						
7	261.56	7	33.38						
8	332.11	8	70.55						Se detuvo la colocación de acero por limpieza de piezas de acero que estaban un poco herrumbradas.
9	369.56	9	37.45			x			
10	430.09	10	60.53					x	Tiempo de almuerzo
11	460.34	11	30.25						
12	493.57	12	33.23						
13	522.02	13	28.45						
14	574.27	14	52.25					x	Hora de café
15	601.58	15	27.31						Fin de la jornada
			601.58 minutos						

Resumen de esta toma de datos

Valor promedio del ciclo: 33.4245 minutos, segundos

Cuadrilla:

2 Armadores  
 2 Ayudantes

Ocurrencia de Demoras

Tipo	Cantidad
Ambiental	0
Equipo	0
M de O	0
Materiales	1
Administración	3



**Toma de datos**

Fecha: Martes 13 Septiembre 2005  
 Hora de inicio: 7:00 am  
 Hora de fin: 4:37 pm  
 Observador: Luis Venegas

Operación: Colocación de acero de cimentación  
 Unidad de tiempo: minutos, segundos  
 Unidad de producción: colocación de 110 - 115 kg de acero aproximadamente  
 Total de acero a colocar 3627,03 Kg

Estudio de tiempos y movimiento		Modelo de demora y productividad (MPDM)							Comentarios
Ciclo	Colocación de 100 - 110 kg de acero aproximadamente	Ciclo	Duración	Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración	
1	33.26	1	33.26						
2	79.57	2	46.31						
3	109.49	3	29.92						
4	169.59	4	60.10					x	Hora de café
5	202.09	5	32.50						
6	234.49	6	32.40						
7	266.05	7	31.56						
8	295.58	8	29.53						
9	370.17	9	74.59					x	Tiempo de almuerzo.
10	407.42	10	37.25						
11	446.57	11	39.15						
12	508.65	12	62.08					x	Hora de café
13	542.32	13	33.67						
14	577.54	14	35.22						Fin de la jornada, Se desintegro la cuadrilla para realizar unas labores de limpieza
			577.54 minutos						

**Resumen de esta toma de datos**

Valor promedio del ciclo: **38.01 minutos, segundos**

**Cuadrilla:**

2 Armadores  
 2 Ayudantes

**Nota Importante:**

Ocurrencia de Demoras	
Tipo	Cantidad
Ambiental	0
Equipo	0
M de O	0
Materiales	0
Administración	3

**Toma de datos**

Fecha: **Miércoles 14 Septiembre 2005**  
Hora de inicio: **7:00 am**  
Hora de fin: **9:03 am**  
Observador: **Luis Venegas**

Operación: **Colocación de acero de cimentación**  
Unidad de tiempo: **minutos, segundos**  
Unidad de producción: **colocación de 110 - 115 kg de acero aproxente**  
Total de acero a colocar **3627,03 Kg**

**Estudio de tiempos  
y movimiento**

Ciclo	Colocación de 100 - 110 kg de acero aproximadamente
1	37.35
2	66.50
3	94.00
4	124.55
5	123.55

**Modelo de demora y productividad (MPDM)**

Tipo de demora

Ciclo	Duración	Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración	entarios
1	37.35						
2	29.15						
3	27.50						
4	30.55						
5	29.55						
		116.75 minutos					

**Resumen de esta toma de datos**

Valor promedio del ciclo: **38.525 minutos, segundos**

**Cuadrilla:**

2 Armadores  
2 Ayudantes

**Ocurrencia de Demoras**

Tipo	Cantidad
Ambiental	0
Equipo	0
M de O	0
Materiales	0
Administración	0

**Modelo de demora y productividad (MPDM)**  
**Toma de datos juntos (12, 13 y 14 septiembre 2005)**

Operación: Colocacion de acero de cimentación

Unidad de tiempo: minutos, segundos

Unidad de producción: colocacion de 110 - 115 kg de acero aproximadamente

Total de acero a colocar 3627,03 Kg

Modelo de demora y productividad (MPDM)								28	7	Parte A	Parte B		Parte C	Parte D		Parte F	
#	Ciclo	Duración	Tipo de demora					Comentarios	Tiempo ciclos sin demora		Tiempo ciclos con demora	Valor absoluto		Valor absoluto	Valor absoluto	Valor absoluto	Materiales
			Ambiental	Equipo	M de O	Materiales	Administración										
1	1	32.45						32.45			-0.75	0.75	32.45	-6.42	6.42		
2	2	35.95						35.95			2.75	2.75	35.95	-2.92	2.92		
3	3	37.19						37.19			3.99	3.99	37.19	-1.68	1.68		
4	4	50.58					x		50.58			0.00	50.58	11.71	11.71		17.38
5	5	37.42						37.42			4.22	4.22	37.42	-1.45	1.45		
6	6	34.59						34.59			1.39	1.39	34.59	-4.28	4.28		
7	7	33.38						33.38			0.18	0.18	33.38	-5.49	5.49		
8	8	70.55					x		70.55			0.00	70.55	31.68	31.68	37.35	37.35
9	9	37.45						37.45			4.25	4.25	37.45	-1.42	1.42		
10	10	60.53					x		60.53			0.00	60.53	21.66	21.66		27.33
11	11	30.25						30.25			-2.95	2.95	30.25	-8.62	8.62		
12	12	33.23						33.23			0.03	0.03	33.23	-5.64	5.64		
13	13	28.45						28.45			-4.75	4.75	28.45	-10.42	10.42		
14	14	52.25					x		52.25			0.00	52.25	13.38	13.38		19.05
15	15	27.31						27.31			-5.89	5.89	27.31	-11.56	11.56		
16	16	33.26						33.26			0.06	0.06	33.26	-5.61	5.61		
17	17	46.31						46.31			13.11	13.11	46.31	7.44	7.44		
18	18	29.92						29.92			-3.28	3.28	29.92	-8.95	8.95		
19	19	60.1					x		60.10			0.00	60.10	21.23	21.23		26.90
20	20	32.5						32.50			-0.70	0.70	32.50	-6.37	6.37		
21	21	32.4						32.40			-0.80	0.80	32.40	-6.47	6.47		
22	22	31.56						31.56			-1.64	1.64	31.56	-7.31	7.31		
23	23	29.53						29.53			-3.67	3.67	29.53	-9.34	9.34		
24	24	74.59					x		74.59			0.00	74.59	35.72	35.72		41.39
25	25	37.25						37.25			4.05	4.05	37.25	-1.62	1.62		
26	26	39.15						39.15			5.95	5.95	39.15	0.28	0.28		
27	27	62.08					x		62.08			0.00	62.08	23.21	23.21		28.88
28	28	33.67						33.67			0.47	0.47	33.67	-5.20	5.20		
29	29	35.22						35.22			2.02	2.02	35.22	-3.65	3.65		
30	30	27.1						27.10			-6.10	6.10	27.10	-11.77	11.77		
31	31	37.35						37.35			4.15	4.15	37.35	-1.52	1.52		
32	32	29.15						29.15			-4.05	4.05	29.15	-9.72	9.72		
33	33	27.5						27.50			-5.70	5.70	27.50	-11.37	11.37		
34	34	30.55						30.55			-2.65	2.65	30.55	-8.32	8.32		
35	35	29.55						29.55			-3.65	3.65	29.55	-9.32	9.32		
<b>Totales</b>		<b>1,360.32</b>	<b>929.64</b>	<b>430.68</b>				<b>929.64</b>	<b>430.68</b>	<b>33.20</b>		<b>93.20</b>	<b>1360.32</b>	<b>332.69</b>	<b>37.35</b>	<b>198.27</b>	
												<b>3.33</b>	<b>38.87</b>	<b>9.51</b>	<b>37.35</b>	<b>33.05</b>	

**Bultos de Acero entre 110 y 115 kg**

	Cantidad	Tipo	Varila #	Longitud	kg por metro	kg por bulto	kg total
Bulto #1	7	0.34*6.35*0.34	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #2	7	0.34*6.35*0.35	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #3	7	0.34*6.35*0.36	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #4	7	0.34*6.35*0.37	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #5	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #6	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #7	7	0.34*6.35*0.34	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #8	7	0.34*6.35*0.35	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #9	7	0.34*6.35*0.36	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #10	7	0.34*6.35*0.37	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #11	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #12	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #13	8	0.98*2.34*0.30	8	3.62	3.973	115.05808	115.05808
Bulto #14	8	0.98*2.34*0.30	8	3.62	3.973	115.05808	115.05808
Bulto #15	4	0.98*2.32*0.30	8	3.6	3.973	57.2112	114.4224
	4	0.98*2.32*0.31	8	3.6	3.973	57.2112	
Bulto #16	20	0.61*0.61	4	2.72	0.994	54.0736	94.6288
	20	0.44*0.44	4	2.04	0.994	40.5552	
Bulto #17	20	0.61*0.61	4	2.72	0.994	54.0736	94.6288
	20	0.44*0.44	4	2.04	0.994	40.5552	
Bulto #18	7	0.34*6.35*0.34	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #19	7	0.34*6.35*0.35	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #20	7	0.34*6.35*0.36	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #21	7	0.34*6.35*0.37	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #22	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #23	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #24	7	0.34*6.35*0.34	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #25	7	0.34*6.35*0.35	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #26	7	0.34*6.35*0.36	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #27	7	0.34*6.35*0.37	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #28	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #29	7	0.34*6.35*0.38	6	7.03	2.235	109.98435	111.81331
	1	0.46*0.26*0.40*0.26*0.46	4	1.84	0.994	1.82896	
Bulto #30	8	0.98*2.34*0.30	8	3.62	3.973	115.05808	115.05808
Bulto #31	8	0.98*2.34*0.30	8	3.62	3.973	115.05808	115.05808
Bulto #32	4	0.98*2.32*0.30	8	3.6	3.973	57.2112	114.4224
	4	0.98*2.32*0.31	8	3.6	3.973	57.2112	
Bulto #33	20	0.61*0.61	4	2.72	0.994	54.0736	94.6288
	20	0.44*0.44	4	2.04	0.994	40.5552	
Bulto #34	20	0.61*0.61	4	2.72	0.994	54.0736	94.6288
	20	0.44*0.44	4	2.04	0.994	40.5552	



# Anexo 6

---

**Análisis de matriz de  
identificación de riesgos  
para una radio base**

# Matriz de identificación de peligros







# Matriz de Control Operacional de Actividades



### Matriz de Control Operacional

**Actividad Crítica: Trabajos preliminares**

**Actividad # 1**

Desarrollado por: Ing. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Mordedura de animales	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	

### Matriz de Control Operacional

**Actividad Crítica: Movimiento de Tierras**

**Actividad # 2**

Desarrollado por: Ing. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Atropello	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Persona que guíe la operación. ** Señalización apropiada en el área de trabajo (conos, barandas, señales verticales como: "Hombres trabajando").	En todo momento en que se este realizando la actividad	Maestro de obras, ayudante.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa
Mordedura de animales	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	

### Matriz de Control Operacional

Actividad Crítica: Cimentación de torre

Actividad # 3

Desarrollado por: Inq. Maqdele Burke

Fecha de elaboración: 07-Oct-05

Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesta Clave	Documenta que describe la actividad
Atrapamientos	** Colocación de ademes en la parte inferior de la excavación. ** Conformación de taludes.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	Pracedimiento interno de seguridad de la empresa
Atrapello	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Persona que guie la operación. ** Señalización apropiada en el área de trabajo (conos, barandas, señales verticales como: "Hombres trabajando").	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Maestro de obras, ayudante.	
Caída de objetos	** Utilizar el equipo de protección personal (casco y zapatos adecuados). ** Respetar zonas de protección.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Maestro de obras y los mismos trabajadores que estén en peligro.	
Caidas de altura	** Utilizar escalerillas de acceso a la excavación. ** Respetar franjas de seguridad. ** Definición de zonas de acceso donde se identifique escalerillas de entrada y salida de la excavación.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Maestro de obras y los mismos trabajadores que estén en peligro.	
Cartes	** Utilizar el equipo de protección personal (guantes).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Derrumbes	** Colocación de ademes en la parte inferior de la excavación. ** Conformación de taludes (si es necesario).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Señalización apropiada en el área de trabajo (conos, barandas, señales verticales como: "Hombres trabajando").	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Ingestión de sustancias nocivas	** Utilizar el equipo de protección personal (mascarilla).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Proyección de partículas	** Utilizar el equipo de protección personal (gafas, camisa manga larga).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** Demarcar las zonas resbalosas.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En toda momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo. ** Limpieza Constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Maionazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	

### Matriz de Control Operacional

**Actividad Crítica: Sistema de aterrizamiento**

**Actividad # 4**

Desarrollado por: Inq. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** Demarcar las zonas resbalosas.	En todo momento en que se este realizando la actividad	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	

### Matriz de Control Operacional

**Actividad Crítica: Sistema eléctrico**

**Actividad # 5**

Desarrollado por: Inq. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** Demarcar las zonas resbalosas.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Limpieza constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Majonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	



## Matriz de Control Operacional

Actividad Crítica: Pisos y bases para equipos

Actividad # 6

Desarrollado por: Inq. Magdell Burke

Fecha de elaboración: 07-Oct-05

Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Cortes	** Utilizar el equipo de protección personal (guantes).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Realizar las actividades con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Ingestión de sustancias nocivas	** Utilizar el equipo de protección personal (mascarilla).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Proyección de partículas	** Utilizar el equipo de protección personal (gafas, camisa manga larga).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo. ** Limpieza Constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestra de obras	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Majonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	

## Matriz de Control Operacional

### Actividad Crítica: Cerco y portón de malla

Actividad # 7

Desarrollado por: Ing. Magdell Burke

Fecha de elaboración: 07-Oct-05

Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Contacto con energía eléctrica	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores que estén realizando la actividad	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Quemaduras	** Utilizar el equipo de protección personal (guantes, detantasl y mangas de cuero; mascarilla de soldar) ** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores que estén realizando la actividad	
Cortes	** Utilizar el equipa de protección personal (guantes).	En tado momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Realizar las actividades con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Ingestión de sustancias nocivas	** Utilizar el equipo de protección personal (mascarilla).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Proyección de partículas	** Utilizar el equipo de protección personal (gafas, camisa manga larga).	En todo momenta en que se este realizanda la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiadas y en buen estado). ** Demarcar las zonas resbalosas.	En tado momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo. ** Limpieza Constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Majonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	

## Matriz de Control Operacional

Actividad Crítica: Construcción de baño

Actividad # 8

Desarrollado por: Inq. Magdell Burke

Fecha de elaboración: 07-Oct-05

Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Caída de objetos	** Utilizar el equipo de protección personal (casco y zapatos adecuados).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores que estén en peligro.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Caídas de altura	** Respetar franjas de seguridad.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Maestro de obras y los mismos trabajadores que estén en peligro.	
Cortes	** Utilizar el equipo de protección personal (guantes).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Realizar las actividades con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Ingestión de sustancias nocivas	** Utilizar el equipo de protección personal (mascarilla).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Proyección de partículas	** Utilizar el equipo de protección personal (gafas, camisa manga larga).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo. ** Limpieza Constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Vibraciones	** Realizar la actividad con cautela. No dejar pasar un tiempo excesivo vibrando el material.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Picadura de insectas	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Majonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	



## Matriz de Control Operacional

Actividad Crítica: Huellas de acceso vehicular

Actividad # 9

Desarrollado por: Inq. Magdell Burke

Fecha de elaboración: 07-Oct-05

Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Ingestión de sustancias nocivas	** Utilizar el equipo de protección personal (mascarilla).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	Procedimiento interno de seguridad de la empresa.
Proyección de partículas	** Utilizar el equipo de protección personal (gafas, camisa manga larga).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero, Maestro de obras, trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). *** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo. ** Limpieza Constante.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	
Picadura de insectos	** Realizar la actividad con cautela. ** Utilización de equipo de protección (guantes, camisa manga larga, zapatos adecuados)	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los mismos trabajadores en peligro.	
Mojonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	
Punzones	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Los trabajadores propensos al peligro	

**Matriz de Control Operacional**

Actividad Crítica: Montaje de torre

Actividad # 10

Desarrollado por: Inq. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Caída de objetos	** Utilizar el equipo de protección personal (casco y zapatos adecuados). ** Respetar zanjas de protección.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y Maestro de obras.	Procedimiento interno de seguridad de lo empresa.
Caidas de altura	** Utilizar el equipo de protección personal (casco, zapatos adecuados y arnés). ** Respetar franjas de seguridad. ** Realizar esta actividad con el mínima de personal que este realizando a tras actividades.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Utilizar el ornes siempre que se encuentra o una altura superior a 1.80 metros.	Ingeniera, Maestro de obras y los mismos trabajadores que estén en peligro.	
Golpes	** Utilización del equipo de protección personal (casco, chaleco, etc.). ** Realizar las actividades con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Personal a cargo de la actividad.	
Resbalones	** Utilizar el equipo de protección personal (casco, zapatos adecuados y arnés).	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniera, Maestro de obras y los mismos trabajadores que estén en peligro.	
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniera y el Maestro de obras	
Majonazos	** Realizar la actividad con cautela.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Las trabajadores propensos al peligro	
Falta de experiencia	** Contratar personal con experiencia. ** Realizar capacitaciones constantes.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	

**Matriz de Control Operacional**

Actividad Crítica: Acabados

Actividad # 11

Desarrollado por: Inq. Maqdele Burke  
 Fecha de elaboración: 07-Oct-05  
 Versión: 1

CONTROL OPERACIONAL				
Peligros	Medidas Preventivas	Criterios de Aplicación	Puesto Clave	Documento que describe la actividad
Sobreesfuerzos	** Utilizar equipo de protección personal (cinturón). ** Observar la expresión facial del trabajador. ** Entrenamiento para manipulación manual de cargas.	En todo momento en que se este realizando la actividad. Entrenamiento a todo el personal.	Ingeniero, Maestro de obras y Trabajadores.	Procedimiento interno de seguridad de lo empresa.
Tropezones	** Utilización del equipo de protección personal (zapatos apropiados y en buen estado). ** No dejar material sobrante, herramientas, etc. en el área de trabajo. ** Mantener el orden en el área de trabajo.	En todo momento en que se este realizando la actividad.	Ingeniero y el Maestro de obras	

# Matriz de equipo de Protección Personal

---



## Equipo de Protección Personal Construcción de una radio base

EQUIPO DE PROTECCIÓN		Carco de Seguridad	Guaies	Protección visual	Calzado adecuado	Mascarilla Antipolvo	Cinturón de seguridad	Mascarilla para soldar	Protección auditiva	Chaleco de seguridad	Delantal de cuero	Buenos y mangas de puño	Calzado impermeable	Arnés de seguridad
ACTIVIDADES														
1 Trabajos Preliminares														
	Limpieza, trazo y replanteo	X			X					X				
	Descapote	X	X		X					X				
2 Movimiento de Tierras														
	Despalme	X			X					X				
	Refino de material	X			X					X				
	Lastre Compactado	X			X					X				
3 Cimentación de Torre														
	Excavación de cimentación	X	X		X	X			X	X				
	Sello Fondo Excavación	X		X						X			X	
	Colocación de Acero de Cimentación	X	X		X					X				
	Colocación de Plantilla y Pernos de Anclaje	X	X		X					X				
	Formoleta de Pedestales	X			X					X				
	Colado de Cimentación	X		X						X			X	
	Desencofrado	X			X					X				
	Relleno Compactado	X			X					X				
4 Sistema de Aterrizamiento														
	Excavación de Zanjas	X			X	X			X	X				
	Colocación de Cable Desnudo 2/0 AWG	X			X					X				
	Instalación de Varillas Cooper Weld	X			X					X				
	Construcción de Registro de Pruebas	X			X					X				
	Relleno Compactado	X			X					X				
5 Sistema Eléctrico														
	Excavación de Zanjas	X			X	X			X	X				
	Instalación de Tubería Enterrada	X			X					X				
	Cableado Eléctrico	X			X					X				
	Relleno Compactado	X			X					X				
	Construcción de nicho eléctrico de mampostería	X			X					X				
	Instalación y Fijación de Tableros y Acometida Eléctrica	X			X					X				
	Construcción de Registros Eléctricos	X			X					X				
	Alumbrado Exterior	X			X					X				
6 Pisos y Bases para Equipo														
	Excavación	X			X	X				X				
	Colocación de Acero de Losa y Bases	X	X		X					X				
	Formoleta de Losa y Bases	X	X		X					X				
	Colado de Losa y Bases	X		X	X					X				
	Desencofrado	X			X					X				
7 Cerco y Portón de Malla														
	Excavación de Bases de Concreto	X			X	X				X				
	Colocación de Acero de Bases de Concreto y Fijación de Tubos Empotrados	X	X	X	X					X				
	Colado de Bases de Concreto	X			X					X				
	Colocación de Marcos y Langueros	X	X		X			X		X	X	X		
	Colocación de Malla Ciclón	X	X		X			X		X	X	X		
	Colocación de Alambre Naveja	X	X		X			X		X	X	X		
	Elaboración y Colocación de Portón Peatonal y Portón Vehicular	X	X		X			X		X	X	X		
8 Construcción del Baño														
	Excavación	X	X		X	X				X				
	Colocación de Acero	X	X		X					X				
	Colado de Cimentación de Baño	X		X	X					X				
	Paredes de Bloques	X			X					X				
	Colocación de Acero y Colado de Losa Inferior (Piso)	X	X		X					X				
	Colocación de Formoleta, Acero y Colado de Losa Superior (Techo)	X	X		X					X				
	Instalaciones Sanitarias	X			X					X				
	Construcción de Tonque Séptico	X			X					X				
	Construcción de Registros Sanitarios	X			X					X				
	Construcción de Drenaje	X			X					X				
9 Huellas de Acceso Vehicular														
	Excavación	X			X	X				X				
	Colocación de Acero	X	X		X					X				
	Colado de Huellas	X		X	X					X				
	Acabado de Huellas	X			X					X				
10 Montaje de Torre														
	Instalación Torre y Accesorios	X	X		X	X				X				X
	Colocación de Soportes Antenas RF/MW	X	X		X	X				X				X
	Pintura de Torre	X			X	X				X				X
	Cableado Eléctrico	X			X	X				X				X
11 Acabados														
	Limpieza Final	X	X		X					X				
	Colocación de Grava	X	X		X					X				



# Anexo 7

---

**Guía de construcción  
para una radio base**



# Guía de construcción

A continuación se describe una guía para la construcción de una radio base



### 2.2.1 Instalaciones preliminares

<u>Descripción</u>	Considera, las instalaciones necesarias para mantener adecuadamente el almacenamiento de material, herramientas, equipos y toda la documentación relativa a la obra.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La instalación preliminar debe de colocarse en un lugar donde no entorpezca el desarrollo de la obra.</li><li>• La bodega debe se segura, debe estar ordenada y limpia.</li></ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe de hacer un replanteo general del terreno de tal forma de colocar adecuadamente la instalación preliminar; verificar que cuenta con todos los materiales y herramientas para construir la instalación preliminar; despejar la zona de trabajo, nivelar el terreno y finalmente realizar la construcción de la bodega.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los materiales a utilizar para realizar las instalaciones preliminares.</li><li>• Verificar que donde se coloque la instalación no entorpezca las futuras labores.</li></ul>

### 2.2.2 Despeje del terreno

<u>Descripción</u>	Se contempla el retiro de todo elemento que se encuentre en el área asignada a la obra, esto es, escombros, retiro de la capa vegetal, construcciones existentes, árboles u otro obstáculo para la realización de la obra.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Antes de iniciar la demolición se debe de contar con la autorización.</li><li>• Despejar el acceso al sitio considerando el acceso de vehículos y personas.</li><li>• La tala de árboles debe se autorizada.</li></ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe de hacer un replanteo general del terreno de acuerdo al plano para evitar retiros inadecuados, luego de contar con las autorizaciones debidas. Se debe de realizar el despeje total del área asignada y tener cuidado especial con los escombros que pueda causar algún accidente.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar el planteo del terreno para así evitar que se despeje más área de la cuenta.</li><li>• Verificar que despeje el terreno hasta encontrar una capa del terreno natural con condiciones aptas para la construcción.</li></ul>



- Verificar que haya señalización para evitar accidentes.
- Confirmar que el contratista deposite el material retirado en un botadero autorizado.

### 2.2.3 Trazado y niveles

#### Descripción

Es la actividad que ubica en terreno las referencias que guiarán la construcción y sobre los cuales se definirán niveles y trazados, todo según el proyecto.

#### Precauciones a considerar

- Respetar la información de ingeniería establecida en planos y especificaciones técnicas.
- El punto de referencia es único e inamovible.

#### Desarrollo de la actividad

Se debe de leer los planos y especificaciones con relación a los puntos asignados como referencia, marcar el norte magnético. Ubicar las estacas, generar con cuerda el perímetro del sitio, marcar la distribución del sitio, trazado de ejes en la construcción de la obra.

#### ¿Qué inspeccionar?

- Revirar las referencias contra planos para evitar la construcción de una radio base más grande.
- Medir distancias de punto a punto.

### 2.2.4 Excavaciones

#### Descripción

Es la remoción de tierra, roca u otro material necesario para sentar las cimentaciones del sitio, de acuerdo con los niveles indicados en el proyecto. La excavación de la cimentación de la torre debe de ser realizada a máquina para ahorrar tiempo (se excavará a mano los últimos 15 cm. para formar una losa de tierra en la profundidad más o menos plana.

#### Precauciones a considerar

- El trazado y niveles deben de ser recibidos por el Supervisor.
- El material que es retirado debe de acopiarse en un lugar que no impida otras actividades y permita ser retirado con facilidad.
- Al excavar con máquina ésta debe ser dirigida para evitar que sobre excave tanto vertical como horizontalmente.

#### Desarrollo de la actividad

La excavación (excepto los últimos 15 cm.) y el movimiento de tierra se realizarán con máquina.

#### ¿Qué inspeccionar?

- Verificar cotas de excavación.
- Verificar que haya una debida señalización.

- Inspeccionar a cada momento de la excavación para detectar posibles fallas en el terreno que puedan producir derrumbes.

### 2.2.5 Retiro de material sobrante

<u>Descripción</u>	Considera, el retiro de material sobrante desde la zona de trabajo a un lugar autorizado como botadero.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de llevar el material sobrante al botadero, se debe de evaluar si se utilizará como material de relleno, para lo cual se debe de contar con la debida aprobación.</li> <li>• Se debe de llevar control estricto de las cantidades (volumen) del material retirado, lo mismo que del tipo de material.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe acopiar y seleccionar el material a retirar, luego usar en lo posible un cargador frontal para el llenado de vagonetas (con esto la tarea se vuelve más limpia y rápida).
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar que el botadero sea un botadero autorizado.</li> <li>• Confirmar que las vagonetas acaten la normativa en lo referente al transporte de materiales.</li> <li>• Verificar si el material excavado puede funcionar como relleno o no.</li> <li>• Medir volúmenes de excavación.</li> </ul>

### 2.2.6 Sello de cimentación

<u>Descripción</u>	Consiste en la realización de un concreto de 100 Kg. /cm <sup>2</sup> , de 5 ó 10 cm. de espesor. Su volumen dependerá del tipo de cimentación.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El material a usar debe de estar de acuerdo con las especificaciones.</li> <li>• Se debe de proteger la verticalidad de la excavación al momento de vaciar el concreto del sello para no dañar las paredes.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe preparar los elementos a utilizar, maquinaria y materiales; además de contar con un buen acceso. Se deben seguir las dosificaciones indicadas y realizar una colada continua y limpia.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de mezcla para el sello (concreto pobre)</li> <li>• Dimensiones del sello (largo, ancho, espesor).</li> </ul>

### 2.2.7 Armaduras de cimentación

<u>Descripción</u>	La armadura de la cimentación esta compuesta de varillas de diámetros No. 4, 6, y 8; con una resistencia normal $f_y = 4200$ Kg. /cm <sup>2</sup> .
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar planos, especificaciones y materiales necesarios.</li><li>• Al doblar el acero se debe de hacer en frío nunca en caliente.</li><li>• No olvidar los separadores.</li><li>• Los empalmes deben tener un traslape de 60 cm.</li><li>• Recubrimiento mínimo del acero es de 5 cm.</li><li>• Fijar los pernos de anclaje, estos no deben soldarse, se deben de amarrar a la armadura en la parte inferior y superior.</li><li>• Chequear con nivel topográfico la posición de los pernos de anclaje según el proyecto.</li><li>• Cubrir pernos de anclaje para evitar cubrirlos con concreto.</li><li>• La armadura debe de ser revisada por la supervisión antes de la colada.</li></ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	La armadura en su mayoría se prefabrica en la bodega y luego se traslada al sitio, donde se arman definitivamente según los detalles constructivos. Considerar la colocación de los pernos de anclaje y la plantilla.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calidad del acero.</li><li>• Diámetros de acero</li><li>• Espaciamientos</li><li>• Longitudes y cantidades de varillas</li><li>• Longitudes de cantidades de aros</li><li>• Verificar que los aceros no estén herrumbrados.</li></ul>

### 2.2.8 Formaletas de cimentación

<u>Descripción</u>	En la medida de lo posible el terreno natural debe ser utilizado como formaleta, de no ser posible se debe de utilizar una estructura de madera o metal que permita confinar el concreto dándole su forma definitiva y conservando sus medidas. La Formaleta debe ser lisa en su parte inferior para lograr un buen acabado sin importar que al final quedará sepultado.
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear uniones de la formaleta y la resistencia estructural para evitar que pueda ceder con el vaciado y el vibrado del concreto.</li> <li>• La formaleta debe de estar modulada y ajustada correctamente.</li> <li>• Chequear con instrumento los niveles de la formaleta en relación al terreno y a los pernos de anclaje.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se fabrican paneles rígidos de madera o metal, luego se van uniendo de tal forma para dar internamente la medida de la cimentación, se fijan entre si y hacia puntos exteriores ubicados con estacas para evitar cualquier deslizamiento.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del material a utilizar par el formaleteo.</li> <li>• Verificar resistencia estructural de la formaleta y su rigidez.</li> <li>• Inspeccionar dimensiones finales.</li> <li>• Inspeccionar niveles.</li> <li>• Inspeccionar apuntalamiento.</li> <li>• Verificar que se utilice algún tipo d desencofrante.</li> </ul>

<b>2.2.9 Colado de la cimentación</b>	
<u>Descripción</u>	Consiste en llenar con concreto la cimentación diseñada para el proyecto. El método de vaciado depende de la geografía del sitio, puede ser directamente del camión mezclador con canoas ó bombeado.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedecer las paredes y la base.</li> <li>• Programar anticipadamente la colocación del concreto: la llegada de camiones, por donde, como será vaciara.</li> <li>• Recordar las pruebas de laboratorio (resistencia de concreto a los 7, 14 y 28 días).</li> <li>• Chequear las herramientas (vibrador) con anticipación.</li> <li>• Contar con más de un vibrador en la obra.</li> <li>• Vibrar el concreto cada 30 cm. en su colocación.</li> <li>• El proceso del colado debe ser continuo y limpio.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe de solicitar al proveedor los certificados de calidad del concreto que se compra, posteriormente se programa la colada teniendo presente las consideraciones ya descritas.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar revenimientos.</li> <li>• Verificar diseño de mezcla.</li> <li>• Que el contratista cuente como mínimo con tres vibradores en el sitio.</li> <li>• Inspeccionar el buen vibrado del concreto.</li> </ul>

- Coordinar para que el colado sea continuo.

### 2.2.10 Curado del concreto

#### Descripción

Es la protección del concreto, la cual se realiza por lo menos durante 8 días, de los cambios bruscos de temperatura, sol directo, permitiendo que el concreto este constantemente húmedo.

#### Precauciones a considerar

- Regar dos veces al día la cimentación.
- Utilizar membranas de curado en zonas muy calurosas.
- Mantener húmedo el concreto.

#### Desarrollo de la actividad

Se debe regar y proteger con plástico la cimentación de tal forma de mantener constantemente húmedo el concreto.

#### ¿Qué inspeccionar?

- Verificación del curado del concreto mediante el riego de agua.

### 2.2.11 Retiro de formaleta

#### Descripción

Consiste en el retiro cuidadoso de la formaleta utilizada en la cimentación, pudiendo realizarse a partir del cuarto día de haberse colado.

#### Precauciones a considerar

- Debe ser una tarea muy cuidadosa para evitar dañar y producir roturas en la superficie de la cimentación.
- Evitar accidentes tanto en las maniobras de desmontaje como en el acopio de estos.
- Acopiar la formaleta en forma ordenada y en una ubicación que no entorpezca con otras tareas.

#### Desarrollo de la actividad

Debe retirarse la formaleta utilizando herramienta manual, en ningún caso deben de cortarse los paneles dado que pueden ser reutilizados.

#### ¿Qué inspeccionar?

- Inspeccionar que se retire la formaleta con cuidado para evitar daños en la superficie del concreto.

### 2.2.12 Protección de cimentaciones

#### Descripción

Consiste en aplicar sobre las superficies expuestas de la cimentación a la intemperie, una solución protectora a los efectos climáticos, prolongando la vida del concreto.

#### Precauciones a considerar

- Procurar que la sustancia que se utilice no tenga

	<p>efectos secundarios en el personal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de protección adecuada a la hora de colocar la sustancia.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe de limpiar la superficie a tratar antes de colocar la sustancia protectora.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que el producto que se utilice para proteger la cimentación sea el adecuado.</li> </ul>

### 2.2.13 Relleno y compactación

<u>Descripción</u>	Se rellenará sobre superficies limpias de materiales contaminantes, con una compactación mecánica recuperando las condiciones naturales del terreno. Se rellenará por capas sucesivas de 20 cm., mediante compactador mecánico hasta alcanzar la cota específica.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material de relleno debe ser granular.</li> <li>El material de relleno no debe tener materias orgánicas ni escombros.</li> <li>El material de relleno debe cumplir con las especificaciones.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Sobre el terreno compactado y firme, se colocaran capas de 20 cm., las cuales se irán compactando mecánicamente con aporte de agua hasta alcanzar la cota deseada y la compactación necesaria.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que el material de relleno cumpla con las condiciones requeridas.</li> <li>Verificar que la compactación no se realice manualmente, sino con maquinaria (compactador vibratorio de placa).</li> <li>Verificar las capas de compactación.</li> </ul>

### 2.2.14 Cerco perimetral

<u>Descripción</u>	Considera, la ejecución de cierre perimetral en perfiles de estructura metálica (tubos ó pilares), cimentados en dados de concreto entre los que se instalará una malla de alambre galvanizado.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chequear la medida de la malla para la colocación de pilares.</li> <li>Chequear hacia donde abre el portón peatonal y el vehicular.</li> </ul>

<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se excavan los hoyos para la cimentación de los pilares según la distribución del proyecto, y sobre los cuales se colocarán dichos pilares; luego de fraguadas la cimentaciones se pueden cargar con los paños de malla los cuales se fijan con soldadura a los pilares y finalmente se colocan los brazos que llevarán el alambre de púa. Lo mismo para el portón peatonal y vehicular.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar la fijación de los pilares.</li> <li>• Inspeccionar que se coloquen pie de amigo a la distancia debida.</li> <li>• Inspeccionar la calidad del concreto de los dados así como la colocación de acero del mismo.</li> <li>• Inspeccionar la soldadura de los paños de malla sobre los pilares.</li> </ul>

<b>2.2.15 Montaje de estructuras</b>	
<u>Descripción</u>	Considera, el montaje de la estructura de acuerdo con los planos para tal objetivo. Se incluye el montaje, tornequeo final según especificación de pernos, pintura e instalación de accesorios como son: plataforma, soportes de pararrayos, pararrayos, balizas, soportes de antenas de cobertura, etc.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de todos los elementos de seguridad.</li> <li>• Verificar nivel de tuercas de nivelación antes de iniciar montaje.</li> <li>• Chequear todos los elementos a utilizar.</li> <li>• En todo momento se deben de respetar los planos de montaje.</li> <li>• Previo al montaje se debe verificar que los elementos de la estructura no están deformados o con algún problema de fabricación, según planos.</li> <li>• Terminado el montaje se debe apretar los pernos con llave dinamométrica, según especificaciones.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	En general se considera, el desarrollo del montaje como una actividad muy sensible por su riesgo de la seguridad laboral del personal, por ello los elementos más importantes que se deben de considerar son las normas de seguridad y los planos de montaje, seguir las instrucciones del supervisor a cargo (torrero) y usar adecuadamente todos los elementos.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que no haya faltante de piezas a la hora de realizar el montaje.</li> <li>• Verificar el manejo, la alineación y el ensamble de las piezas.</li> <li>• Verificar ajuste de piezas.</li> </ul>



- Verificar pintura de la estructura (cantidad de tramos, espesores de pintura, calidad de acabado).

### 2.2.16 Montaje de soportes de antenas

<u>Descripción</u>	Considera, el montaje de la estructura se soportes de antena de acuerdo con los planos para tal objetivo. Se incluye el montaje, tornequeo final según especificación de pernos y pintura.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de todos los elementos de seguridad.</li> <li>• Chequear todos los elementos a utilizar.</li> <li>• En todo momento se deben de respetar los planos de montaje.</li> <li>• Previo al montaje se debe verificar que los soportes no están deformados o con algún problema de fabricación, según planos.</li> <li>• Los ángulos se medirán respecto al norte magnético, sentido horario.</li> <li>• Los azimut y altura de ubicación de los soportes se harán de acuerdo al proyecto.</li> <li>• Se debe tornequear los pernos según especificación.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	En general se considera, el desarrollo del montaje como una actividad muy sensible por su riesgo de la seguridad laboral del personal, por ello los elementos más importantes que se deben de considerar son las normas de seguridad y los planos de montaje, seguir las instrucciones del supervisor a cargo (torrero) y usar adecuadamente todos los elementos.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que no haya faltante de piezas a la hora de realizar el montaje.</li> <li>• Verificar el manejo, la alineación y el ensamble de las piezas.</li> <li>• Verificar ajuste de piezas.</li> </ul> <p>Verificar pintura de la estructura (cantidad de tramos, espesores de pintura, calidad de acabado).</p>

### 2.2.17 Empalme

<u>Descripción</u>	Corresponde a la instalación de una caja metálica para empalme según requerimiento de la empresa eléctrica de la zona y equipo de medida monofásico o trifásico, además, de la acometida en el conductor de acuerdo al tipo de empalme desde la línea perteneciente a la empresa eléctrica.
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar si existe red de media tensión.</li> <li>• Contar con el proyecto eléctrico aprobado.</li> <li>• No olvidar la puesta en tierra del tablero con su barra cooperweld y camarilla de registro en base del empalme.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Instalación de caja en muro (nicho) según proyecto, y conductor de acometida, luego medidor e interruptor automático general. Verificación de la instalación.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la construcción del nicho cumpla con lo especificado en planos.</li> <li>• Verificar que se cumplan los requerimientos del proveedor de energía de la zona (por ejemplo: la altura de la base del medidor).</li> </ul>

## 2.2.18 Canalizaciones

<u>Descripción</u>	La canalización será en PVC conduit, la excavación tendrá una profundidad de 0.60 m, debiendo depositarse la tubería en una cama de arena de 0.10 m, al igual que los primeros 0.10 m de retape. Donde esté a la vista se fijará con abrazaderas sobre los rieles (canales) del tipo unistrut. Las canalizaciones irán hacia los equipos y pasarán como mínimo a través de la cámara (caja, registro) de distribución, la que será construida de acuerdo a las especificaciones.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No unir tuberías de distintos diámetros o tipos fuera de la cámara.</li> <li>• Las excavaciones deben de programarse previamente para evitar entorpecer otras tareas de la obra.</li> <li>• La tierra sacada de las excavaciones no debe entorpecer las tareas.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Informarse sobre los resultados de la mecánica de suelos para determinar el método de excavación. Luego de excavar, colocar cama de arena de 0.10 m, colocar tubería y tapar con arena igual a 0.10 m, luego seguir tapando y compactando las capas. La cámara de distribución (caja de registro) irá ubicada según proyecto y se construirá de acuerdo a especificaciones.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad correcta de excavación.</li> <li>• Unión de tuberías.</li> <li>• Colocación de capas de arena.</li> </ul>

### 2.2.19 Tableros

<u>Descripción</u>	Esta actividad comprende el armado del tablero que consiste en el montaje de sus protecciones y cableado interior, y su instalación en el muro (nicho).
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Llaves del tablero deben estar en la obra.</li></ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe contar con todos los elementos para proceder a su armado, las piezas deben de estar ordenadas, todos los elementos eléctricos deben ser distribuidos en el panel del tablero, luego de ello iniciar perforaciones, instalar los elementos y cablear; luego perforar la base enterrando una plantilla para la instalación de tuberías que suben del terreno. Finalmente el tablero será instalado siendo fijado al muro según corresponda.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspeccionar la colocación correcta de los tableros según la disposición de los planos.</li></ul>

### 2.2.20 Cableados

<u>Descripción</u>	Consiste en el tendido de los conductores a través de los ductos y escalerillas, según indique el proyecto.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soplar y secar las tuberías antes de tender los cables.</li><li>• Revisar los materiales según el proyecto.</li><li>• No dejar uniones de cables al interior de las tuberías.</li></ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Limpiar las tuberías, revisar los materiales para la actividad, medir tramos, cortar los cables y cablear por donde corresponda según el proyecto, dejar el lugar limpio y botar excedentes.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se debe de inspeccionar que no haya uniones de cables.</li><li>• Inspeccionar que la tubería que se coloque no esté quebrada.</li><li>• Verificar la profundidad de la excavación de la zanja.</li><li>• Verificar que se realice compactación a la hora de tapan la excavación de la zanja.</li></ul>

### 2.2.21 Malla de tierra

<u>Descripción</u>	Reticulado del conductor de cobre desnudo con uniones soldadas con cadwed según cálculo del proyecto de la malla de tierra para alcanzar una resistencia menor a 5 ohm.
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactar por capas el relleno de la malla.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Ver con detalle el cálculo y su configuración antes de comenzar las excavaciones, luego de excavar según el procedimiento de las canalizaciones, armar el reticulado del proyecto con las soldaduras que se indiquen, colocación de placas de cobre si las hay. Finalmente se procede al tapado de la excavación, solicitando la medida final con 24 horas de posterioridad a la ejecución.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la profundidad de la excavación de la zanja.</li> <li>• Verificar que se realice compactación a la hora de tapar la excavación de la zanja.</li> <li>• Verificar las soldaduras (no deben tener porosidad)</li> <li>• Verificar que la medida de la resistencia no sobrepase los 5 ohmios.</li> </ul>

#### 2.2.22 Alumbrado

<u>Descripción</u>	Instalación de luminaria en poste metálico y encendido a través de fotocelda o interruptor.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No deben quedar cables expuestos al agua.</li> <li>• La ubicación de la luminaria no debe dar sombra en la puerta de los equipos.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Instalación de poste, preparación de luminaria y montaje de las mismas y conexiones eléctricas.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar una buena conexión eléctrica de alumbrado de la radio base.</li> <li>• Verificar la colocación de todos los accesorios necesarios (por ejemplo: difusor acrílico).</li> <li>• Verificar la rigidez del poste metálico.</li> </ul>

#### 2.2.23 Instalaciones eléctricas en torre

<u>Descripción</u>	Consiste en la canalización y cableados verticales a través de la torre para la alimentación de balizas y enchufe de servicio ubicados en altura. Además de cables de tierra lógicas y sus placas.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unión de conductor pararrayos siempre con termofusión.</li> <li>• Curva del conductor de tierra con ángulo superior a 90 grados y siempre hacia abajo.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Tendido de tuberías y sus fijadores, fijación de balizas,

	enchufes y pararrayo, fijación de tierras lógicas y finalmente cableados.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el tendido de los cables este tenso (que no presente curvas).</li> <li>• Verificar que se realicen las uniones de tubería.</li> </ul>

<b>2.2.24 Superficie interior</b>	
<u>Descripción</u>	Consiste en la distribución superficial en todo el área libre de las instalaciones del sitio de una capa de grava, esto luego de determinadas todas las obras en el sitio.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esparcir la grava en forma homogénea.</li> <li>• Analizar previamente la evacuación del agua.</li> </ul>
<u>Desarrollo de la actividad</u>	Se debe preparar el terreno con la pendiente de aproximadamente un 1% que permita el escurrimiento del agua (definir previamente hacia donde se va a evacuar el agua). Aplicar químico mata maleza, finalmente esparcir la grava.
<u>¿Qué inspeccionar?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el diámetro de la grava a colocar sea constante.</li> <li>• Verificar que no se coloque la grava sucia (por ejemplo: con barro).</li> <li>• Verificar que la grava que se coloque sea de mala calidad.</li> <li>• No olvidar el bombeo del agua del terreno.</li> </ul>

<b>2.2.25 Documentación en obra</b>	
<u>Descripción</u>	Consiste en dar las indicaciones básicas, que se deben tener en cuenta sobre el manejo de las anotaciones necesarias en la bitácora, uso de planos y especificaciones de la obra.
<u>Precauciones a considerar</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al inicio de la obra se registrara el programa de la obra.</li> <li>• Cada día al inicio y al final de la jornada se registrará lo que se hará y lo que se hizo. Informando los problemas.</li> <li>• Los planos deben estar archivados y no pueden salir de la obra por ningún motivo.</li> </ul>