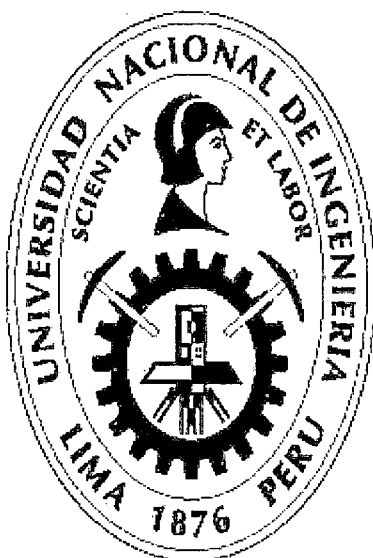


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES
DESMONTABLES DE CONFIGURACIÓN METÁLICA PARA
TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES DE DIFÍCIL ACCESO”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CÉSAR TEÓFILO MENDOZA SOLÓRZANO

Lima – Perú

2015

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

***“Jehová es mi fortaleza y mi escudo; En él confió mi corazón, y fui ayudado,
Por lo que se gozó mi corazón, Y con mi cántico le alabaré.” Salmos 28:7.***

***A Dios por sus múltiples bendiciones y la fidelidad de su promesa; A mis
padres César y Clarita por su buen ejemplo y apoyo constante; a mi hijo
Cesitar por ser mi legado y motivación; a mis hermanas Janet, Miryam y
Patty por su confianza y apoyo; a mis sobrinos Sheyla, Luzmila, Claudia y
Rodrigo por su cariño; a mi novia Hilda por su amor y ser mi ayuda idonea.***

INDICE	1
RESUMEN	7
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	13
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERU	18
1.1 TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ.....	18
1.1.1 Evolución de la Telefonía Móvil.....	18
1.1.2 Telefonía Móvil como herramienta para el desarrollo socioeconómico.....	27
1.1.3 Conceptos básicos de Telefonía Móvil.....	29
1.1.4 Empresas Operadoras de Telefonía Móvil en el Perú.....	33
1.1.5 Empresas Inmobiliarias de Telecomunicaciones.....	35
1.1.6 Legislación Peruana para la Infraestructura en las telecomunicaciones.....	37
1.1.7 Contratos de concesión de las Empresas Operadoras y el Estado Peruano.....	41
1.1.8 Infraestructura para las telecomunicaciones como base para la Inclusión social de los pueblos.....	43
1.2 INFRAESTRUCTURA ACTUAL PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERU.....	44
1.2.1 Comparativo de infraestructura para la telefonía móvil entre el Perú y otros países de la región.....	45
1.2.2 Brecha actual que afronta el Perú en Infraestructura para la telefonía Móvil.....	45
1.3 PROBLEMÁTICA PERUANA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y MEJORA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL.....	46
1.4.1 Trabas y barreras burocráticas que limitan el desarrollo de la infraestructura de la telefonía móvil.....	46
1.4.2 Impacto social por las radiaciones electromagnéticas de las antenas.....	48
1.4.3 Impacto visual del paisaje generado por las estructuras de soporte de las antenas.....	50

1.4.6	Dificultades para implementar infraestructura por la geografía complicada que presenta el Perú.....	51
1.5	CAMBIOS EN LA LEGISLACIÓN PERUANA PARA IMPULSAR EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LAS TELECOMUNICACIONES.....	51
1.5.1	Intervención del Estado Peruano, Indecopi y otras instituciones gubernamentales.....	52
1.5.2	Simplificación y estandarización de trámites para las licencias de construcción.....	54

CAPÍTULO II: ESTACIÓN BASE CELULAR DESMONTABLE DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....

	CONFIGURACIÓN METÁLICA.....	55
2.1	APLICACIÓN DEL MODELO.....	55
2.2	PRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO.....	55
2.3	ANTECEDENTES.....	58
2.4	DISEÑO CONCEPTUAL.....	59
2.5	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MODELO.....	61
2.5.1.	Descripción del Modelo.....	61
2.5.2.	Distribución arquitectónica.....	63
2.6.	ELEMENTOS DEL MODELO.....	64
2.6.1	Elementos Básicos de la Estación.....	64
2.6.2	Elementos Eléctricos de la Estación.....	70
2.7.	VARIACIONES DEL MODELO SEGÚN LA ALTURA DE LA TORRE.....	73
2.8.	ESTRUCTURAS DE ACERO DEL MODELO.....	74
2.8.1.	Materiales para las estructuras de acero.....	75
2.8.2.	Protección de las estructuras de acero.....	76
2.9.	ESTUDIOS PREVIOS AL DISEÑO DEL MODELO.....	76
2.9.1.	Estudio de Mecánica de Suelos (EMS).....	77
2.9.2.	Estudio de resistividad del suelo.....	78
2.10.	PROCESOS DE PRODUCCION DEL MODELO.....	78
2.10.1.	Inicio.....	78
2.10.2.	Logística.....	79
2.10.3.	Producción de Elementos Metálicos	79
2.10.4.	Control de Calidad de producción.....	79
2.10.5.	Transporte de piezas a obra	80

2.10.6. Nivelación del terreno	81
2.10.7. Montaje de la Estación y Acabados de Torre en Obra	81
2.10.8. Control de calidad de Torre Instalada	81
2.10.9. Entrega de la Estación de Comunicaciones.....	82

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE UN PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN O MEJORA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ

.....	83
3.1. NECESIDAD DE MEJORA Y EXPANSIÓN DE LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL.....	84
3.1.1. Mejorar la calidad en los servicios de telefonía móvil (Capacidad).....	85
3.1.2. Ampliar el servicio de telefonía móvil (Cobertura).....	86
3.1.3. Tipos de Estaciones Base en zona urbana.....	87
3.1.4. Tipos de Infraestructura en zona rural.....	89
3.1.5. Tercerización para la implementación de una Estación	90
3.2. ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN.....	91
3.3. PROCESO DE ADQUISICIÓN DE SITIOS.....	92
3.3.1. Búsqueda del emplazamiento.....	92
3.3.2. Ubicación de candidatos.....	93
3.3.3. Estado del predio.....	94
3.3.4. Aprobación y acuerdo final.....	96
3.4. PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN	97
3.4.1. Diseño de radio y transmisión.....	97
3.4.2. Elaboración del expediente técnico.....	97
3.4.3. Fabricación de torre y elementos metálicos.....	101
3.5. PROCESO DE EJECUCIÓN DE OBRAS (IMPLEMENTACIÓN).....	101
3.5.1. Trámites y licencias.....	101
3.5.2. Ejecución de obras	103
3.5.3. Controles de calidad y medio ambiente en obra.....	104
3.5.4. Cierre y liquidación de obras.....	105
3.6. PUESTA EN SERVICIO DE LA ESTACIÓN (INTEGRACIÓN).....	106
3.6.1. Instalación de equipos de comunicaciones.....	106
3.6.2. Pruebas y puesta en servicio.....	106

CAPÍTULO IV: PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR TRADICIONAL PARA TELECOMUNICACIONES.....

107

4.1.	DEFINICIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR TRADICIONAL.....	108
4.1.1.	EBC Tradicional.....	109
4.1.2.	Componentes de una EBC Tradicional.....	110
4.2.	CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	111
4.3.	PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	112
4.3.1.	Planeamiento Estratégico de la Empresa.....	112
4.3.2.	Organización funcional para la construcción de una Estación Tradicional	
4.4.	PLANEAMIENTO PRELIMINAR DEL PROYECTO.....	114
4.4.1.	Revisión de los alcances del proyecto.....	114
4.4.2.	Visita técnica al área de trabajo.....	115
4.5.	FACTORES IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA PLANIFICACIÓN	
4.5.1.	Accesibilidad a la zona del proyecto.....	115
4.5.2.	Tipo de Suelo.....	117
4.5.3.	Recursos humanos.....	118
4.6.	PLANEAMIENTO TÁCTICO.....	119
4.6.1.	Planeamiento Exógeno.....	119
4.6.2.	Planeamiento Endógeno.....	120
4.6.3.	Estructura de descomposición de trabajo (EDT).....	120
4.7.	PLANEAMIENTO LOGÍSTICO.....	123
4.7.1.	Logística.....	123
4.6.2.	Estimación de costos.....	124
4.6.3.	Planificación de recursos.....	128
4.7.	PLANEAMIENTO OPERATIVO.....	130
4.7.1.	Cronograma de Ejecución de Obra.....	130
4.8.	CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN TRADICIONAL.....	132
4.8.1.	Proceso constructivo.....	132
4.8.2.	Controles.....	143
4.8.3.	Cierre del proyecto.....	145
CAPÍTULO V: PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....		147
5.1.	DEFINICIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....	148
5.2.	CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	149
5.3.	PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	150

5.3.1. Planeamiento Estratégico de la Empresa.....	150
5.3.2. Organización funcional para la construcción de una Estación de Configuración Metálica.....	151
5.4. PLANEAMIENTO PRELIMINAR DEL PROYECTO.....	153
5.4.1. Revisión de los alcances del proyecto.....	153
5.4.2. Visita técnica al área de trabajo.....	153
5.5. FACTORES IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA PLANIFICACIÓN	
5.5.1. Accesibilidad a la zona del proyecto.....	154
5.5.2. Tipo de Suelo.....	155
5.5.3. Recursos humanos.....	155
5.6. PLANEAMIENTO TÁCTICO.....	156
5.6.1. Planeamiento Exógeno.....	157
5.6.2. Planeamiento Endógeno.....	157
5.6.3. Estructura de descomposición de trabajo (EDT).....	158
5.7. PLANEAMIENTO LOGÍSTICO.....	160
5.7.1. Logística.....	160
5.7.2. Estimación de costos.....	161
5.7.3. Planificación de recursos.....	163
5.8. PLANEAMIENTO OPERATIVO.....	163
5.8.1. Cronograma de Ejecución de Obra.....	164
5.9. CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....	165
5.9.1. Proceso constructivo.....	165
5.9.2. Controles.....	174
5.9.3. Cierre del proyecto.....	176
CAPÍTULO VI: COMPARACIÓN ENTRE UNA ESTACIÓN TRADICIONAL Y UNA ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....	178
6.1. CONCRETO ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES.....	178
6.1.1. Comparación en Aspectos técnicos de los materiales.....	179
6.1.2. Comparación Aspectos financieros de los materiales.....	180
6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO TRADICIONAL Y DEL MODELO DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.....	181
6.2.1. Ventajas y Desventajas en los proyectos de Estaciones Tradicionales	

6.2.2. Ventajas y Desventajas en los proyectos de Estaciones de Configuración Metálica.....	184
6.3. COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE ESTACIONES.....	186
6.4. COMPARATIVO DE PRESUPUESTOS DE OBRA DE ESTACIONES	
6.4.1. Presupuesto de obra de una Estación Tradicional.....	189
6.4.2. Presupuesto de obra de una Estación de Configuración Metálica.....	190
6.5. COMPARATIVOS DE PESOS Y DIMENSIONES.....	191
6.6. COMPARATIVO DE PLANEAMIENTO.....	193
6.6.1. Comparativo en Planeamiento Logístico.....	193
6.6.2. Comparativo en Planeamiento Operativo.....	193
6.7. COMPARATIVO FINAL ENTRE LOS TIPOS DE ESTACIÓN.....	194
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	196
7.1. CONCLUSIONES.....	196
7.2. RECOMENDACIONES.....	198
BIBLIOGRAFÍA.....	200

ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS DE LA ESTACIÓN EBC CONDURIRI (ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA)

ANEXO 2: LISTA DE PRECIOS UNITARIOS CONTRATO LATAM TELEFÓNICA MÓVILES.

ANEXO 3: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA DE UNA ESTACIÓN TRADICIONAL.

ANEXO 4: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA DE UNA ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.

ANEXO 5: PRESUPUESTO DE OBRA (OFERTA) EBC HUACHOCOLPA – ESTACIÓN TRADICIONAL.

ANEXO 6: PRESUPUESTO DE OBRA (OFERTA) EBC CONDURIRI – ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.

RESUMEN

En la presente tesis de grado se trata como tema principal el planeamiento y construcción de una Estación Base Celular Desmontable de configuración metálica.

La complejidad del planeamiento y construcción de las Estaciones Base Celulares tradicionales que se construyen en las partes más altas para evitar obstáculos en la emisión y recepción de señal, tienen algunos problemas como: 1) El transporte para el traslado de los equipos, materiales y la infraestructura de soporte (torre); 2) Encontrar en la zona los materiales adecuados que cumplan los estándares de calidad para realizar las obras civiles; 3) Encontrar una fuente de energía eléctrica para energizar la futura estación. La logística es más compleja y costosa en todos los casos; sumado a todo esto, las barreras burocráticas que imponen los gobiernos locales, hace que sea más complejo el implementar este tipo de proyectos.

Con la implementación de Estaciones de configuración metálica se pretende mejorar y dar solución al problema de deficientes comunicaciones y dotar de más infraestructura en telecomunicaciones en las zonas de difícil acceso y geografía complicada, especialmente en los proyectos mandatorios que promueve el Estado Peruano. El planeamiento y construcción son manejados en corto tiempo, con lo cual, la puesta en servicio de la nueva estación se traduce en menores tiempos de iniciar su funcionamiento, beneficiando a las poblaciones que se pretende atender.

Los comparativos en términos de planificación, costos, tiempos y construcción dan una clara ventaja de la Estación de configuración metálica sobre una Estación tradicional; esto debido a que la logística para la construcción de una Estación de configuración metálica es más simplificada y no tiene obras civiles que demandan grandes volúmenes de materiales a usar.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1: Espectro radioeléctrico asignado por operador.

Cuadro 2.1: Potencia Instalada y máxima demanda para la Estación de comunicaciones “EBC Challhuahuacho”

Cuadro 2.2: Homologación del modelo en cinco diseños por AENOR.

Cuadro 2.3: Calidad conforme a la norma ASTM A36 y ASTM A570.

Cuadro 3.1: Ciclo de vida de implementación de una Estación Base Celular.

Cuadro 3.2: Resumen de Oferta de Obra para la Implementación de una Estación Base Celular (EBC).

Cuadro 4.1: Organigrama para la construcción de una Estación Tradicional.

Cuadro 4.2: Costos de excavación y relleno para obras de Estaciones (EBC).

Cuadro 4.3: Estructura de descomposición de trabajo (EDT) para una Estación tradicional.

Cuadro 4.4: Precios de transporte de materiales.

Cuadro 4.5: Factor de distancia por zona.

Cuadro 4.6: Precios por acarreo de materiales a pie de obra (Estación tradicional).

Cuadro 4.7: Cálculo de costos de acarreo de material a obra (Estación tradicional).

Cuadro 4.8: Resumen del Cronograma de Obra de una Estación Tradicional.

Cuadro 5.1: Organigrama para la construcción de una Estación de Configuración Metálica.

Cuadro 5.2: Estructura de descomposición de trabajo (EDT) de la Estación de configuración metálica.

Cuadro 5.3: Cálculo de costos de acarreo de material a obra (Estación de configuración metálica).

Cuadro 5.4: Resumen del Cronograma de Obra de una Estación de Configuración Metálica.

Cuadro 6.1: Comparativo de aspectos técnicos entre el concreto armado y el acero estructural.

Cuadro 6.2: Comparativo de aspectos financieros entre el concreto armado y el acero estructural.

Cuadro 6.3: Comparativo de aspectos generales entre una Estación tradicional y una Estación de configuración metálica.

Cuadro 6.4: Resumen del presupuesto de obra (Oferta) de una Estación tradicional.

Cuadro 6.5: Resumen del presupuesto de obra (Oferta) de una Estación de configuración metálica.

Cuadro 6.6: Pesos de materiales usados en una Estación tradicional.

Cuadro 6.7: Pesos de materiales usados en una Estación de configuración metálica.

Cuadro 6.8: Comparativo entre la “EBC HUACHOCOLPA” y la “EBC CONDURIRI”

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1:** Evolución de los teléfonos celulares en el tiempo.
- Figura 1.2:** Diagrama del espectro electromagnético, mostrando el tipo y longitud de onda.
- Figura 1.3:** Logos de las empresas operadoras de telefonía móvil en el Perú.
- Figura 2.1:** Estación Base Celular de Configuración Metálica (vista en corte)
- Figura 2.2:** Estación Base Celular de Configuración Metálica (Vista en Elevación)
- Figura 2.3:** Plataforma Marina Petrolera, usada en la industria de los hidrocarburos para la extracción del petróleo.
- Figura 2.4:** Grúa torre usada en la Industria de la construcción, su estabilidad está en la base de la torre, mediante contrapesos.
- Figura 2.5:** Construcción de la Estación “EBC CONDORURI”, en el Departamento de Puno.
- Figura 2.6:** Modelo Básico de una Estación Base Celular de configuración metálica.
- Figura 2.7:** Diseño de las zapatas que son el soporte de la plataforma metálica.
- Figura 2.8:** Plataforma metálica armada con perfiles metálicos de sección “H”.
- Figura 2.9:** Montaje de torre auto soportada metálica.
- Figura 2.10:** Cerco perimetral con paneles de planchas y perfiles metálicos.
- Figura 2.11:** Plataforma y gabinetes para equipos de comunicación de la Estación.
- Figura 2.12:** Sistema de contrapeso sobre plataforma de torre.
- Figura 2.13:** Soportes y accesorios de la Estación Base Celular (EBC).
- Figura 2.14:** Procesos de producción de la Estación de Comunicaciones de configuración metálica.

Figura 3.1: Red celular.

Figura 3.2: Mástil Rooftop instalado sobre un edificio.

Figura 3.3: Torre arriostrada de 9 m. de altura sobre una vivienda.

Figura 3.4: Torre ventada sobre un edificio existente.

Figura 3.5: Estación base celular tradicional con una torre auto soportada de celosía de una altura de 30 m.

Figura 3.6: Estación base celular de configuración metálica con una torre auto soportada de celosía de una altura de 30 m.

Figura 3.7: Polígono de búsqueda para ubicación de sitios.

Figura 4.1: Elevación principal de una Estación Base Celular Tradicional.

Figura 4.2: Vista en corte de una Estación Base Celular Tradicional.

Figura 4.3: Limpieza del terreno.

Figura 4.4: Excavación manual para cimentación de muros y zapata de torre.

Figura 4.5: Colocación de acero de refuerzo de zapata de torre, sobre solado.

Figura 4.6: Encofrado de pedestal de pata de torre.

Figura 4.7: Vaciado de concreto para zapatas de torre.

Figura 4.8: Asentado de ladrillo del muro perimetral de la Estación.

Figura 4.9: Pintado de los muros perimetrales de la Estación.

Figura 4.10: Montaje de la torre de la Estación.

Figura 4.11: Tablero integrado de la Estación.

Figura 5.1: Vista de Elevación de una Estación Base Celular de Configuración Metálica con torre de 30m.

Figura 5.2: Estación Base Celular en servicio con torre de 20m.

Figura 5.3: Limpieza y nivelación del terreno donde se construirá la Estación.

Figura 5.4: Trazo y replanteo para excavaciones.

Figura 5.5: Excavación para zapatas metálicas y acopio de material para relleno.

Figura 5.6: Instalación de zapatas y plataforma metálica de la Estación.

Figura 5.7: Montaje de torre cuadrada de la Estación.

Figura 5.8: Sistema de contrapeso para estabilidad de torre de la Estación.

Figura 5.9: Cerco perimétrico de planchas galvanizadas y concertina de protección.

Figura 5.10: Instalaciones eléctricas de la Estación de comunicaciones.

Figura 5.11: Soportes para equipos y antenas de comunicaciones.

Figura 5.12: Mediciones de verticalidad de torre.

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación.

AFIN: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional

AM: Amplitud Modulada.

AMPS: (Advanced Mobile Phone System) Sistema Telefónico Móvil Avanzado.

ASTM: (American Society for Testing Materials) Sociedad Americana para prueba de materiales.

AWS: (American Welding Society) Sociedad Americana de Soldadura.

CDMA: (Codes division multiple access) Acceso múltiple por división de códigos.

CIRA: Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos.

CPT: Compañía Peruana de Teléfonos.

D-AMPS: (Digital advanced mobile phone system) Sistema de telefonía móvil avanzado digital.

EBC: Estación base celular de telefonía móvil.

EDT: Estructura de descomposición de trabajo.

EEUU: Estados Unidos de América.

EIA: Estudios de Impacto Ambiental.

EMS: Estudios de Mecánica de Suelos.

FM: Frecuencia Modulada.

GPS: (Global position sistem) Sistema de posicionamiento global.

GSM: (Global System for Mobile) Sistema Global para comunicaciones móviles.

HF: (High frequency) Alta Frecuencia.

HSDPA: (High speed downlink packet acces) Alta velocidad de acceso a paquete de enlace.

ICNIRP: Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante.

INC: Instituto Nacional de Cultura.

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil.

INDECOP: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

ITU: (International Telecommunication Union) Unión Internacional de Telecomunicaciones.

KHz: Kilo Hertz (unidad para medir frecuencia)

MHz: Mega Hertz (unidad para medir frecuencia).

MW: Microondas (antenas de microondas para telecomunicaciones)

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

MTPE: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.

NMT: (Nordic Móvil Telephone) Telefonía Móvil Nórdica.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

OC: Orden de compra.

OMS: La Organización Mundial de la Salud.

OSIPTEL: Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones.

PCM: Presidencia del Consejo de Ministros.

PCS: (Personal communication service) Servicio de comunicación personal.

QoS: (Quality of service) Calidad de Servicio.

RDSI: Red digital de servicios integrados.

RF: Radio frecuencia.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

RNI: Radiaciones No Ionizantes.

SAE: (Society of automotive Engineers) Sociedad de Ingenieros automotores.

SPAT: Sistema de puesta a tierra.

SUNARP: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos.

TACS: (Total Access communication system) Sistema de comunicación de acceso total.

TDMA: (Time division multiple Access) Acceso múltiple por división de tiempo.

TIC: Tecnologías de la información y las comunicaciones.

TUO: Texto único ordenado.

TUPA: Texto único de procedimientos administrativos

TVSS: (transient voltaje suppression system) Sistema de supresión de tensión transitoria.

UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

VHF: (Very high frequency) Muy alta frecuencia.

WAP: (Wireles Access protocol) Protocolo de acceso inalámbrico.

PALABRAS CLAVES

EMPLAZAMIENTO: Lugar escogido para ubicar una Estación Base Celular de telefonía móvil.

LATAM: Es la abreviatura de Latinoamérica que es usada por las empresas Españolas para referirse a sus negocios y operaciones en Latinoamérica.

OPERADORA: Empresa concesionaria Operadora de Telefonía Móvil.

TELCO DIGITAL: Es un nombre genérico utilizado para designar a una gran empresa de telecomunicaciones, que necesita unas aplicaciones enormes para poder dar servicios a millones de clientes.

INTRODUCCIÓN

El tema central de la presente tesis de grado es el planeamiento y construcción de una Estación Base Celular Desmontable de configuración metálica, el cual pretende mejorar y dar solución para la implementación de más infraestructura en telecomunicaciones en las zonas de difícil acceso y geografía complicada, especialmente en los proyectos mandatorios que promueve el Estado Peruano y que están obligadas a realizar las Operadoras de Telefonía móvil en todo el país.

En el Capítulo I: Se presenta algunos aspectos muy importantes a conocer sobre la Infraestructura para las telecomunicaciones y las limitaciones que atraviesa para su desarrollo. Las telecomunicaciones son una base fundamental para la inclusión social y digital que el Estado promueve; pero su crecimiento se ha visto retrasado por las diferentes trabas que ejercen los gobiernos locales en todo el país.

En el Capítulo II: Se detalla aspectos referentes al modelo de Estación en estudio, desde los antecedentes que dieron inicio a plantear soluciones para crear un nuevo diseño de un modelo de utilidad para una Estación de Telecomunicaciones, así también los estudios previos al diseño y los procesos de producción son explicados para mayor alcance y visualización del modelo.

En el Capítulo III: Se detalla de cómo se realiza y maneja un proyecto de Implementación o mejora en el rubro de la Telefonía Móvil, desde la necesidad de mejorar o expandir la cobertura de la señal por el incremento de la demanda de los servicios de telefonía celular hasta la puesta en servicio de la nueva estación. Este Capítulo ayudará a plantear estrategias para mejorar la planificación y optimizar los tiempos de construcción que es el tema central de la presente tesis de grado.

En el Capítulo IV: Se muestra todo el proceso de planeamiento que se debe realizar antes de la ejecución de una Estación base celular Tradicional, desde el planeamiento estratégico que tienen las Empresas especializadas para liderar en el rubro y la organización de los equipos de trabajo para los proyectos; el planeamiento táctico para evaluar el entorno y optimizar el uso de instalaciones y accesos; el planeamiento logístico capaz de suministrar recursos y contrataciones justo a tiempo y el planeamiento operativo que va de la mano directamente con la construcción de la Estación.

En el Capítulo V: Se muestra el proceso de planeamiento para la construcción de una Estación base celular de configuración metálica. En la actualidad solo hay pocas empresas que realizan este tipo de proyecto, y es muy importante una buena planificación de recursos por ser proyectos de muy corta duración (máximo 15 días). La organización debe ser estructurada de tal forma que sea funcional, debido a que los tiempos son cortos y la interacción entre las áreas de la Empresa debe ser dinámica.

En el Capítulo VI: Se realiza un comparativo de algunas características de cada modelo en estudio para ver las bondades y restricciones que presentan cada uno de los casos de los modelos de estaciones de comunicación, en términos de costos, características físicas, planeamiento y construcción.

En el Capítulo VII: Se presentan las conclusiones y recomendaciones necesarias para el éxito en la planificación y construcción de una Estación de configuración metálica.

Adicionalmente con los anexos se complementa la información necesaria referencial para reforzar el tema en estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERU

En este capítulo se presentan algunos aspectos muy importantes a conocer sobre la Infraestructura para las telecomunicaciones y las limitaciones que atraviesa para su desarrollo. Este primer tema es fundamental para poder iniciar el planeamiento, programación y construcción de los nuevos proyectos de Estaciones de Comunicación que es el tema central de la presente tesis de grado.

La telefonía móvil ha evolucionado en el mundo a pasos agigantados en las últimas dos décadas, el Perú no es ajeno a esta evolución; siendo su invención y sus inicios en los años cuarenta del siglo pasado pero es recién en los años noventa que ingresa al Perú. Este tipo de tecnología ha demostrado ser una herramienta básica para el desarrollo socioeconómico de los pueblos. En la actualidad existen cuatro empresas Operadoras concesionarias que vienen dando este servicio.

Existe una legislación para implementar de más infraestructura en este sector pero necesita ser reforzada; el estado promueve más inversiones privadas con los contratos de concesión. La infraestructura para las telecomunicaciones es una base fundamental para la inclusión social y digital que el gobierno promueve; pero su crecimiento se ha visto retrasado por las diferentes trabas que ejercen los gobiernos locales en todo el país; las empresas operadoras se han visto afectadas en su despliegue de más infraestructura por estas trabas. La brecha en infraestructura es muy grande y es necesario acortarla. El Perú es uno de los países en Latinoamérica que presenta un menor crecimiento en este rubro. Se hace necesaria la intervención del estado y cambios en la legislación actual para la eliminación de las trabas; existen algunas propuestas más en el congreso para beneficiar el crecimiento de este sector.

1.1 TELEFONÍA MOVIL EN EL PERÚ

1.1.1 Evolución de la Telefonía Móvil

INTRODUCCIÓN A LA TELEFONÍA MÓVIL.- Desde el principio de las telecomunicaciones, dos han sido las principales opciones para llevar a cabo

una Comunicación: con o sin hilos, o lo que es lo mismo, por cable o por el aire. En realidad ambas pueden participar en un mismo proceso comunicativo.

En las comunicaciones móviles, en las que emisor o receptor está en movimiento, la movilidad de los extremos de la comunicación excluye casi por completo la utilización de cables para alcanzar dichos extremos, por tanto utiliza básicamente la comunicación vía radio. Esta se convierte en una de las mayores ventajas de la comunicación vía radio: la movilidad de los extremos de la conexión. Otras bondades de las redes inalámbricas son el “ancho de banda”¹ que proporciona, el rápido despliegue que conlleva a no tener que llevar a cabo mucha obra civil.

Sin embargo el cable es más inmune a amenazas externas, como el ruido o las escuchas no autorizadas, y no tiene que competir con otras fuentes por el espacio radioeléctrico, que es un bien escaso, patrimonio nacional de uso público. Históricamente la comunicación vía radio se reservaba a transmisiones “punto a multipunto”², con grandes distancias a cubrir. También era útil en situaciones en las que la geografía dificultase en exceso el despliegue de cables. Fundamentalmente se utilizaba para transmitir radio y TV. Por el contrario, las comunicaciones telefónicas utilizaban cables.

En cuanto a las comunicaciones móviles, no aparecen comercialmente hasta finales del siglo XX. Los países nórdicos, por su especial orografía y demografía, fueron los primeros en disponer de sistemas de telefonía móvil, eso sí, con un tamaño y unos precios no muy populares. Radio búsquedas, redes móviles privadas, y sistemas de telefonía móvil mejorados fueron el siguiente paso. Después llegó la telefonía móvil digital, las agendas personales, miniordenadores, laptops y un sinnúmero de dispositivos dispuestos a conectarse vía radio con otros dispositivos o redes. Y finalmente la unión entre comunicaciones móviles e Internet, el verdadero punto de inflexión tanto para uno como para otro.

1 Característica de la línea telefónica que determina la cantidad de conexiones simultáneas que se pueden establecer entre los usuarios y el servidor. Cuando mayor sea el ancho de banda de la línea que ofrece un servidor, más usuarios podrán conectarse a la vez, y más rápida será la conexión. El ancho de banda es la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, normalmente medido en segundos. Cuando mayor sea el ancho de banda, más datos podrán circular por ella en un segundo.

2 Punto a multipunto de comunicación es un término que se utiliza en el ámbito de las telecomunicaciones, que se refiere a la comunicación que se logra desde una única ubicación ofreciendo varias rutas a varios lugares. Una conferencia puede ser considerada una comunicación punto a multipunto ya que existe solo un orador (transmisor) y múltiples asistentes (receptores).

Los servicios de comunicaciones móviles más extendidos son la telefonía móvil terrestre, la comunicación móvil por satélite, las redes móviles privadas, la radio mensajería, la radiolocalización GPS, las comunicaciones inalámbricas y el acceso a Internet móvil.

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA TELEFONÍA MÓVIL.- La historia de la telefonía móvil o telefonía celular se remonta a los inicios de la Segunda Guerra Mundial, donde ya se veía que era necesaria la comunicación, es por eso que la compañía Motorola creó un equipo llamado “handie talkie H12-16”³ que es un equipo que permite el contacto con las tropas vía ondas de radio cuya banda de frecuencias en ese tiempo no superaban los 600 kHz.

Comenzaron a perfeccionar y amoldar este nuevo sistema revolucionario ya que permitía comunicarse a distancia. Fue así que en los años 1980 se llegó a crear un equipo que ocupaba recursos similares a los “Handie Talkie” pero que iba destinado a personas que por lo general eran grandes empresarios y debían estar comunicados, es ahí donde se crea el teléfono móvil y marca un hito en la historia ya que con este equipo podría hablar a cualquier hora y en cualquier lugar donde tenga señal.

- **LOS INICIOS**

Los sistemas de telefonía móvil civil empezaron a desarrollarse a partir de finales de los años 40 en los Estados Unidos. Eran sistemas de radio analógicos que utilizaban en el primer momento modulación en amplitud (AM) y posteriormente modulación en frecuencia (FM). Se popularizó el uso de sistemas FM gracias a su superior calidad de audio y resistencia a las interferencias. El servicio se daba en las bandas de HF (frecuencia alta) y VHF (Frecuencia muy alta).

Los primeros equipos eran enormes y pesados, por lo que estaban destinados casi exclusivamente a su uso a bordo de vehículos. Generalmente se instalaba el equipo de radio en la maleta y se pasaba un cable con el teléfono hasta el panel de control del automóvil.

Una de las compañías pioneras que se dedicaron a la explotación de este servicio fue la estadounidense Bell. Su servicio móvil fue llamado “System

³ dispositivo basado en la transmisión mediante ondas de radio que, a pesar de trabajar por aquel entonces con un espectro que se podría calificar de ridículo (550 MHz aproximadamente), supuso una revolución de enormes proporciones.

Service". No era un servicio popular porque era extremadamente caro, pero estuvo operando (con actualizaciones tecnológicas) desde 1946 hasta 1985.

El 3 de abril de 1973, Martín Cooper directivo de Motorola realizó la primera llamada desde un teléfono móvil del proyecto DynaTAC 8000X desde una calle de Nueva York precisamente a su mayor rival en el sector de telefonía: Joel Engel, de los Bell Labs de AT&T.

El DynaTAC 8000X es presentado oficialmente en 1984, año en que se empezó a comercializar. El teléfono pesaba cerca de 1 kg, tenía un tamaño de 33.02 x 4,445 x 8,89 centímetros y su batería duraba una hora de comunicación o una jornada laboral (ocho horas) en espera, con pantalla de LED. "Ameritech Mobile Communications LLC" fue la primera empresa en los EE.UU. en proporcionar servicio de telefonía móvil al público general.

- **PRIMERA GENERACIÓN (1G): MADURACIÓN DE LA IDEA**

En 1981 el fabricante Ericsson lanza el sistema NMT 450 (Telefonía Móvil Nórdica 450 MHz). Este sistema seguía utilizando canales de radio analógicos (frecuencias en torno a 450 MHz) con modulación en frecuencia (FM). Era el primer sistema del mundo de telefonía móvil tal como se entiende hasta hoy en día.

Los equipos 1G pueden parecer algo aparatosos para los estándares actuales pero fueron un gran avance para su época, ya que podían ser trasladados y utilizados por una única persona. En 1986, Ericsson modernizó el sistema, esta nueva versión funcionaba prácticamente igual que la anterior pero a frecuencias superiores (del orden de 900 MHz). Esto permitió dar servicio a un mayor número de usuarios y avanzar en la portabilidad de los terminales.

En los años 80 se desarrollaron otros sistemas de telefonía móvil tales como: AMPS (Sistema Telefónico Móvil Avanzado) en EEUU y TACS (Sistema de Comunicación de Acceso Total). El sistema TACS se utilizó en España con el nombre comercial de "MoviLine". Estuvo en servicio hasta su extinción en 2003.

- **SEGUNDA GENERACIÓN (2G): POPULARIZACIÓN**

En la década de 1990 nace la segunda generación, que utiliza sistemas como GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles). Las frecuencias utilizadas

en Europa fueron de 900 y 1800 MHz. El desarrollo de esta generación tiene como piedra angular la digitalización de las comunicaciones. Las comunicaciones digitales ofrecen una mejor calidad de voz que las analógicas, además se aumenta el nivel de seguridad y se simplifica la fabricación del Terminal (con la reducción de costos que ello conlleva).

Muchas operadoras telefónicas móviles implementaron Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y Acceso múltiple por división de código (CDMA) sobre las redes AMPS existentes convirtiéndolas así en redes D-AMPS. Esto trajo como ventaja para estas empresas poder lograr una migración de señal analógica a señal digital sin tener que cambiar elementos como antenas, torres, cableado, etc. Inclusive, esta información digital se transmitía sobre los mismos canales (y por ende, frecuencias de radio) ya existentes y en uso por la red analógica. La gran diferencia es que con la tecnología digital se hizo posible hacer Multiplexión⁴, tal que en un canal antes destinado a transmitir una sola conversación a la vez se hizo posible transmitir varias conversaciones de manera simultánea, incrementando así la capacidad operativa y el número de usuarios que podían hacer uso de la red en una misma celda en un momento dado.

El estándar que ha universalizado la telefonía móvil ha sido el GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles). Se trata de un estándar europeo nacido de los siguientes principios:

- ✓ Buena calidad de voz (gracias al procesado digital).
- ✓ Itinerancia⁵ (Roaming).
- ✓ Deseo de implantación internacional.
- ✓ Terminales realmente portátiles (de reducido peso y tamaño) a un precio asequible.
- ✓ Compatibilidad con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- ✓ Instauración de un mercado competitivo con multitud de operadores y fabricantes.

4 En telecomunicación, la multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor

5 En telefonía móvil, servicio mediante el cual se pueden enviar y recibir llamadas utilizando redes telefónicas de compañías extranjeras cuando se está fuera del país de origen.

Realmente, GSM ha cumplido con todos sus objetivos pero al cabo de un tiempo empezó a acercarse a la obsolescencia porque sólo ofrecía un servicio de voz o datos a baja velocidad (9.6 kbit/s) y el mercado empezaba a requerir servicios multimedia que hacían necesario un aumento de la capacidad de transferencia de datos del sistema. Es en este momento cuando se empieza a gestar la idea de 3G, pero como la tecnología CDMA no estaba lo suficientemente madura en aquel momento se optó por dar un paso intermedio: 2.5G.

• **GENERACIÓN DE TRANSICIÓN (2.5 G)**

Dado que la tecnología de 2G fue incrementada a 2.5G, en la cual se incluyen nuevos servicios como EMS y MMS:

- ✓ EMS (Servicio de mensajería mejorado), permite la inclusión de melodías e íconos dentro del mensaje basándose en los sms (servicio de mensaje corto); un EMS equivale a 3 o 4 sms.
- ✓ MMS (Sistema de Mensajería Multimedia) Este tipo de mensajes se envían mediante GPRS y permite la inserción de imágenes, sonidos, videos y texto. Un MMS se envía en forma de diapositiva, la cual, cada plantilla solo puede contener un archivo de cada tipo aceptado, es decir, solo puede contener una imagen, un sonido y un texto en cada plantilla, si se desea agregar más de estos tendría que agregarse otra plantilla. Cabe mencionar que no es posible enviar un vídeo de más de 15 segundos de duración.

Para poder prestar estos nuevos servicios se hizo necesaria una mayor velocidad de transferencia de datos, que se hizo realidad con las tecnologías GPRS y EDGE.

- ✓ GPRS ("General Packet Radio Service": Paquete de servicio general de radio) permite velocidades de datos desde 56 kbit/s hasta 114 kbit/s.
- ✓ EDGE ("Enhanced Data rates for GSM Evolution": Velocidades de datos mejoradas para la evolución de GSM) permite velocidades de datos hasta 384 kbit/s.

- **TERCERA GENERACIÓN (3G)**

3G nace de la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer servicios como la conexión a Internet desde el móvil, la videoconferencia, la televisión y la descarga de archivos. En este momento el desarrollo tecnológico ya posibilita un sistema totalmente nuevo: UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles).

En el 2001 se lanza en Japón la tecnología 3G para teléfonos celulares, basados en el sistema UMTS, en esta época se dieron uno de los últimos pasos en lo que es la telefonía móvil. La principal novedad fue la incorporación de una segunda cámara para poder realizar video llamadas, es decir hablar y ver a una persona al mismo tiempo a través del teléfono móvil.

Luego de ello, le siguieron otros estándares de comunicación, cada vez más veloces y capaces y que finalmente pudieron ir a la par de la performance y las posibilidades de un dispositivo maravilloso: El Smartphone (teléfono inteligente) que cambio el modo de vida diaria de las personas.

UMTS utiliza la tecnología CDMA, lo cual le hace alcanzar velocidades realmente elevadas (de 144 kbit/s hasta 7.2 Mbit/s, según las condiciones del terreno). UMTS ha sido un éxito total en el campo tecnológico pero no ha triunfado como se esperaba en el aspecto comercial. Se esperaba que tuviera mejores ventas como GSM pero realmente no ha resultado ser así ya que, según parece, la mayoría de usuarios tiene bastante con la transmisión de voz y la transferencia de datos por GPRS y EDGE.

- **CUARTA GENERACIÓN (4G): LA ACTUALIDAD**

La generación 4, o 4G es la evolución tecnológica que ofrece al usuario de telefonía móvil, internet más rápido y un mayor ancho de banda que permite, entre muchas otras cosas, la recepción de televisión en Alta Definición. No cabe duda que la aparición en el mercado del estándar de comunicaciones de 4G, cambió para siempre el modo en que los usuarios de teléfonos celulares usan su dispositivo. A tal punto que la telefonía de consumo de entretenimiento tal como la conocemos en la actualidad no podría existir.

La unión del Smartphone, una impresionante mezcla entre teléfono y computadora, y este nuevo estándar de comunicaciones, sin duda alguna rompió el esquema de consumo de contenidos al cual se estaba acostumbrado desde hace años, ya que gracias a la velocidad de transmisión de datos que puede alcanzar 4G, se puede consumir sin ninguna clase de problemas contenidos de video en alta definición, música y mil cosas más, además de que por supuesto todo lo que tenga que ver con el trabajo cotidiano de las personas se puede realizar varias veces más rápido y sin tantas complicaciones, en el lugar y momento en donde se encuentren, puntos que hoy son vitales para el desenvolvimiento diario de millones de personas alrededor del mundo.

En Figura 1.1 se muestra que con el paso de los años, los teléfonos celulares evolucionaron de una manera drástica. Comenzaron siendo grandes, pesados y analógicos, a lo que tenemos actualmente, Ligeros, pequeños y digitales, con incontables e increíbles funciones.



Figura 1.1: Evolución de los teléfonos celulares en el tiempo.

INGRESO DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ

En abril de 1990, el servicio de telefonía celular llega al Perú, la empresa "Telemovil" que luego se cambió el nombre a "Tele 2000" anuncia el ingreso de la telefonía móvil al país.

Tele 2000 tenía la exclusividad por un año, así que CPT (Compañía peruana de Teléfonos) tuvo que esperar ese tiempo para lanzar al mercado su producto CPT Celular. En aquel entonces había un factor que limitaba el crecimiento de ventas ya que el sistema tarifario obligaba al titular del teléfono celular pagar no solo las llamadas que efectuaba, sino también las llamadas que recibía.

En Junio de 1993, el presidente de CPT, confirma que el paquete de acciones que le pertenecen al Estado será vendido al sector privado. En este mismo año se crea OSIPTEL (Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones).

En Enero de 1994, Se dicta la Ley de Desmonopolización, en ella se promueve la libre competencia en todos los servicios en donde es técnicamente posible y se establece el periodo de exclusividad de cinco años de duración en los servicios de telefonía fija, larga distancia nacional e internacional, conocido como periodo de concurrencia limitada.

El 28 de Febrero de 1994 dentro del proceso de privatización de empresas estatales se subastaron las acciones del estado Peruano en CPTSA y Entel. Las adquirió el consorcio Telefónica del Perú. En Diciembre de ese mismo año ambas empresas se unen en una sola: Telefónica de Perú S.A. a quienes el Estado otorgó la concesión por un periodo de veinte años.

En Febrero de 1996 se aprobó el mecanismo el que llama paga, esto permitió el crecimiento del mercado de telefonía móvil en el Perú. En Diciembre del mismo año Telefónica del Perú introduce el servicio (digital) Movistar.

En 1997 BellSouth entra al Perú adquiriendo más del 58% de la participación de la empresa Tele 2000, en Agosto de 1998, un año antes de lo previsto se abre el mercado a la competencia. En Enero de 1999 se reconoce a Nextel como concesionario de servicios troncalizados.

En abril de 1999, Telefónica suscribió un acuerdo de interconexión de redes y servicios con FirstCom. Esto permitió dinamizar el mercado de larga distancia y la telefonía celular.

En 1999 el WAP forum, formado por 80 compañías ligadas al software y al mundo de la telefonía móvil, define el WAP (Wireless Access Protocol que traducido es Protocolo de acceso inalámbrico), un sistema para acceder a

internet a través del teléfono móvil. En febrero de 1999 se pone en funcionamiento el cable submarino Panamericano de fibra óptica administrado por Telefónica del Perú; ese mismo año la compañía BellSouth es adquirida por Telefónica del Perú.

En Enero del 2001, TIM inicia sus operaciones utilizando tecnología GSM. En Agosto del 2005 América Móvil adquiere el 100% de TIM Perú. CLARO es la marca comercial con la que América móvil opera en Perú y fue lanzada en Octubre del 2005. En Abril del 2008 Claro fue la primera empresa en lanzar el servicio 3G sobre una plataforma GSM, usando tecnología HSPA.

En 2011 se le adjudico la concesión de la banda C de 1900 MHz a Viettel Group, con lo que se convierte en el cuarto operador de telefonía móvil en el Perú. La empresa Vietnamita empezó a operar en Julio del 2014, con una concesión de 20 años con tarifas 50% más baratas.

En Abril del 2013 Nextel del Perú es comprado por el grupo Entel de Chile, y en Octubre del 2014 se pone fin a la marca Nextel con el inicio de las operaciones del grupo Entel con la marca Entel Perú.

1.1.2 Telefonía Móvil como herramienta para el desarrollo socioeconómico

La Telefonía Móvil es uno de los mejores indicadores de desarrollo económico: no solo porque indica poder adquisitivo, dinamismo económico y modernización del sistema productivo, sino porque asegura la prestación de numerosos servicios de interés social y económico y dinamiza la inversión.

El impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) no se limita al sector en el que son producidas, sino que abarca a todos los sectores de producción y consumo. Esto es válido también para la telefonía móvil. Además, su influencia aumenta según aumenta el efecto de las redes, es decir, cuando crece el número de personas que usan el servicio. Es más, con el tiempo muestran mejoras evidentes; los dispositivos móviles incorporan más y mejores servicios a la vez que también mejora la calidad de las comunicaciones. La cobertura de la infraestructura y los servicios crece, y al propio tiempo los precios siguen una clara tendencia de disminución. Por último, los teléfonos móviles

también generan innovaciones porque promueven y facilitan la invención y producción de nuevos servicios, productos o procesos. Los ejemplos son comunes, desde la utilización de llamadas perdidas para actividades de la vida cotidiana hasta las operaciones bancarias móviles, tanto en las zonas rurales como en las zonas urbanas.

Todas estas características corresponden a lo que se conoce como tecnología para fines generales. Los beneficios asociados a la diseminación de una tecnología para fines generales van más allá de su aplicación a procesos comerciales, y permiten generar mejoras en la calidad y variedad de los productos y los servicios que se ofrecen en el mercado. Como ocurre con los teléfonos fijos, la diseminación de la telefonía móvil entraña cambios en la organización diaria de la vida privada y los negocios. Ya se trate de empresas grandes o pequeñas, o de negocios de la economía estructurada o no estructurada, desde un punto de vista puramente económico podemos identificar varias esferas en las que la presencia de dispositivos móviles está promoviendo cambios. Tanto si funciona en combinación con la telefonía fija como si no lo hace, la comunicación inalámbrica permite mayor flexibilidad de gestión y acelera los procesos que dependen de las comunicaciones.

Las evidencias disponibles demuestran que la utilización de teléfonos móviles puede reducir los costos del acceso a la información y la incertidumbre en la adopción de decisiones. Esto es válido también en los casos en que no hay barreras técnicas o de precios para el acceso a la información. Cuando este último se facilita, los negociantes pueden tomar decisiones más informadas y, en consecuencia, puede mejorar la eficiencia del mercado. Pueden reducirse los gastos de transacción y debe aumentar la transparencia del mercado.

La popularización de determinado tipo de TIC puede ayudar a cambiar la estructura productiva de una economía. De esa manera contribuiría al crecimiento de la productividad y podría incluso modificar las principales fuentes de crecimiento económico, siempre y cuando cambiara la capacidad organizativa de las unidades de producción locales. Por tanto, podrían reconfigurarse los procesos de producción para optimizar el uso de las tecnologías móviles. En este sentido, los teléfonos móviles parecen adaptarse con más facilidad entre todos los segmentos de la población que las computadoras o Internet. En realidad son una tecnología sencilla con costos de aprendizaje muy bajos, en

particular tratándose de comunicaciones audibles, y con requisitos de infraestructura que los hacen comparativamente más asequibles.

Además de la economía, el perfeccionamiento de la comunicación móvil está conformando también el desarrollo social. Nuestras sociedades se basan en la comunicación, y, por tanto, todos los aspectos sociales se ven afectados por la disponibilidad de este instrumento específico de comunicación.

1.1.3 Conceptos básicos de Telefonía Móvil

Los sistemas de telefonía móvil utilizan la transmisión de ondas de radio que permiten la comunicación de sus usuarios desde cualquier lugar que se encuentre e incluso en movimiento y están fundamentados en el comportamiento de los campos electromagnéticos.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.- Los campos electromagnéticos son fenómenos naturales que siempre han estado presentes en nuestro entorno desde el principio de los tiempos. De hecho, sin ellos la vida no sería posible. Estos campos naturales son de origen magnético y eléctrico. La luz que llega del sol, el calor que emite el fuego de la chimenea, el efecto producido por la corriente que pasa por un cable, el origen de la fuerza que mueve a los electrones que dibujan imágenes en la pantalla del televisor, constituyen ejemplos variados de acciones de los campos electromagnéticos.

Las ondas electromagnéticas son variaciones de los campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el aire como el sonido, atenuándose muy rápidamente (esto es, a medida que avanza va perdiendo intensidad). De hecho, la atenuación que experimentan las ondas electromagnéticas al propagarse por el espacio es tan elevada que a unos pocos metros de las antenas los niveles de emisión son muy pequeños.

La transmisión de energía en forma de ondas electromagnéticas a través del aire se denomina radiación o emisión. Las emisiones electromagnéticas pueden provenir de fuentes naturales o artificiales. La mayor fuente de emisión es la luz solar.

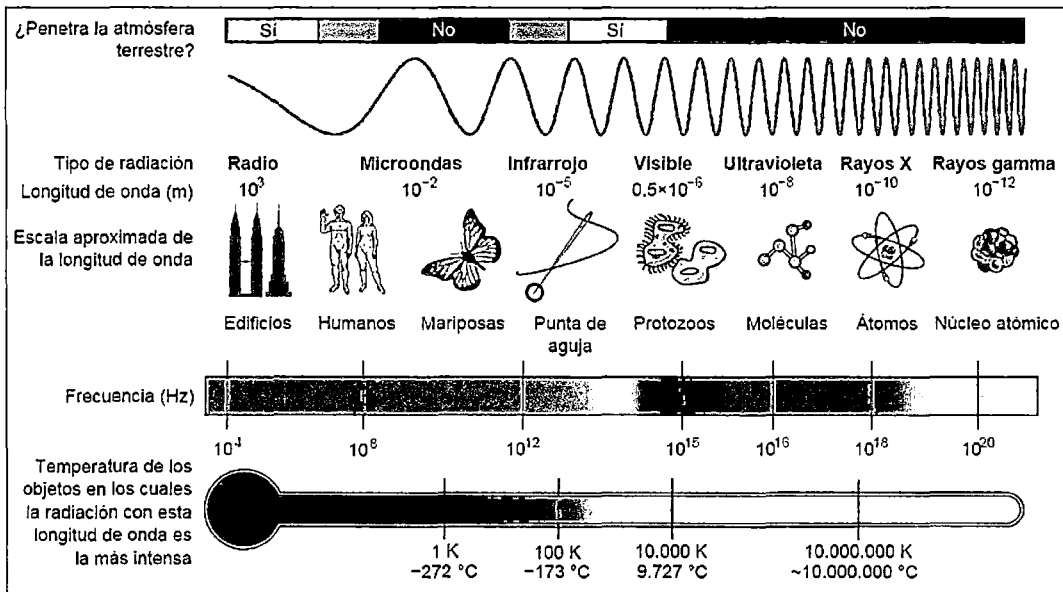


Figura 1.2: Diagrama del espectro electromagnético, mostrando el tipo y longitud de onda.

ESPECTRO DE FRECUENCIAS RADIOELÉCTRICAS O ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.-

El espectro radioeléctrico es una porción del espectro electromagnético y es precisamente en esa porción en donde operan las emisoras de radio (AM y FM), las de televisión abierta (por aire) y microondas, la telefonía celular, los sistemas satelitales, los radioaficionados, las comunicaciones vía Internet, los radiomensajes, las comunicaciones de aeronaves, buques, transporte terrestre, entre otros servicios de telecomunicaciones.

La tecnología de las radiocomunicaciones también respalda servicios de interés nacional tales como la defensa, la seguridad y las actividades científicas (p. ej., meteorología, observación de la Tierra, radioastronomía e investigación espacial). Debido a la multiplicidad de servicios que pueden prestarse por medio del espectro radioeléctrico, su organización y regulación resulta indispensable para permitir el desarrollo del mismo, sobre todo al tratarse de un bien intangible.

Para el Estado Peruano el espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la Nación. Su utilización y otorgamiento de uso a particulares se efectúa según las condiciones señaladas en la Ley de telecomunicaciones (Ley N°26096) y su reglamento. La utilización

del espectro radioeléctrico se efectúa de acuerdo al Plan Nacional de Asignación de Frecuencias.

ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA.- Es uno o más equipos transmisores o receptores, o una combinación de estos, asociados a su antena o sistema de antenas, que hacen uso del espectro radioeléctrico. Esta incluye las instalaciones accesorias necesarias para asegurar la operatividad del sistema.

ANTENA CELULAR.- Es un dispositivo pequeño diseñado para emitir ondas radioeléctricas, distinto de la torre, poste o estructura de soporte que lo sostiene. La transmisión de estas ondas radioeléctricas es lo que se conoce comúnmente como la “señal celular” que está en el aire y hace posible la comunicación de los teléfonos celulares y el acceso a Internet móvil.

ESTACIÓN BASE CELULAR (EBC) DE TELEFONÍA MÓVIL.- Es una Estación de Base Radioeléctrica fija de servicio de telefonía móvil celular, que permite el acceso de las estaciones de abonado a la red de telefonía móvil celular, mediante la interconexión con la estación central de conmutación y la comunicación con las estaciones de abonado

Se denomina celular en la mayoría de países latinoamericanos debido a que el servicio funciona mediante una red de celdas, donde cada antena repetidora de señal es una célula. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. La principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional.

La ubicación de la estación base dentro de la celda está determinada por una serie de factores, que incluyen la topografía y otras limitaciones físicas tales como árboles y edificios, la capacidad de la celda o cantidad de llamadas que se estima se realizarán en la celda y la radiofrecuencia a la cual operará la estación base.

TORRE DE SOPORTE DE ANTENAS.- Las torres son el soporte de antenas, estos soportes son de estructura física de fierro, cemento u otro material similar, que se construye para sostener una o más antenas. Estas estructuras habitualmente miden entre 12 y 50 metros de altura y las antenas van ubicados sobre ellas. En muchas ocasiones estas estructuras de soporte se construyen

con un diseño que permite mimetizarlas con el entorno urbano para que no tengan impacto visual en el paisaje que los rodea.

Cabe agregar, que las antenas no siempre se instalan sobre torres o monopostes nuevos, también se usan como soporte para las antenas: las azoteas de los edificios, los carteles publicitarios, los campanarios de las iglesias, las torres de bomberos, las luminarias y otras infraestructuras que sirven como soporte y que ya existen en las ciudades.

RED CELULAR DE TELECOMUNICACIONES.- Una estación base de telefonía móvil proporciona cobertura a un área conocida como "celda". Las celdas están alineadas unas al lado de otras en un formato similar a un panal de abejas, y por este motivo las redes de telefonía celular a veces se conocen como redes "celulares".

Dicho de otra forma es la Infraestructura necesaria para la prestación de servicios públicos de Telecomunicaciones o instalación que establece una red de canales o circuitos para conducir señales de voz, audio, datos, texto, imágenes u otras señales de cualquier otra naturaleza, entre dos o más puntos definidos por medio de un conjunto de líneas físicas, enlaces radioeléctricos, ópticos o de cualquier otro tipo, así como por los dispositivos o equipos de conmutación asociados para tal efecto.

UNIDADES DE TELEFONÍA MÓVIL (TELÉFONOS MÓVILES Y PORTÁTILES).- Las unidades de teléfonos móviles y portátiles son básicamente la misma cosa. La única diferencia es que las unidades portátiles tienen una potencia de salida más baja y una antena menos eficiente. Cada unidad de teléfono móvil consiste de una unidad de control, un transmisor/receptor de radio, una unidad lógica y una antena móvil. La unidad de control alberga todas las interfases del usuario (En los móviles consisten principalmente en la pantalla de espera, el menú, la bandeja de entrada, la cámara, el navegador, el reproductor de música, juegos, una aplicación descargada, etc.), incluyendo un auricular. El transmisor/receptor utiliza un sintetizador de frecuencia para sintonizar cualquier canal celular asignado. La unidad lógica interrumpe las acciones del suscriptor y los comandos del sistema y maneja al transmisor/receptor y las unidades de control.

1.1.4 Empresas Operadoras de Telefonía Móvil en el Perú

En la actualidad existen varias Empresas operadoras de servicio de Telefonía Móvil en el Perú, de las cuales se destacan las cuatro más importantes, que en la actualidad vienen prestando servicio de telefonía e internet móvil.

“CLARO” DEL GRUPO AMÉRICA MÓVIL.- América Móvil es el grupo líder en el sector de telecomunicaciones móviles de América Latina y el cuarto más grande del mundo en términos de suscriptores proporcionales. Opera bajo la marca **Claro** en 16 países del continente: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana y Uruguay. Asimismo, como parte del Grupo América Móvil, se encuentran las marcas Tracfone en Estados Unidos y Telcel en México.

Desde su formación, en setiembre del 2000, la empresa mexicana ha expandido con éxito y solidez su presencia a 18 países del continente americano. Ha impulsado una fuerte aceleración en el crecimiento de suscriptores y, por consiguiente, de penetración en casi todos los países donde opera.

Claro es la marca comercial con la que América Móvil opera en el Perú. El 10 de mayo de 2005 América Móvil adquirió una licencia PCS (Servicio de Comunicación Personal) de 1900 MHz para ofrecer servicios de comunicaciones personales en el Perú. El 10 de agosto del mismo año, América Móvil anunció la adquisición del 100% de TIM Perú, y el 11 de octubre lanzó "Claro" la marca que identifica sus operaciones en el país. Claro es el operador móvil con mayor cobertura de redes GSM (transmisión de voz y mensajes de texto) y GPRS/EDGE/UMTS/HSDPA (transmisión de datos a alta velocidad) en Perú.

Asimismo, con la adjudicación de la frecuencia de 850 MHz, ha construido una moderna red de 3,5G HSDPA (High Speed downlink packet acces) lo que le convirtió en el primer operador móvil en el Perú en lanzar comercialmente esta nueva tecnología. Esto les permite brindar servicios como Internet Claro y video llamada de Claro a Claro con una gama de modernos terminales, colocando de esta manera a Claro dentro de los más altos estándares mundiales.

“MOVISTAR” DEL GRUPO TELEFÓNICA.- Telefónica es una de las mayores compañías de telecomunicaciones del mundo por capitalización bursátil y

número de clientes. Apoyándose en las mejores redes fijas, móviles y de banda ancha, así como en una oferta innovadora de servicios digitales, la Compañía se está transformando en una 'Telco Digital'⁶, lo que le posiciona muy favorablemente para satisfacer las necesidades de sus clientes y capturar el crecimiento en nuevos ingresos.

Presente en 24 países y con una base de clientes de más de 315,7 millones de accesos, Telefónica tiene una fuerte presencia en España, Europa y Latinoamérica, donde concentra la mayor parte de su estrategia de crecimiento. Los clientes los identifican a través de sus marcas comerciales; siendo Movistar, O2 y Vivo las más conocidas. Estas marcas integran los servicios de telecomunicaciones móviles, fijas, banda ancha y televisión a más de 300 millones de clientes en diferentes países.

Movistar tiene presencia en España, Argentina, Chile, Uruguay, Ecuador; Venezuela, Colombia, México, Guatemala, Panamá; El Salvador, Costa Rica y Nicaragua.

Telefónica del Perú pertenece al Grupo Económico de Telefónica S.A., empresa española dedicada al negocio de telecomunicaciones. En los últimos años, el grupo Telefónica ha dado un impulso trascendental a las telecomunicaciones en el Perú. A partir del 22 de enero de 2011, todos los productos que ofrece Telefónica del Perú cambiaron a la marca comercial **Movistar**, es decir que Movistar ahora es Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Televisión e Internet.

Movistar es la mayor empresa proveedora de servicios de telefonía móvil en el Perú, con más de 16.292.00 millones de clientes, cuenta con 125 puntos de atención al cliente en todo el País, cubriendo más de 1.661.00 localidades a nivel nacional llevando una ventaja por solo 21 localidades a comparación de América Móvil, actualmente la red de Movistar utiliza la tecnología GSM con servicios EDGE, UMTS y LTE. El 2 de enero de 2014 Movistar Perú lanzó oficialmente el servicio 4G LTE MOVISTAR usando la banda de 1710-1730 MHz y 2110-2130 MHz.

⁶ TELCO es un nombre genérico utilizado para designar a una gran empresa de telecomunicaciones, que necesita unas aplicaciones enormes para poder dar servicios a millones de clientes.

“ENTEL” DEL GRUPO ENTEL CHILE.- Tras su lanzamiento oficial como **Entel Perú** y presentándose con el slogan “La señal que estabas esperando”, la compañía Chilena de telecomunicaciones Entel, puso fin a la marca **Nextel Perú**, luego de que se hiciera acreedor del 100% de las acciones, donde la operación llegó a tener un costo de 410,6 millones de dólares.

Fue en abril del 2013 donde se anunciaba la adquisición de la empresa peruana Nextel Perú. A partir de este año, la compañía Entel informó que entre sus objetivos tendría una inversión anual de cerca de 200 millones de dólares, llegando así a los 600 millones de dólares de inversión en tan solo 3 años.

Hasta fines del 2014, habrán invertido US\$ 1,000 millones, lo cual incluye la compra de la operación de Nextel en el Perú, la compra de la banda 4G e inversiones orientadas a ampliar la cobertura de la red para poder usar las tecnologías 2G, 3G, y 4G. Eso significa que ahora están listos para el doble de participación (8%) en su primer año y que planean seguir a ese ritmo por varios años hasta lograr el ambicioso objetivo de acaparar el 30% del mercado, es decir, la tercera parte, con Movistar y Claro como competidores de igual a igual.

“BITEL” DEL GRUPO VIETTEL.- A mediados de 2012, Viettel ganó una licitación para brindar servicios de telefonía móvil en el Perú. Luego de varios retrasos, Viettel Perú S.A.C, que utiliza como nombre comercial **Bitel**, tenía como inició de sus operaciones comerciales a nivel nacional el 26 de Julio del 2014.

Viettel ganó la licitación de la banda 900 MHz en agosto del 2012. El inicio de sus operaciones tardó más tiempo de lo previsto, debido a que primero debía culminarse la migración de los usuarios de dicha frecuencia para no tener interferencias en su señal. A esto se sumó la dificultad para el tendido de su red y la instalación de antenas de telefonía móvil.

El principal operador móvil de Vietnam, Viettel Group, es una empresa de telecomunicaciones de tamaño mediano, manejada por el gobierno militar Vietnamita. Su ingreso al Perú fue bienvenido, pues se espera que la competencia mejore la calidad y costo de los servicios de telefonía móvil en el país.

Si bien Viettel no puede ofrecer los mismos niveles de inversión o experiencia que los gigantes de las telecomunicaciones, como Telefónica, lo que sí puede hacer (y ya está haciendo en algunos países) es ayudar a impulsar el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones a un menor costo. En el Perú, la empresa tiene planes de invertir US\$ 250 millones durante los primeros cinco años de su contrato de concesión para implementar su propia red de fibra óptica. La concesión de Viettel en el Perú es por 20 años.

La corta experiencia de Viettel en comparación con las grandes trasnacionales (la empresa fue creada en 1999) sí es útil. La empresa está muy familiarizada con los retos de operar en países con bajo ingreso per cápita, geografía complicada y pobre infraestructura de telecomunicaciones, pues este ha sido el panorama de negocios que Viettel afrontó tanto en Laos y Haití, como en Mozambique.



Figura 1.3: Logos de las empresas operadoras de telefonía móvil en el Perú.

1.1.5 Empresas Inmobiliarias de Telecomunicaciones

En la actualidad existen Empresas inmobiliarias de las telecomunicaciones que invierten en construir nuevas estaciones con torres para las telecomunicaciones en zonas estratégicas del País. La finalidad de estas empresas es alquilar el espacio de sus torres a las operadoras de telefonía móvil para la colocación de sus antenas de comunicación.

Este nuevo tipo de negocio es muy rentable y beneficioso ya que las Empresas operadoras de Telefonía Móvil, se evitan en muchos casos de optar por una infraestructura propia que conlleva a un proceso largo y tedioso para poner en servicio una nueva estación base celular. Entonces es mucho mejor para las operadoras alquilar un espacio en una torre para sus antenas en estaciones de las empresas inmobiliarias.

En el mercado Peruano existen varias empresas inmobiliarias de las telecomunicaciones, entre estas podemos mencionar a: **Telefonía Andina, American Tower Perú, Torres Unidas del Perú** entre las más importantes que están operando en todo el territorio nacional.

1.1.6 Legislación Peruana para la Infraestructura en las telecomunicaciones

DECRETO LEGISLATIVO 702 (05 Noviembre 1991): “Declaran de necesidad pública el desarrollo de telecomunicaciones y aprueban normas que regulan la Promoción de Inversión Privada”

Son normas que regulan la inversión privada en telecomunicaciones, que fue dictada al amparo de facultades extraordinarias y en el cual se prohibía tocar temas relacionados a la reforma del estado.

El Congreso de la República del Perú delegó en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar, entre otras materias, sobre pacificación nacional para neutralizar la influencia de la subversión terrorista, con el apoyo de los medios de comunicación social y sobre el crecimiento de la inversión privada para eliminar las prácticas monopólicas, controlistas y restrictivas de la libre competencia.

Las normas vigentes hasta ese entonces en materia de telecomunicaciones habían establecido un régimen monopólico que impedía invertir a empresarios peruanos y extranjeros en este importante sector de desarrollo económico y social; generando un ostensible retraso en el desarrollo de los servicios, perjudicando directamente a los usuarios y al país especialmente a los pobladores de los lugares más apartados de los centros urbanos, muchos de los cuales constituían zonas de emergencia;

Era importante revertir la situación mediante el uso de medios de comunicación social que difundan sus transmisiones y programas, también en esas zonas, con objeto de permitir forjar una conciencia nacional que contrarrestare la propaganda disociadora de los grupos subversivos comprometidos con el narcotráfico. Además, en esta lucha por la pacificación nacional, se requiere de mejores y más eficaces medios de comunicación.

En tanto era necesario una nueva Ley General de Telecomunicaciones que norme en toda su amplitud el universo de las telecomunicaciones en el país, y establecer reglas claras de administración y operación de los distintos servicios de telecomunicación promoviendo la inversión privada nacional y extranjera, eliminando las prácticas monopólicas, controlistas y restrictivas, de la libre competencia en la prestación de estos servicios y garantizar seguridades de inversión.

LEY N° 26096: "Ley de Telecomunicaciones"

Esta ley fue promulgada el 31 de Diciembre del año 1992, luego mediante el Decreto Supremo N° 013-93-TCC se aprobó el texto único ordenado (TUO) de la ley de Telecomunicaciones el 6 de Mayo del año 1993; considerando que mediante Decreto Legislativo N° 702, se aprobó las Normas que Regulan la Promoción de Inversión Privada en Telecomunicaciones.

Habiéndose dictado normas modificatorias y complementarias de las Normas aprobadas por el Decreto Legislativo N° 702, resultó necesario aprobar el Texto Único Ordenado, conforme a lo establecido con el Decreto Ley N° 26096, denominándose "Ley de Telecomunicaciones". Se declaró de necesidad pública el desarrollo de las Telecomunicaciones como instrumento de pacificación y de afianzamiento de la conciencia nacional, para cuyo fin se requiere captar inversiones privadas, tanto nacionales como extranjeras.

Esta ley impulsó la modernización y desarrollo de las telecomunicaciones, dentro del marco de libre competencia. Su fomento, administración y control corresponde al Estado Peruano, quien fomenta la libre competencia en la prestación de los servicios de telecomunicaciones: regula el mercado de forma que se asegure su normal desenvolvimiento; controla los efectos de situaciones de monopolio; evita prácticas y acuerdos restrictivos derivados de la posición dominante de una empresa o empresas en el mercado.

LEY N° 29022: “Ley Para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones”

Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones del 25 de Agosto del año 2007, en virtud de la cual se declaró de interés y necesidad pública la expansión de los servicios públicos en el territorio nacional como base fundamental para la integración y el desarrollo social y económico del país. Esta ley tuvo un periodo de vigencia de 4 años a partir de la fecha de su publicación.

La citada Ley N° 29022 establece un régimen especial y temporal destinado a promover las inversiones y la expansión de la Infraestructura Necesaria para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones en todo el territorio de la República Peruana; de acuerdo al citado régimen, todos los permisos sectoriales, regionales, municipales o de carácter administrativo en general, que se requieran para abrir pavimentos, calzadas y aceras de las vías públicas, para ocupar las vías o lugares públicos, así como para instalar en propiedad pública la Infraestructura Necesaria para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones, estarán sujetos a la aplicación del silencio administrativo positivo. Ello, en el marco de la política de simplificación administrativa y de promoción de la inversión privada en los servicios públicos, adoptada por el Estado Peruano.

Con el fin de garantizar el crecimiento ordenado de la Infraestructura Necesaria para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones, la citada Ley dispone, que los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones deben observar la regulación específica vigente en materia de salud pública, medio ambiente, seguridad y ordenamiento territorial, así como adoptar las acciones necesarias a fin de garantizar que no se afecte la prestación de otros servicios, ni se generen daños a la infraestructura de telecomunicaciones de uso público ni a la de terceros.

La Ley N° 29022 establece que corresponde al Gobierno Nacional, y en esta línea, al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la aplicación y supervisión del Principio de Precaución invocado por el Tribunal Constitucional, el mismo que sustentó la aprobación del Decreto Supremo N° 038-2003-MTC que estableció los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones no Ionizantes en

Telecomunicaciones y encargó al citado Ministerio su monitoreo, control y demás regulaciones para su efectivo cumplimiento.

LEY N° 29868: “Ley que restablece la vigencia de la ley N° 29022, Ley Para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones”

Ley promulgada el 28 de Mayo del año 2012, donde se restablece la vigencia de la ley N° 29022 Ley para la expansión de la Infraestructura en Telecomunicaciones por un periodo de cuatro años desde la publicación de la ley. Esta ley exige al Ministerio de Transporte y Comunicaciones informe al Congreso de la República sobre el cumplimiento de la ley 29022 y sobre las medidas adoptadas para instar a los gobiernos regionales y gobiernos locales a eliminar las barreras que impidan el cumplimiento de la Ley.

LEY N° 30228: “Ley que modifica la Ley N° 29022, ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones”

Promulgada por el poder legislativo Peruano el 11 de Julio del año 2014, esta ley N°30228 modifica la ley N° 29022: “Ley Para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones”, esto a fin de dotar de mejor equipamiento a la industria de las telecomunicaciones, que sirva para el desarrollo del servicio de telefonía en el Perú.

La presente Ley tiene por objeto establecer un régimen especial y temporal en todo el territorio nacional Peruano, para la instalación y expansión de los servicios públicos de telecomunicaciones, en especial en áreas rurales y de preferente interés social y zonas de frontera, a través de la adopción de medidas que promuevan la inversión privada en infraestructura necesaria para la prestación de esos servicios, así como de medidas que faciliten dichas actividades y que eliminen las barreras que impidan llevarlas a cabo. La Ley es de aplicación y observancia obligatoria en todas las entidades de la administración pública a nivel nacional, regional y local. El incumplimiento de las disposiciones previstas generará las responsabilidades legales previstas en el ordenamiento legal vigente, siendo solidariamente responsables los funcionarios públicos directamente infractores.

La ley recalca que los servicios públicos de telecomunicaciones son de interés nacional y necesidad pública, constituyéndose como base fundamental para la

integración de peruanos y el desarrollo social y económico del país. El primer artículo establece el cambio de denominación del título de la Ley N° 29022, “Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones” por el de “**Ley para el Fortalecimiento de la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones**”.

La Ley N° 30228 rige por un período de diez años, computados a partir de la vigencia de la Ley N° 29868, Ley que Restablece la Vigencia de la Ley N° 29022, Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones.

1.1.7 Contratos de concesión de las Empresas Operadoras y el Estado Peruano

Las directivas para realizar los contratos de concesión entre el Estado Peruano y las Empresas Operadoras de servicio de Telefonía Móvil, están señaladas en la Ley N° 26096: “Ley de las Telecomunicaciones”; específicamente en el Título II (Condiciones de Operación), en su Capítulo I (Concesiones, Autorizaciones, Permisos y Licencias), en los Artículos 47 al 55.

La concesión es un acto mediante el cual el Estado Peruano cede a las Empresas Operadoras de Telefonía Móvil la facultad de prestar un **servicio portador, final o de difusión**⁷ con carácter público. La concesión se perfecciona mediante contrato escrito de concesión, aprobado por resolución del titular del sector.

En los contratos de concesión para prestar servicios públicos, las Empresas Operadoras deben indicar fundamentalmente lo siguiente:

- a. El plazo de duración de la concesión.
- b. Plan mínimo de expansión del servicio.
- c. Los casos específicos en que pueden permitirse la subcontratación
- d. Área de cobertura del servicio
- e. Compatibilidad de las distintas generaciones de equipos terminales que, una vez homologados, pueden conectarse.

⁷ Se consideran servicios portadores a aquellos servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad necesaria para el transporte de señales que permiten la prestación de servicios finales, de difusión y de valor añadido. Estos servicios pueden ser desarrollados tanto por empresas privadas como empresas que forman parte de la actividad empresarial del Estado y requerirán de concesión expresa para su ejercicio.

- f. Garantía que debe ofrecer para asegurar el secreto de las comunicaciones.
- g. Tarifas.
- h. Plazos para la instalación del servicio.
- i. Características y procedimientos que ha de seguirse para conectarse al servicio de los terminales homologados a través de los puntos de conexión o de los puntos de terminación de la red correspondiente.
- j. Obligación en su caso, de prestar servicios integrados en su área de influencia.
- k. Condiciones de calidad del servicio.
- l. Reglas de interconexión de servicio.
- m. Causas de término de la concesión.

Los contratos de concesiones son de veinte años para los servicios públicos de Telecomunicaciones; pueden ser renovables según los términos establecidos en el contrato de concesión.

Según informa el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel), en su Boletín Estadístico Mensual de setiembre de 2014, a la fecha, son 24 las empresas operadoras que cuentan con asignación de Espectro Radioeléctrico para brindar sus servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional. Estas en conjunto operan 11 bandas, según detalla el Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú. Según señala Osiptel, del total de bandas, siete están destinadas a brindar masivamente servicios móviles de voz, datos e Internet (800 MHz, 850 MHz, 900MHz, 1900 MHz, 1,7/2,1 GHz, 2300 MHz o 2.3 GHz y 2600 MHz o 2.6 GHz) y están asignadas a las empresas América Móvil (Claro), Telefónica Móviles (Movistar), Entel (Ex Nextel), Viettel (Bitel), Americatel, Olo del Perú (Yota) y Directv. Estas empresas se encuentran brindando actualmente sus servicios haciendo uso de estas bandas a excepción de Americatel y Directv. La primera, aún no lanza sus servicios comerciales a través de la banda 1.7 GHz / 2.1 GHz, cuyo bloque B (2,110 – 2,170 GHz) se adjudicó el pasado 22 de julio del 2013, para ofrecer servicios de Internet de Banda Ancha (4G LTE).

Dentro de los contratos de concesión, se le asigna una determinada banda dentro del espectro radioeléctrico a cada operador de Telefonía Móvil; en el

Cuadro 1.1 se detalla las bandas asignadas a los cuatro principales operadores que prestan servicio en el Perú.

Cuadro 1.1: Espectro radioeléctrico asignado por operador.

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO POR OPERADOR

Operador	Banda	Ancho de Banda	Área de Concesión	Servicios Brindados
América Móvil (Claro)	850 MHz	25MHz	Todo el territorio Nacional	Telefonía Móvil, Internet Móvil(3G, LTE), Servicios de Telefonía y Transmisión de Datos mediante accesos Fijo inalámbrico Punto a Punto y Punto-Multipunto*
	1900 MHz	35MHz	Todo el territorio Nacional	
	10.5 GHz	28 MHz	Algunas provincias del País	
Telefónica Móviles (Movistar)	450 MHz	10 MHz	Prov. Lima y Callao	Telefonía Fija inalámbrica, Telefonía Móvil, Internet Móvil (3G, LTE).
		5 MHz	Varias provincias del país (menos Lima y Callao)	
	850 MHz	25 MHz	Todo el territorio nacional	
	900 MHz	10 MHz	Prov. Lima y Callao	
	900 MHz	16 MHz	Resto del territorio nacional	
	1900 MHz	25 MHz	Todo el territorio Nacional	
Entel (Ex Nextel del Perú)	800 MHz	16.4 MHz	Prov. Lima y Callao	Servicios troncalizados, Telefonía Móvil, Internet Móvil (3G), Servicio de Telefonía y transmisión de Datos mediante acceso fijo inalámbrico Punto a Punto y Punto-Multipunto *
		Variable	Dependiendo de la provincia	
	1900 MHz	35 MHz	Todo el territorio Nacional	
	2600 MHz	54 MHz	Prov. Lima y Callao	
		12 MHz	Trujillo y Chiclayo	
		16.5 MHz	Otras provincias del país	
3500 MHz	50 MHz	12 departamentos, incluidos Lima y Callao		
Viettel (Bitel)	900 MHz	32 MHz	Prov. Lima y Callao	Telefonía Móvil, Internet Móvil(3G)
	1900 MHz	25 MHz	Resto del territorio nacional	

* En un enlace punto a multipunto, existe un punto central que se comunica con varios otros puntos remotos. Generalmente esto implica que la comunicación es solamente entre el punto central y los remotos, y de estos hacia el central; no existe comunicación entre los remotos.

Fuente: Documento "El Espectro Radioeléctrico como herramienta para la promoción de la expansión de los servicios móviles y la competencia en el Perú", OSIPTEL, 2013.
<http://comunicaciones.mtc.gov.pe/frecuencias/Publicos.asp>

1.1.8 Infraestructura para las telecomunicaciones como base para la Inclusión social de los pueblos.

El despliegue de más infraestructura para las telecomunicaciones ha tenido un efecto positivo en las políticas de Inclusión Social en el Perú. El gobierno Peruano ha impulsado la expansión de Infraestructura para las Telecomunicaciones mediante la ley N°29022, esto a fin de dotar de mejor equipamiento a la industria de las telecomunicaciones, que sirva para el desarrollo del servicio de telefonía en todo el territorio nacional. Se declaró que los servicios públicos de telecomunicaciones son de interés nacional y necesidad pública, constituyéndose como base fundamental para la integración de peruanos y el desarrollo social y económico del país.

En los últimos años se ha vivido una gran expansión de la telefonía móvil en América Latina y el Caribe, llegando a zonas remotas y poblaciones desfavorecidas, hasta consolidarse como una valiosa herramienta para fortalecer los lazos sociales y acceder a oportunidades de negocio y empleo.

En el Perú se puede decir que la telefonía móvil es un gran aliado de la inclusión social, pues facilita el acceso a servicios de comunicación a mucha gente, en especial de las zonas más alejadas del país.

1.2 INFRAESTRUCTURA ACTUAL PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERU

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) informó que según cálculos hechos con el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel) para el 2016 se necesita tener un total de 22,000 antenas de telefonía móvil para asegurar la calidad en el servicio también se indicó que el crecimiento de la población y de los servicios de telefonía está provocando que las 7,940 antenas que hay a nivel nacional no sean suficientes para dar una buena cobertura (La telefonía móvil requiere que las personas estén cerca de alguna torre que tenga algunas antenas y que son las que comunican inalámbricamente con la red). La telefonía móvil en el Perú ha crecido de una manera importante y en los últimos 15 años se ha multiplicado por diez el número de teléfonos celulares, lo que requiere un aumento de las antenas para evitar que ocurran problemas de calidad en el servicio.

La construcción, ubicación y tamaño de cada antena responde a la demanda que la empresa que brinda este servicio quiere atender. Lo importante es que el crecimiento del país, con estas 7,940 antenas, hace que necesite al 2016 aproximadamente 22,000 antenas por un doble efecto, uno es que la población crece pero no a tasas muy altas, pero los servicios sí crecen más, por ejemplo todo el despliegue del 4G requiere de implementar más antenas para permitir a los operadores cumplir con sus metas de cobertura al 2016.

1.2.1 Comparativo de infraestructura para la telefonía móvil entre el Perú y otros países de la región.

Al finalizar el año 2013, el número de antenas de telefonía móvil en el Perú por habitante es 1.4 veces menor al registrado en Chile en el 2012, y 3.2 veces menor al registrado en los Estados Unidos en el 2009. Asimismo, si comparamos el número de antenas instaladas por kilómetro cuadrado las cifras con relación a esos países, no pasan del 1.3 y 5.5, respectivamente durante los mismos años. Esta problemática se agrava para el Perú, debido a lo accidentado de su geografía y a la dispersión de población.

1.2.2 Brecha actual que afronta el Perú en Infraestructura para la telefonía Móvil.

En un reciente estudio de Osiptel se estableció que ante el crecimiento de los servicios de telecomunicaciones, para el año 2025 requeriremos alrededor de 22 mil estaciones base con antenas de 3G y 4G, pero actualmente solo tenemos 7,940 estaciones. Hay una brecha de casi 14 mil antenas por instalar.

La brecha calculada según estudios de la Asociación para el fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN) en Telecomunicaciones es de US\$ 19,170 millones y las inversiones programadas para los próximos años abarca aproximadamente US\$ 1,106 millones, que sería tan solo un 6% de la brecha calculada.

El Plan Nacional de Infraestructura 2012-2021, presentado por AFIN, señala que las inversiones para cerrar la brecha actual en telecomunicaciones suman US\$ 19,170 millones. El estudio cubre las inversiones en banda ancha (US\$ 12 mil millones), telefonía móvil (US\$ 5 mil millones) y telefonía fija (US\$ 2 mil millones). Sin embargo, en la actualidad, solo hay en cartera US\$ 885 millones

en proyectos de telecomunicaciones. No se tiene ni el 5% de lo que se necesita en infraestructura para acompañar el ritmo de crecimiento anual de 6% que tiene el país.

1.3 PROBLEMÁTICA PERUANA PARA LA IMPLEMENTACION Y MEJORA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL

La implementación y mejora de la Infraestructura para las telecomunicaciones en el Perú han tenido innumerables problemas para seguir creciendo, a continuación se explicará algunos de los problemas más sobresalientes que han impedido, demorado e incluso desestimado los nuevos proyectos para la implementación de más infraestructura en las comunicaciones, en especial en la telefonía móvil:

1.3.1 Trabas y barreras burocráticas que limitan el desarrollo de la infraestructura de la telefonía móvil

Las trabas y barreras burocráticas que ejercen los gobiernos locales (municipalidades distritales y provinciales), son el principal motivo que limita el crecimiento de la infraestructura para las telecomunicaciones. Los gobiernos locales en todo el país bajo la autonomía que les da la Constitución (artículo 194), establecen dentro de su "Texto Único de Procedimientos Administrativos" (TUPA) sus propios procedimientos y trámites para otorgar las licencias, a continuación se presenta una lista de las prácticas restrictivas más frecuentes que realizan las municipalidades:

- Establecimiento de requisitos que no están presentes en las normas sobre expansión de las redes de telecomunicaciones (ley N° 29022) y que frecuentemente no son congruentes con el trámite que se realiza.
- Falta de regulación adecuada de los procedimientos (en muchos casos se debe a la adaptación de procedimientos ya existentes a situaciones nuevas).
- Cobros indebidos (en todos los casos se refieren a cobros ilegales, ya sea porque son excesivos, o incluso cuando no siéndolo, no han sido establecidos siguiendo los procedimientos legales).
- Exigencias de contar con cableado subterráneo.

- Duración excesiva de los trámites y falta de reconocimiento de derechos adquiridos por aplicación del silencio administrativo. Prohibiciones generales a la instalación de antenas.

El Reglamento de la Ley 29022 aprobado por Decreto Supremo N° 039-2007-MTC establece en su Artículo 12° toda la documentación que se puede solicitar para el otorgamiento de los permisos y licencias de construcción. Sin embargo, si se revisa el TUPA de las diversas municipalidades veremos que ellos exigen muchos más requisitos que los previstos en la norma, tales como:

- Vistos Buenos u opiniones favorables del Instituto Nacional de Cultura (INC).
- Certificaciones del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)
- Estudios de Impacto ambiental (EIA)
- Otros documentos menores tales como contratos de alquiler, títulos de propiedad; etc.

El origen de estas exigencias desproporcionadas es fundamentalmente el desconocimiento, tanto de las normas que prohíben realizar este tipo de solicitudes como del alcance mismo de los documentos solicitados, es probable que en algunos casos estas exigencias se realicen de modo intencional con el fin de restringir y/o impedir la expansión de las redes.

PERJUICIOS POR LAS TRABAS BUROCRÁTICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN O MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LAS TELECOMUNICACIONES.- Pueden existir otros requisitos que impliquen la necesidad de incurrir en gastos enormes (por ejemplo elaborar Estudios de Impacto Ambiental), o que puedan requerir un tiempo muy largo para conseguirlo (por ejemplo una opinión favorable del INC), y que incluso pueden en algunos casos hacer imposible la obtención del permiso.

Un primer perjuicio que se causa a las empresas Operadoras es que las mismas quedan sujetas al criterio arbitrario de los funcionarios públicos, los cuales podrán empezar a interpretar las normas del modo que les parezca más conveniente de acuerdo a la situación particular (por ejemplo, si hay vecinos que se oponen a una antena, podrá complicar el procedimiento al infinito).

Otro perjuicio, que felizmente ha disminuido su incidencia en los últimos años, se refiere a las sanciones que imponen los municipios por supuestamente no haber respetado sus procedimientos. Es importante recordar que las empresas de telecomunicaciones más grandes y especialmente Telefónica del Perú, fueron “asediadas” durante mucho tiempo por municipios y ejecutores coactivos que precisamente buscaban el pago de deudas por infraestructura que habría sido instalada sin permiso, ya sea porque originalmente las municipalidades no tenían esos procedimientos, o porque era difícil de entender cuáles eran los procedimientos que tenían que seguir las Operadoras; esto último porque los TUPA no estaban estructurados correctamente por falta de conocimiento o asesoría técnica en materia de Telecomunicaciones.

En todos los casos que se enfrenten a una barrera las empresas operadoras tienen la opción de iniciar un proceso legal de remoción de dicha barrera, el que requiere de tiempo, o bien pueden optar por superarla accediendo a las solicitudes (si es que ello es posible), o finalmente si se trata de una barrera absoluta (tal como una prohibición de instalación), podrían superarla vulnerando la norma.

Cuando las barreras consisten en la exigencia de documentos incongruentes con el pedido (por ejemplo un EIA para instalar una antena), las empresas Operadoras prefieren el pago a una empresa especializada para que efectúe algún tipo de EIA en lugar de detener su desarrollo.

En otros casos, como el de los pagos en exceso, las empresas Operadoras podrían haber preferido el pago de dichos derechos a enfrascarse en una discusión que hubiese impedido cumplir probablemente con metas de expansión.

1.3.2 Impacto social por las radiaciones electromagnéticas de las antenas

Otro de los impedimentos que se ha visto muy frecuentemente, es el impacto social negativo respecto a las posibles afectaciones a la salud que podrían ocurrir por las Radiaciones No Ionizantes (RNI) que emiten las antenas de comunicación. El simple hecho de mencionar Radiaciones No Ionizantes genera rechazo en la colectividad, esto debido gracias a los reportajes que algunos medios de comunicación han realizado y a la difusión de información inexacta e imprecisa en las redes sociales.

En función a estos conceptos errados, están relacionados a los últimos intentos de gobiernos locales de querer establecer, mediante ordenanzas, la prohibición de instalación de infraestructura de telefonía celular teniendo como propósito proteger la salud de las personas y el ambiente, lo cual ya ha generado un déficit de al menos 14 mil antenas a nivel nacional, de acuerdo con la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN).

La prohibición o el entrapamiento con trámites innecesarios por parte de los municipios, respecto a la instalación de antenas, se basa en un miedo infundado respecto a la posible afectación a la salud de los pobladores y al ambiente, tomando como principal defensa, en el mejor de los casos, al "principio precautorio" y la falta de certeza científica sobre la inocuidad de las radiaciones.

Lo cierto respecto a este tema es que de acuerdo con la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), es el ente competente para autorizar el funcionamiento de antenas y velar por el cumplimiento de los estándares que establece el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC que señala los límites y criterios de medición de las radiaciones no ionizantes (RNI). El Decreto Supremo mencionado, adopta las recomendaciones y los límites permisibles establecidos por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Lamentablemente las municipalidades del país basándose en el artículo 194° de la Constitución y en algunas disposiciones de la Ley Orgánica de Municipalidades, que establecen algunas competencias en materia de infraestructura y de medio ambiente, vienen expidiendo ordenanzas que desconocen la competencia exclusiva del MTC a la que se hace referencia líneas arriba y también, lo dispuesto por la Ley N° 29022 – Ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones.

Las Estaciones Base Celulares (EBC o antenas) se encuentran en promedio dentro del 2% de los límites permitidos y cumplimos estrictamente con la legislación en torno a las mediciones, que se son encargadas a empresas independientes acreditadas por el MTC.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) descartó que las antenas sean perjudiciales para la salud de la población, La Dirección de Control y Supervisión de Telecomunicaciones, rechazó las "informaciones alarmistas" que confunden a la población y se reiteró que las antenas no son el problema pues

no causan ningún efecto para la salud. Se añadió que los teléfonos celulares, mientras se usen bajo los límites permisibles, no tienen por qué causar algún efecto. "No hay evidencia científica de que las antenas causen efectos", y se sabe que hay 17 millones de antenas en el mundo y ningún caso de cáncer atribuido a éstas.

Estas denuncias tendrían un origen económico de parte de las personas que piden más dinero para que permitan instalar las antenas. Asimismo existe una ley que establece que existen sitios públicos para la instalación de estos aparatos.

El Perú necesita infraestructura de telecomunicaciones, y existe un déficit de 14 mil antenas. Una ventaja es que mientras más antenas existan, se disminuye el tamaño de las torres y ayuda a no afectar al medio ambiente (baja la intensidad de radiaciones no ionizantes), además de mejorar la calidad de los servicios de telefonía e internet.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aseguró que hasta la fecha no se ha podido demostrar que las antenas de telecomunicaciones tengan algún efecto que atente contra la salud de las personas. Cabe mencionar, que el crecimiento de las comunicaciones móviles en los últimos años ha desatado la percepción equivocada de que hay efectos de estas radiaciones que podrían ser dañinos para la salud, sin embargo el Proyecto Internacional Campos Electromagnéticos de la OMS, después de más de 15 años de trabajo y con la colaboración de más de 70 países, no ha encontrado a la fecha demostración de tales efectos negativos en la población.

1.3.3 Impacto visual del paisaje generado por las estructuras de soporte de las antenas.

Otro tema de impedimento de menor trascendencia, es el impacto visual que generan las estructuras de soporte de las antenas, vale decir las torres de comunicaciones. Este impacto se ha visto más en el entorno urbano que en el rural. Una parte de la población piensa que se está distorsionando el paisaje circundante. En base a estas absurdas perspectivas, algunas municipalidades niegan el otorgamiento de licencias de construcción, aduciendo que las estructuras (torres), rompen la armonía del paisaje. Este tipo de problemas ha sido más frecuente en las ciudades que en las zonas rurales, para tal efecto se

han visto obligadas las empresas Operadoras a cambiar los diseños de estaciones tradicionales a estaciones mimetizadas.

1.3.4 Dificultades para implementar infraestructura por la geografía complicada que presenta el Perú

Otra de las dificultades para seguir con la implementación de la Infraestructura, es en particular la geografía complicada que presenta el Perú. Muchas veces superadas las trabas y dificultades antes mencionadas, las Operadoras se ven dificultadas a construir nuevas estaciones por lo agreste, difícil y complicada topografía predominante en las zonas más alejadas del territorio Peruano.

Las operadoras están obligadas por sus contratos de concesión a llevar señales a las zonas más alejadas, siendo exigidas por el Estado a realizar estos proyectos "mandatorios".

1.4 CAMBIOS EN LA LEGISLACIÓN PERUANA PARA IMPULSAR EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LAS TELECOMUNICACIONES

El interés del Estado Peruano para impulsar el desarrollo de la infraestructura en el sector de telecomunicaciones ha sido favorable, con la promulgación de la ley N°30228 que modifica la ley N° 29022 (Ley Para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones), que promueve el desarrollo del servicio de telefonía en el Perú. Esta Ley es de aplicación obligatoria en todas las entidades de la administración pública a nivel nacional, regional y local, con esta ley se pretende parar las trabas burocráticas y aplicar sanciones a los infractores en el proceso del otorgamiento de licencias de construcción para los nuevos proyectos en Telecomunicaciones.

Debe tomarse en cuenta que la publicación del TUPA en la web es una obligación impuesta por la Ley del Procedimiento Administrativo General, pero a pesar de ello, es cumplida por muy pocas municipalidades (el problema es que no hay sanción por no hacerlo). Entonces es claro que quienes publican sus TUPA deben ser las que han hecho un mayor esfuerzo por tener dicho documento actualizado o son las más preocupadas por cumplir con las normas, lo que hace más preocupante aún el hecho de que sean pocas (dentro de ese grupo) las que tienen TUPA adecuados (sólo un 65%).

1.4.1 Intervención del Estado Peruano, Indecopi y otras instituciones gubernamentales.

INTERVENCIÓN DE INDECOPI CON RESPECTO A LAS TRABAS

BUROCRÁTICAS.- El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) declaró que los cobros que pretendían realizar las Municipalidades eran ilegales (y en algunos casos excesivos) en la medida que vulneraban una serie de normas vinculadas tanto a la forma en que las Municipalidades deben aprobar el cobro de derechos, como a los montos máximos que las leyes establecen para dichos cobros.

La lentitud de la administración pública es un defecto general al que se enfrentan todos los particulares en el Perú independientemente de la naturaleza de los procesos. Para aliviar este problema se han establecido muchas soluciones, siendo las más características:

- La creación de mecanismos formales como la queja de los funcionarios que exceden los plazos indebidamente; y
- La aplicación del llamado “silencio administrativo positivo”.

El silencio administrativo positivo consiste en que una vez vencido el plazo que tiene la entidad estatal para resolver, sin que se haya emitido la respuesta correspondiente, el privado puede considerar, si así lo desea, que su solicitud ha sido aprobada.

Una vez producido dicho silencio el privado no está obligado a realizar ninguna gestión administrativa adicional, ni es necesario ya que la administración emita la aprobación de modo expreso, bastando en todo caso tener una copia del cargo de presentación original de la solicitud. En el caso de la Ley 29022, el mecanismo utilizado ha sido la implementación del silencio administrativo positivo.

Finalmente, respecto a la exigencia de los requisitos municipales, el INDECOPI elaboró un estudio sobre las potenciales trabas que estarían afectando el desarrollo de las empresas que ofrecen el servicio de comunicación móvil en el Perú. En el estudio, con el que colaboró la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN), se precisa que se detectaron 11 tipos de requisitos que estarían solicitando algunas municipalidades para instalar

infraestructura, como antenas. Para elaborar el informe se tomaron en cuenta 33 municipios provinciales y distritales del país, encontrando que exigen documentos como la presentación de estudios de impacto ambiental, tramitación de la licencia de construcción de una estación de base celular, entre otros. INDECOPI estimó que el costo para cumplir con tales procedimientos sería de un mínimo de S/.11 911 y un máximo de S/.42 887. Para cumplir con las exigencias ediles, las empresas tendrían que destinar alrededor de S/. 166.7 millones, cálculo estimado en base al costo mínimo identificado, que implica cumplir las exigencias señaladas. Este estudio fue remitido a la Comisión de Eliminación de Barreras Burocráticas del INDECOPI para que disponga las acciones que considere necesarias.

INTERVENCIÓN DEL MTC CON RESPECTO A LA SALUD.- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), realizó el Foro Internacional “Las Antenas de Telecomunicaciones, Desarrollo, Inclusión y Salud Humana”, con resultados de la investigación sobre radiaciones no ionizantes de la OMS, los días 10 y 11 de julio del 2014.

El evento organizado por el MTC y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), y la Asociación en Defensa del Consumidor San Francisco, tuvo como objetivo reducir la percepción de riesgo de salud que tiene la población sobre las antenas de telecomunicaciones, con respecto a los dispositivos de telefonía móvil y otros servicios inalámbricos, instalados en diversas ciudades del país.

INTERVENCIÓN DEL CONGRESO PERUANO CON RESPECTO A LAS TRABAS BUROCRÁTICAS.- En el mes de marzo del 2014, La Comisión de Transportes y Comunicaciones del Congreso dio luz verde a una iniciativa legislativa que permitirá a compañías operadoras instalar una antena con solo presentar su plan de trabajo y evitaría que las municipalidades pongan trabas burocráticas. El objetivo del proyecto de ley es facilitar la instalación de antenas a todos los operadores en telefonía móvil, y de esa manera mejorar la cobertura y la calidad del servicio, beneficiando a los usuarios.

Con el objetivo de agilizar la instalación de antenas de telefonía móvil en el país, la Comisión de Transportes y Comunicaciones del Congreso aprobó por mayoría el proyecto de ley que fortalece la expansión de la infraestructura en

telecomunicaciones, a pesar de que todavía hay cierta resistencia en algunos sectores de la población por un temor a que dichos dispositivos pueden ser dañinos para la salud.

1.4.2 Simplificación y estandarización de trámites para las licencias de construcción.

Tanto la Ley 29022 como el Decreto Legislativo 1014 (Que establece medidas para propiciar la inversión en materia de servicios públicos y obras públicas de infraestructura), pretenden establecer el máximo de requisitos que una autoridad local puede exigir a una empresa para la realización de un trámite administrativo ligado a la implantación o expansión de su red, en ese sentido, lo que se espera es que los requisitos que establezcan los TUPA de las municipalidades sean acordes con lo establecido en las normas antes mencionadas (es decir no exijan más requisitos que aquellos).

Por tanto, resulta claro que un elemento clave para que funcione cualquier proceso de simplificación es que alguna entidad del Gobierno Central provea de la información a cada uno de los gobiernos locales.

En el Perú existe ya una oficina con experiencia en ese tema y que está llevando a cabo programas similares en la simplificación de los trámites de licencias de funcionamiento y licencias de construcción.

Pensando que siendo el trámite de permisos de telecomunicaciones con frecuencia más sencillo que los otros dos mencionados, la Secretaria de Gestión Pública de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) podría encargarse de asegurarse que todas las Municipalidades del país tomen debido conocimiento de los alcances y contenidos de las normas que se dicten.

Como es fácil de advertir esta solución es sencilla y fácil de implementar en la medida que se trata de un encargo de funciones a una Entidad del Estado que ya viene realizando una función parecida. Asimismo, tomando en cuenta la naturaleza del encargo (realizar comunicaciones) no se prevé que deba generarse un presupuesto adicional.

CAPÍTULO II

ESTACION BASE CELULAR DESMONTABLE DE CONFIGURACIÓN METÁLICA

Es de importancia conocer cada detalle del modelo de Estación que se quiere planificar y construir como tema principal de la presente tesis de grado. El éxito del planeamiento, programación y construcción de este tipo de proyecto dependerá del conocimiento a detalle del modelo de Estación planteada.

En este capítulo se detalla aspectos referentes al modelo de Estación en estudio, desde los antecedentes que dieron inicio a plantear soluciones para crear un nuevo diseño de un modelo de utilidad para una Estación de comunicaciones. Se detalla mediante una memoria descriptiva el modelo de utilidad, seguido del desarrollo y definición de cada elemento que conforma la Estación, así también, las variaciones del modelo según la altura de la torre, las estructuras de acero que lo conforman y la protección de las mismas. Otros temas referentes al modelo, como los estudios previos a su diseño y los procesos de producción son explicados para mayor alcance y visualización del modelo.

2.1. APLICACIÓN DEL MODELO

El presente Modelo de Utilidad se refiere a una Estación Base Celular con una torre de telecomunicaciones portátil de estructura y base metálicas en la que se montan dispositivos electrónicos de telefonía celular y transmisión de datos en general, radio transmisión y/o repetidores de televisión. Este Modelo de Estación del tipo greenfield es construido en su totalidad con Estructuras Metálicas, no necesita de obras civiles y sus tiempos de Instalación son menores en comparación con otros modelos.

2.2. PRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO

A continuación se muestra esquemáticamente el modelo en estudio, donde se puede visualizar cada elemento que compone la Estación Base Celular de Configuración Metálica.

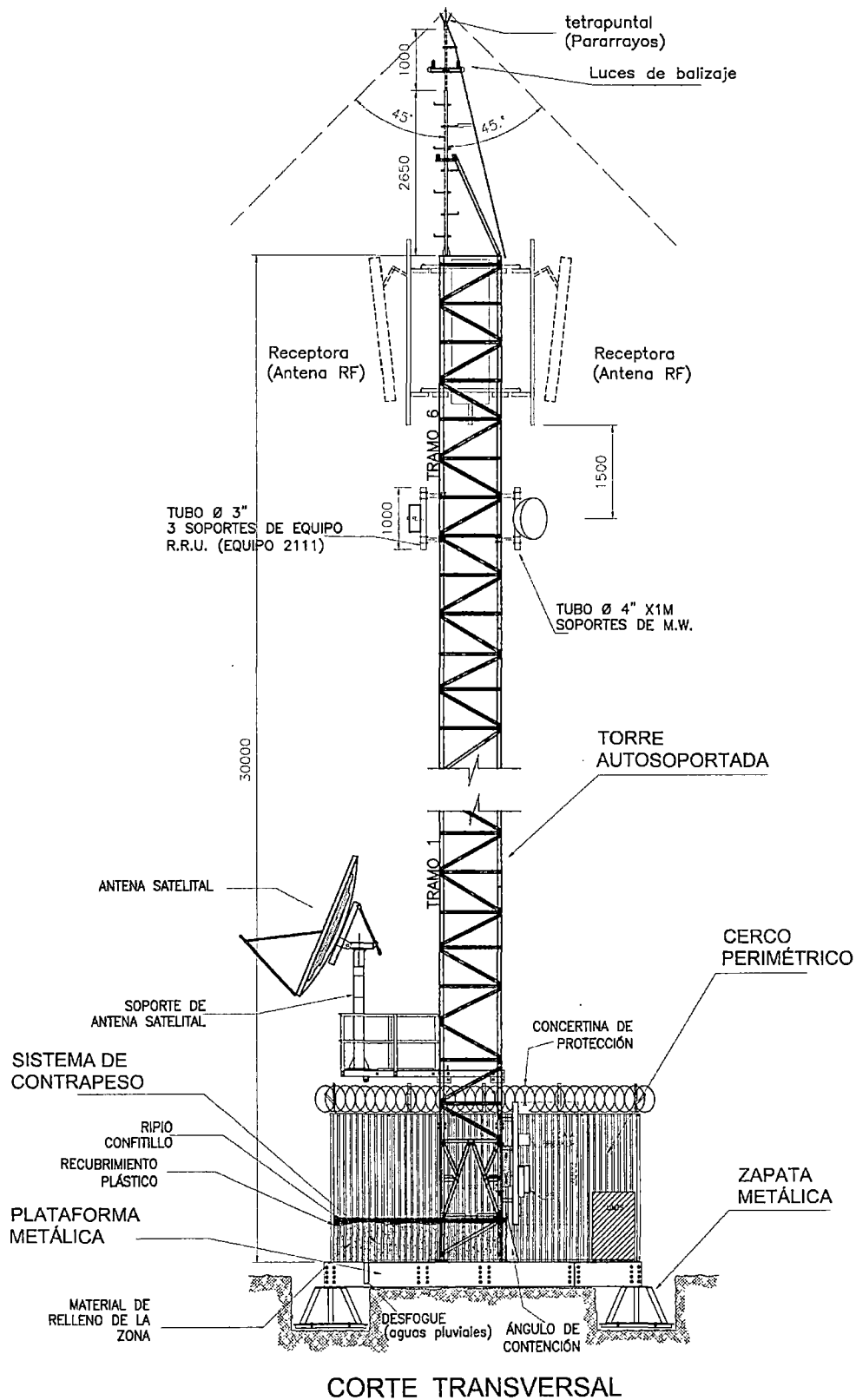


Figura 2.1: Estación Base Celular de Configuración Metálica (vista en corte)

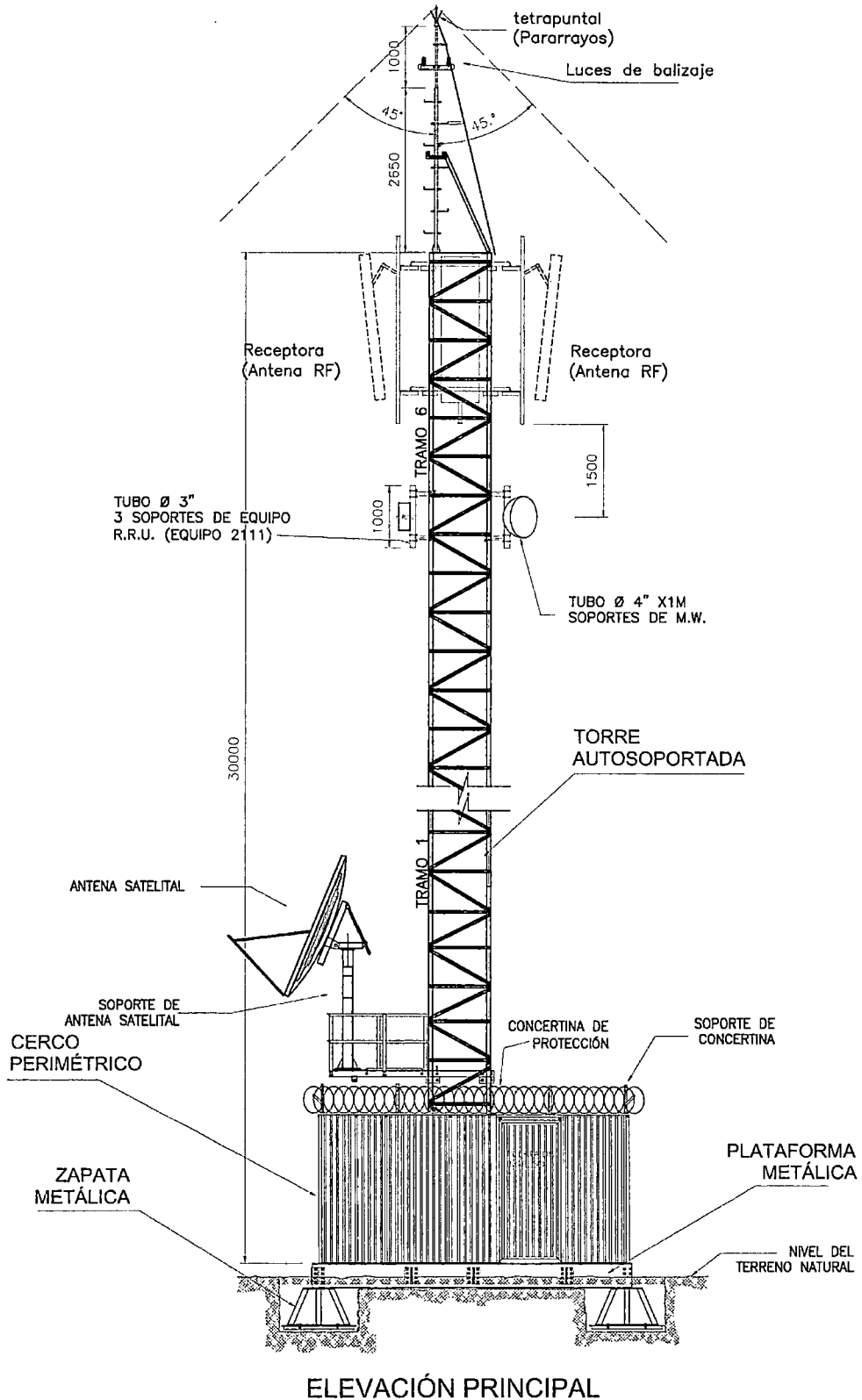


Figura 2.2: Estación Base Celular de Configuración Metálica (Vista en Elevación)

2.3. ANTECEDENTES

La expansión de la red para los servicios de telecomunicaciones móviles a todo el territorio nacional, es un factor importante para las políticas de integración e inclusión social que realiza el Gobierno Peruano.

En base a la necesidad de llevar la señal de comunicaciones a diferentes zonas, en especial a las más alejadas y de difícil acceso, las Empresas Operadoras han desplegado más infraestructura para tal fin; pero tal tarea no está siendo fácil. Lo agreste y complicado de la geografía peruana, hace que se dificulte la construcción de una Estación tradicional que según la experiencia en la construcción de este tipo de estación se puede decir:

- Su instalación es costosa y difícil dado que requieren de cimentación como medio de soporte. Esto implica el traslado de materiales específicos pesados hasta la zona de ubicación (cemento, agua, arena y agregados).
- Su imposibilidad de reubicación; es decir, una vez instalada la torre no es posible desmontarla fácilmente ni ubicarla en lugar distinto. De hacerse, es un procedimiento muy costoso y difícil de realizar desde el punto de vista de su ejecución. Se tendría que realizar una demolición respecto de la cimentación para poder recuperar la torre.
- Finalmente, el costo respecto a la estructura ya instalada y a los materiales utilizados, terminan por perderse por las razones explicadas, generando que los costos asumidos en su instalación sean altos e irre recuperables.

En resumen, tenemos que los modelos de torres auto soportadas se caracterizan por sostenerse en pie a partir de ser construidas sobre un cimiento de concreto (zapatas aisladas) cuya profundidad depende de la fuerza de volteo por acción del viento. Este diseño genera costos elevados en el procedimiento de la instalación, los mismos que no son posibles de recuperar por generar costos elevados adicionales si se pretende recuperar la torre, causando finalmente, que se pierda casi todo lo invertido en un determinado emplazamiento.

2.4. DISEÑO CONCEPTUAL

Inicialmente surgieron algunas preguntas como: ¿Cómo se podría evitar los acarreos de grandes volúmenes de material, que disminuyan los tiempos de obra (menos tiempos de excavaciones, menos tiempo de montaje de la torre, entre otros)?; ¿Qué podría lograr que innovara los conceptos de la construcción tradicional?; ¿Cómo podría elevar el estándar del sistema en la generación y entrega de valor? ; ¿Cómo lograr el objetivo de llevar señal para la comunicación a los pueblos, pero con plazos de ejecución cortos, con costos bajos y poco espacio para las instalaciones?

Los largos procesos constructivos y la complicada logística que conlleva la construcción de una estación de telecomunicaciones con torre tradicional, esto sumado a lo difícil y agreste de la geografía Peruana; hizo que se pensara en una solución innovadora que plantea la creación de una estación para telecomunicaciones de construcción rápida y ligera, que optimice recursos e insumos, además de lograr que sea reutilizable.

El modelo de la “Estación Base Celular de configuración metálica” es original, y nace inspirada en la conceptualización de la ingeniería aplicada en el funcionamiento de una plataforma marina y sistema de estabilización de grúa de construcción, pero llevada en cargas a esfuerzos de arranque, volteo y vientos sobre suelo firme, es decir en tierra, como respuesta a las grandes dificultades de acceso geográfico y costos onerosos que inviabilizan el destino de fondos de las operadoras para la integración de las comunidades principalmente rurales. Estas soluciones creativas permiten descubrir nuevos usos, aplicaciones y beneficios que generen soluciones innovadoras realizables en costo y oportunidad.

En la Figura 2.3 se muestra una plataforma marina, usada para la extracción del petróleo, su base está ubicada sobre el suelo marino, la que permite una estabilidad a toda la estructura mediante contrapesos en la base. En la Figura 2.4 se muestra una grúa torre, usada en la industria de la construcción, ideada para alcanzar alturas considerables, este tipo de grúa tiene su estabilidad en la zona de la base, a través de contrapesos.

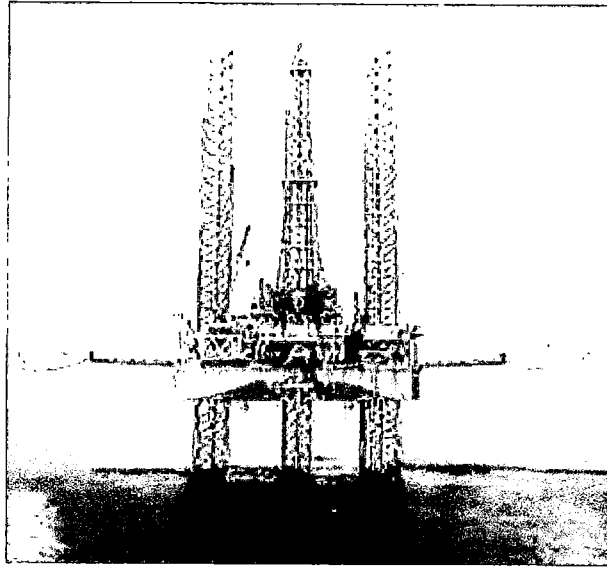


Figura 2.3: Plataforma Marina Petrolera, usada en la industria de los hidrocarburos para la extracción del petróleo.

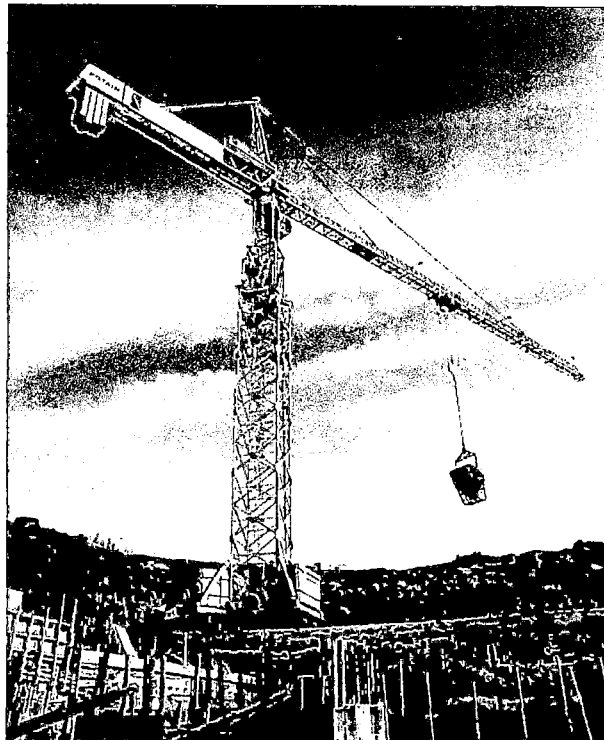


Figura 2.4: Grúa torre usada en la Industria de la construcción, su estabilidad está dada en la base de la torre, mediante contrapesos.

Teniendo como experiencia las plataformas marinas y las torres grúas, se aplicaron estos conocimientos al diseño de la Estación de Comunicaciones y actualmente el modelo está patentado en Indecopi por una Empresa Peruana.

La presentación detallada del modelo es tema del presente capítulo, y se desarrollará en los subcapítulos siguientes. En la Figura 2.5 Se muestra un ejemplo de una Estación Base Celular de configuración Metálica en construcción con una torre de 42 m. de altura.

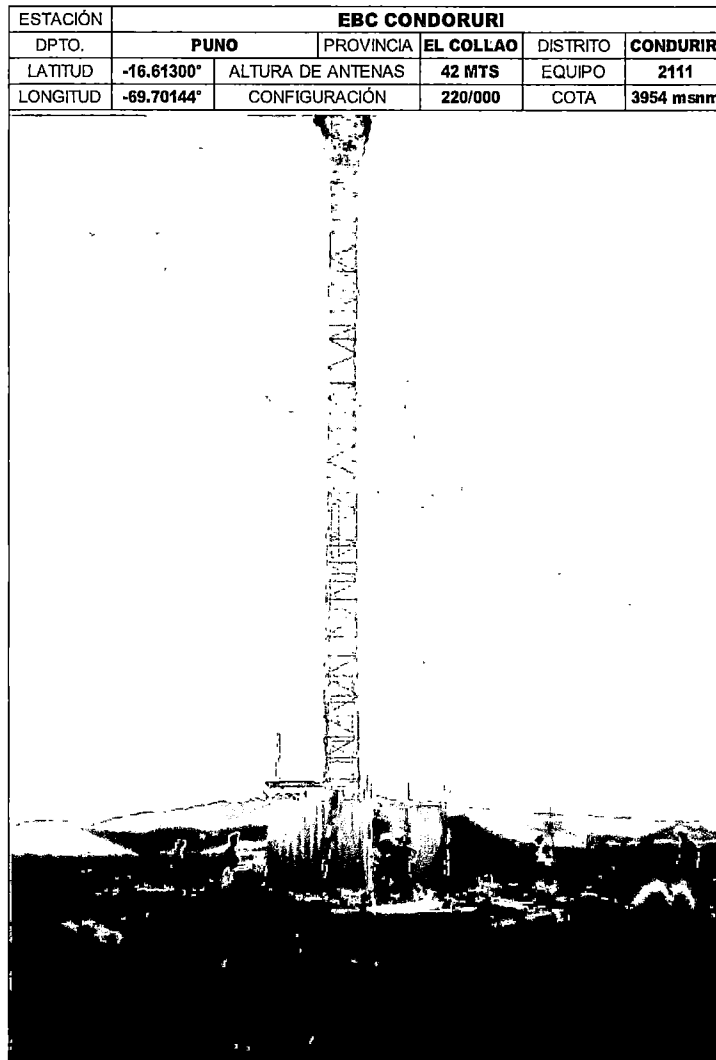


Figura 2.5: Construcción de la Estación “EBC CONDORURI”, en el Departamento de Puno.

2.5. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MODELO

2.5.1. Descripción del Modelo

El Modelo consiste en una Estación que tiene una torre auto soportada empotrada a una plataforma metálica especialmente diseñada para soportar el peso de la torre y las fuerzas de volteo debido a las cargas de viento.

La plataforma está conformada por perfiles metálicos de sección "H" las cuales conforman una estructura reticular a través de conexiones empernadas, cuya finalidad es la distribución de las cargas de servicio (Reacciones) por medio de cuatro zapatas en sus extremos, las que distribuyen el apoyo y las fuerzas de volteo. Las dimensiones y/o área de contacto de las zapatas, pueden variar de acuerdo la resistencia del terreno y/o tipo de suelo. Las dimensiones mínimas requeridas en el caso de la plataforma dependen de la altura (en una proporción de 1:9) y a los esfuerzos que pueda generar la torre sobre la base debido a las cargas del viento.

El diseño incorpora además, la colocación de materiales sobre la plataforma como parte de la sobrecarga (los cuales están conformados por cualquier material que tenga como peso específico $\gamma = 1300 \text{ Kg. /m}^3$), entre ellas tenemos Arena, Arcilla, Tierra de Cultivo, etc. Además, se adiciona a los equipos electrónicos de transmisión y cualquier otro accesorio utilizado por la torre como peso sobre la plataforma. Es decir, al peso de los materiales se agrega el de los equipos, ambos elementos buscan incrementar el centro de gravedad de la torre, con la finalidad de absorber y/o anular las fuerzas de volteo producidas por la acción del viento. Respecto de los materiales a utilizar como contrapeso, existe la facilidad de obtenerse según el suelo circundante a la zona de instalación, evitándose el costo del acarreo de materiales seleccionados (utilizados en la cimentación tradicional, como cemento, agua, agregados, etc.) que no se encuentran en la zona donde se instalará la torre.

La torre es una estructura metálica uniforme de celosía, de sección cuadrada conformada por ángulos metálicos. Las dimensiones de los lados varían de 1.00m para las torres de 15m, 20m y 30m de altura y de 1.50m para las torres de 42m y 45m de altura (dependiendo de los requerimientos de su altura). La dimensión de la sección se mantiene a todo lo largo de la torre, desde su base hasta la coronación de la misma.

Finalmente, debido a la estabilidad ofrecida por la plataforma y la disposición del peso sobre ella, el modelo no requiere de obra civil ni cimentación de concreto. Ahorrándose costos de instalación en 42% aproximadamente y en cuanto a la disminución de tiempo en su instalación, se realiza en 15 días versus los 35 días de instalación de los sistemas con cimentación tradicionales.

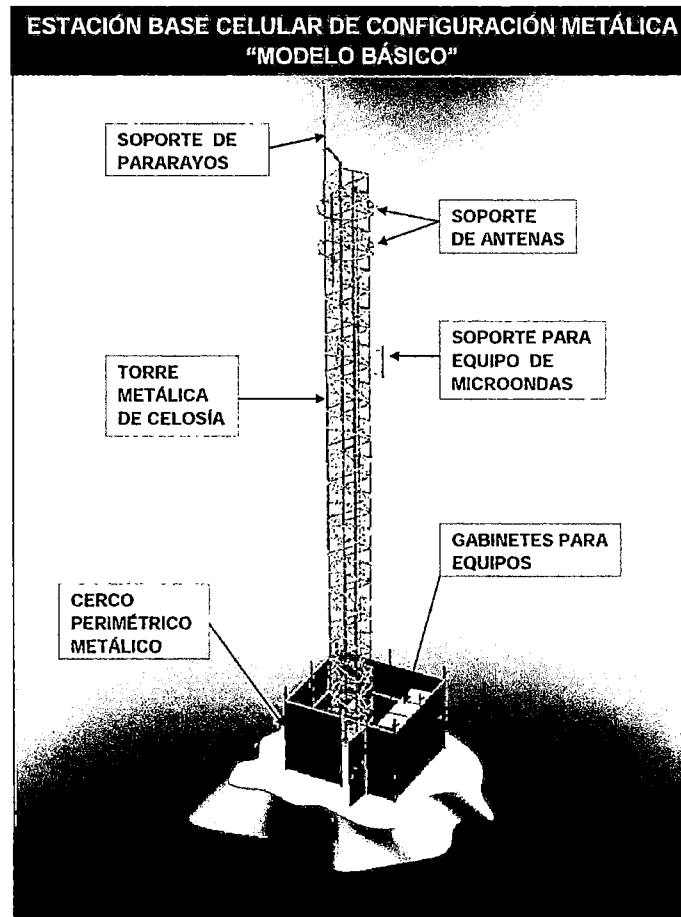


Figura 2.6: Modelo Básico de una Estación Base Celular de configuración metálica

2.5.2. Distribución arquitectónica

Contemplando la integración de los espacios y usos, el modelo básico de la estación de comunicaciones tiene las siguientes características fundamentales:

- Para la colocación de la estación, se diseñan zapatas metálicas aisladas, el número de éstas dependerá del Estudio de Suelos de cada proyecto a ejecutar.
- Se diseñan una Plataforma de Base Metálica en las dimensiones indicadas en cada proyecto en particular.
- Se instala una torre cuadrada auto soportada de una altura requerida en el proyecto elegido.
- Se instala un soporte para una Antena Satelital
- Se instala una Plataforma de mantenimiento, para la Antena Satelital.

- Para el cerramiento o cerco perimétrico se considera, estructura metálica constituida por perfiles metálicos, revestidos con placas metálicas galvanizadas.
- Se diseña un sistema de drenaje, para la evacuación de aguas pluviales.
- Todo el cerco perimétrico metálico lleva concertina de protección de Ø 18" galvanizado.
- Se instala una puerta metálica de una hoja, con planchas metálicas de 0.94 x 2.41 m.
- La estación alberga a los equipos de energía necesarios para el funcionamiento de los equipos de comunicaciones, se instalan básicamente: Un Rectificador, dos Equipos 2111 y un Tablero de distribución.
- Se instalan Pozos a Tierra, definiendo su cantidad en base al Estudio de Resistividad, para cada proyecto.

2.6. ELEMENTOS DEL MODELO

2.6.1. Elementos Básicos de la Estación

A continuación se describirá las partes fundamentales que componen el modelo; cabe mencionar que existen variaciones según las necesidades del proyecto que se adicionan al modelo básico; estas variaciones son elementos que se adicionan y que obedecen a las necesidades de cada emplazamiento específico. Todos los elementos componentes de la estación en estudio son diseñados por cada especialidad específica (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas y otros) según los requerimientos de cada caso. Cabe recalcar que los diseños, así como los cálculos estructurales y cualquier otro tipo de análisis referente al diseño, no son materia de estudio de la presente tesis de grado.

ZAPATAS METÁLICAS.- Las zapatas metálicas aisladas del modelo son elementos diseñados para que cumplan la función de distribuir las cargas de servicio hacia el suelo, el número de éstas dependerá del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) de cada proyecto a ejecutar. En la Figura 2.7 se puede apreciar una isometría de la zapatas, la forma, distribución y dimensiones obedecen a un diseño que no es materia del presente estudio.

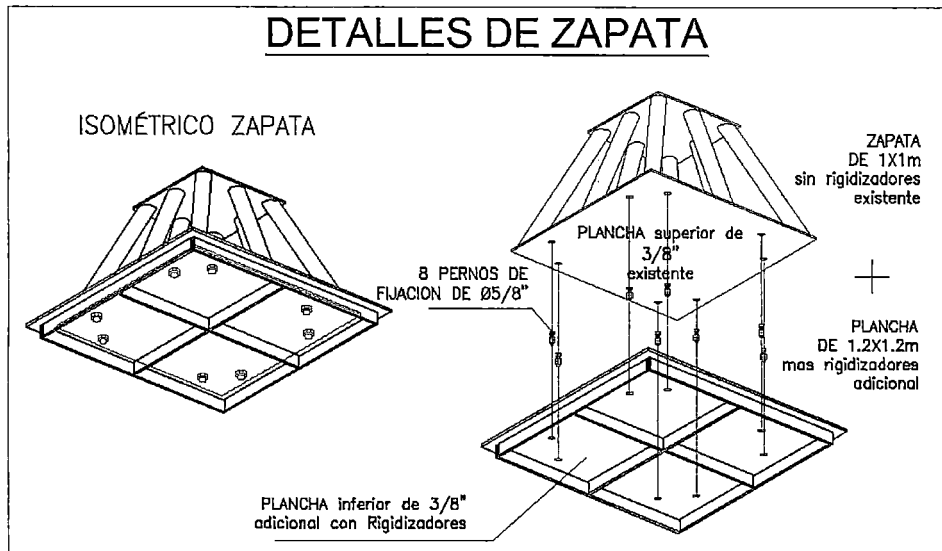


Figura 2.7: Diseño de las zapatas que son el soporte de la plataforma metálica.

PLATAFORMA METÁLICA.- La plataforma está conformada por perfiles metálicos de sección "H" las cuales constituyen una estructura reticular a través de conexiones empernadas, que sirve de base de soporte para la torre.

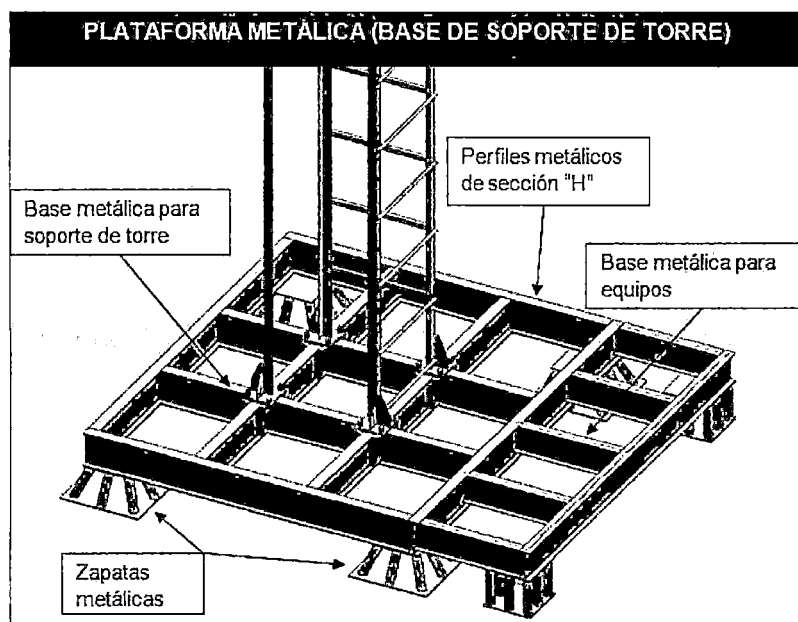


Figura 2.8: Plataforma metálica armada con perfiles metálicos de sección "H"

Sus dimensiones de diseño dependen de la altura de la torre, y las cargas de viento que producen fuerzas de volteo, el modelo se diseña para vientos de 100 km/h; este tipo de vientos suceden raramente en el Perú, lo que quiere decir que

los diseños tienen factores de seguridad muy considerables. En la Figura 2.8 se puede apreciar la distribución de los perfiles metálicos, que forman una cuadrícula, se puede observar la distribución de las zapatas aisladas. La base para la torre y la base para los equipos conforman una sola plataforma.

TORRE AUTOSOPORTADA METÁLICA.- Es el elemento de soporte de las antenas de comunicación, a diferencia de las torres auto soportadas con cimentación tradicional (zapatas de concreto armado), su cimentación es la plataforma metálica, que sirve como base para que se mantenga rígida y estable. Es una torre de sección cuadrada de igual dimensión a todo lo largo del elemento; por ejemplo, para una torre de 30.00 m de altura, su sección es de 1.00 m. La estructura de la torre está hecha de ángulos y perfiles metálicos cuyas dimensiones y espesores obedecen a un diseño.

En la figura 2.9 se observa a la izquierda el diseño típico de una torre que está sobre una plataforma metálica. A la derecha se observa el montaje de la torre de 30.00 m de altura.

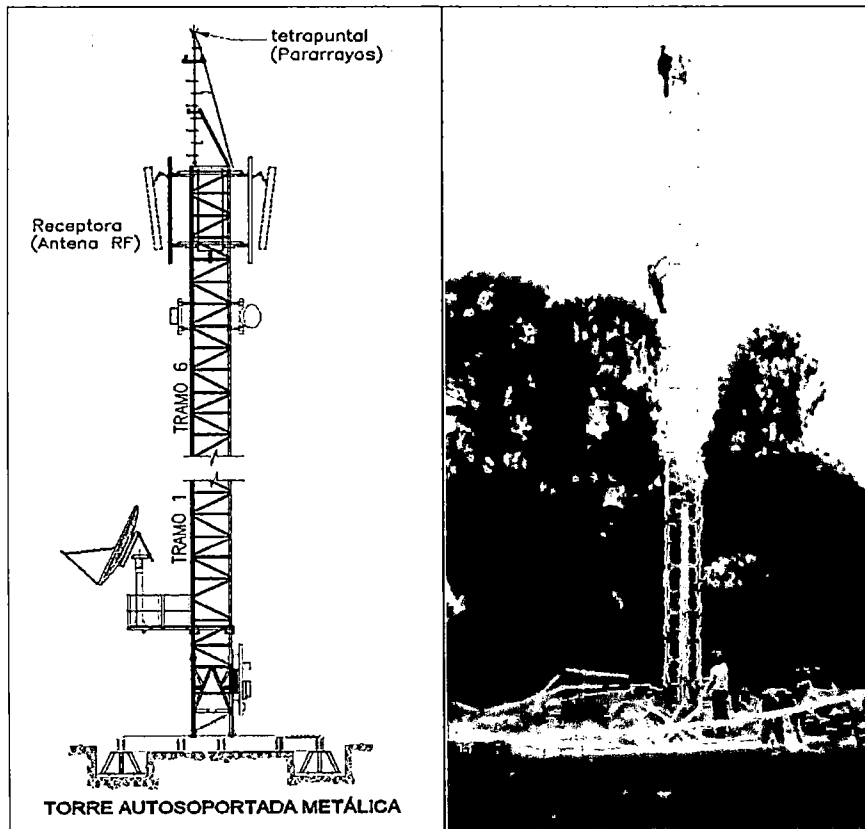


Figura 2.9: Montaje de torre auto soportada metálica.

CERCO METÁLICO PERIMETRAL.- Este elemento es de protección para la Estación, está fabricado de planchas y perfiles metálicos que forman paneles y están dispuestos en todo el contorno del emplazamiento, el cerco va adosado a lo largo de la plataforma metálica de soporte de la torre, este cerco de protección tiene unos soportes en la parte superior, los cuales contendrán las concertinas para mayor protección ante robos y daños.

En la Figura 2.10 se muestra un cerco metálico típico para este tipo de estación, se puede apreciar que la parte inferior del cerco va sobre las vigas tipo "H" de la plataforma base de la torre, también se puede apreciar la disposición de los paneles metálicos, y sobre ellos los soportes para la concertina de protección.

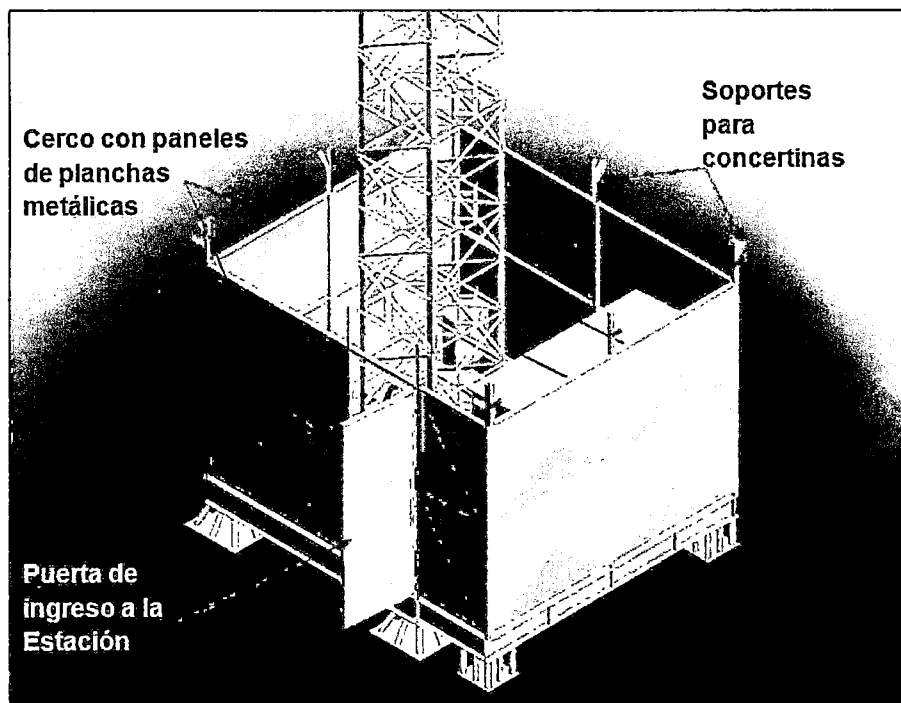


Figura 2.10: Cerco perimetral con paneles de planchas y perfiles metálicos.

PLATAFORMA Y GABINETES PARA EQUIPOS.- La plataforma donde se ubican los gabinetes de los equipos para la estación, está diseñada para ser parte de la plataforma de base de la torre; es también construida con vigas metálicas tipo "H", pero de menor dimensión que las vigas de la plataforma de la torre. Sobre esta plataforma se adosan los gabinetes que contendrán los equipos de la estación, estos gabinetes cumplen la función de protección de los

equipos contra los cambios climáticos y posibles robos. Los gabinetes están fabricados con planchas y perfiles metálicos.

En la Figura 2.11 se muestra en la parte superior la plataforma para equipos, y en la parte inferior de la figura se muestran los gabinetes para los equipos de comunicación de la Estación.

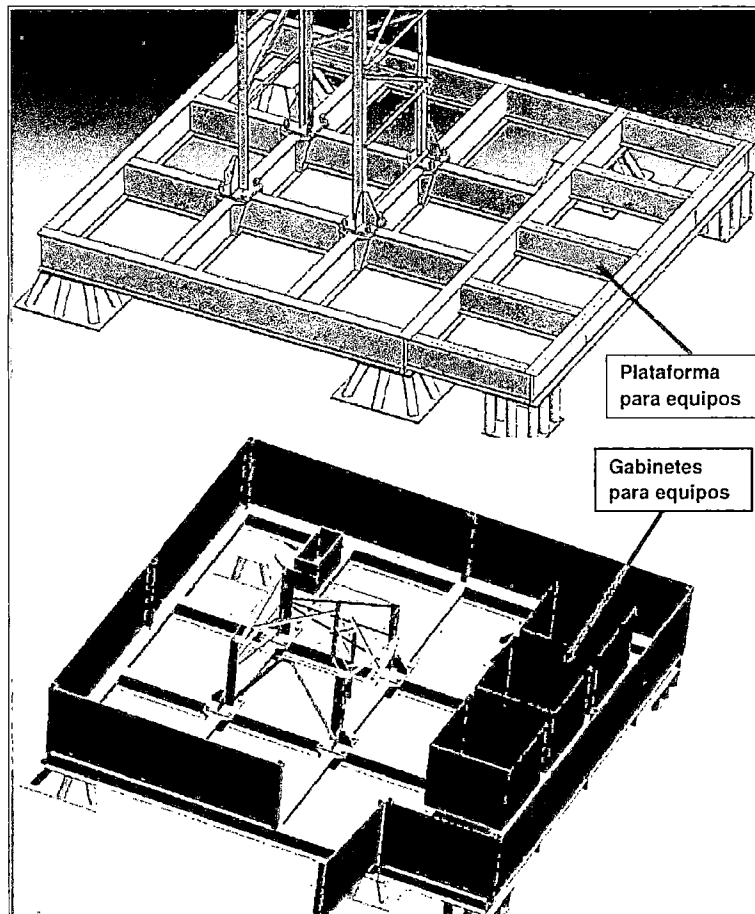


Figura 2.11: Plataforma y gabinetes para equipos de comunicación de la Estación.

SISTEMA DE CONTRAPESO PARA ESTABILIDAD DE TORRE.- Es un sistema diseñado para contribuir a la estabilidad de la torre, que consiste en colocar material propio de la zona (arcilla, arena, tierra de chacra, etc.) sobre una parte de la plataforma de base de soporte de la torre; este material es contenido por los paneles que forman parte del cerramiento (cerco perimetral) y un panel metálico sujetado por ángulos de contención. La altura promedio del relleno a usar es de aproximadamente 90 cm; por ejemplo para una torre de 30 m. de

altura, el área de la plataforma de soporte a usar para el contrapeso es (4.00 m x 2.70 m) de 10.80 m²; lo que equivaldría en volumen a 9.72 m³, y si consideramos el peso específico del material de la zona como $\gamma = 1300 \text{ Kg /m}^3$, entonces obtendríamos un contrapeso de 12.64 t. Los cálculos dependen de los datos que se obtengan de los estudios de suelos y las dimensiones de la torre. Cabe recalcar que los cálculos de diseño no son parte de estudio de la presente tesis de grado.

Adicionalmente se coloca un recubrimiento plástico sobre el material de contrapeso y sobre este una capa de confitillo para permitir el drenaje de las aguas pluviales. En la Figura 2.12 se muestra el sistema a usar para el contrapeso y el sistema de drenaje para las aguas pluviales.

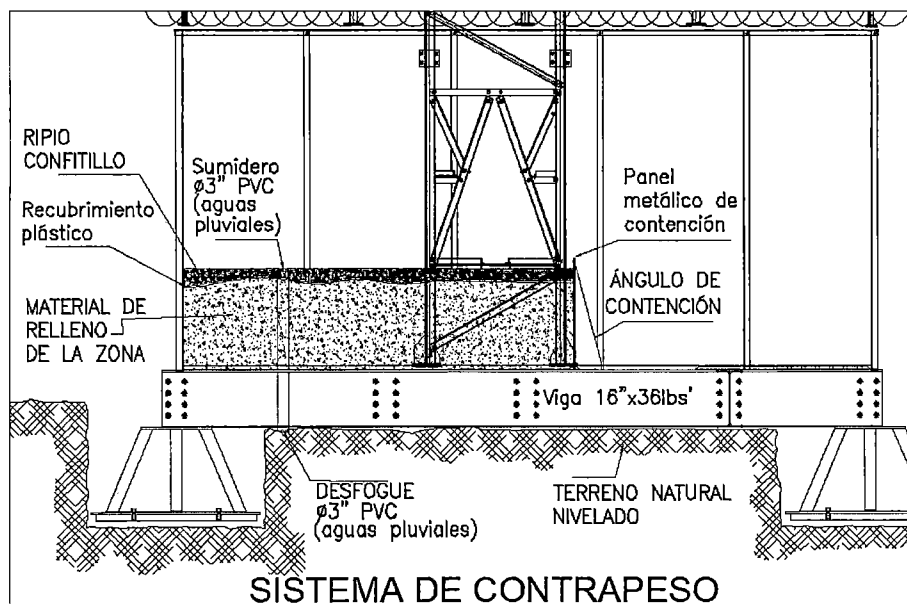


Figura 2.12: Sistema de contrapeso sobre plataforma de de torre.

SOPORTES DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.- Son elementos que dependen de las necesidades del emplazamiento, sobre estos soportes se instalan: las antenas de emisión y recepción, los equipos de microondas, las antenas satelitales, los tableros integrados, las luces de balizaje, los tetra puntales (pararrayos), las concertinas de protección, etc. Todos estos elementos son usados en todo tipo de Estaciones (tradicionales y el modelo en estudio).

En la Figura 2.13 se muestran los soportes y accesorios básicos con los que cuenta una estación de comunicaciones del modelo en estudio.

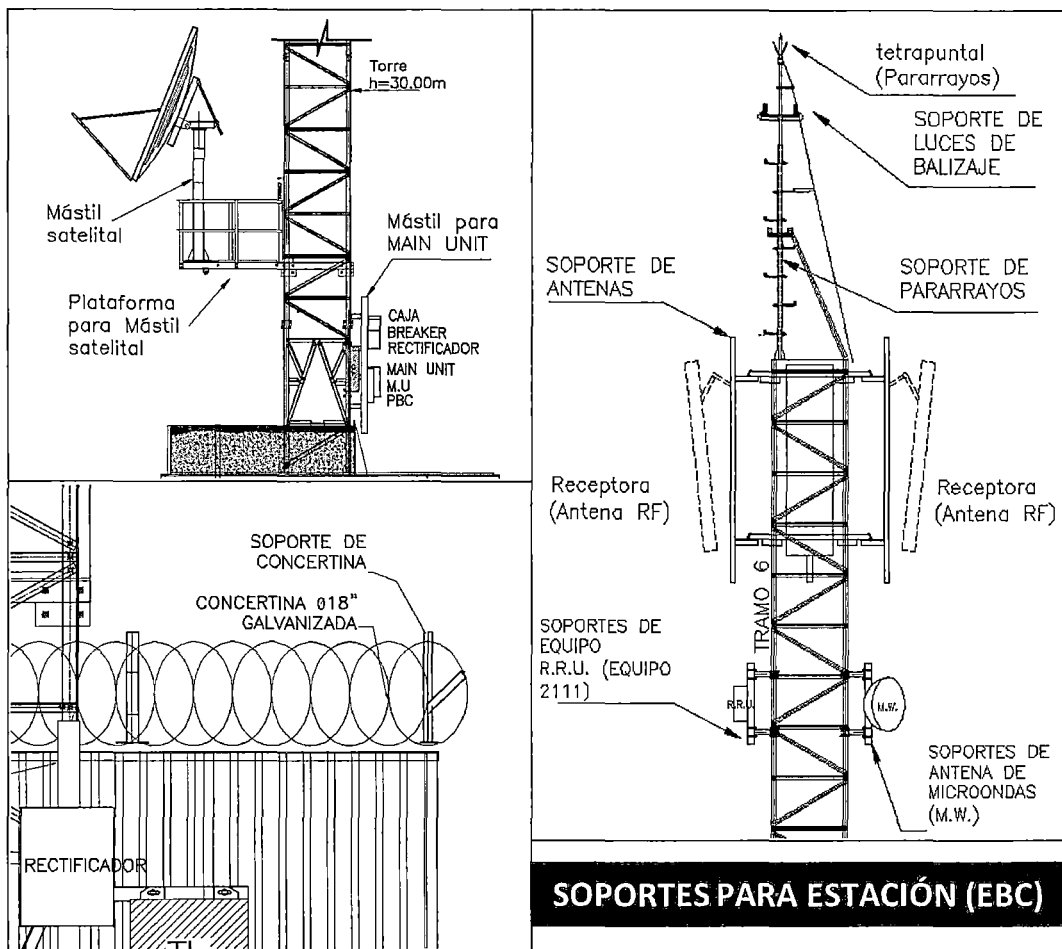


Figura 2.13: Soportes y accesorios de la Estación Base Celular (EBC).

2.6.2. Elementos Eléctricos de la Estación

Una Estación de comunicaciones para ser puesta en servicio necesita estar energizada, todos los equipos de comunicación necesitan contar con energía eléctrica. Paralela a las obras de montaje de los componentes básicos de la Estación, se realizan las obras eléctricas; a continuación se detalla los componentes necesarios para que la Estación entre en servicio:

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y MEDIDOR DE ENERGÍA.- La alimentación eléctrica en 220V es de baja tensión, monofásico que son suministrados por redes del concesionario de la zona, para lo cual se prevé de un medidor de energía a instalarse cerca del ingreso a la estación. Por lo general

por la ubicación de este tipo de obras (zonas altas en cerros) la energía eléctrica no está cerca, por lo que se debe hacer un proyecto aparte para llevar energía mediante postes, al lugar que sea requerido.

Se debe presentar al concesionario una solicitud de suministro y adjuntar un cuadro de cargas, este cuadro es elaborado de acuerdo a la necesidad de la Estación de comunicación, en base a la cantidad de equipos y artefactos eléctricos que tenga previsto el proyecto. En el Cuadro 2.1 se muestra un ejemplo de un cálculo de la Potencia instalada y máxima demanda requerida para la Estación "EBC CHALLHUAHUACHO" ubicada en el Distrito de Challhuahuacho, Provincia de Cotabambas, Departamento de Apurímac.

Cuadro 2.1: Potencia Instalada y máxima demanda para la Estación de comunicaciones "EBC Challhuahuacho"

POTENCIA INSTALADA Y MÁXIMA DEMANDA "EBC CHALLHUAHUACHO"				
CUADRO DE CARGAS PARA ESTACIÓN DE COMUNICACIONES				
	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (Kw)	FS/FD	MÁXIMA DEMANDA (Kw)
1	Equipos 2111	3.00	0.80	2.40
2	UMTS	2.00	0.80	1.60
3	Tomacorrientes	0.50	0.80	0.40
4	Luz de Balizaje	0.20	0.50	0.10
5	Iluminación	0.15	1.00	0.15
6	Reserva Equipos a futuro	5.25	1.00	5.25
TOTAL				9.90
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO A CONTRATAR				
POTENCIA		: 9.90 Kw		
TENSIÓN		: 220 V		
FRECUENCIA		: 60 Hz		
SISTEMA		: MONOFÁSICO		

Fuente: Área de energía de Corporación Comercial Jerusalem SAC.

TABLERO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN.- A través del medidor se alimenta de energía al tablero eléctrico de distribución, desde el cual se alimenta a los equipos de comunicaciones, artefactos eléctricos y luminarias. Para una estación de comunicaciones es necesario que el tablero sea del tipo IP-54 (IP es un estándar internacional de protección, donde el código 54 representa la protección contra polvos y chorros de agua). El tablero que se usa frecuentemente en el modelo de estudio es de cuerpo y plato porta equipo

fabricado con plancha LAF de 1.5 mm, puerta y mandil con LAF de 1.9 mm, con proceso de decapado químico, base epóxica y acabado epóxico gris, provisto de friza (accesorio para hermetizado) en la puerta, para alcanzar un grado de protección IP-54 y techo sobresaliente. Así mismo, tiene un mandil abisagrado que cubre los equipos interiores y bornes, excepto el enchufe industrial. Adicionalmente el tablero tiene una perforación para ingreso del cable del grupo electrógeno por la esquina inferior de la puerta del tablero, con un pestillo con tope (accesorio de seguridad para evitar que la puerta se abra en forma involuntaria) en la parte posterior de la misma.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.- Para evitar que se dañen los equipos de comunicaciones que están instalados en la Estación de Comunicaciones en caso de una corriente transitoria peligrosa, es necesario diseñar un sistema de puesta a tierra.

Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen los equipos. El objetivo de un sistema de puesta a tierra es: 1) El de brindar seguridad a las personas; 2) Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección y 3) Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación. Considerando que el modelo en estudio es en su totalidad de configuración metálica es necesario el aterramiento de todos sus elementos.

El sistema de protección debe ser tal que la medición total del sistema de puesta a tierra (SPAT) sea igual o menor a 5 Ohmios, para lo cual se realiza previamente las medidas de la resistividad del terreno y con los cálculos respectivos llegar al ohmiaje requerido. Con estos cálculos se diseña el tipo de sistema de puesta a tierra: Pozo de puesta a tierra ó Zanjas de interconexión de puesta a tierra.

SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.- La estación de comunicaciones debe contar con un sistema de protección contra descargas atmosféricas (pararrayos) que por lo general es del tipo franklin de tres puntas (tetrapuntal). Así mismo debe tener un sistema de supresión de voltajes transitorios (TVSS), para la protección de los equipos.

Con el sistema integral de protección contra descargas atmosféricas se tiene en cuenta todas las posibilidades en las que la descarga de un rayo puede afectar a la estructura, los instrumentos contenidos en ella y los elementos de las redes eléctricas asociadas. El sistema debe captar y derivar la corriente del rayo al sistema de puesta a tierra.

SISTEMA DE BALIZAJE.- Este sistema es para evitar el choque de vehículos aéreos contra la estructura de la torre de la Estación, por regla de seguridad toda torre debe contar con este tipo de sistema de prevención, existen regulaciones internacionales que se aplican obligatoriamente.

De acuerdo a Normas OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), el sistema de balizaje es de la siguiente manera: Balizaje Diurno; en franjas horizontales en colores rojo y blanco o bien anaranjado y blanco, las franjas de los extremos son del color más oscuro. Balizaje Nocturno; está conformado por luces rojas de baja intensidad, en los cuales se colocan dos luminarias en el nivel superior.

Los equipos de luces de balizaje se fijan en soportes conformados por perfiles galvanizados por inmersión en caliente.

Los equipos son del tipo lámpara a prueba de vapor e intemperie incandescente.

El sistema cuenta con control de alarma de lámpara apagada (total o parcial). Las luces que se colocarán en el extremo superior no son intermitentes; sólo debe permanecer encendida una, la segunda se encenderá cuando la primera luz falle.

2.7. VARIACIONES DEL MODELO SEGÚN LA ALTURA DE LA TORRE

El modelo de la Estación Base Celular de configuración metálica ha sido rigurosamente sometido a evaluaciones y estrictos análisis de cálculo estructural para lograr ser aprobado y registrado (homologación) por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), empresa de presencia internacional en tres continentes y en más de 60 países, logrando tener la homologación del modelo en cinco diseños:

Cuadro 2.2: Homologación del modelo en cinco diseños por AENOR.

DISEÑOS REGISTRADOS (HOMOLOGADOS) POR AENOR						
	TORRE			PLATAFORMA DE APOYO		
	ALTURA (m)	SECCIÓN (m)	TRAMOS	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m²)
1	15.00	1.00	3.00	3.50	4.00	14.00
2	20.00	1.00	5.00	3.50	4.00	14.00
3	30.00	1.00	6.00	4.00	5.00	20.00
4	42.00	1.50	8.00	7.00	7.00	49.00
5	45.00	1.50	8.00	7.00	7.00	49.00
CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO						
Velocidad del Viento :		Velocidad de Diseño = 100 kph Velocidad de Operación = 75 kph				
Torsión Máxima =		0.02° (grados)				
Deflexión Máxima =		0.21° (grados)				
ACERO ESTRUCTURAL						
Perfiles y planchas de acero laminados en caliente ASTM A-36, $f_y=2500 \text{ kg/cm}^2$						
Pernos de alta resistencia con tuercas y contratuerzas grado 5.						
Soldadura electrodos E 70xx.						
Galvanizado: Proceso de inmersión en caliente, según la norma ASTM A123						
CARACTERISTICAS DE MATERIAL DE CONTRAPESO						
Altura de relleno mínimo; $H=1.10\text{m}$.						
Densidad mínima de relleno 1.8 t/m^3						
Usar material de la zona como relleno						
Factor de seguridad al volteo $F.S.=2$						

Fuente: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación.)
[http://www.aenorperu.com/homologaciones.](http://www.aenorperu.com/homologaciones)

2.8. ESTRUCTURAS DE ACERO DEL MODELO

La calidad de los materiales usados para la fabricación de los elementos de estructuras de acero son acreditados mediante los certificados de calidad, en los que se indiquen las propiedades físicas, químicas y mecánicas que son relevantes. En caso de no existir certificados o hay duda de la calidad de los materiales, se realizan las pruebas correspondientes en algún laboratorio reconocido de primera línea.

2.8.1 Materiales para las estructuras de acero

PERFILES.- Los perfiles laminados y planchas son de acero al carbono, la calidad estructural es conforme a la norma ASTM A36. Los perfiles formados en frío se fabricarán a partir de flejes de acero al carbono, calidad estructural, conforme a la Norma ASTM A570, Gr.36. Las propiedades mecánicas mínimas de estos aceros se indican a continuación:

Cuadro 2.3: Calidad conforme a la norma ASTM A36 y ASTM A570.

Propiedad	A36	A570
- Esfuerzo de Fluencia (kg/mm ²)	25	25
- Resistencia en tensión (kg/mm ²)	41-56	37
- Alargamiento de rotura (%)	23%	17-22%

Las propiedades dimensionales de los perfiles son las indicadas en las Tablas de Perfiles de la Norma ASTM A6: "Especificación estándar para Requisitos Generales para placas de acero laminado, Formas, láminas de acero y barras para uso estructural". Cualquier variación de estas propiedades deberá limitarse a las tolerancias establecidas en la misma Norma.

PERNOS.- Todos los pernos son de cabeza y tuerca hexagonal, y sus propiedades se ajustarán a lo indicado en las Norma ASTM A325 o su equivalente en SAE Grado 5 para el caso de pernos de alta resistencia, y a lo indicado en la Norma ASTM A307 para el caso de pernos corrientes de baja resistencia. Las características y dimensiones de tuercas estarán de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM A-563.

SOLDADURA.- La soldadura es de arco eléctrico y/o alambre tubular. El material de los electrodos son del tipo E60 ó E70 con una resistencia mínima a la tensión (Fu) de 4,200 kg/cm² y 4,900 kg/cm² respectivamente. El material de soldadura cumple con los requerimientos prescritos en las Normas AWS A5.1 ó AWS A5.17 de la American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura), dependiendo de si la soldadura se efectúa por el método de arco metálico protegido ó por el método de arco sumergido, respectivamente.

2.8.2 Protección de las estructuras de acero

GALVANIZADO EN CALIENTE (PROTECCIÓN PRIMARIA).- Todos los elementos de la Estación tienen obligatoriamente una protección galvánica (el diseño del modelo lo requiere), esto es porque todas las piezas que conforman la estructura del modelo están permanentemente en contacto con el medio ambiente. Luego de ser fabricadas las piezas en los talleres, estas son llevadas a ser galvanizadas.

La galvanización es un procedimiento para recubrir piezas terminadas de hierro/acero mediante su inmersión en un crisol de zinc fundido a 450°C. Tiene como principal objetivo evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el acero. Esta actividad representa aproximadamente el 50% del consumo de zinc en el mundo y desde hace más de 150 años se ha ido afianzando como el procedimiento más fiable y económico de protección del hierro contra la corrosión. Las piezas que van a ser galvanizadas se limpian de grasas (desengrase) y óxidos (decapado), y se introducen en un baño de zinc fundido a 450°C, produciéndose durante la inmersión una reacción químico-metalúrgica entre el hierro y el zinc, con varias capas de aleación acero-zinc y una capa exterior de zinc puro.

PINTURA (PROTECCIÓN SECUNDARIA).- De ser requerido para la protección de las estructuras de acero se utiliza un sistema de pintado epóxico curado con amidas. El fabricante del producto seleccionado provee la pintura con las hojas técnicas, especificaciones, rango de aplicación y certificaciones correspondientes. Para la protección de todas las estructuras de acero se utiliza un sistema de pintado epóxico curado con amidas, de 200 micrones de espesor total de película seca aplicado en 3 capas. La primera capa es un anticorrosivo con una capa de 50 micrones de espesor de película seca, la segunda y tercera capa son con un esmalte de 75 micrones de espesor de película seca cada una. La preparación de la superficie se hará con abrasivos, a metal blanco y con un perfil medio de rugosidad de 50 micrones.

2.9. ESTUDIOS PREVIOS AL DISEÑO DEL MODELO

Como ya se vio anteriormente, existen cinco diseños homologados del modelo, pero adicionalmente se deben hacer Estudios de Mecánica de Suelos (EMS)

para cada emplazamiento en particular, esto sirve para hacer algunas modificaciones en la cantidad de zapatas para la plataforma. Se considera este estudio el más importante para hacer el diseño definitivo, ya que dependerá de las características del suelo dar las soluciones óptimas y favorables para la futura Estación de Comunicaciones.

Paralelamente a los diseños de las estructuras que comprenden la estación, se hacen los diseños de Instalaciones Eléctricas, para tal fin se necesita un estudio de resistividad del suelo, el cual servirá para diseñar el tipo de sistema de puesta a tierra (SPAT) que llevará la Estación de Comunicaciones.

2.9.1. Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)

Se realiza un Estudio Geotécnico con fines de Cimentación del subsuelo del terreno en el cual se va a construir el proyecto para el emplazamiento de una Estación de Comunicaciones del modelo en estudio. El objeto del estudio es determinar las principales características físicas y mecánicas del suelo para el diseño de la cimentación y algunas recomendaciones para su construcción y mantenimiento.

Los estudios se realizan bajo normativas que están en concordancia con la norma E.050 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados relevantes de los estudios de EMS para el diseño del modelo son:

- La existencia del nivel freático en la profundidad de exploración, y de existir, determinar a qué profundidad se encuentra.
- La sismicidad de la zona de acuerdo al mapa de la Norma de diseño Sismo-resistente y del mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú.
- La Geodinámica externa para determinar si el suelo de fundación está sujeto a socavaciones, deslizamientos, hundimientos, levantamientos del terreno. Así también si existe riesgos de posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masas de tierras, inundaciones, etc.
- El contenido de sales solubles así como los sulfatos presentes en el suelo de fundación, para determinar el grado de agresividad sobre las estructuras metálicas que estarán en contacto.

- La gravedad específica y el porcentaje de porosidad del estrato.
- La capacidad portante del terreno en función al tipo de estructura de cimentación.

2.9.2. Estudio de resistividad del suelo

La resistividad del terreno se mide fundamentalmente para encontrar la profundidad y grueso de la roca en estudios geofísicos, así como para encontrar los puntos óptimos para localizar la red de tierras de la Estación de comunicaciones, El perfil de la resistividad del suelo determinará el valor de la resistencia a tierra y la profundidad de nuestro sistema de puesta a tierra. Usualmente se realizan las medidas de la resistividad del terreno por el método de Wenner y con los cálculos respectivos llegar al ohmiaje requerido.

2.10. PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL MODELO

Mediante un proceso secuencial se realiza el desarrollo de la producción del modelo, dentro de este proceso no están incluidas las etapas previas como: Estudios de cobertura, Anteproyecto, Búsqueda y saneamiento, Proyecto definitivo. Estos son materia de estudio del siguiente capítulo de la presente tesis de grado.

2.10.1. Inicio

Se da inicio al proceso con las negociaciones de oferta entre las Empresas Operadoras y las Empresas Contratistas Especializadas teniendo como base el Expediente Técnico aprobado, así también los permisos y licencias de construcción debidamente aprobadas y expedidas por los gobiernos locales.

El contratista presenta su oferta económica para la fabricación de las estructuras y ejecución de las obras que implican la nueva Estación de Comunicaciones. La oferta se realiza en base a los metrados y los precios preestablecidos por las Empresas Operadoras. Existe actualmente un listado de precios para cada partida o trabajo específico que es impuesto por las Empresas Operadoras a sus Contratistas mediante un contrato renovable anualmente. Este listado es actualizado anualmente. Luego de la evaluación de la Oferta del Contratista por parte de la Empresa Operadora, esta última emite una orden de compra (OC) para la ejecución de los trabajos.

2.10.2. Logística

En esta etapa se ve todo lo referente a la disposición de las partidas presupuestales destinadas a la compra y transporte local de los materiales necesarios para la fabricación de las estructuras. El área de Logística del Contratista solicita al área de Presupuestos el listado detallado de insumos y materiales que se usarán para la fabricación de las estructuras; seguidamente con esta información se solicitan cotizaciones a las comercializadoras de materiales. En base a esta información se solicita al área de Finanzas el presupuesto necesario para realizar la compra de materiales e insumos.

Como dato importante en este proceso y debido a las políticas de transparencia que manejan todas las empresas, se solicitan tres cotizaciones como mínimo antes de realizar una compra.

2.10.3. Producción de Elementos Metálicos

Luego que los materiales son comprados y transportados a los talleres, se inicia el proceso de fabricación, para tal fin se solicitan los planos de fabricación, donde se encontrarán todos los elementos y sus componentes dimensionados al detalle, también tienen todas las especificaciones para la correcta fabricación.

Cada pieza fabricada es corroborada y medida milimétricamente para que no haya incompatibilidades ni desfases al momento del montaje. El personal encargado de la fabricación es especializado, que pertenece al área de fabricación de la Empresa Contratista. El personal necesario para garantizar la eficiencia y calidad de la fabricación debe ser como sigue: Jefe de planta (Ingeniero); Maestro general de planta (Nivel técnico); Capataces (nivel técnico); Trazadores y cortadores (Nivel técnico); Soldadores homologados (nivel técnico).

Finalmente todas las piezas fabricadas pasan a un proceso de protección de recubrimiento galvánico en caliente por inmersión.

2.10.4. Control de Calidad de producción

Durante el proceso de fabricación se realizan rigurosos controles de calidad según las solicitudes de las especificaciones técnicas:

- Iniciando por la certificación de los materiales a usarse, todos los materiales deben ser de primer uso y cumplir con las especificaciones técnicas indicadas.
- Inspección al material de acero: A la recepción del material de acero, se realiza una inspección por ultrasonido de ser aprobada por el cliente. El objetivo de dicha prueba es detectar aleatoriamente posibles fallas de laminación, que se agraven con las actividades de oxicortes y soldaduras, y terminen comprometiendo la calidad de las juntas soldadas.
- Los cortes deben ser perfectos y realizados por métodos térmicos (oxiacetileno) y mecánicos (cizallado, aserrado, etc.), no deben quedar rebabas y los bordes deben ser perfectamente rectos.
- la calidad de la soldadura es verificada mediante las siguientes inspecciones:

a. Visual: La soldadura debe tener dimensiones y espesores regulares y constantes. Los filetes deben tener convexidad entre 1/16" y 1/8" sin fisuras, quemaduras de metal o penetración incompleta. Se debe comprobar la regularidad de la penetración, la no coincidencia de las planchas o tubos que se suelden a tope; y el desalineamiento de soldaduras longitudinales de tubos no puede superar en más de 1/20 el espesor de la plancha que se suelda.

b. Por líquidos penetrantes: Se efectúa antes de realizar el cordón de acabado por el lado posterior de la soldadura en "V" para verificar la ausencia de discontinuidad no aceptable (100%). Igualmente se verifica la superficie de la soldadura de acabado (pase final) por el lado de mayor aporte de soldadura (alcance 100%).

c. Por Rayos X: En caso de presentarse duda sobre la calidad de cualquier soldadura, se podrá ordenar la prueba de la misma con rayos X.

- Luego de terminada la fabricación se realiza el pre montaje de la Estación en la planta como parte de los controles de calidad.

2.10.5. Transporte de piezas a obra

El transporte es rigurosamente controlado, el apilado de las piezas metálicas son dispuestas y apiladas de tal forma que no se dañen y golpeen entre sí, se cuida

que no se dañe el recubrimiento galvánico, para tal fin se transporta los materiales en camiones grúas. Para la sujeción de las piezas dentro del transporte se usan fajas de lona de 4" de ancho, y se colocan entre pieza y pieza cartones de ¼" de espesor para evitar el roce y rasguño de las piezas entre ellas.

2.10.6. Nivelación del terreno

Una vez entregado el terreno, se procede a la nivelación del mismo. Los controles topográficos son usados para una correcta nivelación usando equipo topográfico perfectamente calibrado (se acredita con los certificados de calibración). Los cortes y rellenos dependerán de la topografía del terreno, estos detalles están especificados en los expedientes técnicos y son únicos para cada emplazamiento en particular.

De existir rellenos, estos deben seguir una correcta compactación antes de colocar las zapatas metálicas de la plataforma de la torre. Los rellenos estarán conformados por capas de máximo 15 cm. de espesor terminado, cuya compactación depende principalmente de las propiedades físicas del material, determinadas a través del Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422).

2.10.7. Montaje de la Estación y Acabados de Torre en Obra

Respetando lo detallado en los Planos de Montaje previamente aprobados se realiza el montaje de los elementos de la Estación (Zapatas, plataforma, torre, cerco y soportes). La secuencia y cronograma de montaje, será coordinada con la ejecución de las obras de instalaciones eléctricas, y guardando los requerimientos establecidos por el Propietario, que permitan un adecuado traslape de actividades y contribuyan a que los equipos del proceso industrial puedan ser instalados y montados sin interferencia con el montaje de la estructura metálica.

2.10.8. Control de calidad de Torre Instalada

Una vez terminada la etapa de montaje de la Estación, se realizan los controles respectivos:

- **Control de verticalidad de torre.-** Mediante un equipo topográfico (teodolito electrónico), se hacen los controles respectivos, siguiendo los

protocolos establecidos. Cualquier elemento se considerará aplomado, nivelado y alineado si la variación angular de su eje de trabajo respecto al alineamiento indicado en los planos no excede 1:500.

- **Protocolo de pruebas de Instalaciones Eléctricas.**- Es un conjunto de pruebas que se realizan a todas las instalaciones eléctricas para garantizar el perfecto funcionamiento de los equipos de comunicación.

2.10.9. Entrega de la Estación de Comunicaciones

Terminadas las etapas anteriores, se hace entrega de la Estación a la Empresa Operadora de telefonía móvil. La entrega se realiza luego de las pruebas de calidad. Dentro del contrato de obra se especifica que se debe entregar la Estación de Comunicaciones energizada, lista para colocar los equipos de comunicaciones, esto último ya no corresponde al Contratista. La instalación de Equipos es realizada por otras empresas especializadas que prestan servicio a las Operadoras.

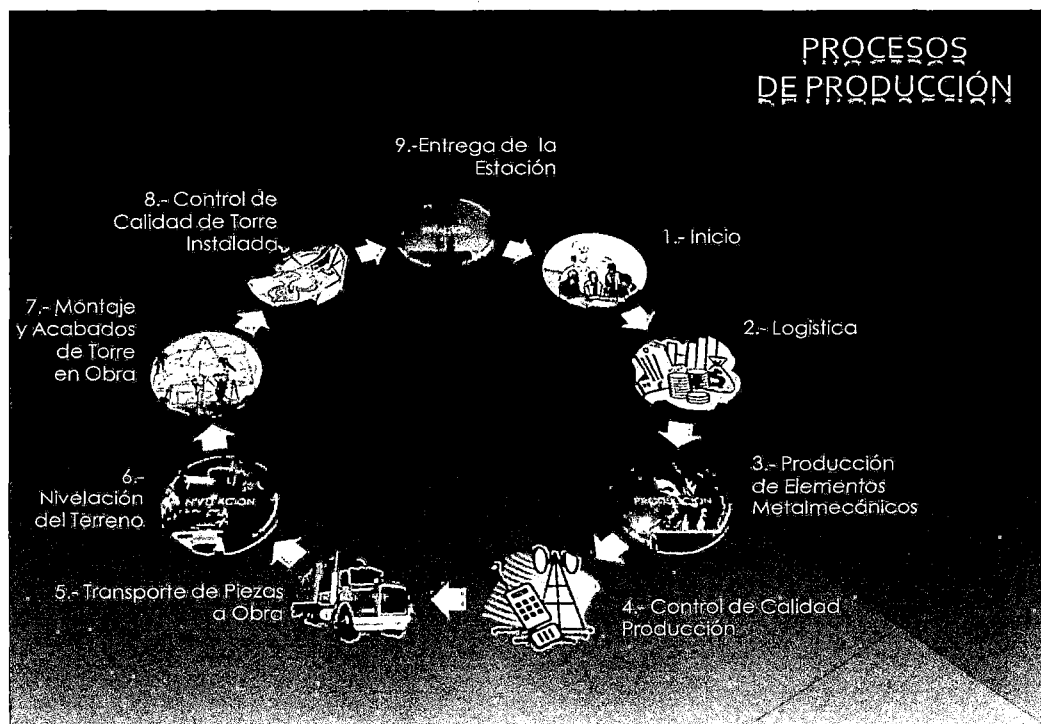


Figura 2.14: Procesos de producción de la Estación de Comunicaciones de configuración metálica.

En el **Anexo 1** se muestran los planos de la EBC CONDURIRI; Ubicada en el Distrito de Conduriri, Provincia de El Collao, Departamento de Puno.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE UN PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN O MEJORA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ

En el presente capítulo se hará un estudio de cómo se realiza y maneja un proyecto de Implementación o mejora en el rubro de la Telefonía Móvil. Todo parte de la necesidad de mejorar o expandir la cobertura de la señal por el incremento de la demanda de los servicios de telefonía celular. Las operadoras identifican las zonas que necesitan implementación de infraestructura y seguidamente se realiza un proceso de adquisición de sitios para el nuevo emplazamiento, el cual será alquilado por un periodo de tiempo para implementar una nueva Estación (EBC).

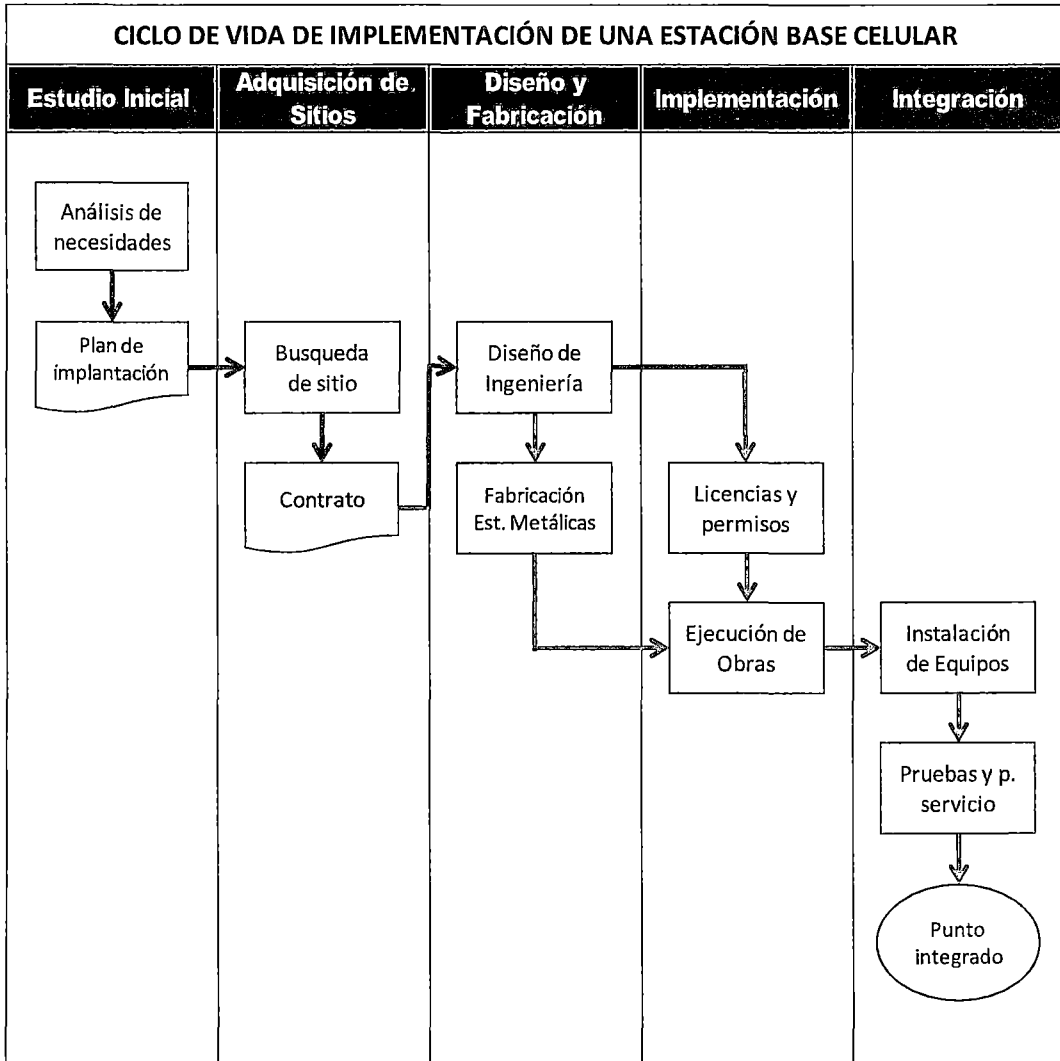
Una vez hechos los acuerdos comerciales con los propietarios de los predios, se realizan los diseños y la elaboración del expediente técnico del proyecto. Con estos documentos se solicitan los permisos y licencias para la ejecución de las obras ante los gobiernos locales o municipalidades correspondientes.

Obtenidos los permisos necesarios se realiza el conjunto de obras que demanda la nueva Estación. Como parte de este proceso se realizan los controles de calidad y medio ambiente siguiendo los estándares nacionales e internacionales. Luego de ser finalizadas las obras, la Estación es entregada para ser equipada con equipos de comunicación y realizar las pruebas de radio. Finalmente la nueva infraestructura es integrada a la red celular existente.

Se considera necesario conocer todo el proceso que demandan los proyectos de implementación de infraestructura para la Telefonía Móvil, por ser de un manejo distinto y tener algunas variaciones. Este Capítulo ayudará a plantear estrategias para mejorar la planificación y optimizar los tiempos de construcción que es el tema central de la presente tesis de grado.

En el Cuadro 3.1, se muestra una secuencia del ciclo de vida para la implementación de una Estación, desde la identificación de la necesidad hasta la integración de la nueva Estación a la red celular.

Cuadro 3.1: Ciclo de vida de implementación de una Estación Base Celular



Fuente: Propia.

3.1. NECESIDAD DE MEJORA Y EXPANSIÓN DE LAS REDES DE TELEFONÍA MÓVIL

Si en la zona geográfica donde se da servicio aumenta en gran cantidad el número de usuarios, será más probable que se sobrepase con mayor frecuencia el número máximo de llamadas, saturándose la red y cayéndose las llamadas (Significa que mientras se está hablando, la llamada se corta por falta o poca señal en el entorno). Este efecto se produce con mayor frecuencia en zonas urbanas, dada la mayor densidad de usuarios. Cuando se llega a estos límites, se instalan nuevas estaciones base con el fin de crear nuevas celdas y poder dar servicio a un mayor número de usuarios.

De este modo, se puede distinguir entre dos tipos distintos de estaciones de telefonía móvil: “Estaciones base por capacidad” y “Estaciones base por cobertura”. Las primeras se instalan cuando el número de usuarios crece mucho y las estaciones base existentes no pueden dar servicio a todos ellos (limitación de capacidad). Las segundas son las estaciones base que se colocan en zonas donde no existe servicio previo (limitación por cobertura).

En zonas urbanas el número de emplazamientos necesarios para ofrecer un servicio de telefonía móvil con buena calidad de servicio debe ser muy alto en comparación con entornos rurales, y por lo tanto, la densidad espacial entendida como número de estaciones por unidad de superficie, es muchísimo mayor que en zonas con una densidad de población mucho menor y un entorno de propagación más despejado (entornos rurales).

En la Figura 3.1 se muestra un conjunto de estaciones base que conforman una red celular, cada célula tiene un área de cobertura y se enlaza a otra, ampliando la cobertura o mejorando la capacidad.

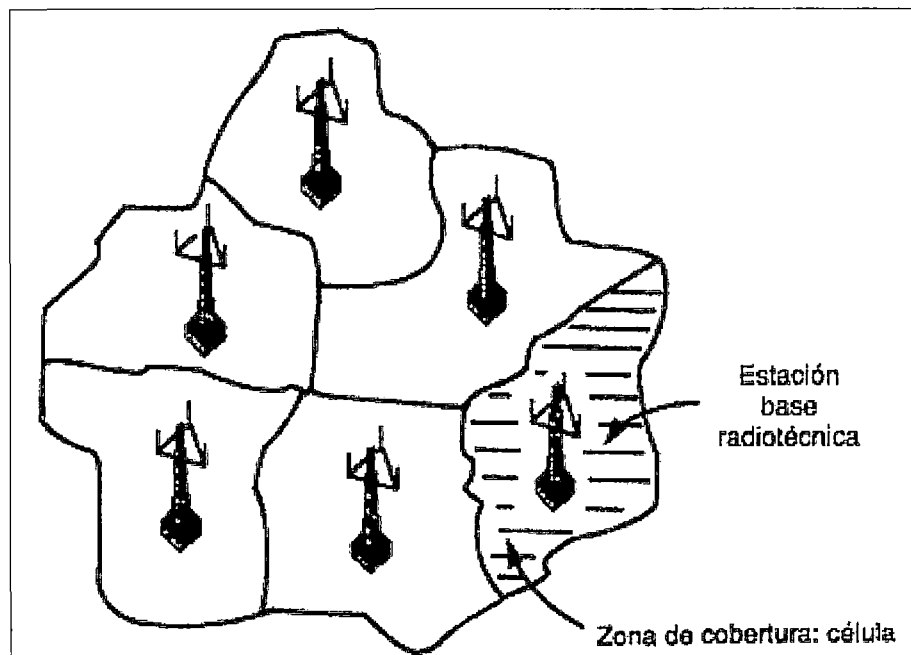


Figura 3.1: Red celular

3.1.1. Mejorar la calidad en los servicios de telefonía móvil (Capacidad)

Las Operadoras dentro de sus políticas comerciales y de mejora constante están continuamente mejorando la calidad de sus servicios. Los contratos de

concesión con el Estado obligan a que se presten servicios de calidad y el cumplimiento es supervisado por OSIPTEL.

La "calidad de servicio" (QoS por sus siglas en Ingles) es definida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU por sus siglas en Ingles) como el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio.

El usuario estará satisfecho cuando su percepción de servicio supere, (o al menos iguale) sus expectativas sobre el servicio. El objetivo de las operadoras debe de centrarse, pues, en reducir los desajustes entre expectativas y percepción de usuario. Hay muchos factores que impactan el grado de satisfacción del usuario final, relacionados con la calidad de servicio (QoS) ofrecida para los diferentes tipos de servicios. Se pueden clasificar esos factores en dos grupos:

- **Factores de índole no técnico.-** Están relacionados con aspectos como el peso de la marca, las tarifas e incentivos ofrecidos por parte de los operadores, la calidad del servicio de atención al cliente (gestión de la contratación, mantenimiento, conexión, facturación, etc.), la publicidad, etc.
- **Factores de índole técnico.-** Se focaliza en aquellos aspectos técnicos relativos a la calidad de servicio "extremo a extremo" con impacto directo en el grado de satisfacción de cliente.

Para el presente estudio el factor de índole técnico es el más relevante. Las Operadoras monitorean constantemente la calidad de su señal en las áreas geográficas donde prestan sus servicios para identificar las áreas donde se debe dotar de más infraestructura.

El incremento de usuarios en una determinada zona, hace que la infraestructura existente sea insuficiente, esto debido a la saturación de canales (son limitados por cada estación) por la mayor cantidad de conexiones.

3.1.2. Ampliar el servicio de telefonía móvil (Cobertura)

El incremento de la demanda de nuevos usuarios y la necesidad de llevar señal a las zonas más alejadas del país, ha hecho que las Operadoras amplíen la

cobertura de sus servicios de telefonía móvil; para tal efecto se han creado planes de expansión y penetración mediante la implementación de más infraestructura. Las Operadoras que en la actualidad son cuatro vienen librando una competencia por el posicionamiento del mercado, con este fin están ampliando sus áreas de cobertura a nivel nacional.

Dentro de los contratos de concesión con el Estado, las Operadoras están obligadas a llevar señal a las zonas más alejadas y de difícil acceso, aún sin ser comercialmente rentable para sus inversiones. El MTC es el ente encargado de fiscalizar el cumplimiento de los proyectos “mandatorios” que deben realizar las Operadoras para ampliar la cobertura de los servicios de telefonía móvil.

3.1.3. Tipos de Estaciones Base en zona urbana

ESTACIONES TIPO ROOFTOP.- Son estaciones (EBC) ubicadas en las zonas urbanas que están construidas sobre edificaciones existentes (techos y azoteas de casas y edificios), las cuales pueden ser mimetizadas o sin mimetizar. Los proyectos de este tipo de Estaciones incluyen estudios estructurales de las edificaciones donde se instalará la nueva Estación. El estudio determinará si la sobrecarga que implica la Estación y su infraestructura será soportada por las estructuras existentes; en muchas ocasiones las edificaciones necesitan ser reforzadas en sus estructuras y los costos de estos trabajos son asumidos por las Operadoras.

Las Estaciones Mimetizadas se esconden en el entorno ya que son ubicadas dentro de un camuflaje (tanques elevados; letreros de publicidad, palmeras artificiales, campanarios, reservorios, chimeneas, etc.). Las Estaciones no Mimetizadas son visibles y se aprecian desde cualquier punto de observación, además se diferencian del entorno; en el presente estudio solo se mencionarán las Estaciones no mimetizadas. A continuación se mencionará a tres estructuras de soporte más usadas en el Perú:

- **Mástil Rooftop.-** Son de 3 a 6 m de alto y se ubican sobre una edificación existente. El mástil es la estructura de soporte de las antenas, son ancladas sobre los techos del último piso de las edificaciones (azoteas de edificios, casas, etc.). En la figura 3.2 se muestra un mástil conteniendo antenas de comunicación, el cual ha sido instalado sobre el techo del último piso de un edificio.

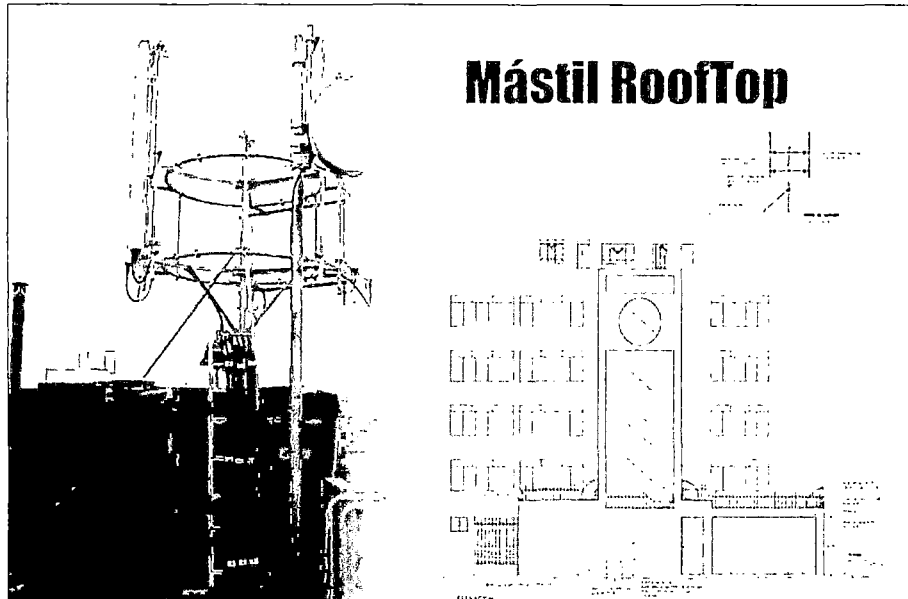


Figura 3.2: Mástil Rooftop instalado sobre un edificio.

- **Torre Arriostrada Rooftop.**- Son de 9 a 15m de alto y se ubican sobre una edificación existente. La estructura de soporte de las antenas (torre de sección uniforme) se instala sobre un pedestal que es anclado a una columna de la edificación y es arriostrada con dos elementos rígidos a dos puntos fijos. Los equipos de comunicación van sobre plataformas y por lo general la estación es cercada para protección y seguridad.

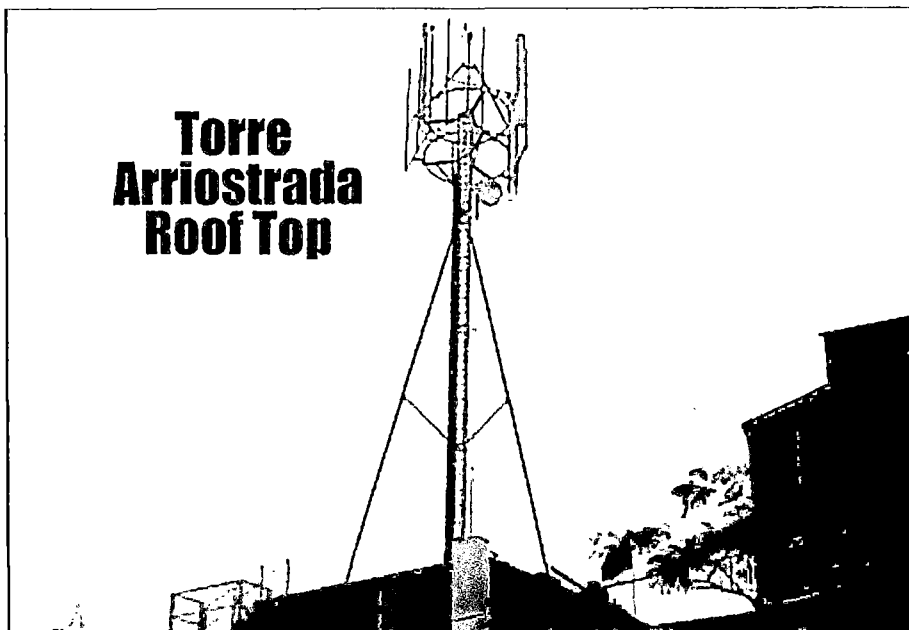


Figura 3.3: Torre arriostrada de 9 m. de altura sobre una vivienda.

En la Figura 3.3 se muestra una Estación tipo rooftop con una torre arriostrada de 9 metros, ubicada sobre una vivienda.

- **Torre Ventada.**- Son de 15 a 30m y se ubican sobre una estructura existente, la estructura de soporte de las antenas se ubican sobre un pedestal que es soportado por una columna de la edificación y es estabilizada mediante cables de acero (vientos) que van fijados a tres o cuatro puntos fijos.

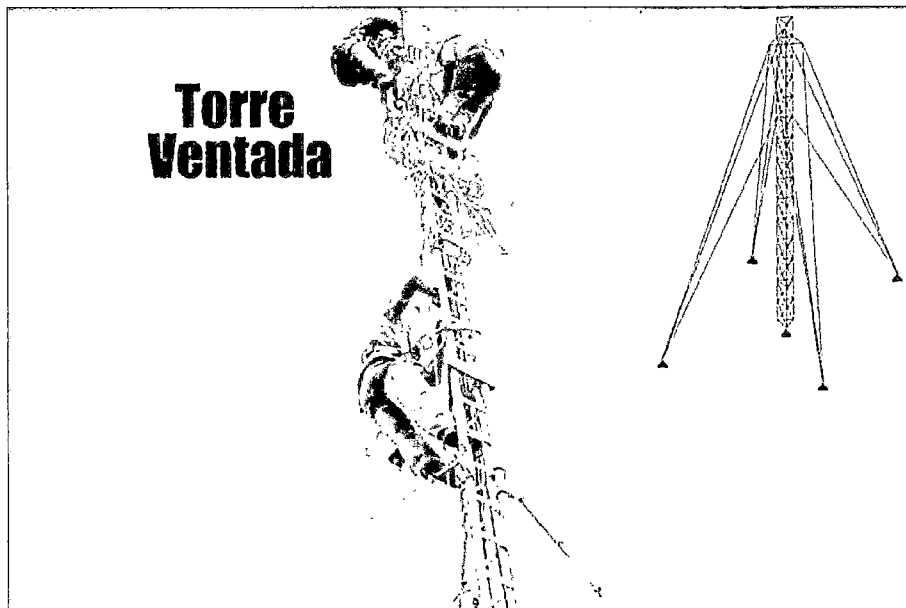


Figura N°3.4: Torre ventada sobre un edificio existente.

3.1.4. Tipos de Infraestructura en zona rural

ESTACIONES TIPO GREENFIELD.- Son Estaciones (EBC) nuevas ubicadas en las zonas rurales y en menor escala en zonas urbanas, estando cimentadas sobre el mismo terreno (suelo). Pueden ser Estaciones tradicionales (combinación de estructuras de concreto armado y estructuras metálicas) o Estaciones de configuración metálica, esta última es tema central de la presente Tesis de grado.



Figura 3.5: Estación base celular tradicional con una torre auto soportada de celosía de una altura de 30 m.

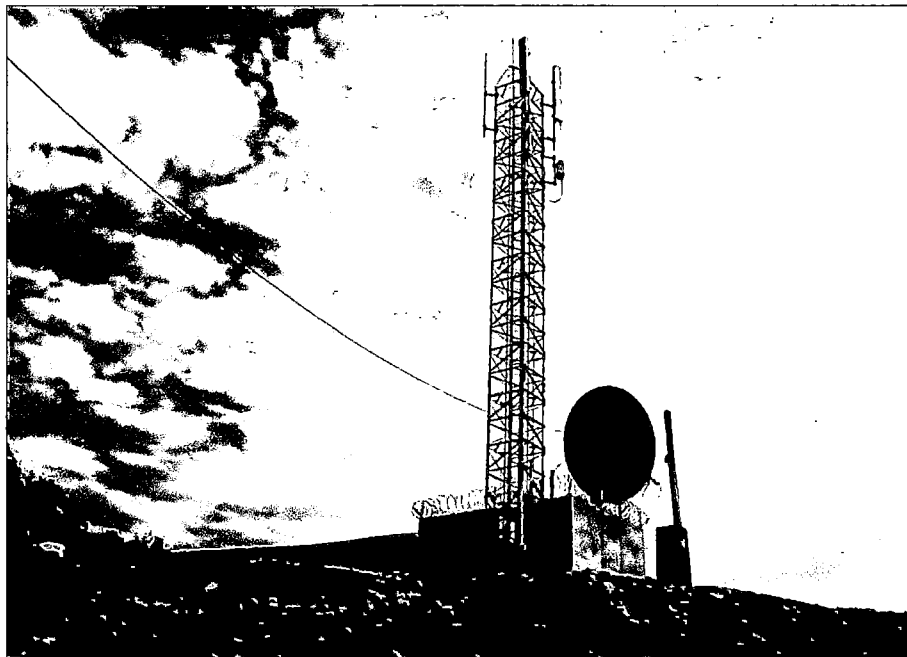


Figura 3.6: Estación base celular de configuración metálica con una torre auto soportada de celosía de una altura de 30 m.

3.1.5. Tercerización para la implementación de una Estación

Las Operadoras en el Perú al igual que en otras partes, contratan a empresas especializadas para realizar un conjunto de trabajos y estudios que se requieren

para la implementación de una Estación de comunicaciones; dichas empresas realizan los siguientes trabajos:

- Búsqueda de sitios
- Diseño y expediente técnico
- Licencias y permisos
- Construcción de la Estación.

Estas empresas encargadas de los proyectos, son supervisadas durante todos los procesos por las empresas Operadoras a través de una empresa supervisora experta en el ramo de telecomunicaciones. La Operadoras exigen a todas las empresas que le prestan servicio, tener las homologaciones internacionales necesarias para realizar los trabajos encomendados.

3.2. ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN

Todas las Operadoras de telefonía están continuamente mejorando su red, ampliando sus equipos, actualizando el hardware con las tecnologías que van ingresando al mercado cada día y que permiten aprovechar de forma más eficiente el espectro radioeléctrico, traduciéndose en una mayor capacidad de la red que se traslada como mejor servicio a sus clientes.

La mejor forma de ampliar la cobertura es instalando nuevos nodos en la red, por lo que continuamente se buscan zonas “muertas” donde se detecta los puntos donde es necesaria la instalación de una nueva estación base. A veces este estudio es simple y salta a la vista la necesidad de una nueva antena en una nueva zona donde antes no había nada o líneas de comunicación (carretera o ferroviaria) donde el flujo continuo de pasajeros amerita la instalación de nuevos puntos a lo largo del recorrido.

Las Operadoras hacen un estudio marcando las mejores zonas para la instalación de los nuevos equipos, en lo que se denomina el plan de implantación. Una vez detectado el objetivo, se cierra el plan y se pasa a la etapa de adquisición del sitio para la obtención del emplazamiento. Se entiende por emplazamiento el lugar escogido para ubicar estaciones base de telefonía móvil.

3.3. PROCESO DE ADQUISICION DE SITIOS

3.3.1. Búsqueda del emplazamiento

Existen dos tipos de limitaciones básicas en el diseño de una red de telefonía móvil que fundamentan la necesidad de establecer nuevos emplazamientos, estas son: limitación del radio de cobertura y limitación de capacidad (visto en el punto 3.2.1 y 3.2.2)

En zonas urbanas, el entorno de propagación de las señales electromagnéticas se ve alterado debido a los efectos de reflexión y difracción producidos por los edificios y demás obstáculos propios de estos escenarios. Uno de los efectos ocasionados es el incremento de la atenuación de las señales en comparación con los registrados en zonas no urbanas. Esta es la razón fundamental por la cual, el radio de cobertura de las estaciones base de telefonía móvil urbanas se ve reducido considerablemente (Limitación del radio de cobertura).

Por otro lado, una estación base a plena carga, no podrá cursar simultáneamente más de 50 llamadas aproximadamente, si bien este número podrá variar en función de las configuraciones físicas y lógicas de la estación. En cualquier caso, la limitación en términos de capacidad de servicio que tiene una estación base es muy severa en entornos de elevada densidad de población, motivo por el cual, es una de las razones que puede llevar a la necesidad de instalar nuevas estaciones base en una determinada zona para poder atender el volumen de demanda en la misma, habitualmente en zonas urbanas densas. (Limitación de capacidad).

Del mismo modo, se pueden diferenciar dos tipos de emplazamientos dependiendo del entorno arquitectónico en el que se ubican. Por un lado, los emplazamientos situados en un entorno arquitectónico eminentemente urbano rodeados de edificios de altura considerable, con la existencia de puntos dominantes, a los que nos referiremos habitualmente como “emplazamientos urbanos” y los emplazamientos situados en entornos en los que no existen edificaciones con puntos predominantes y se hace imprescindible la colocación de torres para alcanzar la altura necesaria, con el objetivo de poder ofrecer la cobertura requerida, emplazamientos a los que habitualmente nos referiremos como “emplazamientos de entorno rural”, independientemente de la calificación urbanística del suelo.

Desde el punto de vista técnico, un emplazamiento adecuado para ubicar una estación de telefonía móvil debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe situarse en un punto visualmente predominante sobre el entorno para garantizar la máxima cobertura posible con la mínima potencia emitida requerida. Motivo por el cual suelen escogerse edificios o estructuras visualmente dominantes.
- Debe permitir la colocación de una caseta “típica” para la ubicación de equipos. Habitualmente en zonas urbanas, estas casetas se construyen en las azoteas de los emplazamientos armonizándose en la medida de lo posible con el entorno arquitectónico del emplazamiento escogido en cuestión.
- La estructura del emplazamiento debe permitir la ubicación de los mástiles y soportes necesarios para la colocación de los elementos radiantes (antenas) otorgando la máxima seguridad a las instalaciones.
- Debe estar cerca de la zona a la cual se quiere dar cobertura. Cuanto más cerca se encuentra de la zona sobre la cual se necesita dar servicio, menor es la potencia que necesita transmitir la estación base y menor es la potencia que deben transmitir los terminales móviles para funcionar adecuadamente.

3.3.2. Ubicación de candidatos

Para mantener una red telefónica de calidad, es importante disponer del mayor número de nodos de red como sea posible, asegurando así, llegar a todos los puntos de la geografía y en las zonas de mayor densidad, conseguir repartir la carga de tráfico entre más estaciones. Pero las Operadoras no disponen de tantas propiedades, espacios o suelo donde realizar estas instalaciones por lo que la mayoría de las estaciones de telefonía móvil se realizan sobre espacios arrendados.

Las áreas de búsqueda están definidas por un polígono de búsqueda, de determinada Latitud y Longitud geográfica señaladas por los ingenieros de radio de las Operadoras que realizan los estudios de cobertura y capacidad.

Una vez definida el área de búsqueda, el equipo de búsqueda y adquisición (conformado por: un asesor legal, un ingeniero de telecomunicaciones y un ingeniero civil) contactan con los propietarios de los terrenos o edificaciones que

cumplan las condiciones de la Operadora. Si este está interesado en arrendar el espacio necesario para los equipos, el punto pasa a ser un candidato. Una vez confeccionada una lista de puntos potencialmente candidatos a la instalación, se realiza una visita técnica al emplazamiento. El equipo de ingenieros realizará una visita a cada punto candidato para valorar la viabilidad de cada punto, desestimando aquellos no viables ya sea por falta de espacio, desacuerdo con la propiedad sobre los equipos a instalar o la calidad/preferencia desde el punto de vista técnico. En esta visita se reúne un equipo técnico con el fin de elegir el/los puntos que finalmente acogerán las instalaciones.

En la Figura 3.7 se muestra un polígono de búsqueda para la Estación llamada EBC OCAÑA, ubicada en el distrito de Ocaña de la provincia de Lucana y departamento de Ayacucho a 2,660 msnm.

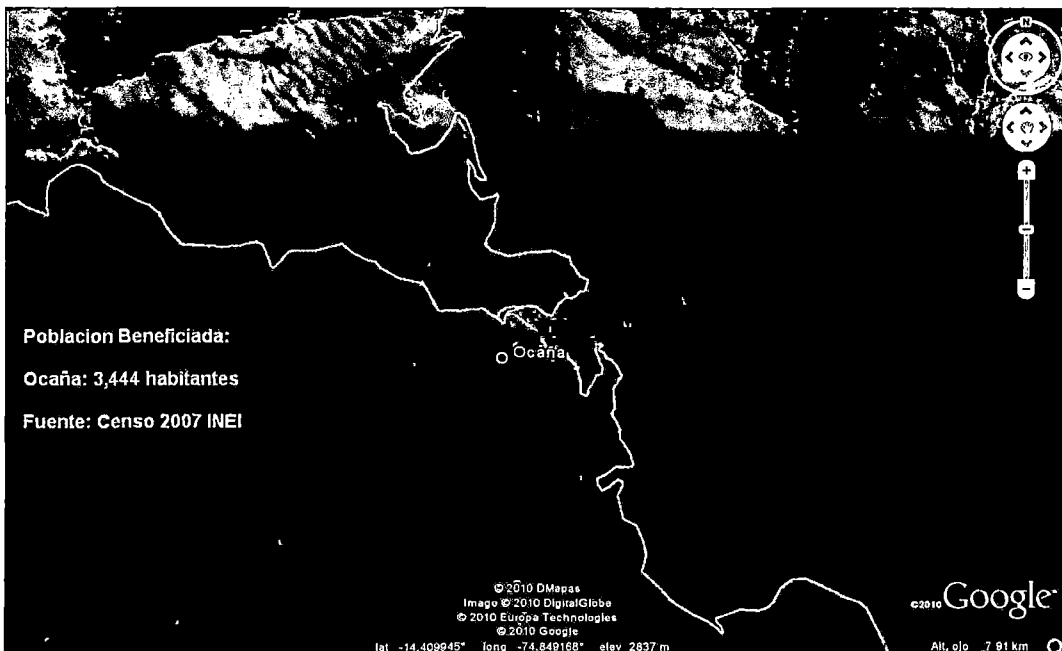


Figura 3.7: Polígono de búsqueda para ubicación de sitios.

3.3.3. Estado del predio

El equipo de adquisición de sitios debe negociar con la propiedad los términos y condiciones del contrato por el que se ceda el espacio necesario. Dependiendo de la calidad del punto y zona de influencia, la renta varía, ya que al igual que el valor de un inmueble, no cuesta lo mismo el m² en una zona urbana que en una zona rural.

Para la elección de un sitio se debe tener algunas consideraciones del estado del predio, no basta con ser el sitio más adecuado que cumpla con los requerimientos técnicos mínimos de ubicación y cobertura. El equipo de búsqueda tiene requisitos mínimos dependiendo si el sitio está en zona urbana o rural:

Zona Urbana (Estación Rooftop).- El equipo de evaluación está integrado por un asesor legal, un ingeniero de telecomunicaciones y un ingeniero civil. A continuación se describen los requisitos necesarios para la validación del sitio:

- **Título de propiedad;** solo se puede hacer negociaciones con los propietarios que demuestren mediante documentos como títulos de propiedad o documento de compra venta, ser los dueños del predio. Para esto se hace un estudio de títulos basado en información de la SUNARP.
- **Configuración de las estructuras del predio;** se hace una evaluación de los elementos estructurales que componen la edificación del predio (cimentación, columnas, vigas, losas, etc.), teniendo en cuenta el tipo y calidad de los materiales usados en su construcción y la antigüedad de la misma. Esta evaluación servirá para determinar si la edificación tiene la capacidad de soportar las sobrecargas que demanda la estación a instalar o si se necesita hacer un reforzamiento de las estructuras.

Zona Rural (Estación Greenfield).- El equipo de evaluación cuenta además con un Arqueólogo para determinar la intangibilidad del predio. A continuación se describen los requisitos para la validación del sitio:

- **Título de propiedad;** Al igual que en la zona urbana, se hacen los tratos comerciales solo con los propietarios que demuestren serlo. Pero dadas las circunstancias de que el sitio no tenga un propietario particular, las negociaciones se hacen con las municipalidades, comunidades campesinas o algún otro que tenga la posesión del predio.
- **CIRA;** Es el acrónimo del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos, el cual es un trámite que se hace ante el Ministerio de Cultura por todo aquel que quiera emprender un proyecto público o privado. Este documento determinará si el predio está considerado como patrimonio nacional, por lo tanto como zona intangible.

3.3.4. Aprobación y acuerdo final

La operadora debe asegurarse en el contrato, el acceso al emplazamiento, sobre todo de cara a futuras actuaciones en el punto ante una avería, por ejemplo. En todo caso, cada negociación se debe tratar como única y a veces la propiedad es la que marca las condiciones de acceso, ya sea por seguridad u otros motivos.

Es habitual también la compartición de emplazamientos entre Operadoras, llegando a acuerdos globales por zonas en las que una Operadora cede espacio en la torre ya instalada con el fin de abaratar los costes. No solo entre operadores de telefonía móvil se llegan a estos acuerdos, otras empresas que poseen instalaciones como puede ser operadores regionales e incluso sectores que en un principio son competidores directos de la telefonía móvil como puede ser instalaciones WIFI, llegan a acuerdos económicos por el bien común y reducción de costes. Para las empresas, es vital minimizar los costes de mantenimiento, además de conseguir una red amplia.

CONTRATOS DE ARRENDAMIENTO.- Una vez aprobado el sitio después de haberse hecho los estudios de títulos y demás indicados anteriormente; se hace la negociación con el propietario del predio. Los contratos son por un periodo de diez años y con la posibilidad de renovación; este documento se celebra entre el propietario y la empresa operadora de Telefonía móvil. La modalidad de pago es por año adelantado, esto quiere decir que al inicio de año la Operadora hace el pago del arriendo por todo el año completo.

ACUERDOS COMPLEMENTARIOS.- Existen acuerdo adicionales entre las Operadoras y los propietarios de los predios; el acuerdo más común se realiza en las zonas urbanas (Estaciones Rooftop), donde en algunas ocasiones se debe hacer un reforzamiento de las estructuras de la edificación. El costo de los reforzamientos es asumido por las Operadoras, sin el perjuicio económico al propietario. La decisión de reforzar la edificación obedece a los estudios realizados previamente por un equipo técnico liderado por un ingeniero civil.

3.4. PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACION

3.4.1. Diseño de radio y transmisión

Para la comunicación de la estación con sus usuarios/clientes se utiliza el medio aéreo, la llamada interfaz radio. A través de ella viajará la información por lo que resulta imprescindible una correcta configuración y definición de parámetros radio. Es importante la experiencia del ingeniero y el estudio de la zona y las antenas disponibles para dar con la configuración correcta en cada situación. Elegirá en función de las necesidades y del entorno, el número y tipo de antenas a instalar, así como sus orientaciones e inclinación. Realizará también una estimación aproximada del tráfico que absorberá la estación con el fin de dimensionar la capacidad de la estación y decidir los equipos a instalar.

Para poder comunicarse con un usuario que se encuentra a miles de kilómetros, es necesario que la estación que le ofrece cobertura esté conectada a la red para establecer así un enlace. Por ello, surge la necesidad de asignar en la red de acceso, los recursos necesarios cada vez que se integra una nueva estación.

Luego de estos estudios preliminares, los ingenieros de telecomunicaciones determinan el tipo de estación que se necesitará implementar, la altura requerida de la estructura de soporte (torre, mástil, mono polo, etc.) de las antenas, número de antenas y el tipo de los equipos de comunicación.

3.4.2. Elaboración de expediente técnico

Una vez conocido el emplazamiento, se encargará un estudio donde se detallen los trabajos de ingeniería civil a realizar, con el fin de asegurar la viabilidad y seguridad de todas las partes. En este estudio se toma en cuenta por ejemplo, la dimensiones de la azotea, columnas donde apoyar la plataforma que soportará el peso, suministro eléctrico disponible en el emplazamiento o elementos de seguridad necesarios para las labores de instalación y mantenimiento.

El expediente técnico es elaborado por un consultor de obras, de la especialidad o especialidades que correspondan a las exigencias del proyecto, en este caso las Operadoras contratan a empresas especializadas que realizan un conjunto de estudios: búsqueda de sitios, diseños, licencias y ejecución de obras. En la elaboración del expediente técnico participan diferentes especialidades como: Arquitectura; Estructuras e Instalaciones Eléctricas.

COMPONENTES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO:

- **Memoria Descriptiva.-** Constituye la descripción del proyecto, señala la justificación técnica de acuerdo a las evaluaciones, debiendo indicarse consideraciones técnicas cuya índole depende del tipo de la Estación a ejecutar y que exige el desarrollo de un conjunto de trabajos señalados en el expediente técnico. Asimismo, contiene en forma precisa los objetivos a alcanzar con el desarrollo de la obra o trabajos planteados.
- **Estudios básicos y específicos.-** De acuerdo al tipo de estación planteado (Rooftop o greenfield) se realizan los estudios básicos: Topografía, Mecánica de suelos, resistividad del terreno entre otros. Y estudios específicos como: Análisis estructural de la edificación existente, muestras diamantinas y otros.
- **Planos de ejecución de obras.-** Se representa mediante dibujos de la Estación a ejecutar, sus dimensiones, distribución y los componentes que lo integran. Todo esto basado en los diseños realizados para cada especialidad; estos documentos reflejan de manera exacta cada uno de los componentes físicos de la Estación.
- **Especificaciones técnicas.-** Constituyen el conjunto de reglas y documentos vinculados a la descripción de los trabajos, métodos de construcción, calidad de los materiales, procedimientos constructivos, métodos de medición y condiciones de pago requeridas en la ejecución de la Estación.

Cada partida o conjunto de partidas que conforman el presupuesto de obra debe contener sus respectivas especificaciones técnicas, detallando las reglas que definen las prestaciones específicas, como por ejemplo los materiales a considerar, procedimientos constructivos, formas de medida y pago.

- **Metrados.-** Constituyen la expresión cuantificada por partidas de los trabajos de construcción de la Estación que se ha programado ejecutar en un plazo determinado, expresada en unidades de medida que han sido establecidas para cada partida. En base a los metrados se calculan los presupuestos de obra de la Estación.

Con el fin de presupuestar cada obra y controlar la ejecución y el pago de la misma, se establece un desglose del total de la obra en partes

denominadas partidas, es decir una partida se establece con la finalidad de medir, cuantificar, presupuestar y pagar una obra.

- **Análisis de costos unitarios.-** Cada partida del presupuesto constituye un costo parcial, la determinación de cada uno de los costos requiere de su correspondiente análisis de costos unitarios; es decir la cuantificación técnica de la cantidad de recursos (mano de obra, equipo, materiales, herramientas, maquinarias, entre otros), que se requieren para ejecutar cada unidad de la partida y su costo.

Las Operadoras han elaborado un listado de precios unitarios de cada partida, todo presupuesto está basado específicamente en este listado llamado LATAM, el cual es actualizado anualmente. Las Operadoras anualmente firman o renuevan contratos con las empresas especializadas para que estas sean sus proveedoras.

- **Presupuestos u Oferta de obra.-** Constituye el costo estimado de la obra a ejecutar, determinado a partir de la elaboración del presupuesto de obra. En los proyectos de implementación de una Estación, los presupuestos u oferta de obra son divididos en cuatro ítems:

- ✓ **Ítem 01: Adquisición de Sitio;** Este sub presupuesto incluye los costos de las partidas de búsqueda y adquisición de sitios; Licencias, permisos y autorizaciones; Anuencias vecinales; Peritos y documentos para gestión.
- ✓ **Ítem 02: Obras Civiles;** Este sub presupuesto incluye los costos de las partidas de obras civiles; Instalaciones eléctricas; acabados; mimetizaciones; conmutación y otros.
- ✓ **Ítem 03: Estructuras Metálicas;** Este sub presupuesto incluye los costos de las partidas de suministro e instalación de las estructuras metálicas (torre, escalerillas, soporte, plataformas y otros); transporte de las estructuras; etc.
- ✓ **Ítem 04: Extensión de Línea;** Este sub presupuesto incluye los costos de las partidas que involucran llevar energía a la nueva Estación: Gestión de permisos; Suministro e instalación de postes y accesorios; Canalizaciones; Desmontajes; Transformadores; Líneas (baja, media y alta tensión); Registros eléctricos; Medidor de acometida, etc.

En la oferta de obra final, se presenta el costo directo de la suma de las cuatro sub presupuestos mencionados, al total presupuestado no se le incluye los impuestos de ley. Las operadoras asignan un paquete de proyectos a cada proveedor (Empresa especializada), para la implementación de sus Estaciones no existe una licitación con concurso de ofertas, el trato es directo con las Operadoras y los ajustes a los presupuestos se realizan en un consenso entre ambas partes.

En el Cuadro 3.2, se muestra un presupuesto resumen de oferta de obra a modo de ejemplo, donde se aprecia los cuatro sub presupuestos, el cual ha sido realizado en base a los metrados del proyecto y se usaron los precios unitarios del listado LATAM 2013.

Cuadro 3.2: Resumen de Oferta de Obra para la Implementación de una Estación Base Celular (EBC).

		CORPORACION COMERCIAL JERUSALEM SAC			
OFERTA DE OBRA (CONTRATO LATAM 2013)					
OBRA:	EBC CERRO BOTIJA				
PERTENECE:	OBRA DE TDP				
DIRECCIÓN:	Panamericana Sur Km 41, CERRO BOTIJA, PUNTA NEGRA, LIMA, LIMA.				
FECHA DE ASIGNACIÓN:					
TIPO DE PROYECTO:	PO2012				SUPERVISORA: AENOR
TIPO DE ESTRUCTURA METÁLICA:	FAST SITE 30M				
TIPO DE ENERGÍA:	EXTENSIÓN DE LINEA EN				
TIPO DE CAMBIO 2.879					
ITEM	O/T	DESCRIPCIÓN	MONEDA (US \$.)	SUBTOTAL S/.	
01	CC11N_129	ADQUISICIÓN DE SITIO	\$8,676.20	S/. 24,978.78	
02	CC11N_130	OBRAS CIVILES *	\$19,613.73	S/. 56,467.92	
03	CC11N_131	ESTRUCTURA METÁLICA	\$11,122.68	S/. 32,022.20	
04	CC11N_132	EXTENSIÓN DE LINEA	\$5,874.53	S/. 16,912.76	
TOTAL PRESUPUESTO (SIN IGV)			\$45,287.13	S/. 130,381.66	
*OBRAS CIVILES incluye OBRA ASOCIADA + OBRA EN SALA + MIMETIZACIONES + CONMUTACIÓN					

Fuente: Gerencia Telecom de Corporación Comercial Jerusalem SAC/ Área de presupuestos.

- **Fórmula polinómica.-** En este tipo de obras no se usa fórmulas polinómicas para actualizar los precios, debido que la modalidad es usando un listado de precios que no cambia ni se modifica en un periodo de un año calendario. Las ofertas luego de ser aprobadas son

canceladas según lo que se ofertó, no hay ajustes de precios. Además, por ser consideradas obras de cortos tiempos de ejecución, no hay adelanto de obra y son canceladas al término de las mismas, luego de ser aceptadas por la supervisión (otra empresa especializada que representa a la Operadora y se encarga de supervisar y dar el visto bueno para la recepción de obras).

- **Cronogramas de ejecución de obra.-** Son formulados considerando las restricciones que pueden existir para el normal desenvolvimiento de las obras, tal como condiciones climáticas adversas, dificultades de acceso, adquisición de materiales, fabricación de las estructuras y otros.

3.4.3. Fabricación de torre y elementos metálicos

Una vez aprobado el proyecto según las necesidades de las Operadoras, las empresas especializadas encargadas de cada proyecto inician el proceso de fabricación de las estructuras metálicas como: Torre; soportes, plataformas, escalerillas, gabinetes y otros. Los tiempos de fabricación dependen del cronograma para esta actividad, el cual no incluye el traslado de los elementos a las obras.

El proceso de fabricación es supervisado por las Operadoras a través de las empresas supervisoras especializadas; los controles de calidad son estrictos y obedecen a las normas Peruanas e internacionales. Para la fabricación se cuenta con planos de fabricación que son únicos para cada Estación. En las plantas de fabricación se realiza un pre montaje de las estructuras para corregir fallas antes de hacer el proceso de recubrimiento y protección de los elementos (protección galvánica o pintura de acabado).

3.5. PROCESO DE EJECUCIÓN DE OBRAS (IMPLEMENTACIÓN)

3.5.1. Trámites y licencias

AUTORIZACIÓN PARA OBRAS DE EXTENSIÓN DE LÍNEA Y ACOMETIDA ELÉCTRICA.- En las zonas rurales las Estaciones están ubicadas en zonas altas y necesitan ser dotadas de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos de comunicación y aparatos eléctricos. Muchas veces se debe realizar un proyecto de extensión de línea que lleve energía eléctrica a la Estación

proyectada. Un equipo técnico evalúa las características de las redes eléctricas cercanas al proyecto, y se hace contacto con los concesionarios o empresas administradoras de la energía eléctrica de la zona.

Con el proyecto de extensión de línea, se solicitan las licencias para la ejecución de las obras para la extensión de línea que llevara energía a la Estación, el trámite se hace ante los gobiernos locales para la autorización de instalación de infraestructura eléctrica en zonas aéreas o de dominio público, y la conformidad técnica de la misma.

AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA (LICENCIA DE OBRA).- Con el acuerdo y firma del contrato de arrendamiento, se puede continuar con los trámites para el inicio de las obras. Como en cualquier obra civil, se deben solicitar unos permisos y licencias de obra que varían según el municipio o gobierno local donde se instalará la nueva Estación. Con las licencias de obra en orden, se pueden comenzar los trabajos de adecuación e instalación de los diversos elementos. La función principal del equipo de búsqueda una vez todo tramitado, es la de interactuar entre la operadora y los propietarios.

Los requisitos básicos para obtención de la licencia de construcción de una Estación Base Celular (EBC) dependen de cada gobierno local o municipalidad. Todavía no se ha visto una uniformidad de los TUPA de los Municipios, a pesar de que la Ley N°30228 establece un régimen especial y de aplicación obligatoria en todas las entidades de la administración pública a nivel nacional, este tema ha sido visto en el Capítulo I de la presente tesis de grado.

A continuación se enumera los documentos exigidos por la ley 29022 (Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones) en el artículo 12; para la autorización para la Instalación de una Estación Radioelétrica:

- a) Carta simple de la Operadora dirigida al titular de la Entidad de la Administración Pública solicitando el otorgamiento de la Autorización.
- b) Copia de los recibos de pago de la tasa o derechos administrativos por el trámite de la respectiva Autorización.
- c) Copia de la resolución emitida por el MTC mediante la cual se otorga concesión a la Operadora para prestar servicio público de telecomunicaciones.

- d) Memoria descriptiva y planos de ubicación detallando las características físicas y técnicas de las instalaciones materia del trámite; adjuntando los certificados de Inscripción y habilidad vigente de los profesionales que suscriben.
- e) Declaración Jurada del Ingeniero Civil Colegiado responsable de la ejecución de la obra, la que indique que las estructuras reúnen las condiciones que aseguren su adecuado comportamiento en condiciones extremas de riesgo tales como sismos, vientos, entre otros.
- f) Carta de compromiso por la cual se compromete a tomar las medidas necesarias para la prevención de ruidos, vibraciones u otro impacto ambiental; así como adoptar todas las medidas necesarias a fin de garantizar que las radiaciones que emita la estación durante su operación, no excederán los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes, aprobado por el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC y su modificatoria.

3.5.2. Ejecución de obras

Para los procesos de construcción de la Estación, se cuenta con un responsable de obra, que viene a ser el Ingeniero Residente de obra, quien es el encargado de la ejecución de la obra, teniendo la responsabilidad técnica y legal de la misma. En este tipo de obras en particular se tiene una obra complementaria que vendría a ser la obra para la extensión de línea, la que se realiza antes o paralelamente a la construcción de la Estación.

OBRAS PARA LA EXTENSIÓN DE LÍNEA Y ACOMETIDA ELÉCTRICA.- Son todos los trabajos a realizar para llevar energía eléctrica a la Estación proyectada para energizarla. Cada caso es particular, depende de las condiciones de cada lugar y tiene un proyecto específico. En el presente estudio no se detallarán los tipos de proyectos de extensión de línea, solo se mencionará como parte de la planificación de los proyectos de una Estación, que es el tema central de la presente tesis de grado.

OBRAS CIVILES, ELÉCTRICAS Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.- Con la entrega del terreno se dan inicio a las obras de la nueva Estación; la construcción comprende de tres etapas bien definidas:

- **Obras Civiles.-** Se inicia con los trabajos de trazo y replanteo, movimiento de tierras (excavaciones, corte, relleno, eliminación de material excedente); obras de concreto simple (Cimientos corridos, sobre cimientos, solados, veredas, etc.); obras de concreto armado (zapata para torre, zapatas para columnas, vigas, losa aligerada, pedestales de torre, losa para equipos, etc.); Albañilería (muros de ladrillo); revoques y enlucidos (tarrajeo de: muros, vigas, columnas, pedestales y techo de sala de equipos; derrames de: puertas y ventanas) y Acabados (pintura en general; colocación de puertas y ventanas; etc.).
- **Instalaciones Eléctricas.-** Comprenden los trabajos de aterramiento (pozo a tierras, aterramiento de las estructuras metálicas al pozo a tierra, etc.), entubado, cableado, instalación de tableros, instalación de aparatos eléctricos, instalación de luminarias, etc.
- **Montaje de Estructuras metálicas.-** Comprende los trabajos de montaje de: La estructura de soporte de las antenas de comunicación (torre de celosía); Soportes para antenas, tableros, pararrayos y otros; Plataformas para equipos satelitales; Concertina de protección y todo elemento metálico que pertenece a la Estación.

Durante el proceso de construcción, las Operadoras realizan una supervisión mediante una empresa especializada en supervisión de este tipo de proyectos. El Ingeniero supervisor realiza las visitas a las obras y presenta un informe detallado a las Operadoras dueñas del proyecto.

3.5.3. Controles de calidad y medio ambiente en obra

Los controles de calidad son importantes en toda obra para asegurar que se ha de construir bajo los estándares exigidos por las normas Peruanas e Internacionales y el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente. Las empresas responsables de la ejecución de la obra de la Estación tiene la obligación de presentar los certificados de calidad de: Materiales usados en la construcción; Materiales eléctricos; Materiales para acabados; y otros usados durante los procesos constructivos. A continuación mencionaremos algunos controles exigidos durante el proceso de ejecución:

- **Control de fabricación de concreto en sitio:** Mediante el ensayo de muestras preparadas en obra y ensayadas en un laboratorio de ensayo

de materiales certificado, quien otorgará una certificación de la calidad del concreto.

- **Control de pozo a tierra:** Mediante un protocolo de medición de resistencia de pozos de puesta a tierra, se mide la resistividad del pozo.
- **Control de verticalidad de Torre:** Mediante un protocolo de mediciones usando un teodolito electrónico se hacen los controles de verticalidad de la torre.

Los controles ambientales son exigidos por la supervisión de la obra, esto garantiza que se realice una adecuada disposición de los desechos generados durante el proceso de los trabajos; así como también se cuida que el medio circundante no sea alterado o contaminado. A continuación se menciona algunos controles:

- **Control de residuos sólidos:** Se realiza mediante una inspección ambiental para verificar si se cumple con los estándares de control de residuos sólidos durante el proceso de ejecución de las obras.
- **Control de eliminación de residuos sólidos:** Se verifica mediante un certificado de una empresa especializada en manejo de residuos sólidos; la disposición final de los elementos contaminantes producidos durante la construcción de la Estación.

3.5.4. Cierre y liquidación de obras

Luego de concluida la obra, esta es inspeccionada por el supervisor de obra por parte de la Operadora, quien hace algunas observaciones (fallas o deficiencias en algunos elementos o áreas de la obra) las cuales tienen que ser levantadas en un plazo menor por el Ingeniero residente responsable de la obra. Estas observaciones se asientan en el cuaderno de obra y se da fecha de una última inspección para el cierre final. En la última inspección se hace el levantamiento de observaciones según el listado de la anterior inspección. Se firma el acta de aceptación y recepción de obra y se asienta en el cuaderno de obra como cierre de obra.

La liquidación de la obra es un trámite administrativo que hace la empresa especializada que realizó la obra. Se presenta un informe detallado con toda la documentación necesaria exigida por la Operadora dueña de la Estación. Entre los documentos presentados para la liquidación se puede nombrar los

siguientes: Dossier de calidad (certificados de calidad de materiales, controles, ensayos y otros realizados en el proceso de construcción); Actas de no adeudos; acta de aceptación de obra; acta de conformidad del municipio, carta de garantía, documento de liquidación técnica-financiera y otros documentos adicionales.

3.6. PUESTA EN SERVICIO DE LA ESTACIÓN (INTEGRACIÓN)

Luego de la recepción de obra por parte de la Operadora, se da por concluida la fase de construcción. Las Operadoras tienen empresas proveedoras que realizan los trabajos de implementación e instalación de equipos de comunicación. En este último tema se detalla a grosso modo por no ser parte del tema en estudio.

Una vez instalados los equipos y las antenas de comunicación, se hacen las pruebas para la integración de la nueva estación a la red de la Operadora.

3.6.1. Instalación de equipos de comunicaciones

Tras la obra civil, el proveedor dispone de los elementos necesarios para instalar los equipos. Realizará la integración y configuración de los mismos según los datos de radio y transmisión que salieron en la fase de diseño. Una vez terminados los trabajos, se puede decir que la estación está integrada.

3.6.2. Pruebas y puesta en servicio

Cualquier operador que requiere un mínimo de calidad en su red, mantiene bajo control cada nueva instalación durante unos días en el cual se confirma la correcta integración de la estación en la red. Para ello se monitorizan las estadísticas del nodo, tales como los trasposos entre celdas, llamadas caídas, conexiones con éxito, etc. Si durante esta fase se detectaran problemas, se lleva el emplazamiento de nuevo a la fase de diseño, se modifica los parámetros que aseguran la calidad y se revisa de nuevo tras unos días de prueba.

CAPÍTULO IV

PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR TRADICIONAL PARA TELECOMUNICACIONES

Los proyectos siguen un proceso determinado que se inicia con determinar unas necesidades a las que hay que responder, se define que es lo que hay que hacer, se analiza cómo hacerlo, se ejecutan las acciones oportunas, se realiza un seguimiento y control de las mismas y se finaliza con la satisfacción de esas necesidades.

En el presente capítulo se muestra todo el proceso de planeamiento y construcción que se debe realizar para la ejecución de una Estación base celular Tradicional, desde el planeamiento estratégico que tienen las Empresas especializadas para liderar en el rubro y la organización de los equipos de trabajo para los proyectos. Se inicia con un planeamiento preliminar donde se revisan los alcances y se programa una visita a la zona del proyecto para ver aspectos relevantes que pueden influir en el normal desenvolvimiento del proyecto.

Se aplica el planeamiento táctico para evaluar el entorno y optimizar el uso de instalaciones y accesos, luego se debe realizar una estructura de descomposición de trabajo (EDT) para iniciar la planificación de los trabajos en obra. Para el éxito del proyecto se debe contar con un plan logístico que sea capaz de suministrar recursos y contrataciones justo a tiempo para que no existan retrasos en los cronogramas de obra. Un punto muy importante en la logística es el acarreo de materiales, mucho dependerá el contar con los materiales a pie de obra para el cumplimiento de los plazos programados.

El planeamiento operativo va de la mano directamente con la construcción de la Estación, se debe realizar un cronograma de obra en base al EDT, el cual se divide en cuatro grandes partidas a ejecutar: Obras civiles, Estructuras metálicas, Instalaciones eléctricas y Equipamiento y pruebas. Durante el proceso constructivo se realizan controles de obra bajo los estándares de la Operadoras. Una vez terminados los trabajos se hace la entrega de las obras y el cierre del proyecto.

4.1. DEFINICIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR TRADICIONAL

Es una Estación con una torre de telecomunicaciones de estructura metálica en la que se montan dispositivos electrónicos de telefonía celular y transmisión de datos en general, radio transmisión y/o repetidores de televisión.

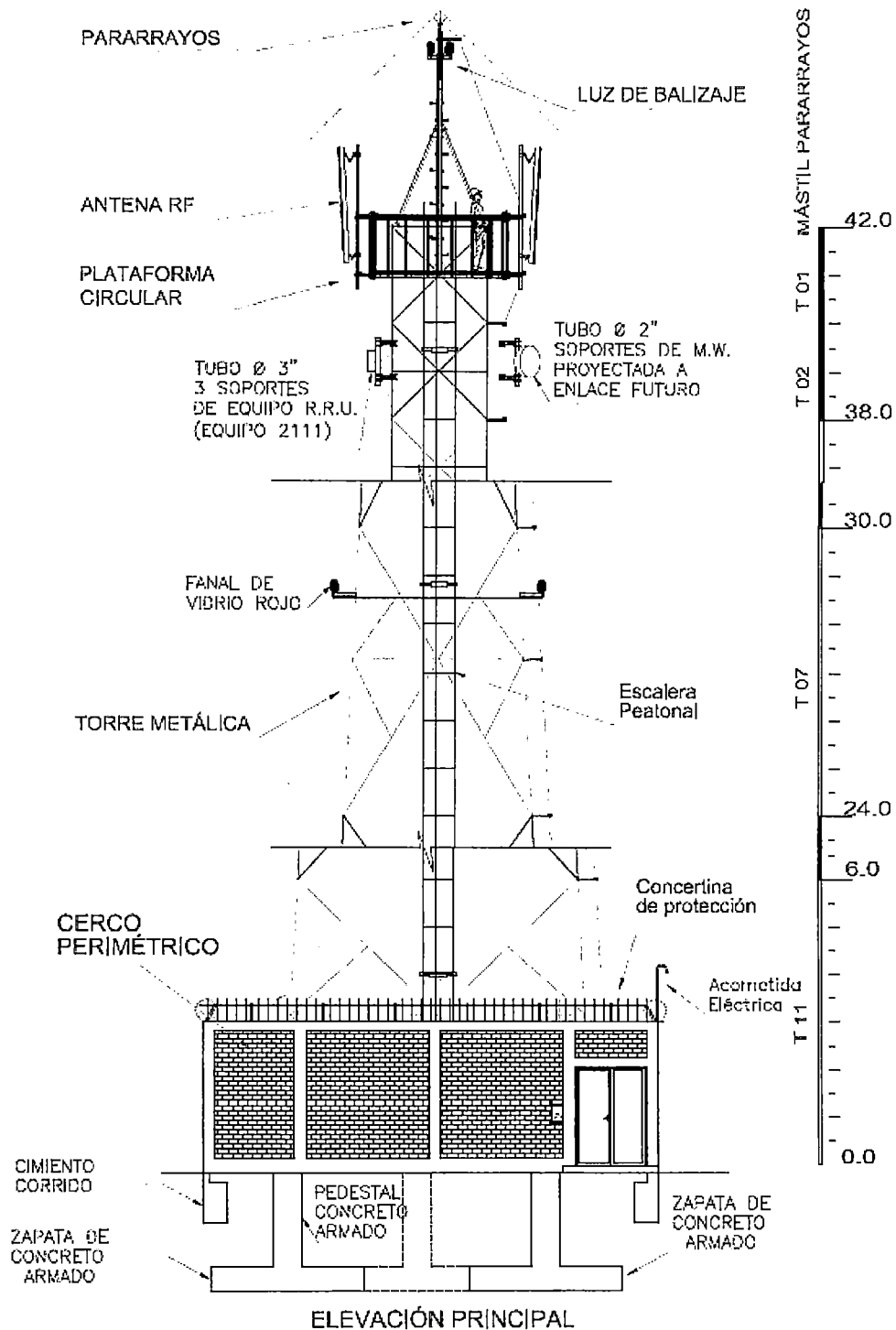


Figura 4.1: Elevación principal de una Estación Base Celular Tradicional.

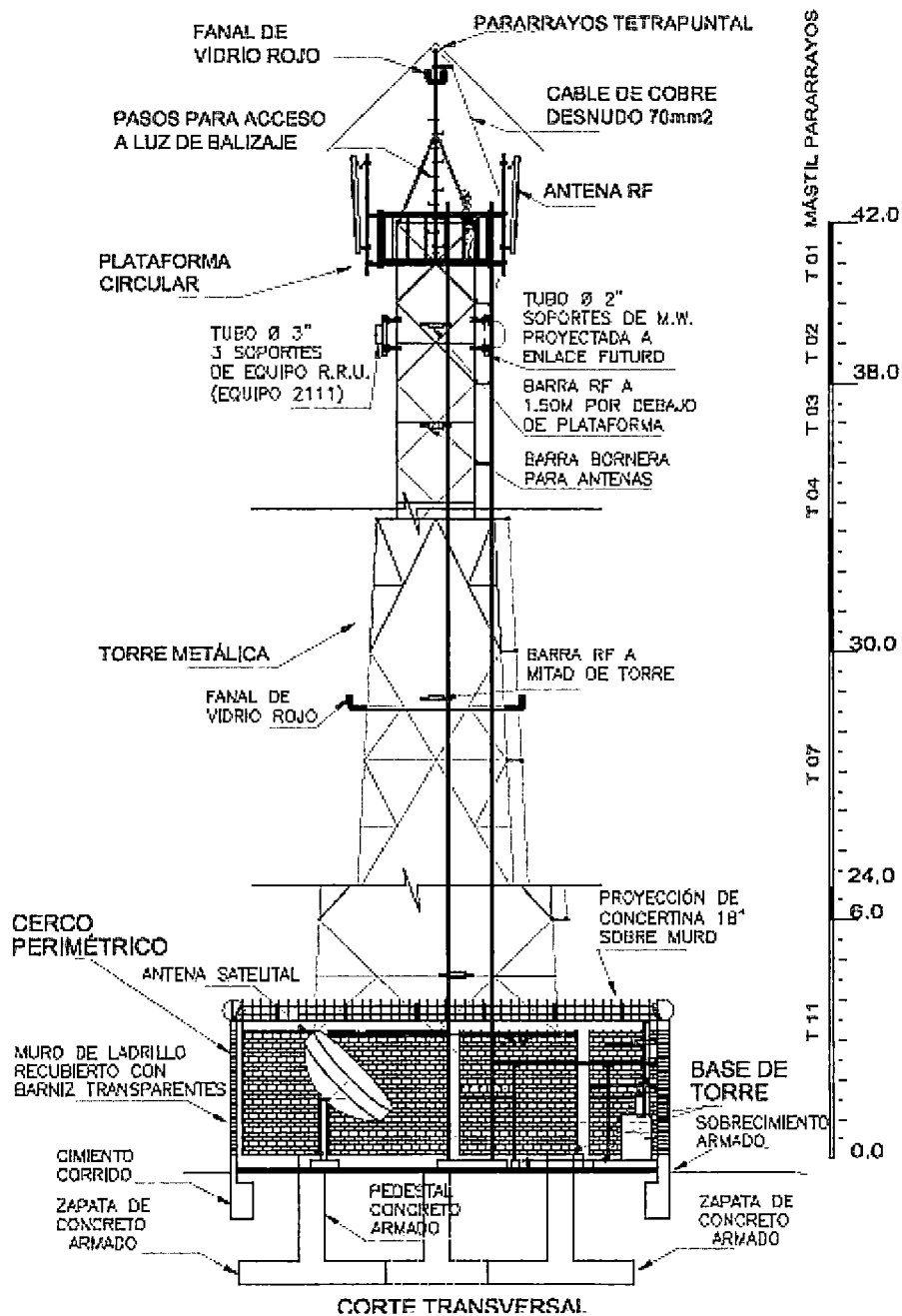


Figura 4.2: Vista en corte de una Estación Base Celular Tradicional.

4.1.1. EBC Tradicional

La Estación Tradicional del tipo Greenfield se compone de un cerco perimétrico de albañilería confinada con cimientos corridos, sobre cimiento armado, columnas y vigas, cuenta con una concertina de protección sobre los muros; tiene una entrada principal sobre una losa armada. Dentro se tiene una Torre metálica auto soportado sobre una cimentación de concreto armado con zapatas

y pedestales que lo sostienen, en la torre se montan dispositivos electrónicos de telefonía celular y transmisión de datos en general, radio transmisión y/o repetidores de televisión, pararrayos y luces de balizaje. La Estación cuenta con una losa armada para Equipos de comunicación y en la mayoría de los casos con una base para una antena Satelital; cuenta con sistemas de protección atmosférica (pozos a tierra); acometida eléctrica, tablero de distribución, luminarias y reflectores.

4.1.2. Componentes de una EBC Tradicional

Se acondiciona sobre un área de terreno una Estación Base Celular que consta de lo siguiente:

- **Una torre auto soportada metálica.-** Se trata de una estructura reticulada de una altura variable según los requerimientos y solicitudes de cada proyecto en específico. Sobre la torre se instalan: soportes para las antenas y equipos de comunicación, plataformas de mantenimiento, una escalera peatonal de mantenimiento, un pararrayos (equipo de protección atmosférica) y sistema de balizaje (equipo de protección aérea).
- **Base de Torre.-** La torre se instala sobre una cimentación de concreto armado que consta de pedestales cuadrados que están sobre zapatas, cuyo diseño depende del tipo de terreno donde se cimentarán.
- **Cerco Perimétrico.-** Son muros de ladrillo de acabado cara vista con cimientos corridos, sobre cimientos armados, columnas, y vigas de amarre sobre todo el muro perimetral. El cerco tiene una entrada principal con puerta metálica y sobre el muro una concertina metálica de protección.
- **Losa de Equipos.-** Es una losa armada de dimensiones variables que contendrá los equipos de telecomunicaciones.
- **Acometida Eléctrica.-** Es la alimentación eléctrica hasta el medidor dotado por el concesionario de energía de la zona.
- **Pozo a Tierra.-** Es un sistema de puesta a tierra de protección para sobrecargas eléctricas, sirve para el aterramiento de todas las estructuras metálicas de la torre.

- **Tablero eléctrico.-** Es un tablero de distribución con llaves termodinámicas que reparten energía a los diferentes puntos de la Estación para “energizarla” o dicho de otra forma, para el funcionamiento de los equipos y aparatos eléctricos que cuenta la Estación.
- **Luminarias y reflectores.-** Son los equipos de iluminación para la estación, contienen sensores de encendido y apagado.
- **Pararrayos.-** Es parte del sistema de protección atmosférica colocado sobre la torre en la parte más alta, el pararrayos es del tipo tetrapuntal.

4.2. CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRA

En la construcción de Estaciones el planeamiento tiene como etapa previa el proceso de Contrato firmado entre las Operadoras y Las Empresas Especializadas para la construcción de Estaciones base. Este contrato permite a las empresas especializadas, ejecutar las Estaciones que estén disponibles para ello, previa orden de las Operadoras, es decir que siempre que existan estaciones pendientes de ejecución, las empresas pueden solicitar su ejecución a las Operadoras, y mediante una comunicación que genera una orden de pedido para iniciar los trabajos o de otra forma la Operadora manifiesta el requerimiento de construcción a las Empresas.

Dentro de este contrato de obra se señalan los alcances de la obra según los presupuestos aprobados, se puede decir que se contrata la construcción como obra civil, eléctrica y fabricación y montaje de torre de la Estación, a este conjunto se le denomina “Obra Asociada”. Luego de la asignación de las obras mediante una orden de trabajo para la ejecución de las Estaciones, se inician los trabajos de planeamiento.

En el **Anexo 2** se muestra la lista de costos de las Operadoras (precios unitarios de Telefónica del Perú) según los contratos anuales con las Empresas especializadas, la cual describe una relación de partidas comúnmente usadas para la construcción de Estaciones y que sirve como línea base de costos para el presupuesto contractual con las Operadoras.

4.3. PLANEAMIENTO ESTRATEGICO

La planificación estratégica permite la toma de decisiones a largo plazo. Aquí se requiere tomar en cuenta: los cambios en el entorno, la capacidad de la empresa y el clima organizacional. Tienen como propósito establecer o actualizar la misión y los objetivos generales de la empresa. Es muy útil para el desarrollo de nuevas aptitudes y procedimientos para enfrentar la ruta a seguir en el futuro.

4.3.1. Planeamiento Estratégico de la Empresa

Las Empresas Especializadas en la construcción de Estaciones base celular tiene planes estratégicos para liderar y mantener como cliente a las Empresas Operadoras. Dentro de los factores más importantes para el cumplimiento de sus compromisos, se puede destacar el tipo de organización que manejan, mucho dependerá de cómo está estructurada la cadena de mando para tomar las decisiones y planificar todos los procesos que implican la implementación de una nueva Estación.

La implementación de una Estación nueva es un proyecto de corta duración, los tiempos son ajustados por la necesidad de ponerla en servicio. Las Operadoras asignan un paquete de proyectos de estaciones a cada proveedor (Empresa Especializada), que por lo general son de más de cien Estaciones al año. Por consiguiente las empresas deben tener planes a largo plazo para el aseguramiento de recursos financieros, recursos de materiales, recursos humanos y todo lo necesario para cumplir con los compromisos y alcances de los proyectos asignados.

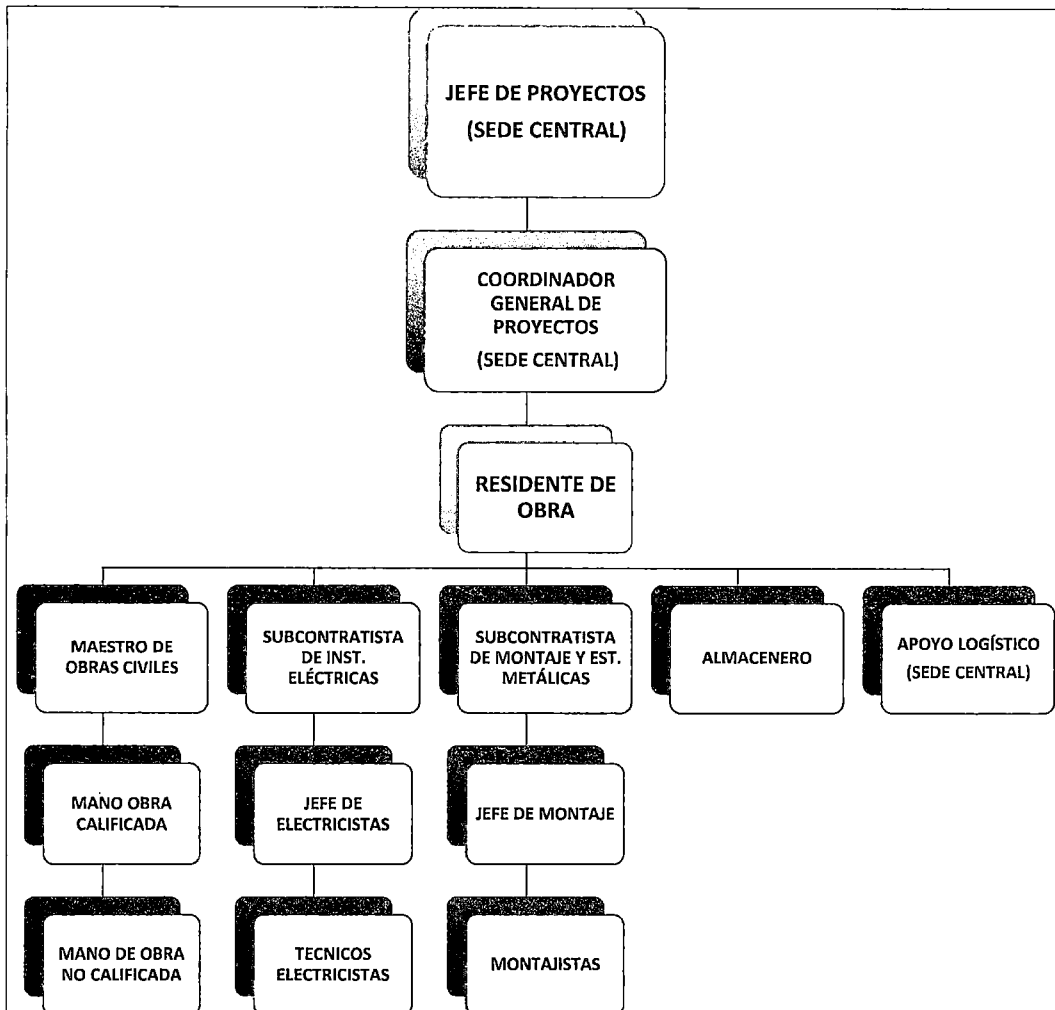
Cabe añadir que las Empresas especializadas, no reciben un adelanto de obra para iniciar los trabajos. Solamente con la orden de pedido ellos deben iniciar los trabajos asignados; en consecuencia deben tener una provisión de recursos financieros (planeamiento financiero) para realizar los proyectos. Las Empresas ejecutan en simultáneo varios proyectos en distintas zonas, para eso se debe contar con estrategias a fin de optimizar los recursos.

4.3.2. Organización funcional para la construcción de una Estación Tradicional

La construcción de una Estación Tradicional requiere de un organigrama funcional donde la comunicación sea eficiente en todas direcciones, a

continuación se describe resumidamente las funciones del personal según el organigrama mostrado en el Cuadro 4.1:

Cuadro 4.1: Organigrama para la construcción de una Estación Tradicional.



Fuente: Empresa especializada Corporación Comercial Jerusalem SAC.

- **Gerente de proyectos.-** Es el encargado del área de proyectos de la Empresa y permanece en la sede central, designa los proyectos por zonas geográficas a los coordinadores de proyectos; coordina los proyectos a nivel macro con la gerencia de proyectos de las Operadoras.
- **Coordinador zonal de proyectos.-** Es el encargado de coordinar el paquete de proyectos que se le asigne, hace las coordinaciones directamente con el área técnica de las Operadoras y es el nexo entre la Operadora y el residente de obra. El coordinador se encuentra en la sede central.

- **Residente de Obra.-** Es el responsable de la construcción de la Estación y legalmente ante las Operadoras y las leyes del País. Es el jefe máximo dentro de la obra, coordina directamente con la supervisión de las Operadoras.
- **Maestro de obras civiles.-** Es el responsable de la ejecución de las obras civiles, tiene a su mando la mano de obra calificada y no calificada.
- **Contratista de Instalaciones eléctricas.-** Es el responsable de la ejecución de las obras eléctricas dentro de la Estación, tiene a su mando al grupo de los técnicos electricistas.
- **Contratista de estructuras metálicas y montaje.-** Es el responsable del montaje de la torre, instalación de soportes y otros referentes a las estructuras metálicas, tiene a su mando al grupo de los montajistas.
- **Almacenero.-** Es el responsable del almacén de materiales, recibe y hace el requerimiento de materiales faltantes, coordina con el ingeniero residente y el personal asignado al apoyo logístico.
- **Apoyo logístico.-** Es el personal designado para apoyar logísticamente en la construcción de la Estación, su ubicación es en la sede central de la Empresa, es el nexo entre el residente de obra y el área de logística.

4.4. PLANEAMIENTO PRELIMINAR DEL PROYECTO

Una vez adjudicado el proyecto de construcción de una Estación por la Operadora a la Empresa Especializada, el coordinador de obra de la empresa asigna el proyecto al ingeniero residente. La etapa preliminar del planeamiento comprende la revisión de los alcances del proyecto y una visita técnica al área de trabajo. Estas etapas se describen a continuación y es necesario señalar que son parte del planeamiento previo a la ejecución.

4.4.1. Revisión de los alcances del proyecto

Es una etapa que consiste en revisar la documentación técnica como planos, especificaciones técnicas, ubicación de la Estación, programa, plazos y presupuesto referencial. No es muy seguido ver muchas diferencias entre los proyectos, pero en base a la experiencia se ha visto casos en que por falta de revisión de planos, no se han ejecutado de forma correcta y luego de la recepción de las obras, han quedado observaciones que involucran destinar

nuevos recursos incurriendo a gastos adicionales y rehacer procesos para el levantamiento de las observaciones.

Con la revisión de la información se hace una lista de consultas a ser resueltas por el área de ingeniería de las Operadoras, las consultas iniciales no solo son de índole técnico, se trata también de otros puntos como: el acceso, disponibilidad de recursos materiales, recursos humanos, clima, entre otros.

4.4.2. Visita técnica al área de trabajo

La visita previa al lugar de trabajo es sin duda una de las actividades fundamentales para el planeamiento en la construcción de las Estaciones, con esta actividad se despejan todas las posibles dudas de los factores de mayor incidencia en los costos de ejecución como son: Las características del acceso, clima en la temporada de ejecución, disponibilidad de recursos materiales y humanos, agua para la construcción, entre otros.

Es de suma importancia que en la visita este el encargado de la planificación del proyecto como es el caso del ingeniero residente (responsable de obra). La visita al lugar de trabajo nos da un mayor panorama de las condiciones locales, y conjuntamente con la revisión de la documentación de los alcances nos proporcionan información muy importante para la planificación de la construcción de la Estación.

4.5. FACTORES IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA PLANIFICACIÓN

En la construcción de estaciones se puede observar varios factores especiales que hacen que su construcción tenga variantes para el planeamiento y cada proyecto sea único, a pesar que los proyectos tienen la misma configuración en su construcción. Estos factores son considerados como un punto de partida para evaluar las contingencias, las partidas adicionales, los análisis de riesgos operacionales, los análisis de riesgos de los objetivos y las metodologías en la construcción del proyecto. Los factores a considerar son:

4.5.1. Accesibilidad a la zona del proyecto

La accesibilidad a la zona de trabajo es un factor que incide en los costos y tiempos de construcción de las Estaciones debido a las diferentes variaciones que se presentan en cada proyecto, ya sea por la topografía del terreno, el tipo

de suelo, vías de acceso existentes (pistas, caminos, trochas, etc.), medios de acarreo y otros. Esto hace que la accesibilidad sea un factor decisivo para la planificación en temas de costos para el abastecimiento de los recursos que la obra necesitará. Por lo general las Estaciones tipo Greenfield se encuentran en zonas altas de difícil acceso, la ubicación de la Estación depende principalmente de la cobertura que ofrece el lugar geográfico. Se puede considerar tres variantes en los tipos de Accesibilidad:

- **Primera variante.-** Cuando existen las condiciones que puedan acceder al área de trabajo con camiones tipo volquete, camionetas de doble tracción, sin la necesidad de construir una trocha de acceso. Esta variante se presenta en lugares donde el terreno tiene la topografía y el suelo tal, que permiten acceder con los vehículos mencionados y no hay necesidad de realizar mayores trabajos que el de limpieza de la trocha de acceso. Este caso se presenta comúnmente en las costas del Perú, donde la ubicación de las estaciones se encuentra en los cerros aledaños a las llanuras de los asentamientos poblacionales y que por lo general son zonas transitadas que cuentan con accesos y trochas.
- **Segunda variante.-** Cuando no existen las condiciones para acceder al área de trabajo con ningún tipo de vehículo motorizado, pero sin embargo es posible acceder con animales de carga y de forma peatonal, este caso normalmente se encuentran en las cumbres de las zonas andinas, donde las condiciones geográficas y topográficas no prestan facilidades para accesos carrozables, y tan solo se puede acceder mediante trochas peatonales y con el uso de animales de carga (acémilas, caballos, llamas y otros.). En este caso los costos de transporte local dependen de la distancia y la disponibilidad de medios de acarreo. Algunas veces se presentan casos donde no se puede conseguir los animales de carga en la zona de construcción y se tiene que recurrir a otras zonas distantes para poder alquilar los animales.
- **Tercera variante.-** Es cuando hay una combinación entre las dos variantes anteriores, donde la situación amerita construir un acceso carrozable provisional hasta un lugar cercano al área de trabajo, lo más cercano posible según se pueda técnicamente; luego seguir por un camino o trocha peatonal para el acarreo final con animales y personas.

Este caso es más común que se presente, tanto en zonas de costa como de selva, mayormente se ha utilizado la construcción del acceso carrozable provisional hasta un punto intermedio para el acopio, para luego seguir con el acarreo manual o con animales de carga.

4.4.2. Tipo de Suelo

Otra característica importante para el planeamiento y construcción de las Estaciones, son los tipos de suelo donde se cimentarán las estructuras. Según sea el tipo de suelo se planteará los procedimientos de excavación para las cimentaciones, esta actividad se encuentra en la ruta crítica de este tipo de proyecto, y dependiendo de la metodología a usarse, incidirá en los tiempos iniciales de la construcción.

El tipo de suelo determinará la metodología para las excavaciones y el tipo de herramienta o equipos a utilizarse, lo cual puede variar desde herramientas manuales hasta perforadoras mecánicas. Se debe ver la disponibilidad de equipos que se pueda disponer en la zona de trabajo, o de la mano de obra según sea el caso. En el caso de no disponer de equipos en la zona de trabajo, se deberá hacer el requerimiento al área de logística de la Empresa para la contratación y envío de los equipos necesarios.

Otro aspecto que incide debido al tipo de suelo en la construcción de estaciones, son los suelos saturados, donde es difícil transitar con vehículos cargados, lo que hace más costoso el suministro de materiales. Este tipo de suelos es frecuente encontrar en la selva. En el Cuadro 4.2 se detallan los costos de excavación y relleno utilizados en los presupuestos de obra (oferta), según la lista de precios de las Operadoras.

Cuadro 4.2: Costos de excavación y relleno para obras de Estaciones (EBC).

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
2.00	MOVIMIENTO DE SUELOS Y PREPARACIÓN DEL SITIO.		
2.04	Excavación en terrenos tipo I (blandos y semiduros).	m ³	S/. 61.60
2.05	Excavación en terrenos tipo II (duro y muy duro).	m ³	S/. 123.20
2.06	Excavación en terrenos tipo III (roca).	m ³	S/. 246.40
2.07	Excavación en terrenos tipo IV (sumergido).	m ³	S/. 184.80
2.08	Relleno o tapada de cimentación con producto de excavación.	m ³	S/. 92.40
2.09	Relleno o tapada de cimentación con producto de banco.	m ³	S/. 224.00

Fuente: Lista de precios Telefónica móvil sitios LATAM 2013

4.4.3. Recursos humanos

Para ejecutar este tipo de proyectos con los plazos muy ajustados y los estándares de calidad exigidos por las Operadoras, la selección del recurso humano es muy variable y depende mucho de la disponibilidad de la mano de obra calificada y no calificada, y se puede dividir en dos categorías:

- **Mano de obra no Calificada.-** Son los trabajadores captados en la zona de la construcción y están orientados a realizar actividades de apoyo y no necesitan ninguna capacitación técnica. Esta mano de obra que no cuenta con experiencia en obras de construcción, recibe una charla de inducción antes de realizar cualquier trabajo para orientarlos en los temas de seguridad, medio ambiente, calidad y otros. El residente de obra es el encargado de dar las charlas y documentarlas diariamente para ser enviada a la supervisión de las Operadoras en los informes de obra.
- **Mano de obra Calificada.-** En este grupo de trabajadores se encuentran los albañiles, carpinteros, fierros, electricistas, montajistas y técnicos de equipos de comunicación. No es usual contar con este tipo de personal calificado en la zona de cada obra; por consiguiente son enviados desde donde se ubican las Empresas especializadas (oficinas centrales). La exigencia en la calidad de los trabajos por parte de las Operadoras, demanda contar con personal altamente calificado para la construcción de Estaciones.

Existen casos en que las Estaciones se construyen en zonas restringidas como son las minas, en este caso se debe tener en cuenta para la planificación que las mineras exigen un control riguroso de los trabajadores que ingresarán a mina. Ellos exigen varios tipos de evaluaciones médicas y capacitaciones (inducciones, charlas, procedimientos de trabajos, etc.) que duran un aproximado de siete a diez días; por lo tanto se debe prever que el personal sea el idóneo y los costos adicionales que las evaluaciones y capacitaciones implican.

Las Empresas especializadas deben contar con una cantidad de trabajadores calificados, para ponerlos en un sistema rotativo continuo, esto es porque las construcciones de Estaciones tiene un tiempo de duración de un máximo de 45 días y la permanencia de un trabajador especializado es puntual; por lo tanto deben ser rotados por diferentes proyectos para no perder la disponibilidad del trabajador.

4.6. PLANEAMIENTO TÁCTICO

El Residente de obra encargado de la construcción de la Estación aplica el planeamiento táctico en concordancia al planeamiento estratégico de la alta gerencia de la Empresa especializada. El planeamiento táctico implica los siguientes planeamientos:

4.6.1. Planeamiento Exógeno

También conocido como planeamiento regional, permite evaluar todo el entorno donde deberá ubicarse la construcción de la Estación en base a la visita técnica que se realizó previamente considerando lo siguiente:

- La disponibilidad de la mano de obra en la zona.
- La disponibilidad de materiales, encofrados y otros recursos en la zona.
- Recursos básicos como agua, electricidad y otros.
- Condiciones físicas del terreno, topografía.
- Caminos de acceso al lugar de la obra, capacidad portante de los puentes.
- Distancia a los pueblos aledaños
- Otros medios de comunicación como el teléfono fijo e internet.
- Apoyo logístico.

- Condiciones climáticas, especialmente en la fecha que se realizará la construcción de la Estación.
- Características socioeconómicas del lugar.
- Alcances de las disposiciones legales del lugar.
- Empresas de transporte local, pobladores que cuenten con camiones, camionetas o algún vehículo motorizado para el traslado de materiales.
- Animales de carga para traslado de materiales en caso de solo haber trochas peatonales.
- Servicios de alojamiento y alimentación para el personal local y foráneo.

4.6.2. Planeamiento Endógeno

Para optimizar el uso de instalaciones provisionales y los accesos necesarios dentro de la obra para un periodo de tiempo limitado (45 días aproximadamente), Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cercos provisionales y señalizaciones.
- Ubicación de áreas para talleres y equipos
- Ubicación de áreas para almacenes, cerrado y abierto
- Ubicación de áreas para habilitación de acero y encofrados.
- Ubicación de áreas para el almacenamiento de agregados, ladrillos, tierra de chacra y desmonte.
- Uso de plumas de montaje para la torre.

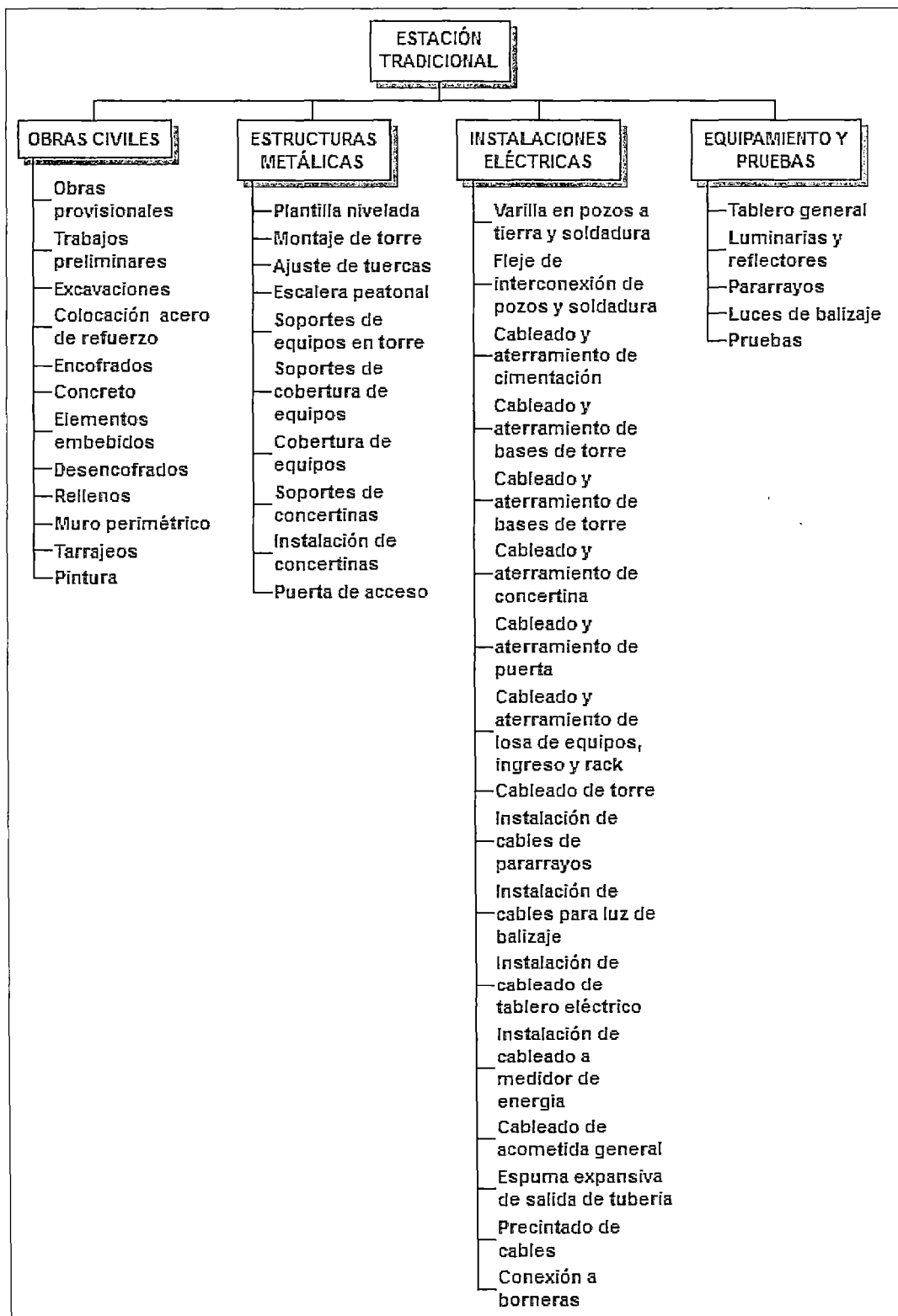
4.6.3. Estructura de descomposición de trabajo (EDT)

La estructura de descomposición del trabajo denominado EDT, es el primer paso para iniciar el análisis de la planificación de los trabajos, debido a que nos muestra el detalle de cada entregable y a su vez establece un orden para las actividades de acuerdo a su relación de dependencia entre las actividades.

En la construcción de estaciones se ha tenido como experiencia que la variación de las actividades no es recurrente y por lo general las variaciones que se presentan no hacen mayores modificaciones en la dependencia de las actividades del proyecto, salvo que se cambie algún proceso constructivo.

Los involucrados en el proyecto deben tener un conocimiento claro del EDT, siendo esto de suma importancia para que la comunicación y entendimiento del programa de las actividades de ejecución, control y aseguramiento de la calidad sean más claros y mejoren las coordinaciones con las Operadoras mediante sus supervisores de obra. A continuación se muestra el EDT general para la construcción de la Estación tradicional (Cuadro 4.3), donde se indica a modo general los entregables del proyecto.

Cuadro 4.3: Estructura de descomposición de trabajo (EDT) para una Estación Tradicional.



Fuente: Propia.

4.7. PLANEAMIENTO LOGÍSTICO

4.7.1. Logística

La logística en la construcción de una Estación se desenvuelve en corto tiempo y donde la previsión y el aprovisionamiento son factores de vital importancia que garantizan un normal desarrollo de la ejecución del proyecto.

Debido al poco tiempo que se da entre el momento en que las Operadoras autorizan la construcción de la Estación y el inicio de las obras, se debe contar con un personal calificado que durante la visita técnica a la zona informe de manera inmediata las características variables de la construcción a ser ejecutada. Esto hace que el área de logística de la Empresa planifique valiéndose de la información alcanzada, como: los transportes, acarreos, campamentos, materiales, equipos, personal, subcontratos y otros a ser considerados de la mejor manera posible a fin de que la construcción de la obra no se vea afectada y tenga un normal desenvolvimiento.

Como las Estaciones se desarrollan a nivel nacional, el área de logística de las Empresas debe mantener relaciones comerciales con las empresas locales en todo el país como: Proveedores de materiales de construcción, contratistas, servicios y otros. Por lo general se manejan los subcontratos con empresas locales en función a costos unitarios debido a la variabilidad de los trabajos más difíciles como la construcción de accesos y el acarreo.

Las Estaciones se construyen en base a modelos preestablecidos, es conveniente contar con un stock de materiales y accesorios para la construcción que por lo general no se encuentra en los mercados rurales donde se construirán las Estaciones, esto no implica contar con materiales comunes para la construcción como. Cemento, fierro corrugado, ladrillo, etc.

La gestión de contratación de terceros y el personal calificado para la construcción de las Estaciones debe hacerse de forma rápida debido al poco tiempo que se tiene para el inicio de las obras luego de la autorización de parte de las Operadoras. Se debe contar con políticas ágiles en los procesos internos de contratación de las Empresas.

Se debe prever cualquier variación en la planificación inicial con respecto al personal de obra (local o foráneo) por ausencia, deserción o contingencia social

que se pudiera presentar; para paliar estas situaciones se debe tener un plan de resguardo y contar con otro personal listo para asegurar la continuidad de los trabajos.

Un caso común en la construcción de Estaciones que pone en peligro la continuidad en la ejecución son “Las contingencias sociales”, donde los trabajadores locales se manifiestan en desacuerdo con los acuerdos laborales o las exigencias de trabajo, es cuando se debe tener mucho cuidado, y para ello se recomienda dejar en claro las condiciones y acuerdos iniciales de trabajo y cualquier acuerdo adicional, los cuales se deben documentar para posibles líos legales. Se recomienda no hacer ninguna diferencia entre los trabajadores, pedirle el cumplimiento de trabajos razonables sin pretender abusar o exigir más de lo que se puede hacer. Los usos y costumbres locales deben ser respetados y se debe hacer entender el gran beneficio y desarrollo que implica contar con una Estación en la localidad.

4.6.2. Estimación de costos

La estimación de costos dentro de la etapa de planificación es de suma importancia para establecer un objetivo real de las metas económicas de la ejecución de los proyectos y a su vez direcciona la generación de adicionales en el caso de que los hubiera. En el caso de haber adicionales por trabajos no contemplados en el presupuesto aprobado, estos siguen un procedimiento establecido por las Operadoras para su aprobación, el que debe generarse a tiempo (en la etapa de planeamiento) para evitar tiempos muertos en la ejecución del proyecto hasta que se defina la aprobación de estos adicionales o sea el caso de modificaciones al proyecto de ingeniería inicial.

Un factor importante para la estimación de costos, es el transporte o envío de materiales desde la sede central de las Empresas hasta la obra, el cual puede variar los costos según la modalidad de envío y la distancia del transporte. Por otro lado, la información recogida en la visita técnica previa al lugar de las obras, suministra información de los materiales a ser adquiridos dentro de la zona o en algún poblado cercano. Se puede decir que gran parte de los materiales para la construcción de la Estación son suministrados desde la sede central de la Empresa (almacén central) y una porción menor es adquirido en la zona de trabajo.

Los materiales que son enviados desde la sede central de las Empresas (generalmente ubicadas en Lima), tienen un costo de transporte, lo que es parte de la oferta de obra. Las Operadoras pagan por este concepto, pero se debe demostrar que realmente es la cantidad en toneladas que se envió a obra. En el Cuadro 4.4 se muestra los precios por la cantidad transportada.

Cuadro 4.4: Precios de transporte de materiales.

Ítem	DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (SOLES)
1.00	TRANSPORTE CONVENCIONAL CON CARGA Y DESCARGA INCLUIDA		
1.01	Transporte, carga y descarga de hasta 50 Kg.	Unidad	S/. 1,344.00
1.02	Transporte, carga y descarga para más de 50 kg y de hasta 200 Kg.	Unidad	S/. 2,016.00
1.03	Transporte, carga y descarga para más de 200 kg y de hasta 500 Kg.	Unidad	S/. 2,520.00
1.04	Transporte, carga y descarga para más de 500 kg y de hasta 1000 Kg.	Unidad	S/. 3,024.00
1.05	Transporte, carga y descarga para más de 1000 kg y de hasta 2000 Kg.	Unidad	S/. 3,360.00
1.06	Transporte, carga y descarga para más de 2000 kg y de hasta 3000 Kg.	Unidad	S/. 4,480.00
1.07	Transporte, carga y descarga para más de 3000 kg y de hasta 5000 Kg.	Unidad	S/. 6,160.00
1.08	Transporte, carga y descarga para más de 5000 kg y de hasta 10000 Kg.	Unidad	S/. 8,120.00
1.09	Transporte, carga y descarga para más de 10000 kg y de hasta 15000 Kg.	Unidad	S/. 10,360.00
1.10	Transporte, carga y descarga para más de 15000 kg y de hasta 20000 Kg.	Unidad	S/. 13,160.00
1.11	Transporte, carga y descarga para más de 20000 kg y de hasta 25000 Kg.	Unidad	S/. 15,960.00
1.12	Transporte, carga y descarga para más de 25000 kg y de hasta 30000 Kg.	Unidad	S/. 19,040.00
1.13	Transporte, carga y descarga para más de 30000 kg y de hasta 35000 Kg.	Unidad	S/. 22,120.00

Fuente: Lista de precios Telefónica móvil sitios. Contrato LATAM 2013

El siguiente Cuadro 4.5 muestra los factores que afectan a los precios de transporte de materiales desde la sede central de la Empresa (Lima) hacia la zona del proyecto. Por ejemplo si la obra está ubicada en Arequipa, y se debe transportar 7,800.00 kilos de materiales, el precio es de S/. 8,120.00 (según el

Cuadro 4.2, ítem 1.08), pero como la obra se encuentra en Arequipa es zona 3 (según el Cuadro N°4.3), su factor de distancia es 0.60. Finalmente el precio a ofertar es el producto del factor de zona por el precio de lista, lo que daría S/. 4,872.00.

Cuadro 4.5: Factor de distancia por zona.

FACTOR DE DISTANCIA POR ZONA (TRANSPORTE)		
	PERU	FACTOR
1	ZONA 1 - Lima Metropolitana y Callao	0.35
2	ZONA 2 - Lima Provincias (Costa), Ancash (Costa) e Ica	0.45
3	ZONA 3 – La Libertad (Costa), Lambayeque (Costa), Arequipa (Costa), Piura, Tumbes, Moquegua y Tacna	0.60
4	ZONA 4 – Lima Provincias (Sierra), Ancash (Sierra), Junin, Huanuco, Huancavelica, Pasco, Cajamarca, Ayacucho, Apurimac, La Libertad (Sierra), Lambayeque (Sierra), y Arequipa (Sierra)	0.75
5	ZONA 5 – San Martín, Ucayali, Amazonas, Cuzco, Madre de Dios y Puno	0.80
6	ZONA 6 – Loreto	1.15

Fuente: Lista de precios Telefónica móvil sitios. Contrato LATAM 2013

Los subcontratos son otro punto importante para la estimación de costos. Los cuales se refieren a las especialidades de: Servicio para instalaciones eléctricas; servicio para montaje de torre y estructuras metálicas y servicio de mano de obra calificada para obras civiles.

El servicio de acarreo general, suministro de agua, alquiler de almacén, servicio de alimentación y servicio de hospedaje, son manejados en la zona de trabajo y resueltos por el residente de obra designado; mucho dependerá de la información levantada en la visita previa para estimar un costo proyectado más real.

Acarreo de materiales a obra

El acarreo de los materiales necesarios para la construcción de la Estación, dependerá de la accesibilidad a la zona del proyecto. La estimación del costo de acarreo dependerá mucho de la visita técnica que se realice a la zona de trabajo,

en el Cuadro 4.6 se muestran los precios de transportes no convencionales que usan las Operadoras.

Cuadro 4.6: Precios por acarreo de materiales a pie de obra (Estación tradicional).

TRANSPORTE NO CONVENCIONAL CON CARGA Y DESCARGA INCLUIDA	UNIDAD	PRECIO PARCIAL
Transporte Fluvial.	t-Km	S/. 280.00
Transporte con Operario o Peón con cualquier pendiente del terreno (horizontal, en subida o en bajada).	t-Km	S/. 336.00
Transporte con Acémila, Mula, Burro u otro animal con cualquier pendiente del terreno (horizontal, en subida o en bajada).	t-Km	S/. 252.00
Transporte aéreo con Helicóptero.	hora	S/. 4,592.00

Fuente: Lista de precios Telefónica móvil sitios. Contrato LATAM 2013

Cuadro 4.7: Cálculo de costos de acarreo de material a obra (Estación Tradicional).

CALCULO DE COSTOS POR ACARREO DE MATERIALES A OBRA					
ACARREO LATAM 2010 - 2011					
OBRA:		EBC CALETA SAN JOSÉ (Torre de 30m)			
PERTENECE:		OBRA DE TMP			
DIRECCIÓN:		SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, LAMBAYEQUE			
FECHA DE ASIGNACIÓN:		02/11/2011			
ITEM	DESCRIPCION	PESO ESPECIFICO	UNIDADES	METRADO	PESO
1	CONCRETO	2.5	t/m ³	18.00	45.00
2	MURO DE MAMPOSTERIA	0.18	t/m ²	36.00	6.48
3	ESTRUCTURA METALICA (TORRE SEGÚN PACKING LIST)	1.00	t	5.20	5.20
5	CONFITILLO (RIPIO)	1.8	t/m ³	2.50	4.50
6	POSTES, FERRETERIA, ETC	1.2	t	1.50	1.80
PESO TOTAL DE ACARREO (t) =					62.98
DISTANCIA (Km) =					2.70
TOTAL (t-Km) =					170.05
ITEM	PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN	%			
1	FLUVIAL				
2	PEÓN	40%			
3	ACÉMILA	60%			
5	HELICÓPTERO				
ITEM	TRANSPORTE DE CARGA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	METRADO	PRECIO PARCIAL
12010001	Transporte Fluvial (t-Km)	t-Km	S/. 280.00	0.00	S/. -
12011001	Transporte de Base Cerro a la Obra (Peón) (t-Km)	t-Km	S/. 336.00	68.02	S/. 22,854.18
12011002	Transporte de Base Cerro a la Obra (Acémila, mula o burro) (t-Km)	t-Km	S/. 252.00	102.03	S/. 25,710.96
12011003	Transporte de Base Cerro a la Obra (Helicóptero) (hora)	hora	S/. 4,592.00	0.00	S/. -
Costo total por acarreo=					S/. 48,565.14
Costo promedio de acarreo por t-Km =					S/. 285.60

Fuente: Gerencia área Telecom de Corporación CCJ , contratista de TM

En el Cuadro 4.7 se detalla un ejemplo del procedimiento de cómo estimar los costos de acarreo no convencional, el peso de los materiales es calculado según los metrados realizados en la oferta de obra y se expresan en toneladas (t), y el acarreo se cobra por kilómetro transportado.

4.6.3. Planificación de recursos

Luego de realizada la elaboración del EDT según los alcances y la visita al lugar de la obra, se procede a la planificación de los recursos para los trabajos que

comprenden la construcción de la Estación, teniendo en cuenta los costos unitarios y los subcontratos de las especialidades.

Recursos de mano de Obra.- En lo referente a mano de obra calificada en las diferentes especialidades se determina en base a subcontratos que por lo general no son de la zona y en los trabajos de mano de obra no calificada el personal es de la zona y manejado directamente por el residente de obra.

Materiales para Instalaciones Eléctricas.- Todo el material es suministrado desde el almacén central de la Empresa, por lo general, todas las empresas especializadas están en la Capital o en otras ciudades importantes. Solo la tierra de chacra para los pozos a tierra son comprados en la zona del trabajo.

Materiales para obras civiles.- Que se usarán para las obras de concreto en general, cerco perimétrico, etc., son adquiridos en la zona de trabajo o en las localidades cercanas al proyecto. Los aditivos (acelerante de fragua, anti congelantes, curadores, impermeabilizantes y otros) y el mortero de relleno de alta resistencia (grouting) son enviados desde el almacén central de las Empresas.

Estructuras metálicas en general.- Son suministradas desde el almacén central de las Empresas, lo que también incluye las pinturas de zincado al frío para los fines de perforaciones metálicas posteriores a la fabricación de los elementos metálicos.

Herramientas, Equipos y Encofrados.- Estos son parte de los subcontratos, cada subcontratista en su especialidad usa sus propias herramientas en la ejecución de los trabajos que le corresponde. Esto es muy importante tener en cuenta porque sería un doble gasto el adquirir herramientas, equipos y encofrados para cada proyecto, que incluiría compras y envío de los mismos. Solo en casos excepcionales se puede prever algún equipo especial, como por ejemplo un martillo neumático.

Para todos los casos las Operadoras solicitan los certificados de calidad de los materiales, por lo que cualquier material que ingrese a obra debe cumplir los requisitos establecidos por los protocolos de calidad y es responsabilidad de cada área involucrada el obtener los certificados de calidad de sus proveedores.

4.7. PLANEAMIENTO OPERATIVO

Se elabora un cronograma de obra a nivel de detalles por sectores en donde se determinarán los trabajos críticos. En el caso específico de la construcción de una Estación, se utiliza como herramienta para el planeamiento operativo, la hoja de programación y recursos, diagramas de barras Gantt y software de gestión de proyectos como el Msproject.

4.7.1. Cronograma de Ejecución de Obra

En base al EDT realizado en la fase de planeamiento táctico, se realiza un cronograma de obra detallado teniendo un panorama más claro de las situaciones más relevantes que influirán en la construcción de la Estación. Es importante considerar tiempos ajustados por ser una obra de corta duración y las Operadoras necesitarán poner en servicio la Estación en fechas determinadas según sus planes de expansión y servicio. En el **Anexo 3** se detalla el cronograma de ejecución de obra de la Estación tradicional.

En el Cuadro 4.8 se muestra un cronograma resumen en diagrama Gantt, donde se puede apreciar en forma resumida los tiempos empleados para la construcción de una Estación Base Celular Tradicional.

Cuadro 4.8: Resumen del Cronograma de Obra de una Estación Tradicional.

CRONOGRAMA DE OBRA
OBRA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR TRADICIONAL (Torre de 42.00m)

ITEM	DESCRIPCIÓN DE TAREA	DURAC. (días)	TIEMPO EN DÍAS																																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
1.00.00	EBC TRADICIONAL	34.0	■																																			
	Inicio de Obra		●																																			
1.01.00	OBRAS CIVILES	32.0	■																																			
1.01.01	Obras Provisionales	2.0	■	■																																		
1.01.02	Trabajos Preliminares	16.0		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1.01.03	Excavaciones	18.0			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1.01.04	Colocación de Acero de Refuerzo	13.0							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1.01.05	Encofrado	13.0																																				
1.01.06	Concreto	17.0																																				
1.01.07	Elementos Embebidos	13.0																																				
1.01.08	Desencofrado	13.0																																				
1.01.09	Rellenos	22.0																																				
1.01.10	Muro Perimétrico	2.0																																				
1.01.11	Tarrajados	15.0																																				
1.01.12	Pintura	6.0																																				
1.02.00	ESTRUCTURAS METÁLICAS	18.0																																				
1.03.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	23.0																																				
1.04.00	EQUIPAMIENTO Y PRUEBAS	3.0																																				
	Fin de Obra																																					●

4.8. CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN TRADICIONAL

4.8.1. Proceso constructivo

El proceso constructivo se elabora según las etapas constructivas descritas en la estructura de descomposición de trabajo EDT. En este tipo de proyecto, donde se espera que las diferentes especialidades interactúen en un corto plazo, no se puede permitir corregir errores durante la ejecución, el incumplimiento de cualquier actividad denominada crítica, generará un retraso de las actividades sucesoras. Esto último se reflejará en sobrecostos por tiempos muertos, desfase del cronograma de obra, retraso en la fecha de fin de obra y otros.

La interrelación oportuna de las partidas determinará el cumplimiento de los plazos del proyecto; para esto es importante hacer una gestión de procura de los recursos justo a tiempo, con esto se puede garantizar el cumplimiento de los objetivos en los tiempos programados.

La construcción de una Estación tradicional se ha dividido según el EDT en las siguientes etapas:

- Obras Civiles
- Estructuras Metálicas
- Instalaciones Eléctricas
- Equipamiento y Pruebas

Cada una de las etapas se subdivide a nivel de elemento constructivo y mostrando en cada fase el aspecto relevante que puede incidir en su ejecución.

OBRAS CIVILES

Obras provisionales.- Son los trabajos iniciales, que constan primeramente de acondicionar un almacén provisional para la obra y las instalaciones del campamento para el personal que viene de afuera; por lo general en este tipo de obra de corta duración el personal se aloja en los poblados cercanos.

Trabajos Preliminares.- El transporte de materiales, equipos y herramientas son llevados desde la sede central y las ferreterías de la zona. La habilitación de los accesos a la obra, el acarreo de materiales, equipos y herramientas; limpieza del terreno son las siguientes tareas, para luego hacer el trazo y replanteo según las medidas encontradas en los planos del proyecto. En esta parte también se

da inicio en paralelo a la tarea de habilitación del acero de refuerzo que se utilizará para los elementos estructurales como columnas, vigas, losas, zapata de torre y otros.



Figura 4.3: Limpieza del terreno.

Excavaciones.- La profundidad de las excavaciones en las cimentaciones se encuentran indicadas en los planos, debiéndose excavar según el trazo y replanteo previo. Los métodos de excavación dependen del tipo de suelo para disponer de las herramientas y equipos para esta labor. Lo más común en este tipo de obra es la excavación manual por estar su ubicación en zonas casi inaccesibles. Se realizan las excavaciones para la cimentación de los muros y zapata de torre.



Figura 4.4: Excavación manual para cimentación de muros y zapata de torre.

Colocación de acero de refuerzo.- Luego del habilitado del acero, se procede a colocar y aplomar cada pieza de acero antes de ser vaciado el elemento estructural; el proceso de colocación del acero es secuencial según sea la programación del avance de obra. La primera estructura a habilitar es la cimentación (zapata) y pedestales de la torre.

En la segunda etapa se procede a la habilitación del acero para el sobre cimientamiento, columnas y losas; entre cada etapa se intercambian los trabajos de colocación del acero de refuerzo, el cual siempre va de la mano con la instalación de los elementos embebidos (tuberías, anclajes, etc.). En la siguiente etapa se procede a la habilitación y colocación de acero para las vigas y el colector de aguas pluviales.

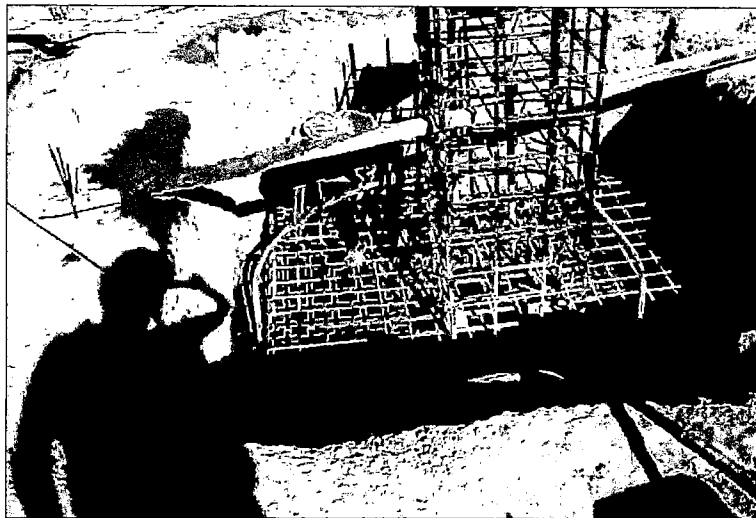


Figura 4.5: Colocación de acero de refuerzo de zapata de torre, sobre el solado.

Encofrados.- Luego de la colocación del acero se procede a realizar la habilitación y colocación de los encofrados de cada elemento estructural, se usa para esta tarea tablas de madera de 1"x10"x12' ó 1"x12"x12' para la fabricación de las formas, así también puntales, barrotes y "pie derechos".

El encofrado debe ser colocado de acuerdo a los alineamientos y medidas que señalan los planos y quedar debidamente aplomados. Deben ser puestos de tal forma que no sean alterados debido a las presiones que ejerce el concreto a la hora de los vaciados. Los encofrados van de forma secuencial a lo largo de toda la construcción, se inicia en el orden siguiente: Pedestales, dados de soporte, sobre cimientamiento, columnas, vigas soleras, losas y colectores.

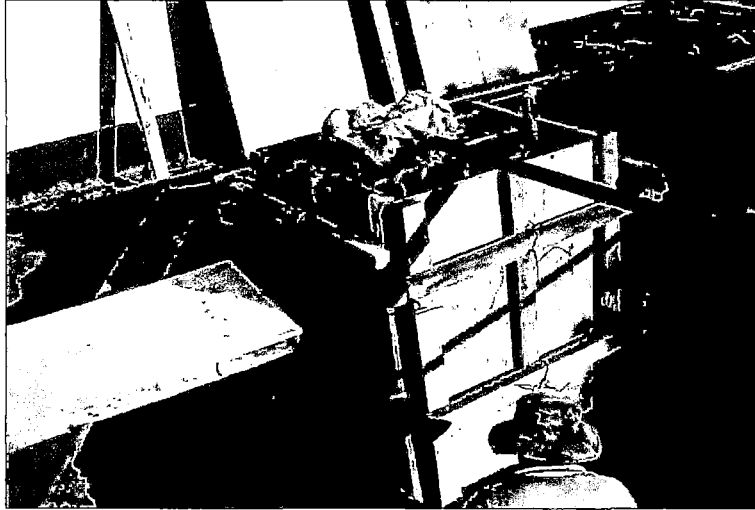


Figura 4.6: Encofrado de pedestal de pata de torre.

Concreto.- Luego de las excavaciones se procede a colocar concreto pobre como solado para la zapata de la torre; sobre el solado se hacen los trazos para la colocación de acero para la zapata, una vez terminada esta tarea se procede al vaciado de concreto. La preparación del concreto se realiza según los diseños aprobados para cada elemento; se debe considerar los factores climáticos de la zona y el horario del vaciado, considerando que las temperaturas bajas, las precipitaciones y las tormentas afectan a la ejecución y la calidad del concreto.



Figura 4.7: Vaciado de concreto para zapatas de torre.

El proceso de los vaciados es secuencial y depende de la colocación del acero y el encofrado. Se inicia con las zapatas, los pedestales de la torre, los cimientos

corridos, dados de soporte de cobertura, sobre cimientos, columnas, vigas soleras, las losas de equipos y colector de aguas pluviales.

Elementos Embebidos.- Este trabajo consiste en colocar las tuberías de cableado eléctrico y aterramiento en pedestales, sobre cimientos, columna de puerta, en columna para concertina, losas de ingreso, plataforma de equipos. De igual forma irán los anclajes metálicos en: pedestales, soporte de cobertura de equipos, escalerillas rack, puertas en columnas, y soporte de concertina en vigas. Todos estos trabajos se realizan antes del vaciado de concreto.

Se debe tener mucho cuidado al momento de la colocación de los anclajes de la torre, la precisión en este trabajo es muy importante para estar dentro de los rangos permitidos a la hora del montaje de la torre.

Desencofrados.- Este trabajo consiste en desarmar las formas de madera de los elementos de concreto ya vaciados, esta actividad se realiza considerando los tiempos tecnológicos de la fragua del concreto por el tipo de elemento estructural que se está trabajando. El personal de obra civil emplea las formas varias veces en otros elementos similares, tal es el caso de las columnas y vigas; el desencofrado es secuencial de acuerdo a la programación de los vaciados de concreto, siendo común la secuencia siguiente: Pedestales, dados de soporte, sobre cimiento, columnas, vigas soleras, losas y colectores.

Rellenos.- Este trabajo se divide en tres actividades claramente diferenciadas, como sigue: los rellenos compactados con material propio, los rellenos con tierra de chacra tratada para los aterramientos eléctricos y los rellenos con gravilla para los acabados.

En el caso de los rellenos compactados con material propio, el trabajo considera que el material debe estar libre de piedra mayor de 6", para lo cual el material de relleno debe ser preparado, tenerla a la humedad óptima y luego ser colocada en capas de 20 centímetros mediante un proceso de extensión manual y compactado con una máquina compactadora o un pisón.

Los rellenos de las zanjas correspondientes a la malla de aterramiento eléctrico son ejecutados con tierra de chacra tratada con dosis de sales disueltas en la proporción indicada en los diseños.

Los rellenos de gravilla son colocados en una etapa final como acabados en los pisos luego de haber concluido con el cableado eléctrico y la pintura de la torre. Previo a la colocación de la gravilla o confitillo de piedra, se debe verificar la compactación y nivelación del terreno conforme a las especificaciones de los planos y hacer la apertura de los drenajes, porque por lo general, en la ubicación de una estación base siempre ocurren precipitaciones pluviales que pueden originar una saturación y acolchonamiento del material de relleno.

Muro perimétrico.- Este trabajo consiste en la construcción de los sobre cimientos, muros de ladrillo, columnas y vigas soleras o collarín. El ladrillo usado por lo general es del tipo cara vista, y el asentado se realiza con mortero de arena gruesa y cemento en la dosificación indicada en los planos, luego se limpia las juntas entre ladrillos para darle el acabado final.



Figura 4.8: Asentado de ladrillo del muro perimetral de la Estación.

Tarrajeos.- Este trabajo consiste en recubrir los elementos con un mortero de arena fina, cemento y agua; la calidad de la arena es variable en cada localidad, se debe evitar usar arena con presencia de sales, para evitar que en el futuro se deteriore el revestimiento, por ende es necesario hacer los ensayos de materiales respectivos a fin de garantizar su utilización.

Los tarrajeos se desarrollan en forma secuencial iniciándose desde la viga solera que corona el cerco perimétrico, seguido de las columnas y finalmente los sobre cimiento; estos últimos se deben hacer con un acabado semi pulido para evitar filtraciones de agua. El tarrajeo de los pedestales de torre se realiza luego de

terminar el montaje de la torre en la mayoría de los casos, y los acabados de las losas se hacen después del vaciado de concreto.

Pintura.- Este trabajo consiste en aplicar la pintura según indica el proyecto y son parte de los trabajos de acabados. La pintura correspondiente al cerco perimétrico se realiza en las vigas, columnas y sobre cimiento expuesto en los colores indicados. La pintura en la torre es de color blanco y rojo en la calidad y espesor indicado en el proyecto, así como también en la puerta de ingreso a la Estación.

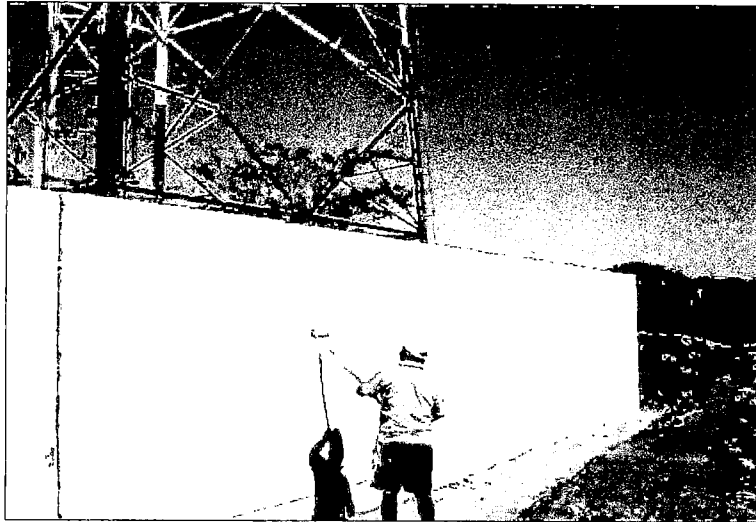


Figura 4.9: Pintado de los muros perimetrales de la Estación.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Plantilla niveladora.- La plantilla niveladora o nivelante es una estructura metálica provisional empleada para efectos de alinear, nivelar y sujetar los anclajes metálicos en las bases de la torre antes y después del vaciado de concreto de los pedestales de la base. Esta estructura metálica cumple con la función de plantilla, llevando las dimensiones y distribución geométrica que requieren los anclajes de la base de la torre en los pedestales de concreto.

Como parte del proceso constructivo la plantilla metálica se coloca en la etapa de armadura de los pedestales de concreto, considerando para ello una nivelación topográfica inicial con respecto al nivel final de vaciado del concreto y considerando las 2" para el relleno con mortero de alta resistencia para nivelar (grouting), a fin de que los anclajes metálicos embebidos sean sujetos a la

armadura preliminarmente. Luego en la etapa de encofrado final de los pedestales de concreto se efectúa una fijación definitiva de los anclajes corrigiendo previamente las posibles desviaciones de posición y niveles de plantilla, para luego soldar varillas transversales que fijarán los anclajes metálicos con la armadura, de forma definitiva.

Montaje de torre.- La torre es una estructura metálica reticulada, formada por perfiles metálicos unidos mediante conexiones empernadas. Sobre esta estructura se articulan las plataformas y los soportes de los equipos de comunicación, así también el cableado, pararrayos, luces de balizaje. La torre cuenta con una estructura para el acceso a la parte alta.

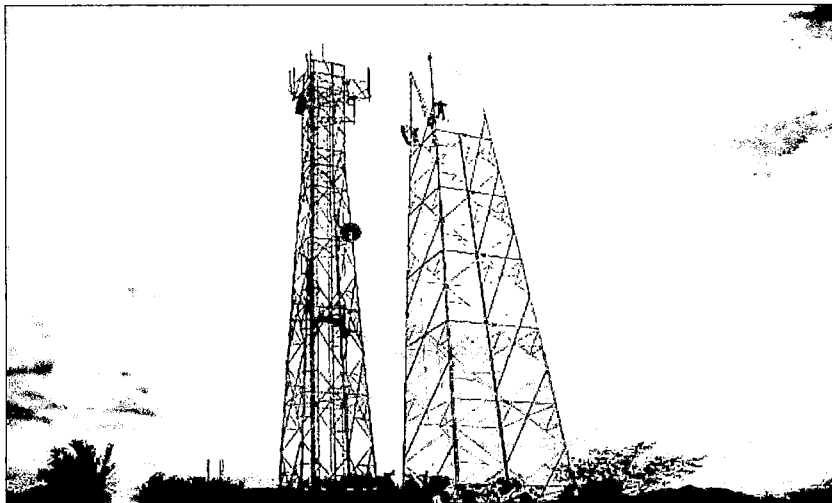


Figura 4.10: Montaje de la torre de la Estación.

El montaje de la torre consiste en armar la estructura en forma escalonada y ascendente; esto se realiza por tramos (el número de tramos depende de la altura de la torre). Las piezas deben estar codificadas porque cada pieza es única y tiene una sola posición de colocación, para esto se hace una clasificación ordenada de todas las piezas, todo esto previo al montaje de la torre. Es importante mencionar que durante el proceso de montaje de la torre se producen las maniobras con mayor riesgo y peligro en este tipo de trabajos, es por ello que se recomienda emplear estrictos estándares de seguridad para evitar cualquier incidente.

Ajuste de tuercas.- Esta tarea se realiza una vez terminado el montaje de la torre, se procede al ajuste de todas las tuercas y contratuercas de todos los

elementos que conforman la estructura de la torre. Los montajistas encargados de esta labor usan un torquímetro para llegar a la presión y ajuste recomendado e indicado en las especificaciones técnicas.

Escalera peatonal.- La escalera metálica está compuesta por tramos articulados para ser ajustados con pernos a la estructura de la torre, su montaje se ejecuta una vez finalizada la estructura de la torre. El tiempo de montaje estimado de la escalera es de un día, incluyendo el ajuste final, contando para ello con dos montajistas y dos ayudantes a nivel de piso. En la mayoría de los casos los tramos continuos de las escaleras son interrumpidos por plataformas intermedias, que sirven tanto como descanso, como para colocar equipos a nivel intermedio.

Soporte de Equipos en Torre.- Esta labor se refiere a la colocación de los soportes para los equipos y antenas de comunicación, estos soportes son de estructuras metálicas sujetas a la estructura de la torre, que tienen la función de soportar y estabilizar el peso de los equipos que se instalarán en ellos.

Por lo general, en todas las torres se presentan uno o más soportes para las antenas RF y MW, denominadas radio frecuencia y microondas respectivamente. Los soportes son considerados elementos accesorios de la torre, en vista que estos pueden ser cambiados por otros de acuerdo al equipo nuevo que se considere después.

Soportes de cobertura de Equipos.- Esta labor se refiere a la colocación de los soportes para la cobertura o techo de protección de los equipos de comunicación; estos soportes son elementos metálicos (postes) que son instalados sobre los dados de concreto previamente ejecutados.

Cobertura de Equipos.- Esta tarea se refiere a la instalación de toda la estructura metálica que se coloca sobre los soportes de cobertura de equipos, para conformar la estructura sobre la que se instalará una cobertura de planchas metálicas onduladas. A todo este conjunto de actividades se le considera Cobertura de Equipos.

Concertinas.- Esta tarea consiste en la instalación de la concertina sobre los soportes previamente instalados. La concertina es un elemento de seguridad que se coloca sobre los muros para evitar los robos.

Puerta de acceso.- Esta tarea viene a ser la instalación de una puerta metálica en el ingreso a la Estación.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El trabajo de instalaciones eléctricas se divide en tres actividades claramente definidas y diferenciadas como sigue: El sistema de puesta a tierra, el circuito de suministro de energía a la torre, el circuito de suministro de energía de iluminación, tablero y acometida eléctrica. Cabe indicar que las instalaciones a la torre siempre traen consigo riesgos asociados a la altura, por lo que se exige que el personal electricista ejecute el trabajo provisto del equipo de protección adecuado a fin de proteger la integridad física de todos los trabajadores.

EQUIPAMIENTO Y PRUEBAS

Tablero General.- En esta etapa se instala un tablero de energía que será el encargado de suministrar energía de 220V AC a todos los equipos a usar en la Estación, también energiza la iluminación de la EBC y la luz de balizaje ubicada en la parte más alta de la torre.

Tiene la capacidad de energizar hasta cuatro equipos radio base (850 máster, 850 ampliación, 1900 máster y 1900 ampliación), así como también posee entradas de energía de reserva, una entrada para la iluminación de la EBC, para equipos de microondas (en caso lo requieran), una entrada para la luz de balizaje, y otras entradas extras para otros equipos que se necesiten en el futuro.

Contiene además entradas de cableado para alarmas de falla de red, una barra bornera para aterramiento y tuberías internas que pasan por el suelo y la pared por donde pasan los cables. Ofrece también tomacorrientes de 220V AC para poder conectar equipos y herramientas a utilizar en cualquier momento, en la puerta principal cuenta con dos luces (leds) que indican la presencia de tensión y el correcto funcionamiento de la luz de balizaje, así mismo tiene dos llaves pequeñas para mantenerla cerrada.

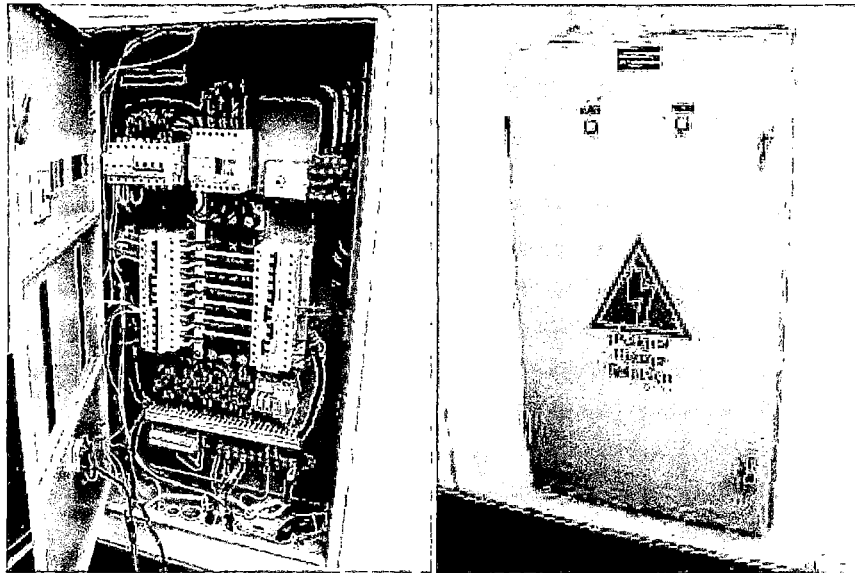


Figura 4.11: Tablero integrado de la Estación.

Luminarias y reflectores.- Esta tarea consiste en la instalación de luminarias y reflectores que contará la Estación para su iluminación en todo momento, esta actividad se realiza durante la etapa de instalaciones eléctricas.

Pararrayos.- Esta tarea consiste en la instalación de un pararrayos del tipo tetrapuntal modelo franklin múltiple fabricado en acero inoxidable AISI 316 diseñado bajo la norma UNE-EN-62.305. La instalación se hace sobre los soportes ya instalados anteriormente. El nivel de protección especificado que provee el pararrayos está en función de su altura de ubicación, el ángulo de cobertura según las especificaciones del equipo no debe considerarse mayor a 25° , y deben tenerse presente las interferencias dentro de la región cónica que se forma con el ángulo de protección que pueden obstaculizar la efectividad de la protección del dispositivo sobre todo edificio.

Luces de Balizaje.- Esta tarea consiste en la instalación de las luces de balizaje que se colocan en la parte superior de la torre sobre los soportes ya instalados en la etapa anterior; en la instalación se debe tener cuidado por tratarse de un trabajo en altura, se recomienda seguir todos los procedimientos de seguridad.

Pruebas.- Esta tarea consiste en hacer las pruebas de lo instalado hasta ese momento, que son el tablero eléctrico, las luminarias, reflectores, luces de balizaje, pararrayos y otros; las pruebas se realizan en base a un protocolo de pruebas ya establecido por las Operadoras y es evaluado por la supervisión. Con

esta tarea se asegura que habrá un correcto funcionamiento de los equipos de comunicación a instalar por las Operadoras.

4.8.2. Controles

Durante el proceso de la construcción de la Estación de configuración metálica, se realiza una serie de controles para que los entregables sean los requeridos y cumplan con los estándares de las Operadoras:

Control de calidad

- **Certificados de materiales.-** Las empresas especializadas deberán presentar todos los certificados de calidad de los materiales que usarán en la construcción de la Estación, en este caso específico, hay que adicionar los certificados de fabricación de los elementos metálicos que componen la Estación, donde se evidencia el galvanizado de los elementos y la soldadura en la fabricación.
- **Protocolo de pruebas de puesta a tierra.-** Se debe realizar las mediciones de resistencia de cada pozo a tierra mediante un equipo de medición llamado Telurómetro, y que no deben superar a 5 OHMS según los estándares solicitados por las Operadoras.
- **Protocolo de verticalidad de Torre.-** Se debe realizar mediciones de verticalidad de la torre para verificar que no haya sufrido algún desplome antes y después del montaje.
- **Protocolo de pruebas del Tablero.-** Este documento es emitido generalmente por el fabricante, y es un entregable dentro del proyecto.
- **Diseño de mezcla de concreto.-** Se debe realizar un diseño de mezcla en un laboratorio certificado utilizando los agregados de la zona donde se construye. Cabe resaltar que en una Estación tradicional el concreto es usado en mayor incidencia que los otros materiales, en consecuencia se debe obtener un diseño óptimo usando dosificaciones con agregados de canteras cercanas al proyecto.
- **Pruebas de resistencia a la compresión de especímenes de concreto.-** Estos ensayos se realizarán en un laboratorio certificado que garantice la veracidad de las pruebas de rotura a la compresión, lo que nos dará el valor real de resistencia del concreto usado en la construcción de la Estación.

Control medioambiental (ISO 14001)

- **Formato de Inspección ambiental para Estaciones base.-** Es un documento que es llenado durante la supervisión de obra, el responsable de realizar esta inspección es el supervisor de obra que representa a la Operadora. Se verifica que los residuos sean almacenados correctamente en recipientes rotulados y que no exista ningún peligro de contaminación que perjudique el medio ambiente.
- **Certificados de Eliminación de residuos no peligrosos.-** Las empresas deben evidenciar la correcta disposición final de los desperdicios en los botaderos autorizados con certificados o constancias emitidos por los gobiernos locales.
- **Certificados de Eliminación de residuos peligrosos.-** La Empresa debe presentar este documento, el cual es validado por una empresa especialista en transporte y disposición final de residuos peligrosos.
- **Evidencia de Transporte de residuos.-** La empresa también debe evidenciar el transporte de los residuos no tóxicos hacia los botaderos oficiales controlados por los gobiernos locales.

Control de seguridad y salud ocupacional.-

- **Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).-** Es un documento elaborado por las Empresas especializadas para identificar todos los riesgos durante el proceso de construcción de la Estación, al tratarse de un proyecto de corta duración se considera que el montaje de la torre tiene un alto riesgo potencial de caídas.
- **Inducción general y específica.-** Son reuniones con los trabajadores para capacitarlos e inculcarles la seguridad en obra, medio ambiente, calidad y otros. Se debe evidenciar estas charlas mediante formatos de capacitación y firmados por los trabajadores.
- **Charla de cinco minutos.-** Todos los días antes de iniciar los trabajos programados diarios, se realizara una charla corta donde se tratara de temas específicos que involucran el trabajo de ese día.

4.8.3. Cierre del proyecto

Es la etapa final del proyecto donde se hace la entrega y liquidación de la obra. Las empresas especializadas son exigidas a entregar una serie de documentos para el cierre y cancelación económica del proyecto:

Informe final de obra.- El residente de obra realiza un informe final de obra previo a la entrega de obra, el cual es revisado por el supervisor de obra que representa a la Operadora.

Aceptación preliminar.- El supervisor de la obra que representa a la Operadora debe hacer una inspección de los trabajos luego de haber recibido el informe final del Residente de obra y hace una relación de observaciones (observación de reparos) que deberán ser levantadas por la Empresa especializada.

Informe de reparos.- La empresa luego de hacer el levantamiento de observaciones según la hoja de reparos en la aceptación preliminar, emite un informe de levantamiento de reparos para ser verificado y validado por el supervisor de obra.

Verificación de reparos.- El supervisor de obra realiza la verificación de reparos para dar su conformidad de aceptación de la obra.

Carta de no adeudo.- La empresa debe hacer constatar que no tiene deuda pendiente con: los trabajadores de la zona, los concesionarios de alimentos, los alojamientos del personal de fuera y cualquier otro de la zona donde se construyó la Estación.

Acta de entrega de llaves.- La Empresa especializada debe hacer un documento de entrega de llaves (dos juegos) a la Operadora.

Conformidad de obra.- La Empresa especializada deberá solicitar la conformidad de obra al gobierno local de la zona luego de finalizados todos los trabajos, en concordancia al TUPA de cada gobierno local y la ley N°29022 "Ley de expansión de infraestructura en telecomunicaciones".

Planos de replanteo (As built).- La Empresa deberá hacer un replanteo general de todas la instalaciones, en todas las especialidades involucradas, para

elaborar los planos de replanteo o planos As built, los cuales son un requisito para la aceptación final de la obra.

Liquidación final de obra.- Se realiza en función al presupuesto base (oferta de obra), donde se muestran los costos finales después de haber culminado los trabajos. Este documento también será verificado y validado por el supervisor de obra que representa a la Operadora.

Certificado de garantía.- Las Empresas especializadas deben entregar una carta de garantía por los trabajos realizados y con el compromiso de hacer alguna reparación que sea producto de deficiencias no observadas en la inspección final de obra.

CAPÍTULO V

PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR DE CONFIGURACIÓN METÁLICA

En el presente capítulo se muestra el proceso de planeamiento para la construcción de una Estación base celular de configuración metálica. En la actualidad solo hay pocas empresas que realizan este tipo de proyecto, y es muy importante una buena planificación de recursos por ser proyectos de muy corta duración (máximo 15 días). Las empresas dentro de sus planes estratégicos desean posicionarse en el mercado y promocionar las ventajas del modelo de Estación. La organización debe ser estructurada de tal forma que sea funcional, debido a que los tiempos son cortos y la interacción entre las áreas de la Empresa debe ser dinámica.

La revisión de los alcances del proyecto y la visita técnica a la zona donde se ubicará la nueva Estación, es clave para el éxito de este tipo de proyectos. El planeamiento táctico permite evaluar el entorno y optimizar el uso de instalaciones y accesos a la obra. La estructura de descomposición de trabajo (EDT) es el inicio para la planificación de los trabajos. El planeamiento logístico es la clave del éxito de este tipo de proyectos, el área de logística de la Empresa deberá suministrar recursos y contrataciones justo a tiempo para evitar los retrasos en los tiempos de ejecución. Un tema muy importante es el acarreo de materiales, en este caso las cantidades de materiales a ser acarreados son menores con respecto a una Estación tradicional por no tener obras civiles.

El planeamiento operativo va de la mano directamente con la construcción de la Estación, se debe realizar un cronograma de obra en base al EDT, el cual se divide en cuatro grandes partidas a ejecutar: Movimiento de tierras, Estructuras metálicas, Instalaciones eléctricas, Equipamiento y pruebas. Durante el proceso constructivo se realizan controles de obra bajo los estándares de la Operadoras. Una vez terminados los trabajos existe un procedimiento para hacer la entrega de las obras y el cierre del proyecto.

5.1. DEFINICION DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.

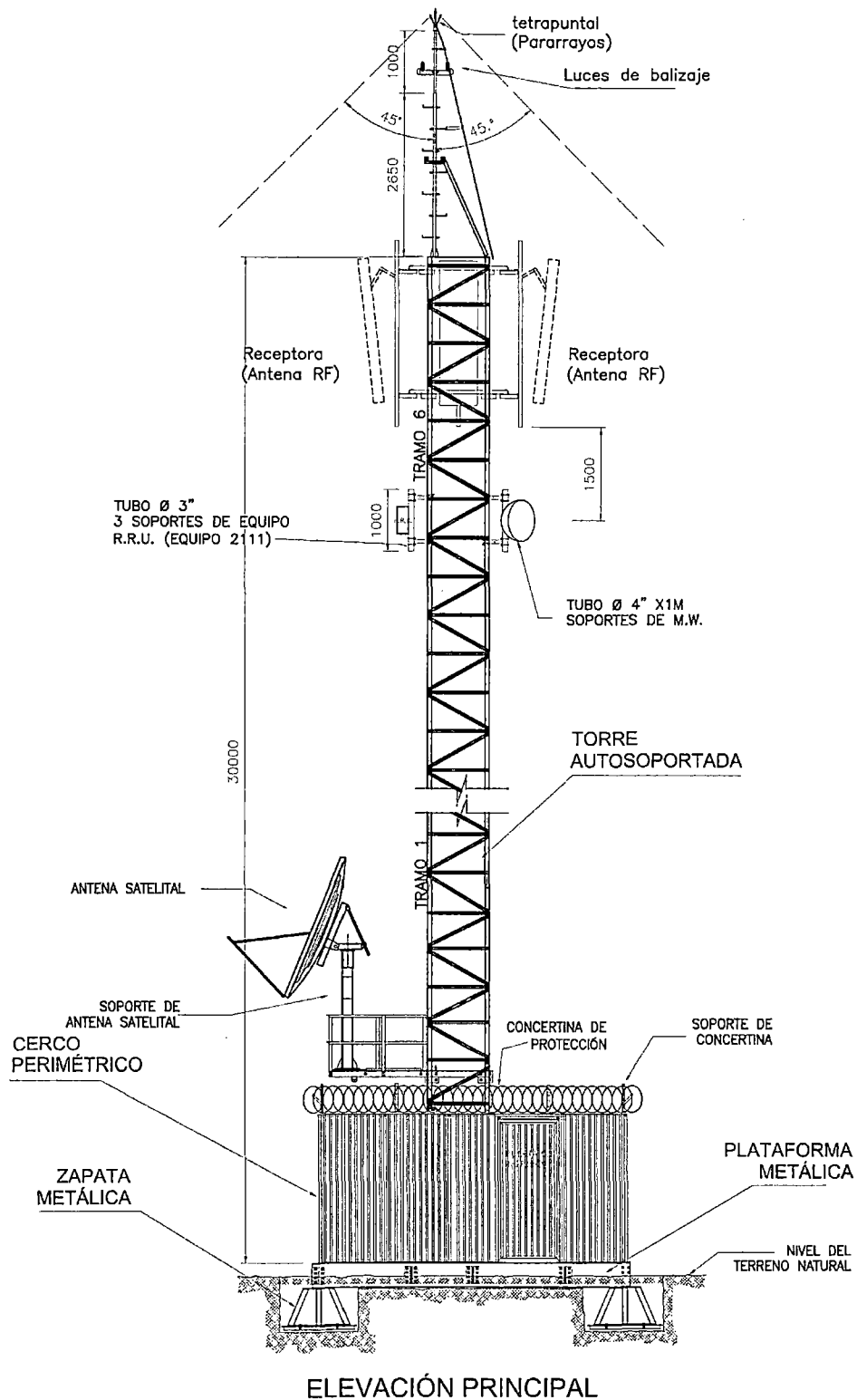


Figura 5.1: Vista de Elevación de una Estación Base Celular de Configuración Metálica con torre de 30m.

El Modelo de Utilidad se refiere a una Estación Base Celular con una torre auto soportada para telecomunicaciones de estructura metálica empotrada en una plataforma metálica, en la que se montan dispositivos electrónicos de telefonía celular y transmisión de datos en general, radio transmisión y/o repetidores de televisión. Este Modelo de Estación del tipo greenfield es construido en su totalidad con Estructuras Metálicas, no necesita de obras civiles y sus tiempos de Instalación son menores en comparación con otros modelos. En el Capítulo 2 de la presente tesis de grado se ha tratado todo lo referente a este tipo de Estación, desde la concepción de la idea para la creación del diseño conceptual.

En la Figura 5.1 se observa el esquema de una Estación de configuración metálica donde se describe gráficamente todas las partes que la componen. En la Figura 5.2 se observa una Estación instalada y en servicio.

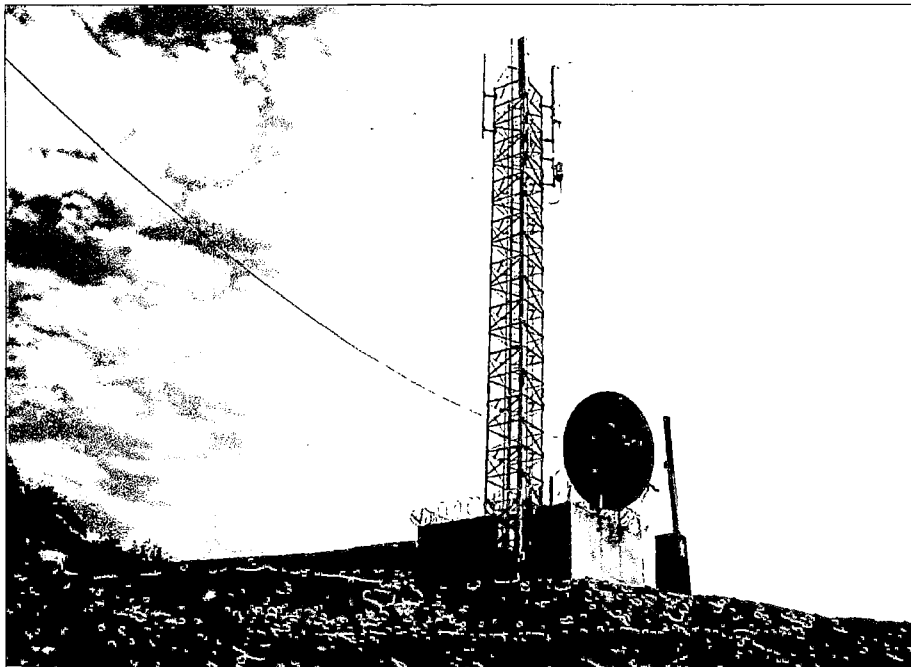


Figura 5.2: Estación Base Celular en servicio con torre de 20m.

5.2. CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRA

En la construcción de Estaciones de configuración metálica el planeamiento tiene como etapa previa el proceso de Contrato de obra firmado entre las Operadoras y Las Empresas especializadas para la construcción de este tipo de Estaciones. Inicialmente se propone la construcción de este modelo a las Operadoras, y luego son ellas las que deciden si se lleva a cado la construcción

del modelo. El modelo ha sido regularmente aceptado, actualmente todavía no son muchas las estaciones de este tipo construidas en todo el territorio.

Dentro de este contrato de obra se señalan los alcances de la obra según los presupuestos aprobados, se puede decir que se contrata la construcción como movimiento de tierras, obras de instalaciones eléctricas e Instalación y montaje de estructuras metálicas de la Estación, a este conjunto se le denomina "Obra Asociada". Luego de la asignación de las obras mediante una orden de trabajo para la ejecución de las Estaciones, se inicia los trabajos de planeamiento. Cabe recalcar que en este modelo no existen obras civiles.

5.3. PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

La Empresa especializada dedicada a la fabricación e implementación de Estaciones (EBC) de Configuración Metálica debe realizar un planeamiento estratégico a largo plazo, esto debido a lo innovador del modelo y a la renuencia de algunos sectores de las Operadoras a cambiar los modelos tradicionales por un modelo más versátil. La Empresa debe actualizar su misión y los objetivos generales para mantener la confianza de las Operadoras.

5.3.1. Planeamiento Estratégico de la Empresa

La empresa especializada en la construcción de Estaciones de configuración metálica tiene planes estratégicos para posicionarse en el mercado y mantener como clientes a las empresas Operadoras. El tipo de organización debe ser funcional en su estructuración para tomar las decisiones más convenientes en los procesos de implementación de una Estación del modelo propuesto.

La construcción de una Estación de este tipo es de muy corta duración en comparación con una Estación tradicional. Los tiempos son ajustados por la necesidad de ponerlo en servicio. El objetivo es que las Operadoras requieran más de este tipo de Estación de configuración metálica y soliciten el aprovisionamiento de estas; para tal efecto se debe tener planes a largo plazo para el aseguramiento de recursos financieros, recursos de materiales, recursos humanos y todo lo necesario para cumplir con los compromisos y alcances de los proyectos asignados.

Cabe añadir que las Empresas especializadas, no reciben un adelanto de obra para iniciar los trabajos, solamente con la orden de compra ellos deben iniciar los trabajos asignados.

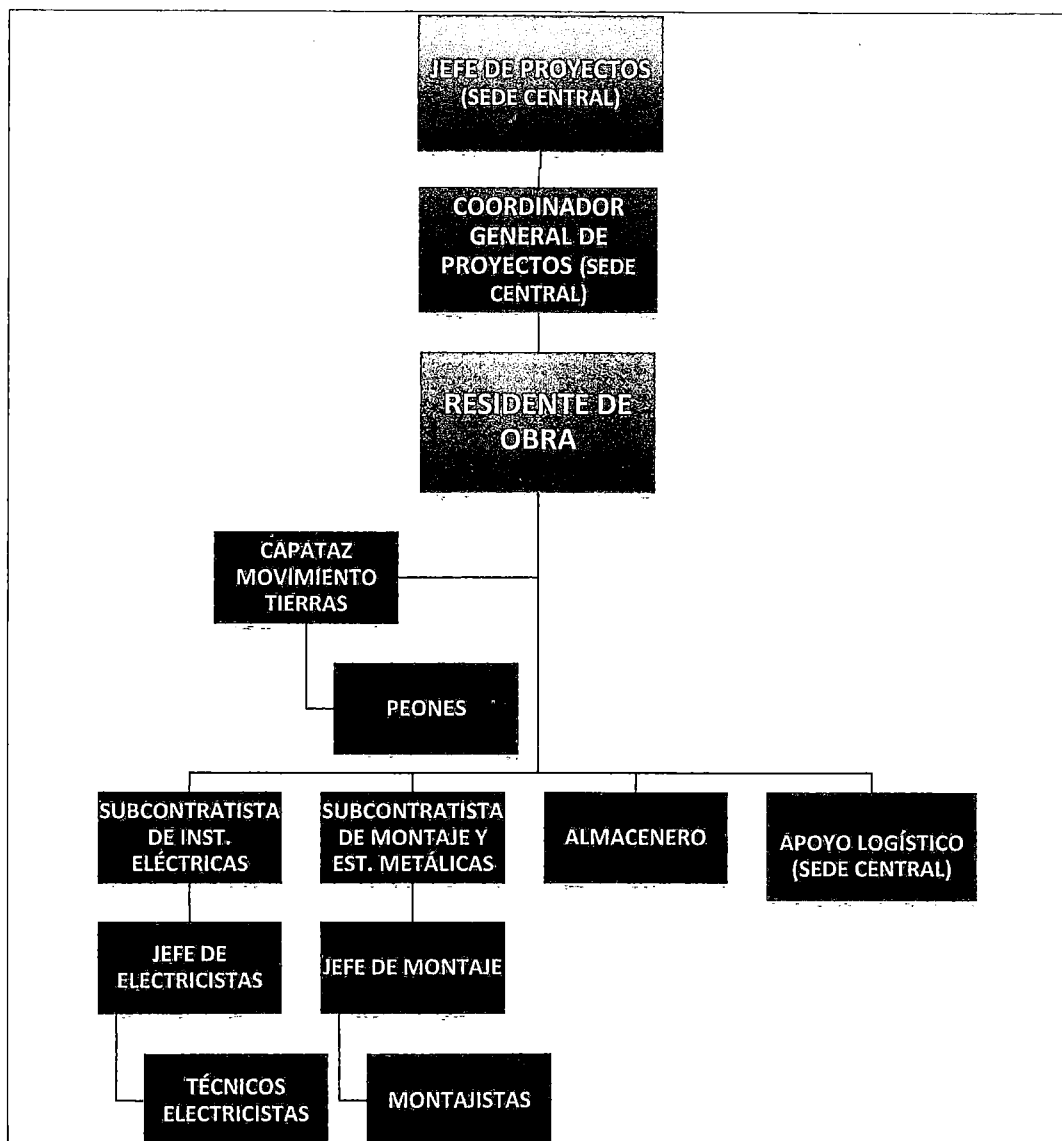
5.3.2. Organización funcional para la construcción de una Estación de Configuración Metálica

La construcción de una Estación de este modelo requiere de un organigrama funcional donde la comunicación sea eficiente en todas direcciones, en el Cuadro 5.1 se muestra el organigrama funcional para este tipo de proyectos. Se debe señalar que al no existir obras civiles y solo movimiento de tierras, solo se requerirá de un Capataz para comandar esta tarea. A continuación se define en forma resumida las funciones de cada integrante del equipo de trabajo:

- **Gerente de proyectos.-** Es el encargado del área de proyectos de la Empresa y permanece en la sede central, designa los proyectos por zonas geográficas a los coordinadores de proyectos; coordina los proyectos a nivel macro con la gerencia de proyectos de las Operadoras.
- **Coordinador zonal de proyectos.-** Es el encargado de coordinar el paquete de proyectos que se le asigne, hace las coordinaciones directamente con el área técnica de las Operadoras y es el nexo entre la Operadora y el residente de obra. El coordinador se encuentra en la sede central.
- **Residente de Obra.-** Es el responsable de la construcción de la Estación y legalmente ante las Operadoras y las leyes del País. Es el jefe máximo dentro de la obra, coordina directamente con la supervisión de las Operadoras.
- **Capataz de Movimiento de tierras.-** Es el responsable de la ejecución del movimiento de tierras, tiene a su cargo a los peones, coordina con el jefe de montaje y estructuras metálicas y obedece al residente de obra.
- **Contratista de Instalaciones eléctricas.-** Es el responsable de la ejecución de las obras eléctricas dentro de la Estación, tiene a su mando al grupo de los técnicos electricistas.
- **Contratista de estructuras metálicas y montaje.-** Es el responsable del montaje de la torre, instalación de soportes y otros referentes a las estructuras metálicas, tiene bajo su mando al grupo de los montajistas.

- **Almacenero.-** Es el responsable del almacén de materiales, recibe y hace el requerimiento de materiales faltantes, coordina con el ingeniero residente y el personal asignado al apoyo logístico.
- **Apoyo logístico.-** Es el personal designado para apoyar logísticamente en la construcción de la Estación, su ubicación está en la sede central de la Empresa, es el nexo entre el residente de obra y el área de logística.

Cuadro 5.1: Organigrama para la construcción de una Estación de Configuración Metálica.



Fuente: Gerencia del área Telecom de Corporación CCJ, contratista de TM

5.4. PLANEAMIENTO PRELIMINAR DEL PROYECTO

Una vez adjudicado el proyecto de construcción de una Estación por la Operadora a la Empresa especializada, el coordinador de obra de la empresa asigna el proyecto al ingeniero residente. La etapa preliminar del planeamiento comprende: La revisión de los alcances del proyecto y una visita técnica al área de trabajo. Estas etapas se describen a continuación y es necesario señalar que son parte del planeamiento previo a la ejecución:

5.4.1. Revisión de los alcances del proyecto

La revisión de los alcances del proyecto es una etapa que consiste en analizar la documentación técnica como planos, especificaciones técnicas, ubicación de la Estación, programa, plazos y presupuesto referencial. En este tipo de modelo los alcances son muy específicos y similares entre los proyectos de este tipo.

Con la revisión de la información se hace una lista de consultas a ser resueltas por el área de ingeniería de las Operadoras. Las consultas iniciales no solo son de índole técnico, se trata también de otros puntos como: el acceso, disponibilidad de recursos materiales y humanos, clima, entre otros.

5.4.2. Visita técnica al área de trabajo

La visita previa al lugar de trabajo es una de las actividades fundamentales para el planeamiento en la construcción de las Estaciones del modelo planteado, con esta actividad se despeja todas las posibles dudas de los factores de mayor incidencia en los costos de ejecución como son: Las características del acceso, clima en la temporada de ejecución, disponibilidad de recursos humanos como personal no calificado para el movimiento de tierras, entre otros. Es de suma importancia que en la visita esté el encargado de la planificación del proyecto como es el caso del ingeniero residente (responsable de obra).

5.5. FACTORES IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA PLANIFICACIÓN

En la construcción de las Estaciones de configuración metálica se puede observar algunos factores especiales que pueden variar el planeamiento del proyecto, a pesar que los proyectos tienen la misma configuración en su construcción. Estos factores son considerados como un punto de partida para evaluar las contingencias, partidas adicionales, análisis de riesgos

operacionales, análisis de riesgos de los objetivos y cambios en la metodología de la implementación del proyecto. Los factores a considerar son:

5.5.1. Accesibilidad a la zona del proyecto

La accesibilidad a la zona de trabajo es un factor que incide en los costos y tiempos de construcción de las Estaciones, debido a las diferentes variaciones que se presentan en cada proyecto, ya sea por la topografía del terreno, el tipo de suelo, vías de acceso existentes (pistas, caminos, trochas, etc.), medios de acarreo y otros. Esto hace que la accesibilidad sea un factor decisivo para la planificación en temas de costos para el abastecimiento de los recursos que la obra necesitará.

Por lo general las Estaciones de este tipo se encuentran en zonas altas de difícil acceso, la ubicación de la Estación depende principalmente de la cobertura que ofrece el lugar geográfico. Y al igual que en el caso de la planificación de una Estación tradicional se puede considerar tres variantes en los tipos de Accesibilidad:

- **Primera variante.-** Cuando existen las condiciones que se pueda acceder al área de trabajo con camiones tipo volquete, camionetas de doble tracción, sin la necesidad de construir una trocha de acceso. Esta variante se presenta en lugares donde el terreno tiene la topografía y el suelo tal, que permiten acceder con los vehículos mencionados y no hay necesidad de realizar mayores trabajos que el de limpieza de la trocha de acceso.

Este caso se presenta comúnmente en las costas del Perú, donde la ubicación de las estaciones se encuentra en los cerros aledaños a las llanuras de los asentamientos poblacionales y que por lo general son zonas transitadas que cuentan con accesos y trochas.

- **Segunda variante.-** Cuando no existen las condiciones para acceder al área de trabajo con ningún tipo de vehículo motorizado, pero sin embargo es posible acceder con animales y de forma peatonal, este caso normalmente se encuentran en las cumbres de las zonas andinas, donde las condiciones geográficas y topográficas no prestan facilidades para accesos carrozables, y tan solo se puede acceder mediante trochas

peatonales y con el uso de animales de carga (acémilas, caballos, llamas y otros.).

En este caso los costos de transporte local dependen de la distancia y la disponibilidad de medios de acarreo.

- **Tercera variante.-** Es cuando hay una combinación entre las dos variantes anteriores, donde la situación amerita construir un acceso carrozable provisional hasta un lugar cercano al área de trabajo, lo más cercano posible según se pueda técnicamente; luego seguir por un camino o trocha peatonal para el acarreo fina con animales y personas. Este caso es más común que se presente tanto en zonas de costa como de selva, mayormente se ha utilizado la construcción del acceso carrozable provisional hasta un punto intermedio para el acopio, para luego seguir con el acarreo manual o con animales de carga.

5.5.2. Tipo de Suelo

Otra característica es el tipo de suelo donde se colocarán las zapatas y base metálica de la Estación de configuración metálica. El tipo de suelo determinará la metodología para las excavaciones y el tipo de herramienta o equipos a utilizarse, lo cual puede variar desde herramientas manuales hasta perforadoras mecánicas. Cabe mencionar que este tipo de Estación no requiere de grandes movimientos de tierra, pero es importante tener en cuenta que esta partida es la que da inicio a la instalación de este tipo de Estación. Se debe ver la disponibilidad de equipos que se pueda disponer en la zona de trabajo, o de la mano de obra según sea el caso. En el caso de no disponer de equipos en la zona de trabajo, se deberá hacer el requerimiento al área de logística de la Empresa para la contratación y envío de los equipos necesarios.

En el cuadro N°4.1 mostrado en el capítulo anterior (sub capítulo 4.4.2) se detalla los costos de excavación y relleno utilizados en los presupuestos de obra (oferta), según la lista de precios de las Operadoras.

5.5.3. Recursos humanos

Considerando que para ejecutar este tipo de proyecto los plazos son más ajustados que los plazos de los proyectos de las estaciones tradicionales y los estándares de calidad exigidos por las Operadoras son más altos, la selección

de los recursos humanos debe ser cuidadosa, se debe contar con trabajadores altamente calificados.

- **Mano de obra no Calificada.-** Son los trabajadores captados en la zona de la construcción y están orientados a realizar actividades de apoyo y específicamente en las tareas de movimiento de tierras, y no necesitan ninguna capacitación técnica. Esta mano de obra recibe una charla de inducción antes de realizar cualquier trabajo para orientarlos en los temas de seguridad, medio ambiente, calidad y otros.
- **Mano de obra Calificada.-** En este tipo de modelo de Estación es el personal calificado (especializado) el que se requiere para la implementación del proyecto. En este grupo se encuentran los técnicos electricistas, los técnicos en estructuras metálicas y montajistas. Por lo general todo este personal no es de la zona, son subcontratistas de las Empresas especializadas y provienen de la sede central de la Empresa. La exigencia en la calidad de los trabajos por parte de las Operadoras, demanda contar con personal altamente calificado para la construcción de este tipo de Estaciones.
Las Empresas especializadas deben contar con una cantidad de trabajadores calificados, para ponerlos en un sistema rotativo continuo, esto es porque las construcciones de este tipo de Estaciones tienen un tiempo de duración de 15 a 20 días como máximo (por no tener obras civiles) y la permanencia de un trabajador especializado es puntual; por lo tanto deben ser rotados por diferentes proyectos para no perder la disponibilidad del trabajador.

5.6. PLANEAMIENTO TÁCTICO

El Residente de obra encargado de la construcción de la Estación de configuración metálica aplica el planeamiento táctico en concordancia al planeamiento estratégico de la alta gerencia de la Empresa especializada. El planeamiento táctico implica los siguientes planeamientos:

5.6.1. Planeamiento Exógeno

También conocido como planeamiento regional, permite evaluar todo el entorno donde deberá ubicarse la construcción de la Estación. En base a la visita técnica que se realizó previamente se considera lo siguiente:

- La disponibilidad de la mano de obra no calificada en la zona.
- La disponibilidad de energía eléctrica.
- Condiciones físicas del terreno, topografía.
- Caminos de acceso al lugar de la obra, capacidad portante de los puentes.
- Distancia a los pueblos aledaños
- Otros medios de comunicación como el teléfono fijo e internet.
- Apoyo logístico.
- Condiciones climáticas, especialmente en la fecha que se realizará la construcción de la Estación.
- Características socioeconómicas del lugar.
- Alcances de las disposiciones legales del lugar.
- Empresas de transporte local, pobladores que cuenten con camiones, camionetas o algún vehículo motorizado para el traslado de materiales.
- Animales de carga para traslado de materiales en caso de solo haber trochas peatonales.
- Servicios de alojamiento y alimentación para el personal local y foráneo.

5.6.2. Planeamiento Endógeno

Para optimizar el uso de instalaciones provisionales y los accesos necesarios dentro de la obra para un periodo de tiempo limitado (15 a 20 días aproximadamente). Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cercos provisionales y señalizaciones.
- Ubicación de áreas para talleres y equipos
- Ubicación de áreas para almacenes, cerrado y abierto
- Uso de plumas de montaje para la torre.

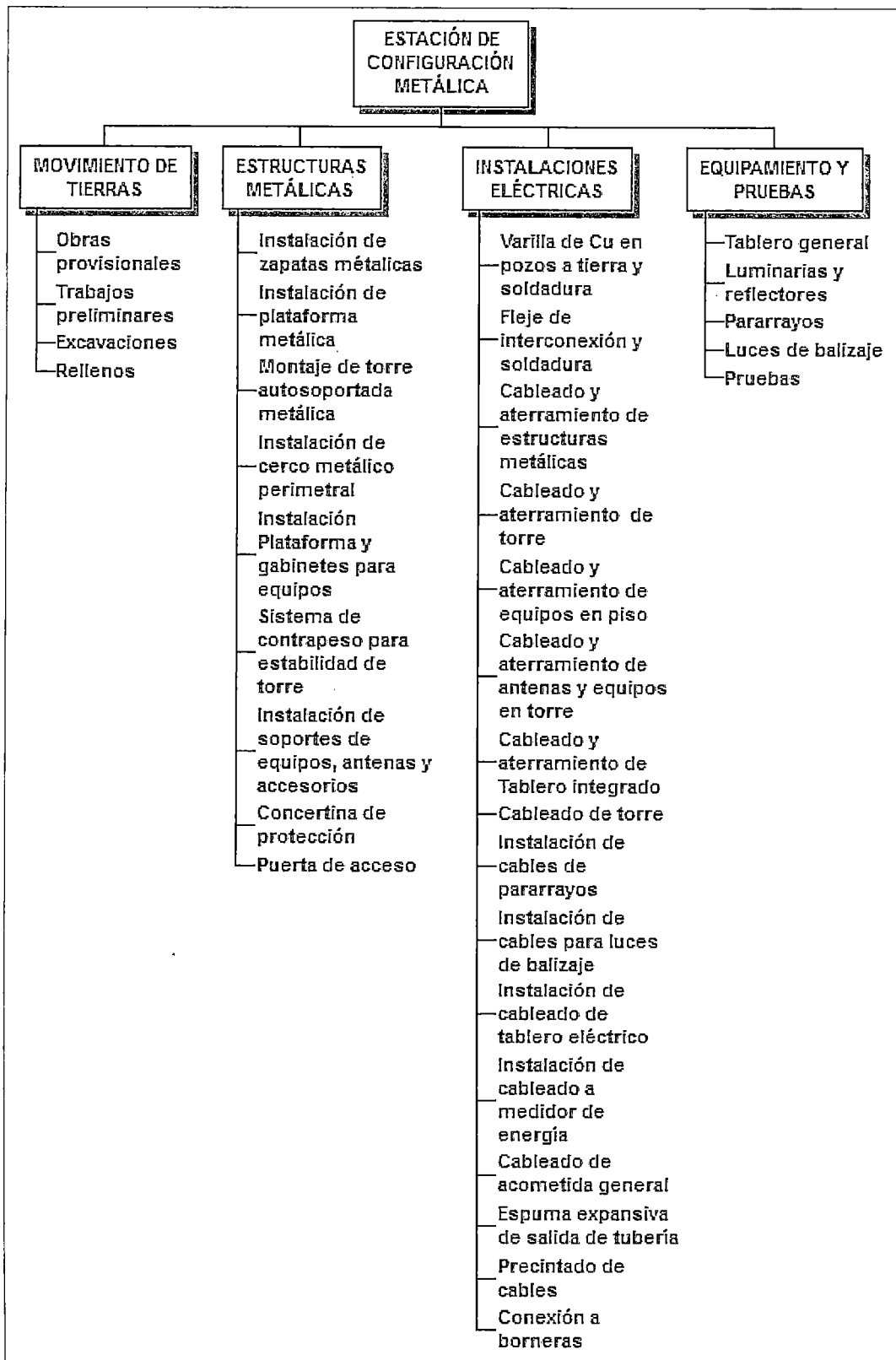
5.6.3. Estructura de descomposición de trabajo (EDT)

La estructura de descomposición del trabajo denominado EDT, es el primer paso para iniciar el análisis de la planificación de los trabajos, debido a que nos muestra el detalle de cada entregable y a su vez establece un orden para las actividades de acuerdo a su relación de dependencia entre las actividades.

En la construcción de Estaciones del modelo planteado la variación de actividades no es muy usual, debido a que el modelo es preestablecido y presenta algunas variantes específicas de diseño, quiere decir que los componentes de la Estación son fabricados como indica el proyecto.

Todos los involucrados en el proyecto deben tener un conocimiento claro del EDT, siendo esto de suma importancia para que la comunicación y entendimiento del programa de las actividades de ejecución, control y aseguramiento de la calidad sean más claros y mejoren las coordinaciones con las Operadoras mediante sus supervisores de obra. A continuación se muestra el EDT general para la construcción de la Estación de configuración metálica (Cuadro 5.2), donde se indica a modo general los entregables del proyecto.

Cuadro 5.2: Estructura de descomposición de trabajo (EDT) de la Estación de configuración metálica.



Fuente: Propia.

5.7. PLANEAMIENTO LOGÍSTICO

5.7.1. Logística

La logística en la construcción de una Estación de configuración metálica se desenvuelve en corto tiempo y donde la previsión y el aprovisionamiento son factores de vital importancia que garantizan un normal desarrollo de la ejecución del proyecto. Debido al poco tiempo que se da entre el momento en que las Operadoras autorizan la construcción de la Estación y el inicio de las obras, es necesario el aprovisionamiento de estructuras metálicas para la fabricación de los elementos componentes de la Estación. La fabricación es considerada uno de los puntos más importantes dentro de la planificación.

La gestión de contratación de terceros y el personal calificado para la construcción de las Estaciones debe hacerse de forma rápida debido al poco tiempo que se tiene para el inicio de las obras luego de la entrega de la Orden de Servicio de parte de las Operadoras. Se debe contar con políticas ágiles en los procesos internos de contratación de las Empresas.

El personal que realice la visita técnica debe informar al área de logística de la empresa todas las características que influirán en la construcción de la Estación, como: Los transportes de la zona, accesos, los acarrees, campamentos, personal de mano de obra no calificada y otros a ser considerado para no afectar el normal desenvolvimiento de las obras.

Un caso común en la construcción de Estaciones de configuración metálica que pone en peligro la continuidad en la ejecución son "Las contingencias sociales" que realizan los pobladores del lugar, en referencia a los posibles daños que pueden causar las radiaciones no ionizantes que emitirán las antenas de la Estación. En la etapa de planeamiento se debe realizar un trabajo de información a la población con respecto a este tema para evitar las paralizaciones de los trabajos en la etapa de construcción y mediante acuerdo (firmados en actas) se debe llegar a un buen entendimiento. Se han tenido varios casos de contingencia donde las construcciones han sido paralizadas en plena ejecución lo que ha significado una pérdida de recursos y tiempos. Los usos y costumbres locales deben ser respetados y se debe hacer entender a la población el gran beneficio y desarrollo que implica contar con una Estación en la localidad.

5.7.2. Estimación de costos

La estimación de costos dentro de la etapa de planificación es de suma importancia para establecer un objetivo real de las metas económicas de la ejecución de los proyectos. Los adicionales en este tipo de proyecto son casi nulos por ser un modelo ya establecido, esto quiere decir que no se podrán hacer modificaciones a las estructuras metálicas una vez puestas en obra; modificaciones como: cambio de dimensiones de las zapatas, plataformas o cualquier otro elemento que conforma la Estación.

Un factor importante para la estimación de costos, es el transporte o envío de materiales desde la sede central de las Empresas hasta la obra, lo cual puede hacer variar los costos según la modalidad de envío y la distancia del transporte. En este tipo de Estación todos los materiales a excepción de la tierra de chacra para los pozos a tierra son suministrados desde la sede central de la Empresa.

Los materiales que son enviados desde la sede central de las Empresas (generalmente ubicadas en Lima), tienen un costo de transporte, lo que es parte de la oferta de obra. Las Operadoras pagan por este concepto, pero se debe demostrar que realmente es la cantidad en toneladas que se envió a obra. En los Cuadros 4.2 y 4.3 del capítulo anterior se mostraron los precios por la cantidad transportada y el factor de distancia que afecta al precio final por transporte.

Los subcontratos constituyen otro punto importante para la estimación de costos. Los cuales se refieren a las especialidades: Servicio para instalaciones eléctricas; servicio para montaje de torre y de estructuras metálicas.

El servicio de acarreo general, alquiler de almacén, servicio de alimentación y servicio de hospedaje, son manejados en la zona de trabajo y resueltos por el residente de obra designado; mucho dependerá de la información levantada en la visita previa para estimar un costo proyectado más real.

Acarreo de materiales a obra

El acarreo de los materiales necesarios para la construcción de la Estación, dependerá de la accesibilidad a la zona del proyecto. La estimación del costo de acarreo dependerá mucho de la visita técnica que se realice a la zona de trabajo, en el Cuadro 4.4 del capítulo anterior se mostró un cuadro de costos de acarreos

donde se detallan los precios de transportes no convencionales que usan las Operadoras.

En el Cuadro 5.3 se detalla un ejemplo del procedimiento de cómo estimar los costos de acarreo no convencional, el peso de los materiales son calculados según los metrados realizados en la oferta de obra y se expresan en toneladas (t), y el acarreo se cobra por kilometro transportado. Se puede apreciar que los pesos de los materiales a usarse en una Estación de este tipo sin obras civiles son menores en comparación con una Estación tradicional.

Cuadro 5.3: Cálculo de costos de acarreo de material a obra (Estación de configuración metálica).

CALCULO DE COSTOS POR ACARREO DE MATERIALES A OBRA					
ACARREO LATAM 2011 - 2012					
OBRA:		EBC AYASH (Torre de 30m)			
PERTENECE:		OBRA DE TMP			
DIRECCIÓN:		ANCASH, HUARI			
FECHA DE ASIGNACIÓN:		01/12/2012			
ITEM	DESCRIPCIÓN	PESO ESPECIFICO	UNIDADES	METRADO	PESO
1	CONCRETO	2.5	t/m ³	0.00	0.00
2	MURO DE MAMPOSTERIA	0.18	t/m ²	0.00	0.00
3	ESTRUCTURA METÁLICA (TORRE SEGÚN PACKING LIST)	1.00	t	9.51	9.51
5	CONFITILLO (RIPIO)	1.8	t/m ³	2.00	3.60
6	POSTES, FERRETERIA, ETC	1.2	t	1.50	1.80
PESO TOTAL DE ACARREO (t) =					14.91
DISTANCIA (Km) =					1.80
TOTAL (t-Km) =					26.85
ITEM	PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN	%			
1	FLUVIAL				
2	PEÓN	55%			
3	ACÉMILA	45%			
5	HELICÓPTERO				
ITEM	TRANSPORTE DE CARGA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	METRADO	PRECIO PARCIAL
12010 001	Transporte Fluvial (t-Km)	t-Km	S/. 280.00	0.00	S/. -
12011 001	Transporte de Base de cerro a la Obra (Peón) (t-Km)	t-Km	S/. 336.00	14.76	S/. 4,960.99
12011 002	Transporte de Base de cerro a la Obra (Acémila, mula o burro) (t-Km)	t-Km	S/. 252.00	12.08	S/. 3,044.25
12011 003	Transporte de Base de cerro a la Obra (Helicóptero) (hora)	hora	S/. 4,592.00	0.00	S/. -
Costo total por acarreo=					S/. 8,005.24
Costo promedio de acarreo por t-Km =					S/. 298.20

Fuente: Gerencia área Telecom de Corporación CCJ, contratista de TM

5.7.3. Planificación de recursos

Luego de realizada la elaboración del EDT según los alcances y la visita al lugar de la obra, se procede a la planificación de los recursos para los trabajos que comprenden la construcción de la Estación, teniendo en cuenta los costos unitarios y los subcontratos de las especialidades.

Recursos de mano de Obra.- En lo referente a mano de obra calificada en las diferentes especialidades se determina en base a subcontratos con personal de procedencia de la sede central de la Empresa, y en los trabajos de mano de obra no calificada, específicamente para el movimiento de tierras, el personal es de la zona y es manejado directamente por el residente de obra.

Materiales para Instalaciones Eléctricas.- Todo el material es suministrado desde el almacén central de la Empresa, por lo general, todas las empresas especializadas están en la Capital o en otras ciudades importantes. Solo la tierra de chacra para los pozos a tierra son comprados en la zona del trabajo.

Estructuras metálicas en general.- Son suministradas desde el almacén central de las Empresas, lo que también incluye las pinturas de zincado al frío para los fines de perforaciones metálicas posteriores a la fabricación de los elementos metálicos.

Herramientas y equipos.- Estos son parte de los subcontratos, cada subcontratista en su especialidad usa sus propias herramientas en la ejecución de los trabajos que le corresponde ejecutar.

Para todos los casos, las Operadoras solicitan los certificados de calidad de los materiales, por lo que cualquier material que ingrese a obra debe cumplir los requisitos establecidos por los protocolos de calidad y es responsabilidad de cada área involucrada el obtener los certificados de calidad de sus proveedores.

5.8. PLANEAMIENTO OPERATIVO

Se elabora una programación a nivel de detalles por sectores en donde se determinarán los trabajos críticos. En el caso específico de la construcción de una Estación de configuración metálica, se utiliza como herramienta para el planeamiento operativo, la hoja de programación y recursos, diagramas de barras Gantt y software de gestión de proyectos como el Msproject.

5.8.1. Cronograma de Ejecución de Obra

Cuadro 5.4: Resumen del Cronograma de Obra de una Estación de Configuración Metálica.

CRONOGRAMA DE OBRA
CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE CELULAR DE CONFIGURACIÓN METÁLICA
(Torre de 42.00m)

ITEM	DESCRIPCIÓN DE TAREA	DURAC. (días)	TIEMPO EN DIAS																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1.00.00	EBC DE CONFIGURACIÓN METÁLICA	15.0	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Inicio de Obra		●																
1.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	10.0							█	█	█	█	█	█	█	█			
1.01.01	Obras Provisionales	2.0																	
1.01.02	Trabajos Preliminares	5.0																	
1.01.03	Excavaciones	4.0																	
1.01.09	Rellenos	5.0																	
1.02.00	ESTRUCTURAS METÁLICAS	7.0							█	█	█	█	█	█	█	█			
1.03.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	7.0																	
1.04.00	EQUIPAMIENTO Y PRUEBAS	6.0																	
	Fin de Obra																		●

Fuente: Propia

En base al EDT realizado en la fase de planeamiento táctico, se realiza un cronograma de obra detallado teniendo un panorama más claro de las situaciones más relevantes que influirán en la construcción de la Estación. Es importante considerar tiempos ajustados por ser una obra de corta duración y las Operadoras necesitarán poner en servicio la Estación en fechas determinadas según sus planes de expansión y servicio. En el **Anexo 4** se muestra el cronograma detallado de ejecución de obra de la Estación de configuración metálica.

En el Cuadro 5.4 se muestra un cronograma resumen en diagrama Gantt con partidas genéricas, donde se puede apreciar en forma resumida los tiempos empleados para la construcción de una Estación Base Celular de Configuración Metálica.

5.9. CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA

5.9.1. Proceso constructivo

El proceso constructivo se elabora según las etapas constructivas descritas en la estructura de descomposición de trabajo EDT. Los procesos deben ser eficientes e interactuar entre las diferentes especialidades por ser un proyecto de corto plazo de ejecución, se debe en la medida que fuere posible, no interrumpir las actividades críticas para no generar retrasos.

La interrelación oportuna de las partidas determinará el cumplimiento de los plazos del proyecto; para esto es importante el hacer una gestión de procura de los recursos justo a tiempo, con esto se puede garantizar el cumplimiento de los objetivos en los tiempos programados. Por lo general en este tipo de proyectos los retrasos identificados han sido por la demora en la fabricación de los elementos metálicos de la Estación que no es parte del proceso constructivo, pero que incide en la fecha de inicio de obras.

La construcción de una Estación de configuración metálica se ha dividido según el EDT en las siguientes etapas:

- Movimiento de tierras.
- Estructuras Metálicas
- Instalaciones Eléctricas

- Equipamiento y Pruebas

Cada una de las etapas se subdivide a nivel de elemento constructivo y mostrando en cada fase el aspecto relevante que puede incidir en su ejecución.

Los procesos constructivos son un conjunto de actividades secuenciales que se realizan para la construcción de una Estación Base Celular de configuración metálica, los cuales se deben ejecutar teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del proyecto aprobado. A continuación se detalla los pasos secuenciales resumidos de los procesos constructivos:

Limpeza y Nivelación del terreno

Luego de la entrega del terreno, se procede a la limpieza del mismo, quitando toda vegetación existente o residuos orgánicos existentes. Luego siguiendo un proceso de control topográfico se procede a la nivelación del terreno mediante corte o rellenos según sea el caso. Para este tipo de actividad se usa personal calificado (control topográfico) y no calificado (excavaciones).

En la figura 5.3 se observa los trabajos de limpieza del terreno, se está quitando todo el material orgánico y material suelto existente dentro del terreno.



Figura 5.3: Limpieza y nivelación del terreno donde se construirá la Estación.

Trazo y replanteo para excavación para zapatas metálicas

Siguiendo los planos topográficos del proyecto, se procede a realizar el replanteo dentro del terreno asignado para el emplazamiento, se verifica con precisión las coordenadas especificadas en los planos de ubicación y localización. Una vez definidas todas las medidas perimetrales del terreno, se procede a ubicar los ejes principales del proyecto, se colocan estacas o balizas para cada eje. Con las balizas ubicadas y referenciadas, se hacen los trazos para las excavaciones de las zapatas.

En la Figura 5.4 se observa que se ha trazado los ejes principales de la Estación, así también se ve los trazos para las excavaciones para las zapatas. Todo esto se realizó previamente a los trabajos de nivelación del terreno.



Figura 5.4: Trazo y replanteo para excavaciones.

Excavaciones y acopio de material para relleno

Según los trazos realizados en el proceso anterior, se hacen las excavaciones para instalar las zapatas respectivas. El material producto de las excavaciones se acopia en un solo lugar para ser usado posteriormente como relleno del contrapeso, vale decir que no se debe eliminar el material producto de las

excavaciones. La eliminación del material sobrante (si es que hay algún sobrante) se hace al finalizar las obras.

En la Figura 5.5 se observa la excavación manual que se está realizando para las zapatas, en este tipo de proyectos los movimientos de tierra son manuales, no se puede usar equipos motorizados para excavación por lo difícil del acceso al terreno asignado para el proyecto.



Figura 5.5: Excavación para zapatas metálicas y acopio de material para relleno.

Instalación de zapatas y plataforma metálicas

Terminadas las excavaciones, se procede a la instalación de las zapatas, esto se hace previo control de niveles, todas las zapatas instaladas deben tener un mismo nivel porque constituyen el apoyo de la plataforma metálica. Una vez instaladas las zapatas, se procede a colocar las vigas principales y secundarias de la plataforma, se debe tener un estricto control de los niveles de acabado, la plataforma debe ser instalada en un solo nivel horizontal. Estos trabajos se realizan con personal técnico calificado.

En la Figura 5.6 se observan los trabajos de armado de la plataforma metálica que está apoyada sobre las zapatas metálicas instaladas y sobre el terreno.



Figura 5.6: Instalación de zapatas y plataforma metálica de la Estación.

Montaje de torre

El montaje de la torre es el trabajo más delicado del proceso constructivo, se debe cuidar la verticalidad de la torre, el montaje se realiza de tramo en tramo, todas las piezas de la torre están codificadas para su armado, el personal encargado de esta labor es calificado con experiencia en montaje (montajistas certificados). En este proceso se siguen los procedimientos, normas y controles de seguridad aprobados por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), por ser trabajos considerados de alto riesgo (trabajos en altura).

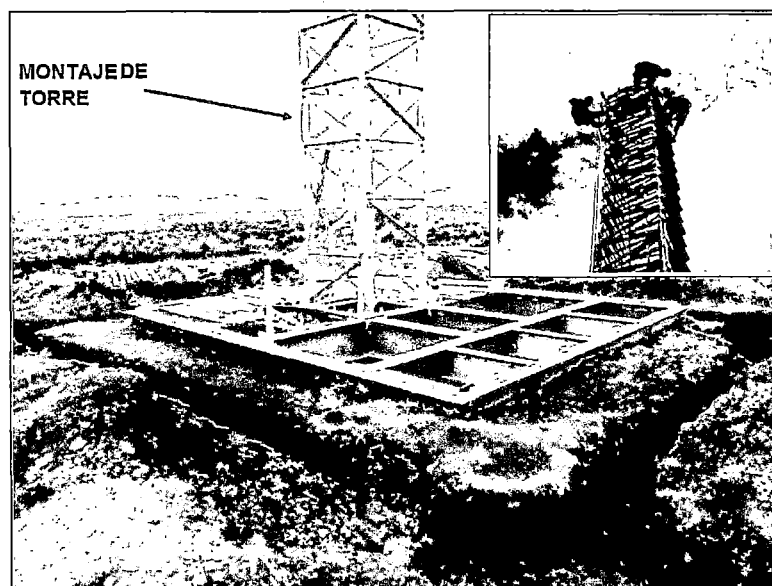


Figura 5.7: Montaje de torre cuadrada de la Estación.

En la Figura 5.7 se muestra el montaje de la torre de sección cuadrada, la que va adosada a la plataforma metálica, en la parte superior derecha se observa un grupo de trabajadores montajistas que están en el proceso de montaje de la parte superior de la torre.

Instalación de sistema de contrapeso

En este proceso se colocan planchas metálicas en la parte inferior de la plataforma de apoyo, las que servirán para retener el material de relleno, estas planchas son fijadas a la parte inferior de las vigas de la plataforma de apoyo y el personal que realiza esta labor es de nivel técnico (calificado). También es instalado el panel metálico vertical de contención que va soportada por ángulos de contención.

En la Figura 5.8 se muestra como quedan instaladas las planchas para retener el material de relleno, la modulación de las piezas es exacta y encaja perfectamente. También se observa cómo queda instalado el panel metálico vertical que conjuntamente con los paneles metálicos del cerco perimétrico servirán de contención del material de relleno.



Figura 5.8: Sistema de contrapeso para estabilidad de torre de la Estación.

Instalación de cerco perimétrico y concertina.

El cerco perimetral es instalado sobre las vigas laterales de la plataforma de la torre, estos elementos ya vienen modulados según la necesidad del

emplazamiento, los paneles metálicos son instalados y adosados a través de pernos a las vigas de la plataforma, también los paneles son empernados entre sí, la puerta metálica es instalada como parte del cerco. Finalizada la instalación del cerco metálico, se colocan los soportes para la concertina de protección y finalmente es colocada la concertina que dará seguridad a la Estación.

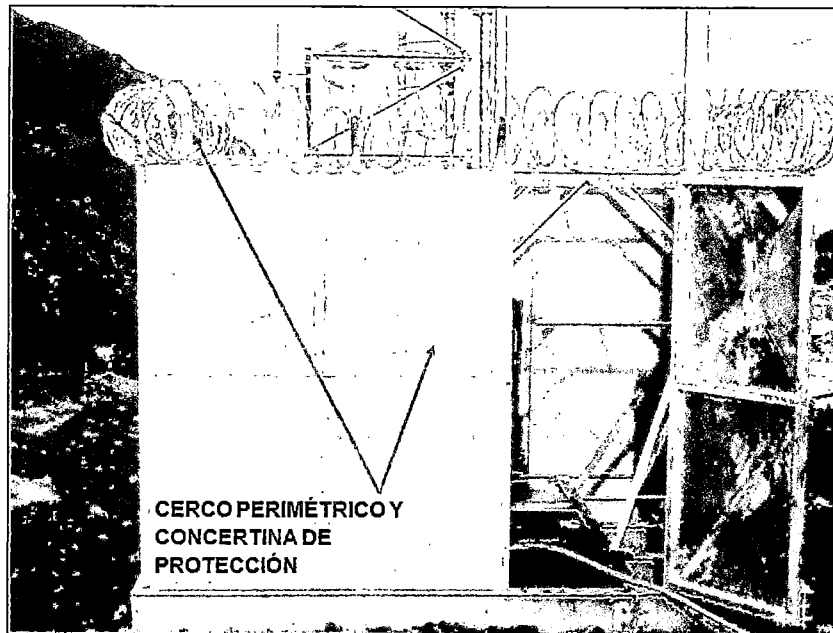


Figura 5.9: Cerco perimétrico de planchas galvanizadas y concertina de protección.

En la Figura 5.9 se muestra un cerco metálico terminado que tiene una entrada principal, se observa que los paneles que forman el cerco están adosados a las vigas de la plataforma y la concertina es colocada sobre el cerco para brindar protección contra robos a la Estación.

Instalaciones eléctricas.

Las obras de instalaciones eléctricas se realizan en paralelo al montaje de las estructuras metálicas de la estación, se inicia con la acometida y la instalación de un medidor (realizada por el concesionario o empresa prestadora de servicio de energía eléctrica). Se construye un pozo a tierra que por lo general está fuera de la estación; se instala el tablero general, se colocan todas las canalizaciones y cableado necesario, se instalan los artefactos eléctricos (luces de emergencia, tomacorrientes, interruptores, luces de balizaje, etc.); se coloca el sistema de

protección atmosférico (pararrayos); se aterran todos los elementos metálicos y sistemas eléctricos al pozo a tierra.

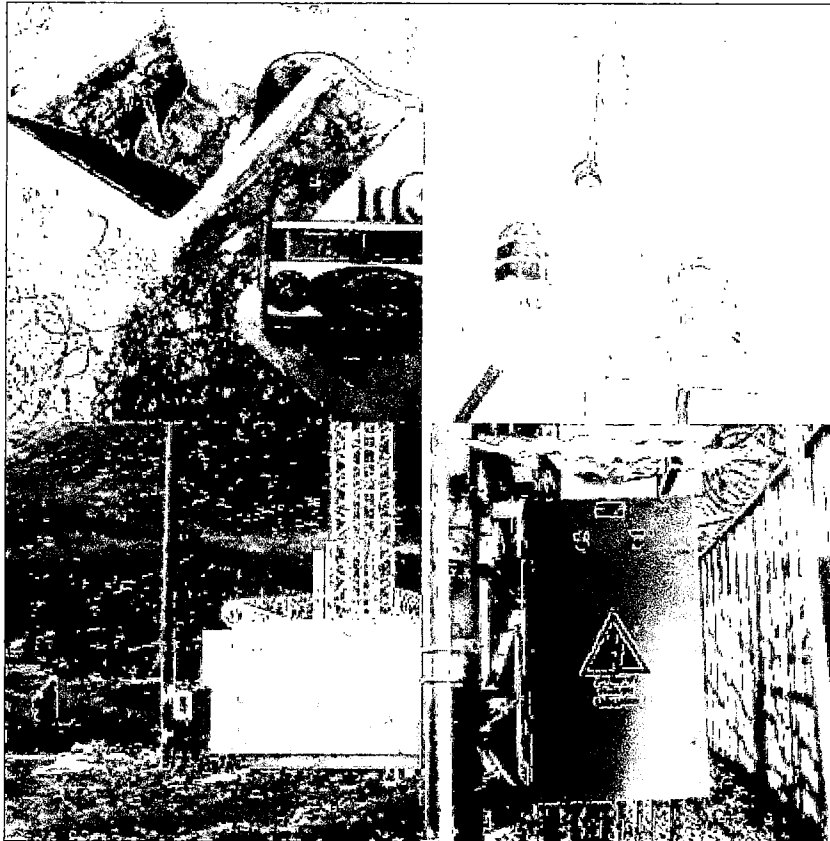


Figura 5.10: Instalaciones eléctricas de la Estación de comunicaciones.

En la Figura 5.10 se observa algunos elementos que corresponden a las obras de instalaciones eléctricas: Acometida y medidor; Pozo a tierra; Tablero general; luces de balizaje y pararrayos.

Instalaciones de soportes para equipos de comunicación.

Según el requerimiento del proyecto, se instalan soportes para las diferentes antenas y equipos que estarán en la estación; como por ejemplo se instalan los soportes para las antenas receptoras, este tipo de soportes van sobre unas rondanas (son elementos metálicos de forma redonda, hechos de tubo redondo de 2") ubicadas en la parte más alta de la torre para evitar interferencia de la señal; también son instalados los soportes para las antenas de Microondas y la plataforma con soporte para la antena satelital. En esta etapa se instalan todos los soportes necesarios para los equipos de comunicación como también los soportes para artefactos y equipos eléctricos.

En la Figura 5.9 se muestra algunos soportes básicos con que debe contar una estación de Comunicaciones. En la parte superior se observa una plataforma y soporte para una antena satelital; en la parte inferior izquierda se ve las rondanas y soportes para las antenas de recepción; en la parte inferior derecha se observa las escalerillas tipo rack para cables.

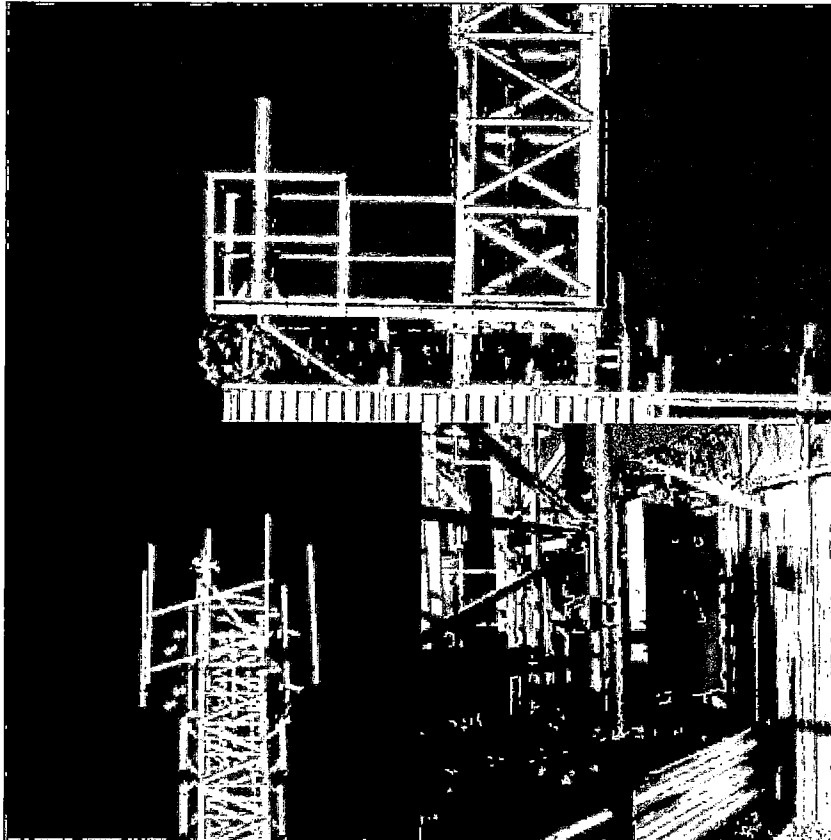


Figura 5.11: Soportes para equipos y antenas de comunicaciones.

Protocolos de verticalidad de torre

Como último paso en la cadena de los procesos constructivos antes de la entrega de la estación para ser equipada y puesta en servicio; se realiza una prueba de verticalidad de la torre en base a un protocolo de verticalidad establecido por la Empresa Operadora (cliente); estas pruebas se realizan con un teodolito electrónico calibrado (con certificados de operatividad y calibración reciente). Este procedimiento garantiza que la torre no tenga desplomes considerables y que esté dentro del rango permisible.

En la Figura 5.10 se observa la estación terminada, donde se le están realizando las mediciones de verticalidad con un equipo topográfico (teodolito electrónico).



Figura 5.12: Mediciones de verticalidad de torre.

5.9.2. Controles

Durante el proceso de construcción de la Estación de configuración metálica, se realiza una serie de controles para que los entregables sean los requeridos y cumplan con los estándares de las Operadoras:

Control de calidad

- **Certificados de materiales.-** Las empresas especializadas deberán presentar todos los certificados de calidad de los materiales que usarán en la construcción de la Estación, en este caso específico, hay que adicionar los certificados de fabricación de los elementos metálicos que componen la Estación, donde se evidencia el galvanizado de los elementos y la soldadura en la fabricación.
- **Protocolo de pruebas de puesta a tierra.-** Se debe realizar mediciones de resistencia de cada pozo a tierra mediante un equipo de medición llamado Telurómetro, y que no deben superar a 5 OHMS según los estándares solicitados por las Operadoras.
- **Protocolo de verticalidad de Torre.-** Se debe realizar mediciones de verticalidad de la torre para verificar que no haya sufrido algún desplome antes y después del montaje.

- **Protocolo de pruebas del Tablero.-** Este documento es emitido generalmente por el fabricante y es un entregable dentro del proyecto.

Control medioambiental (ISO 14001)

- **Formato de Inspección ambiental para Estaciones base.-** Es un documento que se llena durante la supervisión de obra, el responsable de realizar esta inspección es el supervisor de obra que representa a la Operadora. Se verifica que los residuos sean almacenados correctamente en recipientes rotulados y que no exista ningún peligro de contaminación que perjudique el medio ambiente.
- **Certificados de Eliminación de residuos no peligrosos.-** Las empresas deben evidenciar la correcta disposición final de los desperdicios en los botaderos autorizados con certificados o constancias emitidos por los gobiernos locales.
- **Certificados de Eliminación de residuos peligrosos.-** La Empresa debe presentar este documento, el cual es validado por una empresa especialista en transporte y disposición final de residuos peligrosos.
- **Evidencia de Transporte de residuos.-** La empresa también debe evidenciar el transporte de los residuos no tóxicos hacia los botaderos oficiales controlados por los gobiernos locales.

Control de seguridad y salud ocupacional.-

- **Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).-** Es un documento elaborado por las Empresas especializadas para identificar todos los riesgos durante el proceso de construcción de la Estación, al tratarse de un proyecto de corta duración se considera que el montaje de la torre tiene un alto riesgo potencial de caídas.
- **Inducción general y específica.-** Son reuniones con los trabajadores para capacitarlos e inculcarles la seguridad y cuidado del medio ambiente en obra. Se debe evidenciar estas charlas mediante formatos de capacitación y firmados por los trabajadores.
- **Charla de cinco minutos.-** Todos los días antes de iniciar los trabajos programados diarios, se realizara una charla corta donde se tratara de temas específicos que involucran el trabajo de ese día.

5.9.3. Cierre del proyecto

Es la etapa final del proyecto donde se hace la entrega y liquidación de la obra. Las empresas especializadas son exigidas a entregar una serie de documentos para el cierre y cancelación económica del proyecto:

Informe final de obra.- El residente de obra realiza un informe final de obra previo a la entrega de obra, el cual es revisado por el supervisor de obra que representa a la Operadora.

Aceptación preliminar.- El supervisor de la obra que representa a la Operadora debe hacer una inspección de los trabajos luego de haber recibido el informe final del Residente de obra y hace una relación de observaciones (observación de reparos) que deberán ser levantadas por la Empresa especializada.

Informe de reparos.- La empresa luego de hacer el levantamiento de observaciones según la hoja de reparos en la aceptación preliminar, emite un informe de levantamiento de reparos para ser verificado y validado por el supervisor de obra.

Verificación de reparos.- El supervisor de obra realiza la verificación de reparos para dar su conformidad de aceptación de la obra.

Carta de no adeudo.- La empresa debe hacer constatar que no tiene deuda pendiente con: los trabajadores de la zona, los concesionarios de alimentos, los alojamientos del personal de fuera y cualquier otro de la zona donde se construyó la Estación.

Acta de entrega de llaves.- La Empresa especializada debe hacer un documento de entrega de llaves (dos juegos) a la Operadora.

Conformidad de obra.- La Empresa especializada deberá solicitar la conformidad de obra al gobierno local de la zona luego de finalizados todos los trabajos, en concordancia al TUPA de cada gobierno local y la ley N°29022 "Ley de expansión de infraestructura en telecomunicaciones".

Planos de replanteo (As built).- La Empresa deberá hacer un replanteo general de todas la instalaciones, en todas las especialidades involucradas, para

elaborar los planos de replanteo o planos As built, los cuales son un requisito para la aceptación final de la obra.

Liquidación final de obra.- Se realiza en función al presupuesto base (oferta de obra), donde se muestran los costos finales después de haber culminado los trabajos. Este documento también será verificado y validado por el supervisor de obra que representa a la Operadora.

Certificado de garantía.- Las Empresas especializadas deben entregar una carta de garantía por los trabajos realizados y con el compromiso de hacer alguna reparación que sea producto de deficiencias no observadas en la inspección final de obra.

CAPÍTULO VI

COMPARACIÓN ENTRE UNA ESTACIÓN TRADICIONAL Y UNA ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA

En este capítulo se realiza un comparativo del uso de los materiales empleados en los proyectos de construcción de una Estación tradicional y una Estación de configuración metálica, el concreto armado para las cimentaciones, zapatas, columnas, vigas, losas y demás elementos del primer caso, tiene algunas restricciones con respecto al acero estructural que se usa para la construcción del segundo modelo. Existen aspectos técnicos y financieros que determinaran la opción más conveniente en la realización de las Estaciones.

Se mostrarán algunas características de cada modelo en estudio para ver las bondades y restricciones que presentan cada uno de los casos de los modelos de Estaciones de comunicación, en términos de costos, características físicas, planeamiento logístico y operativo (programación).

6.1. CONCRETO ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES.

El sector de la construcción ha atravesado diversas etapas de evolución que precisamente se fueron presentando con el objeto de mejorar en materia de funcionalidad, seguridad, estética y economía. Siendo esta última la razón principal, ya que a medida que pasa el tiempo, se han requerido menores tiempos de construcción, mayores facilidades de montaje, mejores materiales a precios razonables y menores costos en la mano de obra; debido a que las anteriores características pueden generar impacto financiero alto en el costo total de las obras.

En el caso específico de las Estaciones de comunicaciones, se ha visto en los Capítulos anteriores que existen dos tipos de construcciones de Estaciones, una de ellas es construida tradicionalmente y tiene como material principal el concreto armado; la segunda es construida solamente con acero estructural (perfiles); en ambos casos la torre de equipos es de estructura metálica.

6.1.1. Comparación en Aspectos técnicos de los materiales

Técnicamente ambos materiales tienen bondades y limitaciones en su uso, en el caso de la construcción de las Estaciones se puede hacer un comparativo a nivel técnico de los materiales utilizados en cada uno de ellos. En el Cuadro 6.1 se muestran algunos de los aspectos técnicos más relevantes en el uso de ambos materiales.

Cuadro 6.1: Comparativo de aspectos técnicos entre el concreto armado y el acero estructural.

COMPARACIÓN EN ASPECTOS TÉCNICOS	
CONCRETO ARMADO	ACERO ESTRUCTURAL
Material monolítico producido con material de cantera.	Material producido industrialmente bajo explotación en minas.
Se fabrica en obra	Se obtienen perfiles normalizados
El control de calidad se debe hacer en obra. Depende de la calidad del material y de la habilidad de los operarios. Se requiere ensayos para certificar calidad.	El control de calidad de la materia prima se efectúa en talleres. La certificación de origen satisface los requerimientos del interventor.
El resultado es una construcción maciza. La simulación de la acción estructural es incierta.	La forma es un esqueleto. La acción estructural se aproxima a las idealizaciones lineales.
Las piezas son rígidas	Las piezas son esbeltas
No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños que se pueden obtener.	Las formas y tamaños están limitados por las facilidades de transporte entre fábrica y obra.
Al aumentar la exigencia se aumenta el tamaño o la calidad de los materiales.	Al aumentar la exigencia se puede controlar la respuesta mediante variación en la proporción general.
Los asentamientos diferenciales son perjudiciales.	Es menos sensible a los asentamientos diferenciales.
La acción sísmica es de cuidado debido a su rigidez.	Tolera la acción sísmica debido a su flexibilidad.
La conducta del comportamiento es poco conocida y su respuesta es aleatoria por depender de sucesos casuales como un sismo.	Se conoce mejor la conducta y es más conocido el comportamiento.
Una falla de estabilidad puede llevar al colapso.	Una falla de estabilidad puede llevar a deformación permanente.
La disponibilidad generalizada de materia prima lo hace fácil de usar en cualquier lugar.	El uso de algunos elementos puede ser prohibido en algunas partes.

La conducta en tracción es deficiente. Debe usarse acero de refuerzo para mejorarla.	La capacidad bruta en todos los estados de tensión es equivalente. Debe controlarse la esbeltez para la compresión.
El ajuste de la estructura en condición de falla es impredecible.	La estructura es propicia a redistribuir cargas en condición de falla.
No influye por separado la resistencia en las uniones.	La resistencia en las uniones afecta la capacidad general.
La reducción de capacidad por esbeltez es moderada.	La reducción de capacidad por esbeltez es apreciable.
El límite de resistencia puede estar entre 175 y 350 Kg/cm ² (uso común)	El límite de resistencia puede estar entre 2000 y 6000 Kg/cm ² .

Fuente: Dyna, Año 75, Nro. 155, pp. 47-56. Medellín, Julio de 2008.

6.1.2. Comparación Aspectos financieros de los materiales

Luego de ver los aspectos técnicos de ambos materiales se puede preliminarmente hacer una elección del tipo de material que más conviene en el diseño y construcción de una Estación; pero el análisis no estaría completo sin ver los aspectos financieros que influirán en la construcción de la nueva Estación. En el Cuadro 6.2 se muestra un comparativo de algunos aspectos importantes a considerar para hacer un análisis financiero en la evaluación de cada modelo en estudio.

Cuadro 6.2: Comparativo de aspectos financieros entre el concreto armado y el acero estructural.

COMPARACIÓN ASPECTOS FINANCIEROS	
CONCRETO ARMADO	ACERO ESTRUCTURAL
El costo en la Mano de Obra no está relacionado con especialización, es decir, la mano de obra es no calificada.	El costo asociado con Mano de Obra está relacionado con la especialización, es decir, debe ser personal formado técnicamente.
La Mano de Obra calificada es ofrecida en el mercado laboral generalmente.	La Mano de Obra por ser especializada es necesario buscarla.
Con relación al efecto del ambiente es casi invulnerable, solamente lo afectan algunos medios ácidos.	El material utilizado es muy susceptible al efecto del Medio ambiente.
El mercado ofrece el comportamiento y el uso de los materiales con frecuencia, incluso asesoría gratuita para su uso.	Es escaso el ofrecimiento de materiales para su uso y las asesorías para la implementación tienen un costo, esto es porque todavía es un material poco usado en el medio.

El costo del material utilizado es el resultado de la interacción de insumos ofrecidos en el mercado en abundancia.	El costo del material es producto del mercado externo controlado por oferta y demanda ajena.
Los costos de inversión al inicio de la ejecución son determinantes en la obra.	Los costos de inversión y los costos operacionales ayudan a tomar la decisión.
La disponibilidad de material no es limitante del uso.	La disponibilidad de material limita la posibilidad de uso.
El costo del transporte es negociable por ser de libre oferta.	Es necesario transporte especializado por su carácter técnico de diseño.
La tasa de interés de oportunidad es relativamente moderada por estar asociada a bajo riesgo.	La tasa de interés de oportunidad es relativamente alta por estar asociada al riesgo por su exclusividad.
En economías de escala es de fácil utilización para disminuir costos.	No disminuye costos relativamente en economías de escala pero incrementa el rendimiento.
La calidad del material impone relaciones altas entre longitudes de las piezas y su sección transversal.	La mejor calidad permite obtener menores relaciones entre longitud y la sección.
El tiempo es mayor en la construcción por ser fruto de varias etapas.	El tiempo es menor por su fácil aplicación en la obra.
Aumenta costos en Mano de Obra por requerir más tiempo.	Los costos en Mano de Obra con relación al tiempo son menores.
Los costos en el ahorro de diseño son muy comunes.	No se pueden ahorrar costos en el diseño.

Fuente: Dyna, Año 75, Nro. 155, pp. 47-56. Medellín, Julio de 2008.

6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO TRADICIONAL Y DEL MODELO DE CONFIGURACIÓN METÁLICA.

Considerando que por lo general las Estaciones Base Celular se construyen en las zonas más altas como lomas, cumbres y cerros; esto es para evitar cualquier obstáculo que impida la libre emisión de la señal a través de las antenas de recepción y emisión. También casi siempre los accesos son complicados, empinados o simplemente no existen; en algunos casos los accesos solo son peatonales y muchas veces se debe habilitar un acceso para la obra.

Según lo señalado en los párrafos anteriores podemos describir las ventajas y desventajas del uso de cada modelo de Estación.

6.2.1. Ventajas y Desventajas en los proyectos de Estaciones Tradicionales

VENTAJAS:

- No tiene limitaciones en cuanto al tamaño de la Estación, se puede diseñar y construir en diferentes dimensiones, no tiene límite y se adapta a cualquier diseño.
- El material usado para la construcción es de bastante uso comercial y no es restringido y se puede conseguir en casi todas partes del país.
- Los agregados a utilizar por lo general se encuentran en todas partes.
- El costo de la Mano de Obra no está relacionada con la especialización, se puede conseguir mano de obra en el mismo sitio donde se construye la nueva Estación.
- La Mano de Obra calificada es abundante y es ofrecida en cualquier lugar.
- Los costos de los materiales utilizados no son variables y obedecen a la abundancia de oferta que hay en el mercado.
- El ahorro en los costos de diseño son más comunes por tratarse de modelos ya pre establecidos y con poca variación.
- La torre de Equipos puede alcanzar alturas considerables.
- Las zapatas de sostenimiento de la Torre de Equipos son diseñadas sin muchas restricciones, solo depende de la altura de diseño de la torre para contrarrestar las fuerzas de volteo por acción del viento.

DESVENTAJAS:

- El transporte y acarreo de los materiales para la construcción de la Estación son el principal problema que elevan los costos finales de obra.
- Los accesos por lo general son complicados y no llegan vehículos motorizados al pie de obra.
- Para el acarreo de materiales se usa personal y animales de carga, esto afecta en los tiempos y costos de obra.
- La logística es variable y sujeta a variables recurrentes (que se repiten en casi todos los lugares) como: Clima, escasez de agregados de calidad, transporte de la zona, Mano de Obra calificada en la zona, acarreos con animales y otros.

- Los tiempos de construcción en condiciones normales son grandes, de 35 a 45 días, los cuales se pueden incrementar por los tiempos de acarreo previo al inicio de las obras.
- Por los tiempos largos en la construcción se originan acuerdos comunales por oportunidades de trabajo para los pobladores, los cuales son de Mano de Obra no calificada y bajo rendimiento.
- Las Estaciones por su gran tamaño crean un impacto visual que altera el entorno del paisaje que lo rodea.
- Los volúmenes de excavación para la cimentación de la torre y muros son grandes.
- La profundidad promedio de excavación es de 2.40m. y los volúmenes pueden llegar a 60m³ en promedio.
- El concreto usado para la obra puede ser afectado por los climas diversos y las temperaturas variables extremas, que interrumpen la ejecución de las obras como son las lluvias, granizadas, nieve, heladas y otros.
- El uso de aditivos para contrarrestar los efectos de los climas extremos que tienen las zonas donde se proyectan las obras, hace que se eleven los costos finales.
- Es difícil encontrar canteras de agregados de buena calidad cercanas a la obra, esto puede afectar la calidad del concreto requerido en los diseños de mezcla.
- Por lo general no se encuentra agua de buena calidad en las zonas de construcción de las Estaciones, esto afecta al concreto. El agua de los manantiales y ríos están cargadas de muchos y distintos minerales que pueden afectar a la resistencia del concreto.
- Las obras están sujetas a variables recurrentes como el clima, escasez de agregados de calidad, agua para la obra de mala calidad, falta de mano de obra calificada en la zona, etc.
- Se restringe cimentar sobre áreas arqueológicas protegidas por INC.
- La construcción física es definitiva, esta solo puede ser modificada y reacondicionada con trabajos de demolición y remodelación, los materiales afectados en estas actividades no son reutilizables.
- El análisis de riesgo en el proceso de construcción está comprendido por: Excavaciones, elaboración del concreto, trabajos con el acero,

encofrados, uso de aditivos, muros de ladrillo, tarrajeos, montaje de torre, y otros.

- El control de calidad del concreto tiene altos riesgos por depender de la calidad de los materiales encontrados en la zona (agregados y agua) y las condiciones climáticas que influirán en el fraguado y curado.
- Durante la construcción se generan muchos residuos contaminantes.

6.2.2. Ventajas y Desventajas en los proyectos de Estaciones de Configuración Metálica

VENTAJAS:

- No tienen obras civiles, los elementos que conforman la Estación son de estructuras metálicas y solo necesitan ser armados en obra.
- Los volúmenes de transporte y acarreo de los materiales son menores.
- Los volúmenes de excavación para la cimentación de la Estación son menores en comparación con el de una Estación tradicional.
- Los volúmenes de los materiales son compactos y fáciles de trasladar. Para una Estación con una torre de 42m de altura, el peso promedio es de 20 toneladas.
- Las piezas metálicas que conforman la Estación son fabricadas y probadas (pre montaje) en los talleres, con esto último se hacen las rectificaciones y correcciones de las piezas que conforman la Estación.
- Todas las piezas metálicas tienen protección galvánica para evitar la oxidación de los elementos metálicos y evitar la contaminación del suelo en contacto y del Medio Ambiente en general.
- La logística que conlleva la fabricación e instalación de la Estación es simplificada por tratarse de un material específico como el acero.
- El proceso de fabricación e Instalación es sin restricciones a variables externas tales como clima y disponibilidad de materiales en la zona.
- Los tiempos de Instalación son cortos y están en promedio de 13 a 15 días como máximo.
- Crea menos impacto social por su rápida Instalación; no se crean acuerdos comunales para oportunidades laborales por requerirse de mano de obra especializada.

- El proceso constructivo no es afectado por los factores climáticos como lluvia, neblina, temperaturas extremas por tratarse de estructuras metálicas.
- Puede ser reubicada y reutilizada por su propiedad de ser 100% desmontable.
- Se instala en áreas reducidas, como máximo se utiliza 49.00 m².
- En el análisis de riesgo solo predomina el montaje de la torre.
- La calidad es más controlable, la estructura interna del acero es definida, de acuerdo a las normas requeridas. Los certificados de calidad son definidos y normados según lo requerido por el expediente técnico.
- El proceso constructivo es definido, simple y puntual.
- Por su mínima excavación (0.60m de profundidad en promedio para las zapatas metálicas), no atenta contra los lugares arqueológicos protegidos por el INC.
- En el proceso de instalación la generación de residuos contaminantes es mínima o casi nula.

DESVENTAJAS:

- Su fabricación e instalación está restringida solo a cinco modelos aprobados y certificados.
- La Torre de Equipos está restringida en altura, que tiene como máximo 45m. esto es debido a que todavía no se han diseñado Estaciones con torres de mayores alturas.
- La fabricación de los elementos depende de tener en stock los perfiles y ángulos metálicos necesarios.
- Para asegurar el stock de elementos metálicos de las estaciones, se debe contar con suficientes perfiles, planchas y ángulos metálicos para fabricar y tener en stock varias estaciones. Esto traducido en términos financieros significa que se debe contar con un capital de inversión que será devuelto a largo plazo.
- El modelo todavía no ha tenido gran aceptación por parte de las Empresas Operadoras, quienes todavía están renuentes a su uso.
- La Estación al ser construida en su totalidad de estructuras metálicas, es vulnerable a ser desmantelada y robada por sus piezas metálicas.

- La Mano de Obra debe ser altamente calificada, es escasa y cara en el mercado laboral.

6.3. COMPARATIVO ENTRE LOS MODELOS DE ESTACIONES

Existen algunas características generales comparativas entre los modelos que influirán en la toma de decisiones al momento del diseño de una Estación; se puede decir que el modelo tradicional es el más usado en el Perú por ser ya establecido, conocido y de uso común por las Operadoras; también se puede decir que el modelo de configuración metálica no ha sido muy usado por las Operadoras, debido a que existe todavía ciertas restricciones y renuencia para su uso, a pesar que brinda muchos beneficios en términos de tiempos y costos. En el Cuadro 6.3 se muestra algunos aspectos a tomar en cuenta para la toma de decisiones al momento de diseñar una Estación de comunicaciones.

Cuadro 6.3: Comparativo de aspectos generales entre una Estación tradicional y una Estación de configuración metálica.

Comparativo entre una Estación Tradicional y una Estación de Configuración Metálica.	
Estación Tradicional	Estación de Configuración Metálica
Logística	
Logística variable: encofrados (molde de madera), concreto (cemento, arena, piedra chancada), agua, acero corrugado, equipos, aditivos; etc.	Logística simplificada y seriada por ser un material específico (acero)
Obras sujetas a variables recurrentes: climas, escasez de agregados de calidad en campo (que no cumplen con diseños de mezcla, establecidos por normas técnicas). Restricciones: encofrado	Fabricación e instalación sin restricciones a variables externas que los afecten, tales como clima, disponibilidad de materiales en zona.
Tiempo	
Plazo de ejecución en condiciones normales es de 40 días a más.	Plazo de ejecución en condiciones normales va desde 13 días hasta 15 días
Acarreo de materiales para la construcción tradicional de torre de 42 m. (Cemento, agua, acero, arena, piedra	Volúmenes de acarreo compacto, fáciles de trasladar, altura de torre de 42 m. Peso máximo de Estación es de 20

chancada) en volúmenes considerables y masivos. Aproximadamente 250 toneladas	toneladas.
Para llevar los materiales de pie de cerro, hasta el punto de obra para 250 toneladas se necesitaría un mínimo de 30 personas en un plazo promedio de 28 días.	Plazo promedio de acarreo 5 días, con 6 personas.
Por tener un promedio de 45 días de ejecución del proyecto se originan acuerdos comunales para oportunidades laborales las cuales no son calificadas y de bajo rendimiento. Que puede conllevar a problemas sociales como paros comunales.	Crea menos impacto social por su rápida instalación.
Proceso constructivo	
El concreto puede ser afectado en la etapa de elaboración por climas diversos y temperaturas variables extremas, que interrumpen la ejecución de la obra.	No afectan los factores climáticos como: lluvia, neblina, temperaturas extremas por ser estructura metálica. El proceso de montaje si puede ser afectado, por considerarse trabajos de alto riesgo y se debe hacer en condición de clima favorable.
Construcción física definitiva, esta construcción solo puede ser modificada y reacondicionada con trabajos de demolición y complejos procesos, además que el material afectado en esta actividad no es reutilizable.	Puede ser reubicable y reutilizable por su propiedad de ser 100% desmontable
Limitaciones por área, que varía entre los 120 m ² a 130 m ² .(costos de arrendamiento, áreas inaccesibles)	Se construye en áreas reducidas, lo que lo hace ideal en proyectos de este tipo. Máximo 49 m ² . Es decir 40% del área usada en una construcción tradicional.
El análisis de riesgos en el proceso de construcción comprende: excavación, elaboración de concreto, elaboración de acero corrugado en obra, elaboración de encofrados, uso de aditivos, construcción de muros de ladrillo, tarrajeos, excavaciones profundas y cortes masivos.	El análisis de riesgos solo predomina en el montaje de la torre.

El comportamiento del concreto es incierto, no se puede controlar la manufactura ni su curado (fraguado)	La calidad es más controlable; la estructura interna del acero es definida, de acuerdo a las normas requeridas.
Procesos constructivos complejos, que presentan mucha variabilidad.	El proceso constructivo es definido, simple y puntual.
Medio ambiente	
Se restringe cimentar sobre un área arqueológica.	Por su mínima excavación no atenta contra lugares arqueológicos - impacto ambiental - atiende norma ISO 14001
Profundidad promedio de excavación = 2.40 m.	Profundidad promedio de excavación = 0.60 m.
Volumen de excavación 56.44 m3.	Volumen de excavación 3.60 m3, es decir 16 veces menos que una construcción tradicional.
Costos	
Costo promedio integral del mercado mayor en 40%	Costo 40% menor que la edificación tradicional.
Los altos volúmenes de acarreo impactan en un 50% del total del presupuesto.	El acarreo representa solo un 10% del total del presupuesto.
Control de calidad	
Alto riesgo para el control de calidad del concreto (fraguado, curado, aplomado, etc.)	Al no utilizar concreto no se realiza el control de calidad del mismo.
El control de calidad del acero tiene altos riesgos por depender de la calidad de los elementos del concreto armado en la cimentación.	Fácil control de calidad en el proceso de fabricación y en la etapa de instalación por no depender de partidas en paralelo.

Fuente: Elaboración propia.

6.4. COMPARATIVO DE PRESUPUESTOS DE OBRA DE ESTACIONES

Para hacer un comparativo real en términos de costos, se usara como ejemplo dos Estaciones reales que en la actualidad ya están en funcionamiento y cuentan con una torre para equipos de 42.00m. Las Operadoras en los presupuestos de obra (ofertas) consideran cuatro sub presupuestos:

- **Adquisición de sitio.-** Este sub presupuesto se refiere a los trabajos a realizar para encontrar un predio donde se construirá la nueva Estación, donde incluye todo el saneamiento físico legal y licencias de obra. Su costo es variable según la zona.
- **Obras civiles.-** Este sub presupuesto se refiere a todos los trabajos a realizar como: Cimentaciones, estructuras de concreto, albañilería, acabados, instalaciones eléctricas, mimetizados y otros. Cabe mencionar que en este sub presupuesto se cobra también el transporte y acarreo de materiales que se usarán en la construcción.
- **Estructuras metálicas.-** Este sub presupuesto se refiere a todo lo referente a las estructuras metálicas (torre, soportes, gabinetes y otros), tanto en suministro como en instalación. Aquí también se cobra por transporte y acarreo de materiales.
- **Extensión de Línea.-** Este sub presupuesto es referente a los trabajos para la extensión de línea y suministro de energía eléctrica hasta el medidor de la nueva Estación e incluyen también todos los trámites con el concesionario de energía de la zona. La Extensión de línea es un proyecto aparte que se maneja independientemente, y por lo general es tercerizado.

Se usarán para el comparativo de costos, los sub presupuestos de Obras civiles y estructuras metálicas que son básicamente referentes a materializar la nueva Estación. Los sub presupuestos de Adquisición de sitios y Extensión de línea por lo general son dados a terceros que son otras empresas especializadas en esos tipos de trabajos. Son pocas o escasas las Empresas que realizan los cuatro trabajos.

6.4.1. Presupuesto de obra de una Estación Tradicional

En el presupuesto de obra (Oferta) se considera los ítems 2 y 3 para estudio de la presente tesis de grado. En el Cuadro 6.4 se muestra un resumen de presupuesto de obra (Oferta), donde puede ver el monto del presupuesto total sin los descuentos de ley. En el **Anexo 5** se muestra el presupuesto detallado de cada ítem.

Cuadro 6.4: Resumen del presupuesto de obra (Oferta) de una Estación tradicional.

<i>Telefonica</i>		EMPRESA ESPECIALIZADA OFERTA DE OBRA CONTRATO LATAM 2013		
OBRA : EBC HUACHOCOLPA (TRADICIONAL CON TORRE AUTOSOPORTADA DE 42M)				
RESPONSABLE: Empresa Especializada				
DIRECCIÓN: DIST. DE HUACHOCOLPA; PROV. DE HUANCAVELICA; DPTO. DE HUANCAVELICA.				
MOTIVO : Asignación TDP				
FECHA: 14/10/2013				
PERSONA DE CONTACTO :				
CONTACTO DE REFERENCIA :				
TIPO DE CAMBIO : 2.879				
ITEM	O/T	PARTIDAS	MONEDA (US \$)	SUB TOTAL EN S/
01	CC10N_013	ADQUISICIÓN SITIO		
02	CC10N_014	OBRAS CIVILES	\$88,297.97	S/. 254,209.87
03	CC10N_015	ESTRUCTURA METÁLICA	\$30,004.62	S/. 86,383.31
04	CC10N_016	EXTENSIÓN DE LÍNEA		
TOTAL PRESUPUESTO (SIN IGV)			\$118,302.60	S/. 340,593.18
*OBRAS CIVILES incluye OBRA ASOCIADA + OBRA EN SALA + MIMETIZACIONES + CONMUTACIÓN				

Fuente: Gerencia de telecom de Corporación Comercial Jerusalem sac.

6.4.2. Presupuesto de obra de una Estación de Configuración Metálica

El presupuesto de obra (oferta) en este caso también es referente a los ítems 2 y 3; el Cuadro 6.5 muestra el monto total final sin considerar los impuestos de ley. Se puede apreciar que este segundo caso es más económico, el monto de oferta final es del 76% respecto del presupuesto de la Estación tradicional. En el **Anexo 6** se muestra el presupuesto de obra detallado.

Cuadro 6.5: Resumen del presupuesto de obra (Oferta) de una Estación de configuración metálica.

 EMPRESA ESPECIALIZADA OFERTA DE OBRA CONTRATO LATAM 2013				
OBRA : EBC CONDURIRI (CONFIGURACIÓN METÁLICA CON TORRE DE 42M)				
RESPONSABLE: Empresa Especializada				
DIRECCIÓN: DIST. DE CONDURIRI; PROV. DE EL COLLAO; DPTO. DE PUNO				
MOTIVO : Asignación TDP				
FECHA: 14/10/2013				
PERSONA DE CONTACTO :				
CONTACTO DE REFERENCIA :				
TIPO DE CAMBIO : 2.879				
ITEM	O/T	PARTIDAS	MONEDA (US \$)	SUB TOTAL EN S/.
01	CC10N_013	ADQUISICIÓN SITIO		
02	CC10N_014	OBRAS CIVILES	\$63,566.63	S/. 183,008.34
03	CC10N_015	ESTRUCTURA METÁLICA	\$26,928.60	S/. 77,527.45
04	CC10N_016	EXTENSIÓN DE LÍNEA		
TOTAL PRESUPUESTO (SIN ICV)			\$90,495.24	S/. 260,535.79
*OBRAS CIVILES incluye OBRA ASOCIADA + OBRA EN SALA + MIMETIZACIONES + CONMUTACIÓN				

Fuente: Gerencia de telecom de Corporación Comercial Jerusalem sac.

6.5. COMPARATIVOS DE PESOS Y DIMENSIONES

En los Cuadros N° 6.6 y 6.7 se muestra un resumen de los pesos de los materiales usados para cada tipo de Estación, las dimensiones y área del terreno que cada una necesita para poder ser construida. Podemos visualizar que se necesita una menor área de construcción para la Estación de configuración metálica (42.00m²) a comparación de una Estación tradicional (114.00m²). El porcentaje del área se reduce hasta en un 63%, lo que implica un ahorro de arrendamiento del predio y un menor movimiento de tierras. Como ya se vio en el Capítulo 2, la Estación de configuración metálica tiene poco movimiento de tierras y nada de obras civiles.

El comparativo en pesos es también considerable, en los ejemplos señalados en los Cuadros 6.6 y 6.7 se puede apreciar que la diferencia en pesos de materiales

a mover es en una proporción de casi 7 a 1, siendo más liviana la Estación de configuración metálica. Los cálculos mostrados en los cuadros se han realizado en base a los metrados del presupuesto de obra (oferta).

Cuadro 6.6: Pesos de materiales usados en una Estación tradicional.

CUADRO DE PESOS DE MATERIALES: ESTACIÓN TRADICIONAL						
OBRA : EBC HUACHOCOLPA (TRADICIONAL CON TORRE AUTOSOPORTADA DE 42M)						
RESPONSABLE: Empresa Especializada						
DIRECCIÓN: DIST. DE HUACHOCOLPA; PROV. DE HUANCAVELICA; DPTO. DE HUANCAVELICA.						
DIMENSIONES: Ancho del terreno = 12.00 ml Largo del terreno= 9.50 ml ÁREA CONSTRUIDA = 114 m2						
PESOS DE LOS MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PESO ESPECÍFICO	UNIDADES	PARCIAL (t)
1.00	CONCRETO	m ³	52.17	2.50	t/m ³	130.42
2.00	MURO DE MAMPOSTERÍA	m ²	99.23	0.18	t/m ²	17.59
3.00	ESTRUCTURA METÁLICA (TORRE SEGÚN PACKING LIST)	kg	13,502.46	0.00	t	13.50
4.00	CONFITILLO (RIPIO)	m ³	9.33	1.80	t/m ³	16.79
TOTAL DE PESO (t)						178.30

Fuente: Gerencia de telecom de Corporación Comercial Jerusalem SAC.

Cuadro 6.7: Pesos de materiales usados en una Estación de configuración metálica.

CUADRO DE PESOS DE MATERIALES: ESTACIÓN CONFIGURACIÓN METÁLICA						
OBRA : EBC CONDURIRI (CONFIGURACIÓN METÁLICA CON TORRE DE 42M)						
RESPONSABLE: Empresa Especializada						
DIRECCIÓN: DIST. DE CONDURIRI; PROV. DE EL COLLAO; DPTO. DE PUNO						
DIMENSIONES: Ancho del terreno = 7.00 ml Largo del terreno= 6.00 ml ÁREA CONSTRUIDA = 42 m2						
PESOS DE LOS MATERIALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PESO ESPECÍFICO	UNIDADES	PARCIAL (t)
1.00	CONCRETO	m ³	0.00	2.50	t/m ³	0.00
2.00	MURO DE MAMPOSTERÍA	m ²	0.00	0.18	t/m ²	0.00
3.00	ESTRUCTURA METÁLICA (TORRE SEGÚN PACKING LIST)	kg	18,217.92	0.00	t	18.22
4.00	CONFITILLO (RIPIO)	m ³	4.10	1.80	t/m ³	7.38
TOTAL DE PESO (t)						25.60

Fuente: Gerencia de telecom de Corporación Comercial Jerusalem SAC.

6.6. COMPARATIVO DE PLANEAMIENTO

6.6.1. Comparativo en Planeamiento Logístico

La logística en un proyecto de una Estación tradicional es más complicada que la de una Estación de configuración metálica debido a los grandes movimientos de materiales del primero. En los capítulos 4 y 5 se ha visto el planeamiento logístico de ambos modelos; la procura de los materiales de construcción y sobre todo de los agregados, es complicada por ser zonas rurales donde no existen los materiales adecuados que solicitan los estándares de calidad de las Operadoras.

El acarreo de los materiales es costoso, en casi todas las veces se debe acarrear los materiales con personal y animales de carga, para una Estación Tradicional es más complicado por los grandes volúmenes de acarreo, en el caso de la Estación de configuración metálica los acarreos son menores por el menor peso de los materiales, pero se complica por el acarreo manual y con animales de carga al ser todas las piezas de metal y sus pesos medianamente considerables.

6.6.2. Comparativo en Planeamiento Operativo

En esta etapa del planeamiento, la estructura de descomposición de trabajo (EDT) de una Estación tradicional tiene muchas más actividades con respecto a la Estación de configuración metálica, lo que hace que la primera se deba ejecutar en mayor tiempo que la segunda, los tiempos en condiciones normales para la primera son de aproximadamente 35 días trabajados y para la segunda de 15 días trabajados. La ruta crítica para la primera es más complicada por tener más actividades y como la cimentación es de concreto armado tiene actividades predecesoras y sucesoras que van enlazadas, y el retraso de alguna de ellas perjudica la cadena de producción. En el caso de la segunda alternativa la ruta crítica no se afecta por tener menos actividades y la estación es armada tipo mecano en tiempos cortos, lo único que tal vez pudiera retrasar las actividades en este modelo será el tipo de suelo donde se colocará las zapatas y plataforma metálicas, pero por lo general en las experiencias vistas no se ha tenido mayor inconveniente.

6.7. COMPARATIVO FINAL ENTRE LOS DOS TIPOS DE ESTACIÓN

En el Cuadro 6.8 se muestra un comparativo real entre dos Estaciones existentes que actualmente están en servicio; estas Estaciones corresponden a cada tipo de modelo específico:

- La EBC HUACHOCOLPA es una Estación tradicional que cuenta con una torre metálica para equipos de 42.0 metros de altura y su base y cimentación son pedestales y zapatas de concreto armado; cuenta con un cerco perimétrico de albañilería confinada que está sobre cimientos corridos de concreto ciclópeo y sobrecimientos de concreto armado; columnas y vigas de concreto armado.
- La EBC CONDURIRI es una Estación de Configuración Metálica que cuenta con una torre metálica para equipos de 42.0 metros de altura; con zapatas, plataforma, cerco y otros elementos fabricados de estructuras metálicas.

Para el comparativo se debe señalar que las Estaciones mencionadas están en zona rural y las características de la zona son similares tanto en clima, terreno, y otros aspectos característicos de la sierra peruana.

El comparativo en términos de Costos en este caso muestra que la Estación de Configuración Metálica es más económica y representa el 76.49% del costo de la Estación tradicional.

El comparativo en términos de Pesos muestra que la Estación de Configuración Metálica es más liviana y representa el 14.36% del peso de la Estación Tradicional, esto quiere decir que la relación de pesos es de 7 a 1 veces.

El comparativo en términos de áreas muestra que la Estación de Configuración Metálica usa un menor espacio para ser instalada y representa el 36.84% del área ocupada por la Estación Tradicional.

Visto todo lo anterior en términos de comparación se puede concluir que La Estación de Configuración Metálica es la más conveniente y recomendada para usar en zonas rurales de difícil acceso.

Cuadro 6.8: Comparativo entre la “EBC HUACHOCOLPA” y la “EBC CONDURIRI”

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE ESTACIONES BASE CELULAR			
Datos generales:			
Estación Tradicional: " EBC HUACHOCOLPA"			
Distrito: Huachocolpa		Región Geográfica: Sierra	
Provincia: Huancavelica		Tipo de Zona: Rural	
Departamento: Huancavelica		Altura de torre: 42 metros	
Cota: 4,103 msnm			
Velocidad del viento en zona (según mapa eólico): 90 km/h			
Velocidad del viento de diseño: 100 km/h			
Estación de Configuración Metálica: "EBC CONDURIRI"			
Distrito: Conduriri		Región Geográfica: Sierra	
Provincia: El Collao		Tipo de Zona: Rural	
Departamento: Puno		Altura de torre: 42 metros	
Cota: 3954 msnm			
Velocidad del viento en zona (según mapa eólico): 85 km/h			
Velocidad del viento de diseño: 100 km/h			
Ítem	DESCRIPCIÓN	ESTACIÓN TRADICIONAL	ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA
1.00	COMPARATIVO EN TERMINOS DE COSTOS		
1.01	PRECIO OFERTADO (S/.)	340,593.18	260,535.79
1.02	Diferencia (S/.)		80,057.39
1.03	Porcentajes (%)	100.00%	76.49%
2.00	COMPARATIVO EN TERMINOS DE PESOS		
2.01	PESOS (t)	178.30	25.60
2.02	Diferencia (t)		152.70
2.03	Porcentajes (%)	100.00%	14.36%
3.00	COMPARATIVO EN TERMINOS DE ÁREAS		
3.01	ÁREA UTILIZADA (m ²)	114.00	42.00
3.02	Diferencia (m ²)		72.00
3.03	Porcentajes (%)	100.00%	36.84%

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- a. La infraestructura para la Telefonía móvil en el Perú tiene un papel muy importante en el desarrollo socio económico de la población y es base para la inclusión social de los pueblos.
- b. El Estado Peruano promueve la inversión privada y en el caso de las Telecomunicaciones se dio la ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones.
- c. El incremento de la demanda de nuevos usuarios y la necesidad de llevar señal a las zonas más alejadas, ha hecho que las Operadoras amplíen la cobertura de sus servicios de telefonía móvil.
- d. Las trabas burocráticas de los gobiernos locales siguen siendo el mayor problema para la implementación de mayor infraestructura en telecomunicaciones.
- e. Lo agreste y complicado de la geografía del territorio peruano hace que sea difícil la construcción de una Estación base celular tradicional.
- f. La creación de un modelo de Estación Base Celular desmontable de Configuración Metálica es un aporte e innovación para ayudar al déficit de infraestructura en telecomunicaciones que viene sufriendo el Perú. Siendo el tiempo de construcción de aproximadamente 15 días.
- g. La ventaja del modelo de Estación de Configuración Metálica es que no tiene obras civiles y sus tiempos de construcción son menores hasta en un 40% en comparación con la de una Estación tradicional (35 días en condiciones normales).
- h. Los estudios de los proyectos de implementación o mejora de la infraestructura nacen de la necesidad de mejorar o expandir la cobertura de la señal por el incremento de la demanda de los servicios de telefonía celular.
- i. Existen dos tipos de emplazamientos: En zonas urbanas (Estación Rooftop) y en zonas rurales (Estación Greenfield), cada una de ellas es diseñada según la necesidad de mejorar o ampliar la cobertura.
- j. La adquisición de sitios para la implementación de la nueva Estación de Telecomunicaciones es un proceso para el arrendamiento de un predio en el cual se instalará la Estación.

- k.** La revisión de los alcances y la visita técnica a la zona donde se construirá la Estación es el paso más importante para iniciar los procesos de planeamiento y construcción de una Estación.
- l.** Los tiempos de construcción de las Estaciones son cortos: En condiciones normales para una Estación tradicional son 35 días y para una Estación de configuración metálica son 15 días.
- m.** Los principales aspectos que influyen en los costos de las construcciones de estaciones base son: a) Tipo de suelo; b) Acarreo y c) Disponibilidad de recursos.
- n.** Uno de los principales problemas en la construcción de Estaciones base celular es el acarreo de los materiales, equipos y herramientas a pie de obra, esto debido a que los emplazamientos son ubicados en zonas altas y de difícil acceso. Esto puede ser mitigado con una buena planificación.
- o.** El plan logístico para el éxito de este tipo de construcciones es de suministrar recursos y contrataciones justo a tiempo para evitar retrasos en los cronogramas de obra.
- p.** La estructura de descomposición de trabajo (EDT) para las Estaciones muestra el detalle de cada entregable y da inicio al análisis de la planificación de los trabajos.
- q.** La construcción de una Estación tradicional implica obras civiles, esto hace que se requiera de materiales de construcción (agregados, cemento, acero corrugado, encofrados, agua y otros), que son difíciles encontrar en las zonas de construcción y que tengan la calidad requerida por las Operadoras.
- r.** El modelo de Estación de configuración metálica no tiene obras civiles, esto implica un ahorro de tiempos de construcción y recursos; lo que lo hace más factible y de fácil planeamiento.
- s.** El área que necesita una Estación de configuración metálica es menor al requerido por una Estación tradicional, siendo un 36.84%.
- t.** Los costos de una estación de configuración metálica son menores en hasta un 40% con respecto a las Estaciones tradicionales.
- u.** El modelo de Estación de configuración metálica tiene restricciones por tener solo cinco diseños homologados con torres de 15, 20, 30, 42 y 45m de altura, en comparación con el modelo tradicional que se puede construir con torres de mayor altura.

- v. Los impactos y contingencias sociales son menores en el caso de una Estación de configuración metálica por ser construida en menor tiempo.
- w. Los controles de calidad, medio ambiente y seguridad y salud ocupacional son más controlables en una Estación de configuración metálica, esto debido al uso de menos recursos y materiales menos contaminantes.
- x. Como conclusión final se puede decir que es más conveniente la construcción de una Estación de Configuración Metálica, esto es por todas las ventajas que presenta para dotar de más infraestructura en menor tiempo y con menos restricciones en comparación con una Estación Tradicional.

7.2. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda realizar una visita técnica previa al lugar donde se construirá la nueva Estación, es importante conocer la realidad de la zona y los recursos disponibles que tiene; todo esto para elaborar una planificación que se ajuste a la realidad para evitar cualquier contratiempo y retrasos no deseados.
- b. Se recomienda que el personal que se encargará de la visita técnica, tenga experiencia en este tipo de proyectos para hacer una buena planificación en la optimización de recursos que se ajusten a la realidad de la zona.
- c. Se recomienda hacer algunas capacitaciones previas a la construcción a los pobladores de la zona para evitar contingencias sociales. El tema a tratar debe ser sobre los efectos a la salud de las antenas y los convenios laborales para la mano de obra no calificada. Todo esto para evitar que en el momento de la construcción haya paralizaciones por falta de información.
- d. Para los acarreos se recomienda el uso de animales de carga debido a los menores costos en comparación con el uso de personal.
- e. Se recomienda hacer una buena elaboración del EDT, teniendo en cuenta las actividades predecesoras importantes y que la ruta crítica no se vea interrumpida por retrasos de estas actividades.
- f. Para la implementación de más infraestructura en telecomunicaciones, se recomienda el uso de la estación de configuración metálica, por ser una alternativa confiable y de corta duración en la ejecución de la construcción en comparación de una Estación tradicional.
- g. Con respecto a los trámites administrativos de licencias de obra, se recomienda acogerse al silencio administrativo en los casos que los gobiernos locales pongan trabas burocráticas.

- h.** Se recomienda usar mano de obra calificada especializada para la construcción de una Estación de Configuración Metálica, debido a que todo el proceso de construcción obedece a un diseño sin obras civiles.
- i.** Finalmente se recomienda usar los proyectos de Estaciones de Configuración Metálica para los nuevos proyectos, esto debido a todas las ventajas que presenta en comparación con una Estación Tradicional.

BIBLIOGRAFIA

- ALVA, ALEX NOLTE; "Memoria anual 2013"; Telefónica del Perú S.A.A.; Lima, Perú; Febrero 2013.
- ALVARADO MAICU, "Espectro abierto para el desarrollo, Estudio caso Perú"; Centro Peruano de Estudios Sociales – CEPES y Asociación para el progreso de las Telecomunicaciones, Perú, Noviembre 2011.
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE ELECTRÓNICA, TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE ESPAÑA; "Infraestructura de Telefonía Móvil, Instalación, funcionamiento e influencia en el desarrollo territorial"; España; 2012.
- BACA CALDERÓN, MARCO ANTONIO Y SAAVEDRA PALACIOS, HERMES JEREMY; "Competencias de INDECOPi para conocer de barreras burocráticas que limitan la inversión en servicios públicos e infraestructura de obras públicas"; Pagina de discusión de Derecho Administrativo y Análisis Económico de la PUCP; Perú; 2014.
- BARDALES ECHEGARAY, ALFREDO; "Planeamiento Aplicado a los Procesos Constructivos de la Estructura de un Colegio Particular"; Informe de suficiencia para optar el título de Ingeniero Civil – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); Lima – Perú; 2014.
- COMISIÓN MULTISECTORIAL TEMPORAL ENCARGADA DE ELABORAR EL "PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA BANDA ANCHA EN EL PERÚ"; Informe N°2: "Barreras que limitan el desarrollo de la banda ancha en el Perú"; Lima Perú; Julio 2010.
- COMUNIDAD ANDINA, SECRETARÍA GENERAL; "Comportamiento de la Telefonía Móvil en la Comunidad Andina 2005-2011"; Documento estadístico; Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú; 2012.
- DELGADO, ENRIQUE; "Diagnóstico de barreras Estatales en la Expansión de las telecomunicaciones"; Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional (USAID); Perú; Noviembre 2011.
- DIARIO EL PERUANO, NORMAS LEGALES; "Aprueban Reglamento de la ley N°29022, Ley para la expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones"; Decreto supremo N°039-2007-MTC; Lima Perú; 2007.

- DORIA RODRÍGUEZ, PAOLA SUSANA; "Planeamiento y Construcción de la Obra Zona de Integración del Centro de Cómputo y Facultad de Electrónica de la UNE (Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle)"; Informe de Suficiencia para optar el Título de Ingeniero Civil – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); Lima – Perú; 2005.
- GOBIERNO DEL PERÚ; "Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú"; Lima Perú; Mayo 2011.
- GUERRA AMAYA, JOSÉ RAFAEL, "Diseño de estación Celular para la localidad de Laredo-Trujillo- La libertad", Tesis - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Perú, Julio 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI); "Estadísticas de las tecnologías de la Información y comunicación en los hogares, Enero-Febrero-Marzo 2014"; Informe técnico N°2; Lima Perú; Junio 2014.
- KATS RAÚL, "La Infraestructura en el desarrollo Integral de América Latina. Telecomunicaciones", Corporación Andina de Fomento (CAF), Bogotá Colombia, Octubre 2012.
- MALLMA ROSAS, MILTON JUAN; "Planeamiento, Programación y Control aplicado a los procesos de la estructura de 16 Edificios Multifamiliares"; Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); Lima – Perú; 2011.
- OSIPTEL, EL REGULADOR DE LAS TELECOMUNICACIONES; "La Infraestructura de las telecomunicaciones, Haciendo un acuerdo entre los Municipios y las Empresas"; OSIPTEL.COM, Boletín N°3; Perú; Mayo 2014.
- PÉREZ REYES, RAÚL, VICE MINISTRO DE COMUNICACIONES; "Infraestructura para la Integración en materia de Telecomunicaciones"; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vice Ministerio de Comunicaciones; Perú; 2012.
- PRIALÉ, GONZALO; "Panorama de la Inversión en Infraestructura de servicios públicos en el Perú"; Asociación para el fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN); Perú; Abril 2013.
- RODRÍGUEZ CASTILLEJO, WALTER; "Gerencia de Construcción y del Tiempo-Costo", Editorial Macro, Perú, Abril 2013.

- ROJAS CASTRO, ROBERTO ANTONIO; "Construcción de Estaciones Base para Telefonía Celular en Zonas de Dificil Acceso"; Informe de Competencia profesional para optar el título de Ingeniero Civil – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); Lima – Perú; 2012.
- TELEFÓNICA DEL PERÚ; "Revista AYNÍ Newsletter de Secretaria General Perú"; Publicación N°23; Perú; Marzo 2014.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS DE LA ESTACIÓN EBC CONDURIRI (ESTACIÓN DE CONFIGURACIÓN METÁLICA)

LISTA DE PRECIOS UNITARIOS CONTRATO LATAM 2013

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (U\$D)
RELEVAMIENTO O LEVANTAMIENTO EN COTA CERO O EN COTA DE AZOTEA		
Relevamiento de predio nuevo o existente para analisis de factibilidad de emplazamiento con estructura, obra asociada y obra especi	Unidad	253.00
Relevamiento topografico de predio nuevo o existente para analisis de factibilidad del emplazamiento con estructura, obra asociada y	Unidad	650.00
Relevamiento de la geometría superficial y enterrada de cimentaciones existentes.	Unidad	330.00
Relevamiento de la calidad de concreto con esclerometro.	Unidad	143.00
Relevamiento de mastiles o pedestales existentes de hasta 6m de altura.	Unidad	216.14
Relevamiento de vigas de apeo para apoyo de casetas, contenedores, gabinetes, estructuras soporte de antenas en cota cero o en c	Unidad	44.63
Relevamiento de plataformas para apoyo de casetas, contenedores, gabinetes, estructuras soporte de antenas en cota cero o en cota	Unidad	70.03
MOVIMIENTO DE SUELOS Y PREPARACION DEL SITIO.		
Limpieza y despilme de terreno.	M ²	8.80
Limpieza final de obra.	Unidad	159.50
Limpieza y retiro de escombros.	M ³	19.80
Excavación en terrenos tipo i (blandos y semiduros).	M ³	22.00
Excavación en terrenos tipo ii (duro y muy duro).	M ³	44.00
Excavación en terrenos tipo iii (roca).	M ³	88.00
Excavación en terrenos tipo iv (sumergido).	M ³	66.00
Relleno o tapada de cimentacion con producto de excavación.	M ³	33.00
Relleno o tapada de cimentacion con producto de banco.	M ³	110.00
Zanja para sistema de tierras o línea eléctrica	ML	13.20
Aviso y protección mecanica de cables enterrados para línea eléctrica	ML	9.90
Forestacion con arboles	Unidad	150.00
Extracción de árbol	Unidad	200.00
Capa antivegetal espesor 3 mm.	M2	3.00
TAREAS PRELIMINARES, DESMONTAJES Y DEMOLICIONES.		
Demolicion muro.	M ²	8.80
Demolicion o levantado piso.	M ²	6.60
Picado de revoque de mortero cemento-arena, yeso o similar.	M ²	4.40
Demolicion de estructuras de concreto, concreto armado o similar.	M ³	66.00
Desmontaje de herreria.	KG	2.00
Desmontajes de estructuras metálicas de hasta 6 m de altura.	KG	0.55
Desmontaje de puerta metálica.	Unidad	44.00
Desmontaje de malla ciclónica.	ML	13.20
Desmontaje de soporte de antenas sobre azotea o muro.	Unidad	269.50
Desmontaje soporte antena microcelula.	Unidad	63.80
Desmontaje de equipos ligeros.	Unidad	158.40
Desmontaje de equipos pesados.	Unidad	364.10
Escarificación de elementos estructurales en azotea.	M2	10.00
Desmontaje y/o reubicación de instalación eléctrica.	Unidad	500.00
Desmontaje y/o reubicación de instalación de gas.	Unidad	700.00
Desmontaje y/o reubicación de instalación hidráulica.	Unidad	600.00
Desmontaje y/o reubicación de instalación sanitaria y drenaje.	Unidad	650.00
CIMENTACIÓN.		
Concreto sin armar con resistencia a la rotura f'c = 100 kg./cm2 y resistencia característica s'bk = 80 kg/cm2.	M3	120.00
Concreto ciclopeo sin armar con calidad de concreto: resistencia a la rotura f'c = 110 kg./cm2 o resistencia característica s'bk = 130 kg/cm2.	M3	150.00
Concreto armado con calidad de concreto: resistencia a la rotura f'c = 200 kg./cm2 o resistencia característica s'bk = 170 kg/cm2.	M3	340.00
Concreto armado con calidad de concreto: resistencia a la rotura f'c = 250 kg./cm2 o resistencia característica s'bk = 210 kg/cm2.	M3	350.00
Grout para recubrimiento de anclajes y apoyo de placa base.	Lt	4.00
Bomba para inyeccion de concreto elaborado en planta.	DIA	385.00
Pilote de hasta 30 cm de diámetro	ML	77.00
Pilote con diametro mayor a 30 cm y de hasta 100 cm.	ML	330.00
Pilar con diametro o lado mayor a 100 cm	M3	660.00
Instalacion de tramo cero o anclas para torre autosoportada de hasta 24 m.	Unidad	324.99
Instalacion de tramo cero o anclas para torre autosoportada de hasta 48 m.	Unidad	758.53
Instalacion de tramo cero o anclas para torre autosoportada de hasta 72 m.	Unidad	1,354.98
Instalacion de tramo cero o anclas para torre autosoportada de mas de 72 m.	Unidad	2,111.60
Instalacion de tramo cero o anclas para monopolo de hasta 24 m.	Unidad	185.95
Instalacion de tramo cero o anclas para monopolo de hasta 48 m.	Unidad	743.81
Instalacion de tramo cero o anclas para monopolo de mas de 48 m.	Unidad	997.92
Instalación de anclas sobre azotea para torre venteada hasta 30 m.	Unidad	104.72
Instalación de anclas sobre suelo para torre venteada de hasta 48 m.	Unidad	237.03
Instalación de anclas sobre suelo para torre venteada de hasta 72 m.	Unidad	356.71
Instalación de anclas sobre suelo para torre venteada de mas de 72 m.	Unidad	532.09
Instalacion de anclas sobre azotea o fijacion lateral para mastil o pedestal de hasta 6 m.	Unidad	5.78
Estudio de mecánica de suelo por penetración estándar (spt)	Unidad	1,100.00
Estudio de mecánica de suelo por pozo a cielo abierto o calicata.	Unidad	1,100.00
Estudio de mecánica de suelo para estabilidad de taludes.	Unidad	1,900.00
CERRAMIENTOS.		
Mamposteria en ladrillo hueco de concreto espesor 0,12 m.	M ²	30.80
Mamposteria en ladrillo comun macizo color rojo, espesor 0,12 m.	M ²	35.20
Mamposteria en ladrillo comun macizo color rojo, espesor 0,28 m.	M ²	85.00
Mamposteria de piedra, espesor 0,30 m.	M ²	38.50
Revoque grueso con mortero cemento-arena en muros	M ²	12.10
Cerca de malla ciclónica o alambrado romboidal con postes de concreto armado.	ML	100.00
Cerca de malla ciclónica o alambrado romboidal con postes de acero galvanizado	ML	135.00
Cerco tipo alambrado rural con 7 hlos.	ML	16.50
Puerta de malla ciclónica o alambrado romboidal de acceso 2.50x2.50m.	Unidad	253.00
Puerta de malla ciclónica o alambrado romboidal de acceso 2.50x4.00m.	Unidad	478.50

Puerta de malla ciclónica o alambrado romboidal de acceso 2.50x1.00m.	Unidad	174.90
Portón metálico de acceso 2.50x2.50m.	Unidad	1,087.90
Portón metálico de acceso 3.00x2.50m.	Unidad	1,153.90
Portón metálico de acceso de 4.00x3.00m.	Unidad	1,185.80
Puerta metálica de 0.90x2.10m.	Unidad	266.20
Cerramiento de alambre de púas y doble concertina.	ML	17.60
Cerradura magnetica o con pestillo con alimentacion electrica del sitio y accionada por contacto seco con capacidad de hasta 2000 kg.	Unidad	700.00
Cerradura magnetica o con pestillo con alimentacion electrica externa y accionada por contacto seco con capacidad de hasta 2000 kg.	Unidad	100.00
Candado de seguridad.	Unidad	39.60
Cerco eléctrico de seguridad (ces).	ML	157.30
Unidad de control y señales de alarma del cerco eléctrico de seguridad (ces).	Unidad	2,306.70
Cerca de malla rectangular 200x50x5 con alambre galvanizado y plastificados en color.	ML	50.60
Puerta de malla rectangular de acceso de 200x50x5 con alambre galvanizado y plastificado en color	Unidad	528.00
Tranquera o porton agricola en alambrado limite de parcela agricola	Unidad	310.00
Chapa de seguridad.	Unidad	80.00
Instalación de kit de pasamuro para ducto de hasta 4 buts.	Unidad	30.00
Instalación de kit de pasamuro para ducto de mas de 4 y de hasta 8 buts.	Unidad	40.00
Instalación de kit de pasamuro para ducto de mas de 8 buts.	Unidad	50.00
ACCESOS		
Camino de acceso.	ML	55.00
Pavimento articulado.	m2	17.47
Canal para paso de agua bajo camino.	Unidad	1,430.00
Desmonte y despeje de hasta 1,20 m de ancho para acceso peatonal.	ML	5.50
Desmonte y despeje de hasta 6,00 m de ancho para acceso vehicular.	ML	18.50
PISOS.		
Pisos de loseta cerámica.	M ²	47.30
Pisos de loseta de cemento o concreto.	M ²	37.40
Enladrillado en azotea.	M ²	24.20
Piso en azotea con teja cerámica o baldosa.	M ²	27.50
Tendido de grava triturada o piedra partida.	M ²	12.10
Solera perimetral con ancho de 0,60 m.	ML	12.00
RELLENOS O CONTRAPISOS.		
Relleno o contrapisos en azoteas para dar pendientes con material ligero.	M ³	39.60
Relleno o contrapisos de cascote, cascarro, cascajo o material de demolicion (resto de mamposteria).	M ³	93.50
Entortado en azotea o carpeta de cemento para nivelacion.	M ²	11.00
IMPERMEABILIZACIÓN.		
Impermeabilización en frío o de membrana con aluminio.	M ²	9.90
Impermeabilización en pintura.	M ²	5.50
Impermeabilización en frío mediante membrana transitable (alfombra transitable de caucho).	M ²	14.30
Impermeabilizacion en caliente mediante membrana asfaltica de 3mm espesor	M ²	34.10
HERRERIA.		
Herrería en perfiles y chapas de acero galvanizado en caliente para exteriores.	KG	3.52
Herrería en perfiles y chapas de acero con galvanizado electrolitico y pintados para interiores.	KG	3.14
ESTRUCTURAS METALICAS DE HASTA 6 M DE ALTURA.		
Suministro e instalacion de mástil o pedestal en acero contrapesado de 3m.	Unidad	495.00
Suministro e instalacion de mástil o pedestal en acero contrapesado de 4m.	Unidad	550.00
Suministro e instalacion de mástil o pedestal en acero contrapesado de 6m.	Unidad	797.50
Suministro e instalacion de mastil o pedestal en acero sobre estructura existente apuntalado o fijado lateralmente y de 3m.	Unidad	396.00
Suministro e instalacion de mastil o pedestal en acero sobre estructura existente apuntalado o fijado lateralmente y de 4m.	Unidad	440.00
Suministro e instalacion de mastil o pedestal en acero sobre estructura existente apuntalado o fijado lateralmente y de 6m.	Unidad	638.00
Suministro e instalacion de soporte tipo cristo para bandeja portacable horizontal.	Unidad	480.00
Suministro e instalacion de viga de apeo o plataforma en acero para apoyo de torre autosoportada, venteada, caseta, contenedor o g	KG	3.81
Suministro e instalacion de viga de apeo de pvc o plataforma en pvc para apoyo de caseta, contenedor o gabinete.	KG	7.00
PINTURAS PARA ESTRUCTURAS METALICAS.		
Restauracion de balizamiento diurno sobre perfiles metálicos sueltos en taller o depósito	M2	13.20
Pintado para ambiente rural/industrial.	M2	19.80
Pintado en ambiente abrasivo.	M2	26.40
ESCALERILLAS, CHAROLAS O BANDEJAS PORTACABLES.		
Suministro e Instalación de Escalerilla o bandeja portacable tipo escalera de acero galvanizado de 10/15 cm.	ML	8.00
Suministro e Instalación de Escalerilla o bandeja portacable tipo escalera de acero galvanizado de 30 cm.	ML	12.00
Suministro e Instalación de Escalerilla o bandeja portacable tipo escalera de acero galvanizado de 45 cm.	ML	15.00
Suministro e Instalación de Escalerilla o bandeja portacable tipo escalera de acero galvanizado de 60 cm.	ML	19.00
Suministro e Instalación de Escalerilla o bandeja portacable tipo escalera de acero galvanizado de 80 cm.	ML	24.00
ACOMETIDA ELÉCTRICA.		
Pilar de energía eléctrica monofásico, bifásico o trifásica de hasta 4 m de altura total.	Unidad	943.80
Pilar de energía eléctrica monofásico, bifásico o trifásica de hasta 6 m de altura total.	Unidad	1,270.00
Nicho de acometida eléctrica.	Unidad	500.00
Nicho metálico de acometida eléctrica.	KG	300.00
Medidor de energía eléctrica monofásica, bifásica y trifásica hasta 10 kw. .	Unidad	319.00
Medidor de energía eléctrica monobásico, bifásica y trifásica hasta 50 kw	Unidad	415.80
Base socket para colocación de medidores.	Unidad	30.00
Mampara metálica para tableros de distribución en sitios outdoor.	Unidad	120.00
BAJA TENSIÓN - INTERRUPTORES.		
Interruptor de fusibles.	Unidad	224.40
Interruptor termo magnético doble o bipolar de 10a hasta 32a.	Unidad	22.00
Interruptor termo magnético doble o bipolar de 40a hasta 63a.	Unidad	33.00
Interruptor termo magnético doble o bipolar de 80a hasta 125a.	Unidad	128.70
Interruptor termo magnético tripolar de 10a hasta 32a.	Unidad	37.40
Interruptor termo magnético tripolar de 40a hasta 63a.	Unidad	49.50
Interruptor termo magnético tripolar de 80a hasta 125a.	Unidad	211.20
Interruptor manual sin proteccion, linea din, cuadruple o tetrapolar de 10a hasta 32a.	Unidad	51.70
Interruptor manual sin proteccion, linea din, cuadruple o tetrapolar de 40a hasta 63a.	Unidad	66.00

Interruptor termo magnético cuadruple o tetrapolar de 10a hasta 32a.	Unidad	51.70
Interruptor termo magnético cuadruple o tetrapolar de 40a hasta 63a.	Unidad	66.00
Interruptor termo magnético cuadruple o tetrapolar de 80a hasta 125a.	Unidad	275.00
Interruptor diferencial doble o bipolar de 25a.	Unidad	73.70
Interruptor diferencial doble o bipolar de 40a	Unidad	73.70
Interruptor diferencial cuádruple o tetrapolar de 40a.	Unidad	114.40
Interruptor diferencial cuádruple o tetrapolar de 63a.	Unidad	183.70
Interruptor termo magnético tripolar tipo caja moldeada de 10a hasta 32a regulable.	Unidad	572.00
Interruptor termo magnético tripolar tipo caja moldeada de 40a hasta 80a regulable	Unidad	638.00
Interruptor termomagnético tripolar tipo caja moldeada de 100a hasta 160a regulable.	Unidad	697.40
Interruptor termomagnético tripolar tipo caja moldeada de 250a regulable.	Unidad	1,155.00
Interruptor termomagnético tripolar tipo caja moldeada de 400a regulable.	Unidad	1,760.00
Interruptor termomagnético tripolar tipo caja moldeada de 630a regulable.	Unidad	2,658.70
Interruptor termomagnético tripolar tipo caja moldeada de 800a regulable.	Unidad	3,117.40
Interruptor termo magnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 10a hasta 32a regulable.	Unidad	759.00
Interruptor termo magnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 40a hasta 80a regulable	Unidad	858.00
Interruptor termomagnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 100a hasta 160a regulable.	Unidad	1,008.70
Interruptor termomagnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 250a regulable.	Unidad	1,474.00
Interruptor termomagnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 400a regulable.	Unidad	2,387.00
Interruptor termomagnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 630a regulable.	Unidad	3,487.00
Interruptor termomagnético cuadruple o tetrapolar tipo caja moldeada de 800a regulable.	Unidad	4,217.40
Descargadores-protectores contra sobretensiones zonas urbanas y rurales (nivel 1 en tablero principal).	Unidad	402.60
Descargadores-protectores contra sobretensiones zonas urbanas (nivel 2 en tablero general de corriente alterna).	Unidad	268.40
Dispositivo protector contra sobretensiones (dps) para zonas semiurbanas y rurales (nivel 2 en tablero general de corriente alterna).	Unidad	2,475.00
Rele de asimetría y falta de fase (raff).	Unidad	77.00
Mini seccionador fusible tetrapolar	Unidad	22.00
BAJA TENSIÓN – CONDUCTORES O CABLES (HASTA 1,1 kV).		
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibres 12 y 13 awg (equivale a 2.5 mm ² de sección).	ML	3.73
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 11 awg (equivale a 4 mm ² de sección).	ML	5.85
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 9 awg (equivale a 6 mm ² de sección).	ML	7.98
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 7 awg (equivale a 10 mm ² de sección).	ML	12.24
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 5 awg (equivale a 16 mm ² de sección).	ML	19.69
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 3 awg (equivale a 25 mm ² de sección).	ML	27.68
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 2 awg (equivale a 35 mm ² de sección).	ML	35.66
Conductor de cobre doble aislación, tetrapolar calibre 0 awg (equivale a 50 mm ² de sección).	ML	48.97
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 14 awg (2.1 mm ² de sección).	ML	0.70
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 13 awg (2.5 mm ² de sección).	ML	0.88
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 12 awg (3.3 mm ² de sección).	ML	0.90
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 11 awg (4 mm ² de sección).	ML	1.10
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 10 awg (5.3 mm ² de sección).	ML	1.30
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 9 awg (6 mm ² de sección).	ML	1.65
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 8 awg (8.4 mm ² de sección).	ML	1.80
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 7 awg (10 mm ² de sección).	ML	2.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 6 awg (13.3 mm ² de sección).	ML	2.30
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 5 awg (16 mm ² de sección).	ML	2.50
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 4 awg (21.2 mm ² de sección).	ML	3.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 3 awg (25 mm ² de sección).	ML	3.40
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 2 awg (33.7 mm ² de sección).	ML	4.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 1 awg (42.4 mm ² de sección).	ML	4.70
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 1/0 awg (53 mm ² de sección).	ML	5.10
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 2/0 awg (68 mm ² de sección).	ML	6.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 3/0 awg (85 mm ² de sección).	ML	8.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc calibre 4/0 awg (107 mm ² de sección).	ML	10.00
Conductor de cobre estañado doble aislación (tipo telefonico) de 21 pares.	ML	1.65
Conductor de cobre doble aislación, 5 cables calibre 17 awg (equivale a 1 mm ² de sección).	ML	3.52
Terminal de cobre estañado para identar-comprimir, sección 35 mm ² (awg 2).	Unidad	1.10
Terminal de cobre estañado para identar-comprimir, sección 50 mm ² (awg 1/0).	Unidad	1.65
Terminal de cobre estañado para identar-comprimir, sección 70 mm ² (awg 2/0).	Unidad	2.20
Terminal de cobre estañado para identar-comprimir, sección 150 mm ² (awg 4/0).	Unidad	4.40
BAJA TENSIÓN – CAÑERIAS/TUBERIAS Y CAJAS		
Tubo conduit p.g.g. o hierro galvanizado ø 1".	ML	6.60
Tubo conduit p.g.g. o hierro galvanizado ø 2".	ML	16.50
Tubo conduit p.g.g. o hierro galvanizado ø 3".	ML	20.90
Tubo conduit p.g.g. o hierro galvanizado ø 4".	ML	26.40
Tubo conduit p.d.g. o hierro galvanizado ø 3/4".	ML	3.30
Tubo conduit p.d.g. o hierro galvanizado ø 1".	ML	4.40
Tubo conduit p.d.g. o hierro galvanizado ø 2".	ML	11.00
Tubo conduit p.d.g. o hierro galvanizado ø 3".	ML	14.30
Tubo de pvc pesado ø 1/2".	ML	1.00
Tubo de pvc pesado ø 1".	ML	2.00
Tubo de pvc pesado ø 2".	ML	5.50
Tubo de pvc pesado ø 3".	ML	6.60
Tubo de pvc pesado ø 4".	ML	8.80
Tubo flexible de hierro galvanizado con cubierta de proteccion de pvc ø 1".	ML	8.80
Tubo flexible de hierro galvanizado con cubierta de proteccion de pvc ø 2".	ML	19.80
Tubo flexible de hierro galvanizado con cubierta de proteccion de pvc ø 3".	ML	28.60
Mufa completa o codo de acometida eléctrica para baja tension.	Unidad	16.50
Gabinete para tablero principal (zona pilar de energía).	Unidad	148.50
Gabinete para tablero distribución de corriente alterna (zona platea de equipos).	Unidad	181.50
Gabinete toma de grupo electrogeno movil (tgem) 200 a.	Unidad	275.00
Caja estanca (ip65) de aluminio fundido de 100 x 100 x 80 mm.	Unidad	14.41
Caja estanca (ip65) de aluminio fundido de 150 x 150 x 100 mm.	Unidad	20.24
Caja estanca (ip65) de aluminio fundido de 300 x 300 x 200 mm.	Unidad	34.10

Caja de pvc (uso interior) capacidad 6 módulos din.	Unidad	35.20
Bornes componibles con/sin tornillo para cables de hasta 4 mm2	Unidad	1.65
Bornes componibles con/sin tornillo para cables de hasta 25 mm2.	Unidad	3.30
Barra de distribución tetrapolar para tableros eléctricos.	Unidad	44.00
Bitubo de pvc ø 34/40 mm	ML	16.50
Tritubo de pvc ø 34/40 mm	ML	22.00
Centro de carga tipo americano trifásico.	Unidad	30.00
Centro de carga tipo americano bifásico	Unidad	2.00
Registro o camara de inspeccion para sistema eléctrico.	Unidad	65.00
Registro o camara de inspeccion para sistema eléctrico con doble tapa.	Unidad	95.00
SISTEMA DE TIERRAS.		
Registro o camara de inspeccion para varilla, electrodo o jabalina de puesta a tierra.	Unidad	117.70
Registro o camara de inspeccion de pvc para varilla, electrodo o jabalina de puesta a tierra.	Unidad	26.40
Registro o camara de inspeccion de hierro fundido para varilla o jabalina de puesta a tierra.	Unidad	132.00
Varilla o jabalina de acero cobreado diám. 5/8" x 3,00 m.	Unidad	20.00
Varilla o jabalina de acero cobreado diám. 3/4" x 1,50 m.	Unidad	23.10
Varilla o jabalina de acero cobreado diám. 3/4" x 3,00 m.	Unidad	45.00
Soldadura cuproaluminotérmica o cadweld® o exotérmica, para uniones cable-cable 50 mm2 (awg 0).	Unidad	8.80
Soldadura cuproaluminotérmica o cadweld® o exotérmica, para uniones jabalina 3/4"-cable 50 mm2 (awg 0).	Unidad	9.90
Morseto de vinculacion de bronce forjado estañado para uniones cable-cable 50 mm2 (awg 0).	Unidad	5.50
Electrodo o jabalina de puesta a tierra química.	Unidad	407.00
Electrodo o jabalina de puesta a tierra de impacto.	Unidad	111.10
Conductor de cobre desnudo calibre 2 awg – (35 mm2 de sección).	ML	6.60
Conductor de cobre desnudo calibre 1/0 awg – (50 mm2 de sección).	ML	9.35
Conductor de cobre desnudo calibre 2/0 awg – (70 mm2 de sección).	ML	13.20
Conductor de cobre desnudo calibre 3/0 awg – (85 mm2 de sección).	ML	28.21
Conductor de cobre desnudo calibre 4/0 – (95 mm2 de sección).	ML	18.70
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 13 – (2,5 mm2 de sección).	ML	0.88
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 11 – (4 mm2 de sección).	ML	1.10
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 7 – (10 mm2 de sección).	ML	2.75
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 2 – (35 mm2 de sección).	ML	9.90
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 1/0 – (50 mm2 de sección).	ML	13.20
Conductor de cobre forrado o de aislación simple de pvc (color verde y amarillo) calibre 4/0 – (95 mm2 de sección).	ML	24.20
Conductor de cobre forrado o de aislación doble, bipolar calibre 5 awg – (16 mm2 de sección).	ML	9.00
Conductor de cobre forrado o de aislación doble, bipolar calibre 3 awg – (25 mm2 de sección).	ML	12.00
Conductor de cobre forrado o de aislación doble, bipolar calibre 2 awg – (35 mm2 de sección).	ML	14.00
Conductor de cobre forrado o de aislación doble, bipolar calibre 0 awg – (50 mm2 de sección).	ML	21.00
Conductor de cobre forrado o de aislación simple, bipolar calibre 13 awg – (2,5 mm2 de sección).	ML	2.00
Barra, pletina o bus bar de cobre para toma general de tierras.	KG	9.00
Toma de tierra sobre armadura de concreto armado en construcciones existente	Unidad	22.00
Pararrayos tipo franklin.	Unidad	99.00
Tratamiento y relleno de pozo de tierra con tierra de cultivo y dosis química	M ³	22.00
Zanja para sistema de tierra con fleje de cobre de 60 a 70 mm	ML	21.00
Varilla o jabalina de cobre de longitud 2.40 m y diametro entre 5/8" y 3/4"	Unidad	40.00
Mediciones de resistividad de sistema de pozo a tierra.	Unidad	132.00
Mejoramiento de sistema a tierra para resistividades entre 50 a 500 ohm	M3	40.00
Mejoramiento de sistema a tierra para resistividades entre 500 a 1000 ohm	M3	50.00
Mejoramiento de sistema a tierra para resistividades mayores a 1000 ohm	M3	60.00
BAJA TENSIÓN – ILUMINACION		
Luminaria exterior tipo alumbrado publico con lampara de descarga	Unidad	159.50
Luminaria exterior aplique sobre puerta con lampara fluoescenete compacta	Unidad	55.00
Fotocontrol	Unidad	22.00
Reflector de 70 w a 100 w	Unidad	90.00
Reflector de 500 w	Unidad	500.00
BAJA TENSIÓN – GESTIÓN PARA OBTENCIÓN DEL SUMINISTRO ELECTRICO		
Contratación de suministro eléctrico en baja tensión.	Unidad	1,500.00
Conexión provisional	Unidad	150.00
INSTALACION DE CASETAS TRANSPORTABLES		
Instalación de caseta ct3.	Unidad	1,157.20
Instalación de caseta ct5.	Unidad	1,273.80
Instalación de caseta ct7.	Unidad	1,389.30
Instalación de caseta ct12.	Unidad	1,505.90
Instalación de caseta ebl-7.	Unidad	1,852.40
Instalación de caseta ebl-10.	Unidad	1,910.70
Instalación de caseta ebc-7.	Unidad	2,026.20
Instalación de caseta ebc-10.	Unidad	2,200.00
Instalación de caseta ebct.	Unidad	2,084.50
Instalación de caseta ebcp.	Unidad	2,084.50
Lamina para techumbres.	M2	20.00
CAMARAS DE INSPECCION RESISTENTE A TRANSITO PESADO		
Registro o camara de paso e inspeccion para ayuda de tendido de fibra optica.tipo 1	Unidad	495.00
Registro o camara de paso e inspeccion para ayuda de tendido de fibra optica.tipo 2	Unidad	715.00
CABOS Y MORSETERIA TIPO NAUTICA		
Suministro e instalacion de cabo diam. 1/4"	ML	3.30
Suministro e instalacion de cabo diam. 5/16"	ML	5.00
Suministro e instalacion de cabo diam. 3/8"	ML	6.30
Suministro e instalacion de cabo diam. 1/2"	ML	12.50
Suministro e instalacion de cabo diam. 9/16"	ML	16.20
Suministro e instalacion de cabo diam. 5/8"	ML	20.00
Morseteria para fijacion de ambos extremos del cabo.	Unidad	30.00
GESTION INFORMATICA		
Suministro de servidor	Unidad	44,000.00
Instalacion de servidor	Unidad	3,300.00

Suministro e instalacion de software para gestion interna y con suministradores	Unidad	16,500.00
TABLEROS		
Tablero integrado monofasico	Unidad	2,498.46
Tablero integrado tetrafasico	Unidad	2,794.85
Tablero integrado trifasico	Unidad	2,580.55
Principal monofasico	Unidad	1,568.15
Principa tetrafasico	Unidad	1,757.15
Principa trifasico	Unidad	1,630.85
Secundario monofasico	Unidad	2,120.88
Secundario tetrafasico	Unidad	2,238.58
Secundario trifasico	Unidad	2,150.58
TRANSPORTE CONVENCIONAL CON CARGA Y DESCARGA INCLUIDA		
Transporte, carga y descarga de hasta 50 Kg.	Unidad	480.00
Transporte, carga y descarga para más de 50 kg y de hasta 200 Kg.	Unidad	720.00
Transporte, carga y descarga para más de 200 kg y de hasta 500 Kg.	Unidad	900.00
Transporte, carga y descarga para más de 500 kg y de hasta 1000 Kg.	Unidad	1080.00
Transporte, carga y descarga para más de 1000 kg y de hasta 2000 Kg.	Unidad	1200.00
Transporte, carga y descarga para más de 2000 kg y de hasta 3000 Kg.	Unidad	1600.00
Transporte, carga y descarga para más de 3000 kg y de hasta 5000 Kg.	Unidad	2,200.00
Transporte, carga y descarga para más de 5000 kg y de hasta 10000 Kg.	Unidad	2900.00
Transporte, carga y descarga para más de 10000 kg y de hasta 15000 Kg.	Unidad	3700.00
Transporte, carga y descarga para más de 25000 kg y de hasta 30000 Kg.	Unidad	6800.00
Transporte, carga y descarga para más de 30000 kg y de hasta 35000 Kg.	Unidad	7900.00
TRANSPORTE NO CONVENCIONAL CON CARGA Y DESCARGA INCLUIDA		
Transporte Fluvial.	Ton.Km	100.00
Transporte con Operario o Peón con cualquier pendiente del terreno (horizontal, en subida o en bajada).	Ton.Km	120.00
Transporte con Acemila, Mula, Burro u otro animal con cualquier pendiente del terreno (horizontal, en subida o en bajada).	Ton.Km	90.00
Transporte aéreo con Helicóptero.	hora	1640.73

Fuente: Telefonica Movil del Perú / Cointrato Latam

**ANEXO 3: CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA DE UNA ESTACIÓN
TRADICIONAL.**