



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO:
Facultad de Ingeniería.

**Diseño y construcción de gabinete modular
tipo intemperie, para la integración y optimización
de recursos e infraestructura en sitios de telefonía celular.**

Tesis profesional que para obtener el Título de
INGENIERO MECÁNICO

presenta:

José Luis Rodríguez Picazo.

Asesor: Ing. M.A., Jesús Roviroza López

MARZO, 2006





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*“La diferencia entre la fantasía y la realidad,
es semejante al parecido entre el ser y hacer,
Sueña,...Imagina,... Aterriza y Concreta...”*

José Luis Rodríguez Picazo.

DEDICATORIAS:

A mis Padres,
Por haberme dado la vida y la oportunidad
De haber concluido mis estudios profesionales.

A mi Madre,
Por todo su amor, apoyo, confianza y sacrificio,
Que me permitieron subir este peldaño en mi vida profesional,
Esto es por ti y para ti...

A mi familia y hermanos, Rebeca y Fernando,
Quienes me han acompañado y con quienes he compartido muchos buenos
momentos a lo largo de mi camino.

A Julieta, por haber sido la mejor amiga siempre,
Y por su compañía y apoyo incondicional en todo momento...

A Sandra, por su amistad, apoyo y motivación,
en los momentos más difíciles.

A mis profesores, compañeros y en especial al Ing. Jesús Roviroza López por su apoyo en la realización de éste trabajo y que además compartieron su experiencia y conocimiento que despertaron en mí la motivación de incursionar más allá de los límites conocidos.

A Mauricio Álvarez, líder nato y pionero tecnológico,
Por la oportunidad y confianza que me permitieron despegar y mirar más allá en mi vida y desarrollo profesional.

A los Ingenieros William Sokol, Rodolfo Ramírez y aquellos que me dieron la oportunidad y compartieron su conocimiento para incursionar en ésta área.

A todos mis amigos y compañeros con los que he compartido los mejores momentos de mi vida: Julieta Martínez, Sandra González, Maya Cavero, Yaneth Mora, Omar Rodríguez, Libertad Zavaleta, Oscar Cuevas, Nora Trejo, Silvestre Ruiz, Alma Soriano, Luis Villa, Yezmin Flores, Carlos Peña, Fabiola Contreras, Marco A. Guevara, Claudia, Paula y Adriana Reyes, Paola Farfán, Nadia Zardaneta, Jacqueline Miranda, Sergio Torres, Raúl Hernández, Israel Fragoso, a mis compañeros de la carrera de Ingeniería Mecánica y todos aquellos que por cuestiones de espacio sería imposible mencionar en esta sección, pero que no dejan de ser igual de importantes.

INDICE.

PREFACIO	X
INTRODUCCIÓN	XIII
OBJETIVO Y MARCO TEÓRICO	XIV

CAPITULO I: GENERALIDADES Y PRINCIPIOS DE TELEFONÍA:

PANORAMA GENERAL DE LAS TELECOMUNICACIONES.....	1
MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS Y NO GUIADOS.....	1
PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ANALÓGICA Y DIGITAL.....	2
Ventajas de la señal digital sobre la analógica	
Características y parámetros de una señal	
Ancho de Banda	
Banda Base y Banda ancha	
Velocidad de transmisión	
PRINCIPIOS TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.....	8
Espectro de una señal	
MEDIOS NO FÍSICOS.....	11
Sistemas de radio enlaces	
Ondas de radio en la atmósfera	
Proceso de transmisión	
Formas de propagación en ondas de radio	
Espectro de frecuencias utilizadas	
Radio enlaces	
PRINCIPIOS DE TELEFONÍA CELULAR.....	14
La telefonía celular	
Sistemas de telefonía celular	
Los teléfonos celulares	
Conceptos generales de telefonía celular	
• Cobertura	
• Célula o celda	
• Número de canales disponibles	
• Cluster o racimo	

- Reutilización de frecuencias

PRINCIPIOS DE TELEFONÍA CELULAR, ANALÓGICA Y DIGITAL.....	26
Sistemas analógicos	
AMPS (Advanced Mobile Phone System)	
Bandas de frecuencias y canales físicos	
Códigos de identificación	
Arquitectura	
Estaciones Base	
Centro de conmutación móviles	
AMPS en México	
Concesionarios y cobertura	
SISTEMAS	
DIGITALES.....	34
NA-TDMA (DAMPS)	
Servicios en los sistemas digitales	
GSM	
Arquitectura GSM	
Subsistemas GSM	
• Radio	
• Conmutación	
• Estación Móvil	
• Operación y mantenimiento	
• Explotación	
• Establecimiento de una llamada GSM	
• Recepción de llamada.	
SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS).....	42
Trunking	
Paging	
Tecnologías PCS	
TENDENCIAS.....	46
La evolución del GSM y sistemas 3G	
HSCSD, GPRS y EDGE	
EN RESUMEN.....	51
PCS vs Sistemas Celulares	
GLOSARIO DE USO FRECUENTE EN EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA REFERENTE.....	57

CAPITULO II: CLASIFICACIÓN GENARAL PARA SITIOS DE TELEFONÍA:

TIPOS DE SITIOS TELECOM SEGÚN SU APLICACIÓN Y USO.....	58
Sitios de Telecomunicaciones por medios guiados	
• Telefonía convencional	
• Telefonía DSL	
• Sitios para televisión por cable y combinados DSL	
Sitios de telecomunicaciones por medios no guiados	
• Sitios de telecomunicaciones del sector bancario	
• Sitios de telecomunicaciones del sector radio y televisión	
• Sitios de telefonía celular	
INFRAESTRUCTURA GENERAL PARA SITIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	69
Infraestructura externa	
TIPOS Y ESPECIFICACIONES DE CONTENEDORES (SHELTERS).....	72
Especificaciones generales para contenedores	
Shelters tipo pre-ensablados (Estructurales)	
Shelters de tipo ligero o armables en sitio (Knock Down)	
Shelter de PVC o compuestos para zonas costeras	
Shelter on wheels o contenedor portátil (SOW)	
Cell on Wheels o sitio celular portátil (COW)	
TIPOS Y ESPECIFICACIONES DE GABINETES PARA SITIOS DE TELEFONÍA CONVENCIONAL Y CELULAR.....	86
Gabinets tipo indoor	
Gabinets tipo Outdoor	
Gabinets aéreos o de poste	
Gabinets herméticos o sumergibles	
gabinets de banqueta y estacionarios de servicio	
Especificaciones generales para gabinetes	
• Especificaciones mecánicas de los gabinetes tipo Outdoor	
• Pintura y acabados	
• Resistencia y estabilidad estructural	
• Protección térmica	
Infraestructura Interna.	
CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN SITIO TELECOM.....	107
Clima	
Accesibilidad y espacio	
BIBLIOGRAFÍA REFERENTE.....	109

CAPÍTULO III: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE GABINETE MODULAR TIPO OUTDOOR PARA TELEFONIA CELULAR:

DISEÑO.....	110
Diseño de maquinaria	
Diseño en Ingeniería Mecánica.	
El proceso de diseño	
Identificación de necesidades y definición de problemas	
La evolución y presentación	
Consideraciones o factores de diseño	
PROCESO DE DISEÑO DE GABINETE MODULAR TIPO OUTDOOR	117
Reconocimiento de la necesidad y antecedentes	
Requerimientos para cotización (RFQ)	
Antecedentes de la infraestructura actual	
Características generales de la infraestructura actual	
Tecnologías de transmisión utilizadas	
Características de diseño de contenedores (shelters), para tecnología celular y de radio (Motorola IDEN).	
Definición del problema	
• Fase I. Preliminar – GAMO Alpha.	
• Fase II. Ajustes básicos – GAMO Juliux.	
• Fase III. Ajustes de detalle – GAMO “Sausage”.	
Síntesis, análisis y optimización durante la evolución del diseño.	
DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE.....	139
Conformado de lámina	
Generalidades sobre la proyección y desarrollo del producto	
Documentación	
• Sección I. Ficha técnica general	
• Sección II. Especificaciones técnicas	
a) Descripción de acabados	
b) Cálculo de pesos parciales y totales	
c) Reporte técnico de estructura y ensamble	
d) Reporte técnico de pintura	
• Sección II-A. Cálculos estructurales básicos.	
a) Cálculo de resistencia al viento y anclaje	
b) Cálculo de varillas tensoras para izaje	
c) Análisis por elemento finito (FEA) para estructura de soporte e izaje (patines).	
d) Diagramas de momento flector de perfiles “C” e “IPS” para armadura de patines.	

- Sección III. Planos generales de construcción.

BIBLIOGRAFÍA REFERENTE	197
------------------------------	-----

CAPITULO IV: RESULTADOS

Desarrollo de tiempos.....	198
Estimación de costos de operación durante el desarrollo del proyecto	
Costos de materia prima y manufactura.....	199
COMPARATIVO TECNO - ECONÓMICO.....	200
• Propuesta de gabinete modular	
a) Gabinete Modular, montaje en azotea y terreno NP	
b) Costos de adquisición, Gabinete Modular	
c) Costos de Mantenimiento, Gabinete Modular	
• Infraestructura Actual	
a) Shelter Actual, componentes	
b) Montaje en azotea y terreno NP	
c) Costos de adquisición, Shelters actuales	
d) Costos de Mantenimiento, Shelters actuales.	
• Comparativo económico	
a) Shelters vs. Gabinete modular	
b) Ventajas adicionales y opciones de Instalación – Calidad	
Cuadros comparativos resumidos entre infraestructura actual (Shelters) y la nueva tecnología en gabinetes modulares.....	211
• Aspecto estructural y de diseño	
• Aspecto de transporte, manejo y maniobrabilidad	
• Aspecto económico	
Fotos de Producto Terminado.....	215
Presentación a Nextel de México, Dic. 2004	
Instalación en sitio “Centro Saltillo”, (Prototipo)	
Alcances y proyección a futuro del proyecto.	

CAPITULO V: CONCLUSIONES

OBSERVACIONES Y ALCANCES.....	233
-------------------------------	-----

ANEXOS

- 1) MANUAL DE MANTENIMIENTO DE GABINETE MODULAR OUTDOOR.
- 2) MANUAL DE REFERENCIA PARA PRUEBAS REALIZADAS EN RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASTM. (PINTURA ELECTROSTÁTICA).
- 3) MANUAL Y FICHA TÉCNICA DE APLICACIÓN PARA LA PINTURA EN POLVO TIGER DRYLAC.
- 4) MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO KOOLTRONIC SERIE RP47 ADVANTAGE.
- 5) PRUEBAS Y MEDICIONES DE TEMPERATURA EN SITIO.

PREFACIO:

*“Cuando oigo, olvido
Cuando veo, recuerdo
Cuando hago, entiendo”.*

ANTIGUO PROVERBIO CHINO

Actualmente, las necesidades de comunicación telefónica y transmisión de voz y datos aumentan en función directa de las exigencias y requerimientos de la industria global y comercial las cuales manejan una gran cantidad de información diaria que muchas veces requiere ser compartida a través de grandes distancias con mayor rapidez y también con mayor precisión y calidad de la señal permitiendo incrementar la productividad de su gente y de la corporación misma.

Cabe recordar que el sector privado juega también un papel sumamente importante en el giro de las telecomunicaciones siendo el primero en utilizar los servicios de telefonía analógica, digital y posteriormente celular los cuáles han evolucionado y permitido desde la transmisión de voz hasta la capacidad de compartir datos e imágenes a una velocidad cada vez más alta.

Debido a los altos requerimientos de diseño y calidad, la industria de las telecomunicaciones es una de las pocas que se equiparan con la industria automotriz, electrónica y de la construcción, incluso algunos especialistas en el área han llegado a colocarla en un lugar privilegiado antecediendo a la tecnología aeroespacial debido al alto nivel multidisciplinario técnico y científico que ésta requiere, convirtiéndola en una de las industrias más rentables y viables desde el punto de vista tecnológico y comercial ya que ha sido capaz de mantener su propio desarrollo sustentable a partir de las grandes necesidades globales de comunicación.

La telefonía celular ha sido últimamente una de las más desarrolladas tecnológicamente y comercialmente debido a su fuerte demanda global y su crecimiento ha ido aumentando debido a la ventaja que presenta el concepto de contar con la capacidad de transferir voz, datos e imágenes sin la necesidad de conexión alámbrica que limita la facilidad de movimiento y ubicación de los usuarios.

Esta ventaja de contar con capacidades inalámbricas de transferencia de información cuenta a su vez con la desventaja de poder alcanzar cualquier ubicación espacial geográfica en la que se encuentre el usuario para recibir una adecuada intensidad de la señal o lo que comúnmente se denomina como “cobertura celular” se ha convertido últimamente en la mayor limitante para este servicio y en el mayor reto de las compañías celulares por proporcionar un servicio de calidad y eficiencia.

El área de cobertura celular se encuentra conformada por “células” de repetición las cuáles tienen la función de abarcar ciertas extensiones de tierra para mantener la continuidad de la señal a través de la línea de vista entre ellas. Debido a la curvatura terrestre y a la capacidad de transmisión de sus equipos, dichas células cuentan con un área de barrido determinada por lo que el tamaño del área de cobertura estará delimitado por el número de células que lo conformen.

Así mismo la “célula” está constituida por lo que se denomina “Sitio de transmisión” o simplemente “sitio”. Los sitios son los lugares donde se concentra el equipo de recepción, procesamiento y transmisión necesario para la repetición de la señal y son los responsables de mantener conectadas y funcionando a las “células” y a su vez el área de cobertura asignada.

La capacidad teórica de cobertura generalmente difiere de la capacidad real la cual se ve disminuida en zonas metropolitanas debido a la interferencia ocasionada por edificios y construcciones. Estas deficiencias pueden ser corregidas mediante el uso de torres para la colocación de antenas, la ubicación de las mismas o incluso en el aumento de la densidad del número de sitios para compensar esta atenuación de la señal.

El aumentar la densidad de sitios en una célula no sólo permite mantener la continuidad y calidad de la señal, sí no también permite en algunos casos aumentar el número de líneas libres disponibles para permitir el enlace de muchas llamadas al mismo tiempo sin que los equipos se saturen provocando la falla del servicio en la zona de cobertura.

La principal problemática en la instalación de sitios en zonas altamente pobladas radica principalmente en el espacio disponible para la colocación de los mismos que aunado a los altos costos en gastos de renta por uso de suelo, operación y mantenimiento obligan a buscar una alternativa mucho más viable desde el punto de vista económico y funcional.

Estas necesidades se traducen principalmente a indagar alternativas que se enfoquen a buscar en primera instancia soluciones de infraestructura que permitan ahorrar espacio sin sacrificar capacidad ni funcionalidad características de un sitio convencional, seguido de la posibilidad de mejorar o modificar la fuente de abastecimiento de energía para sí mismo, dando como resultado la minimización de gastos de instalación, operación y mantenimiento.

Uno de los aspectos más importantes desde el punto de vista de ingeniería y diseño se enfoca a satisfacer ciertos requerimientos estructurales y ambientales que además deben ser combinados con factores geométricos y ergonómicos para lograr un adecuado funcionamiento, montaje y mantenimiento del equipo eléctrico-electrónico que se encuentra contenido dentro de un sitio lo cual representa un reto durante el proceso de planeación y diseño para alcanzar un adecuado balance entre requisición y funcionalidad.

El objetivo principal del presente proyecto es proponer un diseño integral que permita satisfacer las necesidades ergonómicas y funcionales necesarias para optimizar la infraestructura e instalación de un sitio de telecomunicación celular minimizando los costos de operación y mantenimiento versus un sitio con infraestructura convencional.

Uno de los posibles alcances de éste proyecto, que no se incluyen en el presente trabajo, puede ser orientado a estudiar la capacidad de acoplar algún sistema de generación eléctrica ya sea convencional o de fuente alterna de energía, que de acuerdo a las capacidades teóricas de generación y basado en la combinación de infraestructura y operación entre un sitio convencional y uno optimizado se tenga como resultado un diseño híbrido que pueda satisfacer algunos índices de alimentación y operación, conformando así un sistema parcialmente autónomo y funcional bajo casi cualquier condición de instalación y operación a menor costo.

INTRODUCCIÓN:

La presente tesis tiene por objeto plantear el estudio y diseño de un sitio de telecomunicaciones estructuralmente optimizado mediante el conocimiento y análisis de las diferentes opciones y sistemas generales que integran este tipo de construcciones con el fin de entender los principios básicos de instalación y funcionamiento y así proponer una alternativa que permita el ahorro durante los procesos de manufactura, construcción y operación del mismo, satisfaciendo las necesidades de funcionalidad, espacio y ergonomía que se requieren en lugares altamente poblados o de poco espacio disponible.

Bajo este contexto se explicará brevemente el marco histórico y evolutivo de las telecomunicaciones así como los diferentes tipos de infraestructura ya existentes para así comprender el enfoque de las causas que han impulsado los constantes cambios estructurales y de forma para dar mayor flexibilidad y acoplamiento a los distintos requerimientos y necesidades de hoy en día.

Con base en esto, en el primer capítulo se explicará el panorama general de las telecomunicaciones así como los tipos de telefonía utilizados seguido de las tecnologías de comunicación celular que han sido utilizadas, su evolución y proyección a futuro con el fin de conocer de manera general su funcionamiento y entender su importancia como parte integral de un sistema global de comunicaciones.

En el segundo capítulo se clasificarán los diferentes tipos de sitios de telecomunicaciones de acuerdo a su aplicación y uso, así como también se analizarán algunas de las características generales de construcción y manufactura de los mismos, en función de los requerimientos técnicos y las necesidades de instalación más comunes.

En el tercer capítulo se expondrá de manera general tanto las características técnicas como el desarrollo de diseño y construcción de un gabinete modular tipo intemperie, con la finalidad de crear un nuevo concepto que permita satisfacer y optimizar las necesidades de instalación de los sitios de telefonía celular que utilicen una tecnología de radio eficiente pero robusta, así como para abatir costos de operación y mantenimiento del mismo sin sacrificar funcionalidad y ergonomía.

En el cuarto capítulo se realizará un resumen de los resultados obtenidos que permitan ponderar las ventajas tecno-económicas del producto terminado así como su proyección actual y alcances a futuro.

En el quinto y último capítulo se realizan las conclusiones y observaciones finales del proyecto con el fin de puntualizar los objetivos que han cumplido o incluso superado las expectativas y requerimientos originales del mismo.

“La totalidad de la ciencia no es mas que el refinamiento del pensamiento cotidiano”.

ALBERT EINSTEIN.

OBJETIVO:

Diseñar y construir un gabinete de nueva generación para sitios de transmisión en telefonía celular que reúna las características necesarias para optimizar espacios de instalación y facilidad de maniobra, así como, abatir costos de operación y mantenimiento considerando su funcionalidad, basándose para ello en conceptos y tecnología ya existente.

De acuerdo con los requerimientos de un sitio de telefonía ya sea por cable o celular y debido al equipo eléctrico-electrónico de transmisión y fuerza que éstos contienen su diseño debe contar con ciertas características tanto estructurales como geométricas para así proteger la integridad y funcionamiento de los equipos y garantizar la continuidad y calidad del servicio telefónico.

Con base en esto un sitio de telefonía celular debe contar con el espacio suficiente para la ubicación y montaje de una torre con sus respectivas antenas, plataforma para el anclaje del “contenedor”, técnicamente conocidos como “Shelters” ó “Gabinetes” tal como se explicará con mayor detalle en el capítulo correspondiente, así como para el tendido de las trayectorias aéreas o por piso de tuberías y cables para acometidas tanto de fuerza como de transmisión.

La selección del tipo del “contenedor” o gabinete para el sitio dependerá en gran parte del tipo y capacidad del equipo utilizado para satisfacer un área cobertura específica y líneas disponibles, así como de las características geométricas, estructurales y dimensionales del lugar donde va a ser instalado, muchas de éstas características ya se encuentran preestablecidas u homologadas junto con otros requerimientos que deben de ser resueltos y cubiertos durante el diseño del mismo. Entre las características mínimas generales con las que debe contar un “contenedor” para los sitios de telecomunicaciones se encuentran los siguientes:

Por ejemplo, por homologación¹, los requerimientos en cualquiera de los diferentes Shelters o Gabinetes son las siguientes:

- 1) Debe ser a prueba de agua y estanqueidad, Ídem Nema 4 y 4x.
- 2) Debe tener una caída en techo a 1 o 2 aguas con una pendiente del 3%.

¹ De acuerdo con algunos de los requerimientos más comunes y homologación general de varios proveedores de servicios de telefonía fija y celular en 2002.

- 3) Debe tener un espesor en muros y techo de entre 2 y 4 pulgadas y una resistencia térmica $R=14$ para contenedores y $R=8$ o más para gabinetes.
- 4) Debe contar con equipo de aire acondicionado para mantener una temperatura interna de entre 15 y 27 °C ó dependiendo de la especificación del equipo utilizado.
- 5) Debe contar con sistema de izaje y resistencia estructural específica para manejar equipo de hasta 800 Kg. de peso.
- 6) Debe de ser capaz de contar con una resistencia estructural combinada de hasta 1.2 Ton./ m², más las fuerzas de cuerpo (estructura).
- 7) Debe contar con sistema de sensores y alarmas para intrusión, detección de humo y temperatura .
- 8) Debe contar con blindaje a prueba de balas e intrusión².

Con base en lo anterior se definen las bases generales y requerimientos necesarios para calcular y diseñar un “contenedor” para equipo de comunicación celular que con ayuda de la teoría y conceptos ya existentes permitirá proponer un diseño que además de cubrir los requisitos técnicos antes mencionados facilite su manejo, instalación y operación y cuyo estudio se realizará en el presente trabajo, no sin antes escudriñar a través de la historia, teoría y funcionamiento general de las telecomunicaciones con el fin de entender su proceso de evolución y uso.

² Únicamente bajo especificación o solicitud, nivel mínimo de blindaje para soportar impactos de calibre .38 a corta y larga distancia según normas internacionales.

CAPITULO I: GENERALIDADES Y PRINCIPIOS DE TELEFONÍA:

“La teoría es la esencia destilada de la práctica”.

RANKINE.

PANORAMA GENERAL DE LAS TELECOMUNICACIONES.

Durante el siglo pasado se desarrollaron una gran variedad de redes de comunicaciones hasta alcanzar la situación actual. Hoy las redes de telecomunicaciones rodean nuestro planeta y se extienden por el espacio. La radio, la televisión y el teléfono permiten que millones de personas estén en contacto, salvando distancias de miles de kilómetros.

No obstante, todos estos sistemas parten de un modelo básico. Un proceso cualquiera de comunicación está constituido por un emisor que envía la información a través de un canal de transmisión, y la cual es recibida por un receptor.

Esta información no es transmitida directamente, si no que se utilizan códigos entendibles por el emisor y el receptor, y que se comunica mediante señales físicas.

Los códigos serán el lenguaje utilizado y las señales las ondas portadoras de éstos códigos, que pueden ser: eléctricas, sonoras, luminosas, etc. En muchos casos, el proceso exigirá que la información sea decodificada en la recepción.

El objetivo de éstos procesos de comunicación es que la información que se requiere transmitir sea idéntica a la que se recibe. Si falla cualquiera de los elementos que intervienen (transmisor, canal de transmisión o receptor), se producen pérdidas de información.

Una característica importante de éstos sistemas es que la comunicación suele ser en ambas direcciones. Esta puede ser alternativa o simultanea, convirtiéndose el transmisor en receptor y viceversa.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS Y NO GUIADOS.

Para propagarse, una señal debe viajar a través de un medio, llamado medio de transmisión los cuales se pueden clasificar como guiados y no guiados.

Los medios guiados se fabrican de forma que las señales se confinan a un canal de transmisión estrecho y que se puede predecir su comportamiento. Son habituales, los cables de Par Trenzado, cables Coaxiales y cables de Fibra Óptica.

En contraste, los medios No guiados (como los radios) son parte del entorno natural, a través de los cuáles se transmiten las señales en forma de ondas electromagnéticas. Las frecuencias habituales de éstas señales cubren el espectro Radioeléctrico (como VHF, UHF y microondas).

En resumen podemos encontrar diferentes medios de transmisión. Desde los más comunes como el par de cobre telefónico, hasta los más avanzados como la fibra óptica. Sin embargo, si no queda claro el funcionamiento de éstos medios de transmisión, intentar entender los complejos sistemas de redes donde actúan, será una tarea difícil.

PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ANALÓGICA Y DIGITAL.

Aunque los primeros sistemas de comunicación, como el telégrafo, utilizaban un código digital (el código Morse) para transmitir información, el mayor peso de los desarrollos en las redes de comunicación estuvo dirigido hacia la transmisión de forma analógica.

Con la llegada de las computadoras, la situación ha cambiado de nuevo. Cada vez más información se envía en forma digital. La combinación de computadoras y redes de comunicaciones ha tenido un impacto tan profundo en el estilo de vida de millones de personas como lo tuvieron la radio y el teléfono en su momento.

Es importante distinguir con claridad las señales analógicas de las señales digitales.

Una señal es llamada analógica si al acotarla dentro de un intervalo de tiempo, la señal toma un número infinito de valores. Veamos estos conceptos con un ejemplo. Imaginemos que deseamos transmitir información usando figuras de humo (como lo hacían los indios).

Cuando usamos la forma analógica, nuestras señales de humo, por definición, podrían formar cualquier figura de humo (un número infinito). Pero si usamos la forma digital solo un número finito de figuras serían válidas, por ejemplo, círculos, triángulos y cuadrados.

Al enviar nuestras señales de humo, el viento las distorsionaría, es decir, el medio ambiente distorsiona nuestra información.

El problema ahora es de quien recibe el mensaje. Recordemos que en un sistema Analógico cualquier figura de humo es permitida. Por lo tanto, el receptor no puede distinguir cual parte de la figura de humo pertenece a la figura original y cual se debe a la distorsión. Sin embargo, en un sistema Digital, cuando se reciben las figuras distorsionadas (claro, hasta cierto límite), el receptor es capaz de reconocer la figura original comparándola que mejor se parece dentro del conjunto de figuras permitidas. En otras palabras, se está removiendo la distorsión y reconstruyendo la señal original. Incluso, si así se desea, estará lista para enviarla a otro receptor.

De ésta analogía se pueden desprender algunas ventajas y desventajas de las señales analógicas y de las señales digitales.

Las ventajas de la señal digital sobre la analógica:

1. Las señales digitales pueden soportar niveles más altos de distorsión e interferencias; se pueden regenerar sin que haya pérdida de información.
2. Son más seguras pues se pueden implementar códigos para detección y corrección de errores y su procesamiento es más sencillo.
3. Las señales digitales pueden presentar cualquier tipo de información: voz, datos y video. Por lo tanto, las redes actuales pueden transportar toda esa información en forma económica.

Sin embargo los fenómenos en la naturaleza se manifiestan de manera analógica. La voz y el video por ejemplo, tienen que pasar por un proceso de digitalización.

La ventaja de la señal analógica sobre la señal digital es que la señal analógica ocupa un menor ancho de banda que la señal digital.

Al ocupar mayor ancho de banda, las señales digitales requieren ser transportadas en medios de transmisión más sofisticados y caros.

Características y parámetros de una señal:

Cualquiera que sea el tipo de señal: analógica o digital, existen algunos parámetros que las caracterizan. Los parámetros más importantes de una señal son los siguientes:

- Frecuencia (f). Es el número de veces que se repite una señal por unidad de tiempo. Las unidades de medición de la frecuencia son los Hertz (Hz).
- Periodo (T). Dada una señal que se repite después de cierto tiempo, el periodo de la señal es ese intervalo de tiempo que dura la señal antes de volver a repetirse. El periodo se expresa en segundos. $T = 1/F$
- Fase (ϕ). Es la medida angular que indica el adelanto o retardo de una señal en relación a una referencia establecida.

La longitud de onda (λ) Es la distancia que recorre la señal, mientras una partícula del medio que recorre la onda , realiza una oscilación completa.

$$\lambda = C/f$$

Ancho de Banda:

Un medio físico se convierte en un canal cuando se le acopla un transmisor en un extremo, un receptor en el otro y si es necesario, para evitar el excesivo deterioro de la señal transmitida, unos repetidores intermedios.

Sin embargo, cuando transmitimos una señal por éstos canales de comunicación, ésta puede sufrir pérdidas de energía dependiendo de las frecuencias que componen a esa señal. Esto ocurre porque cada medio de transmisión posee una respuesta en determinadas frecuencias características.

Por ésta razón, un medio de transmisión permitirá el paso de señales compuestas por un determinado rango de frecuencias. Cualquier señal con una frecuencia comprendida dentro de este rango que se transmita por él, sufrirá la misma atenuación en los armónicos que se encuentren dentro del rango de frecuencias intrínsecas al canal.

Llamaremos ancho de banda de un canal al rango de frecuencias entre las cuales la señal sufre la misma atenuación durante la transmisión, de forma que se puede aplicar la misma escala de amplificación para ese rango de frecuencias sin que se produzca una distorsión.

El ancho de banda sería pues, la diferencia entre la frecuencia superior e inferior que se puede transmitir sin distorsión por un medio físico empleado como canal de comunicación.

Otra manera de expresar al concepto de *ancho de banda de un canal* al rango de frecuencias entre las cuales la señal sufre la misma atenuación durante la transmisión, de forma que se puede aplicar la misma escala de amplificación para ese rango de frecuencias sin que se produzca una distorsión.

Una manera adicional de expresar el concepto de ancho de banda de un canal es a través del concepto de pérdidas o ganancias de una señal expresada en decibelios (o decibeles).

En términos de decibelios, se define el Ancho de Banda de un canal como el rango de frecuencias dentro de las cuales una señal no sufre atenuaciones mayores de -3.0 dB.

La ganancia de -3.0 dB corresponde a $\log^{-1}(-3.0/10) = 0.5$. Por ésta razón las frecuencias que delimitan el ancho de banda de un canal, también se le conocen como “frecuencias de potencia mitad”.

En general las amplitudes se transmiten sin degradación (es decir, con un mismo factor de atenuación) para un rango de frecuencias que suele ser $f=0$ hasta $f=f_c$, siendo f_c la frecuencia de corte característica del medio, medida (Hz). Todas las frecuencias superiores a dicha frecuencia de corte sufren fuertes atenuaciones. Este rango de frecuencias es lo que hemos denominado anteriormente como ancho de banda, es una propiedad del medio de transmisión.

Es posible limitar el ancho de banda de un medio colocando filtros que disminuyan el rango de frecuencias que puede transportar pero no es posible aplicarlo, ya que depende intrínsecamente de las propiedades físicas del medio.

Del mismo modo que hemos definido el concepto de ancho de banda de un medio, también se puede definir el ancho de banda de la señal que va a ser transmitida por dicho medio. También se le denomina anchura espectral de la señal, se define como la banda de frecuencias que contiene la mayor parte de la energía de la señal. Se considera despreciable la energía contenida en las frecuencias fuera de éste margen, un criterio a seguir sería considerar aquella banda de frecuencias que transporte un 90% de la energía total de la señal.

TRANSMISIÓN BANDA BASE

- Señal digital
 - Transiciones bruscas
 - Medios de Transmisión con mayor ancho de banda.
- Para distancias cortas y velocidades bajas, se puede enviar sin tratamiento alguno a través del medio y recuperando en el punto Rx.
- Esto es transmisión en banda Base.

Banda Base y Banda Ancha.

En los estudios espectrales de la señal de impulso rectangular se demuestra que si la duración del impulso se reduce, el ancho espectral de la señal aumenta y viceversa. Así, los impulsos cortos, tienen un amplio espectro, mientras que los largos tienen un espectro más estrecho. Las señales digitales se pueden concebir como trenes de impulsos irregulares (no podemos saber a priori cuando se va a generar un impulso). Si queremos aumentar la velocidad de transmisión del tren ello conlleva a reducir la duración de los impulsos, lo cual implica un aumento en el espectro de frecuencias de la señal, por lo que será necesario un canal con mayor ancho de banda para su transmisión.

Por lo tanto, el hecho de que en una señal digital se produzcan transiciones bruscas, obliga al empleo de medios de transmisión con elevados anchos de banda, para evitar la distorsión de la señal; lógicamente la distorsión será mayor conforme aumente la velocidad de transmisión, hay que tener en cuenta que un canal actúa como un filtro paso bajo.

No obstante, si la transmisión se produce para velocidades bajas y distancias cortas, la distorsión de la señal es lo suficientemente débil como para que pueda ser reconocida en el otro extremo. En tales condiciones, las señales digitales pueden ser transmitidas

directamente al medio sin necesidad de ningún tipo de actuación sobre las mismas. A este tipo de transmisión se le denomina en banda base.

Normalmente, las redes de área local utilizan el modo de transmisión banda base. Las señales se transmiten de modo digital sin modular, lo cual tiene el inconveniente de que la distancia máxima entre terminales de la red no puede exceder de los dos o tres mil metros.

En la modalidad de transmisión en banda ancha se consigue alcanzar distancias de hasta 40 y 50 Km. Para ello es necesario cambiar la forma física de la información de impulsos digitales a ondas moduladas.

En general, se dice que una señal a la que se llama portadora, está modulada por otra, cuando la segunda controla algún parámetro de la primera. El ejemplo más típico es la modulación de amplitud de una senoide por otra de menor frecuencia.

El empleo de una señal portadora radica en el hecho de que la portadora requiere un menor ancho de banda que la señal digital original para llevar a cabo su transmisión a lo largo del medio que constituye el canal de comunicación.

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

- Velocidad de Modulación
 - Número de cambios del valor de una señal por segundo en la línea o medio de transmisión. Esta velocidad se mide en Baudios

- Velocidad de Transmisión
 - Número de bits transmitidos por segundo medido en bps (bits por segundo). Depende del método de codificación y de la velocidad de transmisión.

- Velocidad de transferencia
 - Es la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo.

Velocidad de transmisión.

Se considera estados significativos de una línea a todos aquellos niveles de tensión que representen información distinta. Si disponemos de dos niveles de tensión para representar la información, entonces solo podemos señalar un bit en cada estado.

La velocidad de modulación: Es el número de veces por segundo que la señal cambia su valor en la línea o en el medio de transmisión. Esta velocidad se mide en baudios.

Un cambio de estado puede implicar la transmisión de más de un bit de información. Por lo tanto, el concepto de baudio está ligado directamente a las características del medio de transmisión y se corresponde con la cantidad de veces que la señal portadora oscila (cambia de estado) por unidad de tiempo.

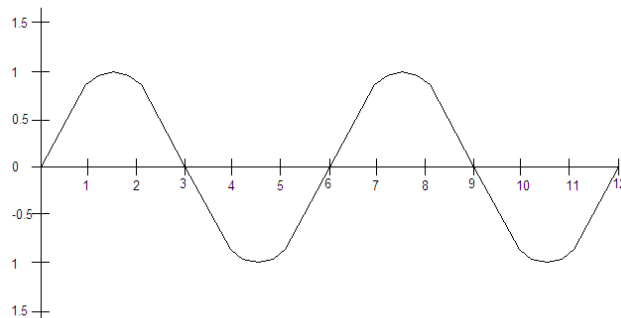
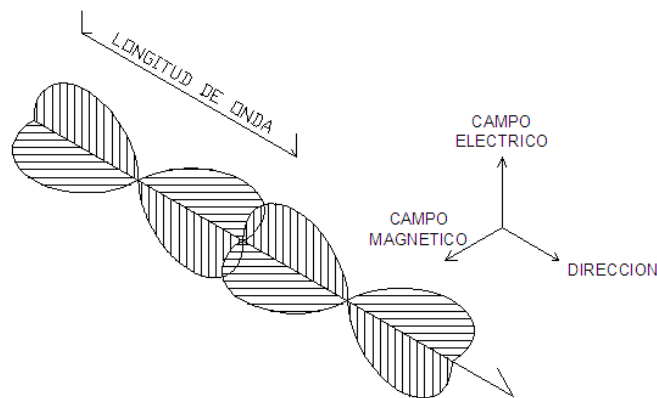
Definiremos ahora la velocidad de transmisión como el número de bits transmitidos por segundo. Su unidad es el bps (bits por segundo). El tiempo necesario para transmitir un carácter depende, entonces, del método de codificación y de la velocidad de transmisión.

Adicional a éstos conceptos, existe lo que denominamos como velocidad de transferencia de datos. En la transmisión de información digital entre computadoras, por ejemplo, es fundamental que aseguremos los intercambios de datos libres de errores. Para lograr éste propósito, a la información a transferir se le añaden los datos para detectar y corregir errores, además de establecer y controlar la comunicación. La velocidad de transferencia de datos (o “Payload”) representa, entonces, la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo.

LONGITUD DE ONDA

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

$$C = 3 \times 10^8$$



PRINCIPIOS DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.

Espectro de una señal.

Los sistemas de radio sintonizan distintas “bandas de frecuencias” que generalmente denominamos: Onda media, Onda corta, FM (VHF), etc. Estas “bandas” son divisiones del “espectro radioeléctrico”. Estas divisiones se han hecho para distribuir los distintos servicios de telecomunicaciones y cada una de estas gamas de frecuencias poseen características particulares que permiten diferentes posibilidades de recepción.

Se denomina espacio radioeléctrico a la porción del Espectro Electromagnético ocupado por las ondas de radio; o sea las que se usan para telecomunicaciones.

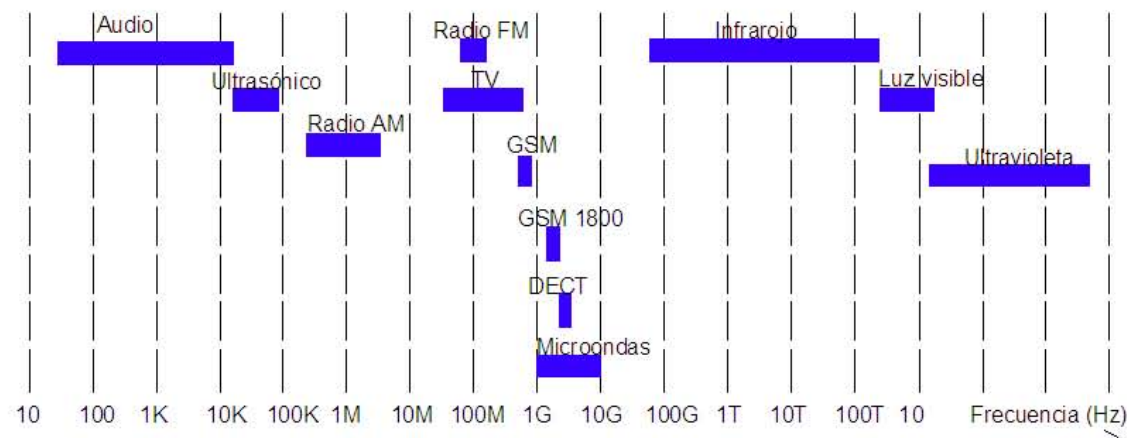
El espectro electromagnético está compuesto por las ondas de radio, las infrarrojas, la luz visible, la luz ultravioleta, los rayos X y los rayos gama: todas estas son formas de energía similares, pero se diferencian en la frecuencia y su longitud de onda.

La longitud de onda es muy importante para la “lectura del espectro radioeléctrico” y para situarnos en el tipo de medio de transmisión más adecuado para la señal que se transmitirá.

Se define como longitud de onda (λ) como la distancia que recorre la señal mientras una partícula del medio que recorre la onda, realiza una oscilación completa. Tiene una relación inversa a la frecuencia de la señal:

$$\lambda = c/f,$$

donde $c = 300e^6$ m/s (velocidad de la luz en el vacío).

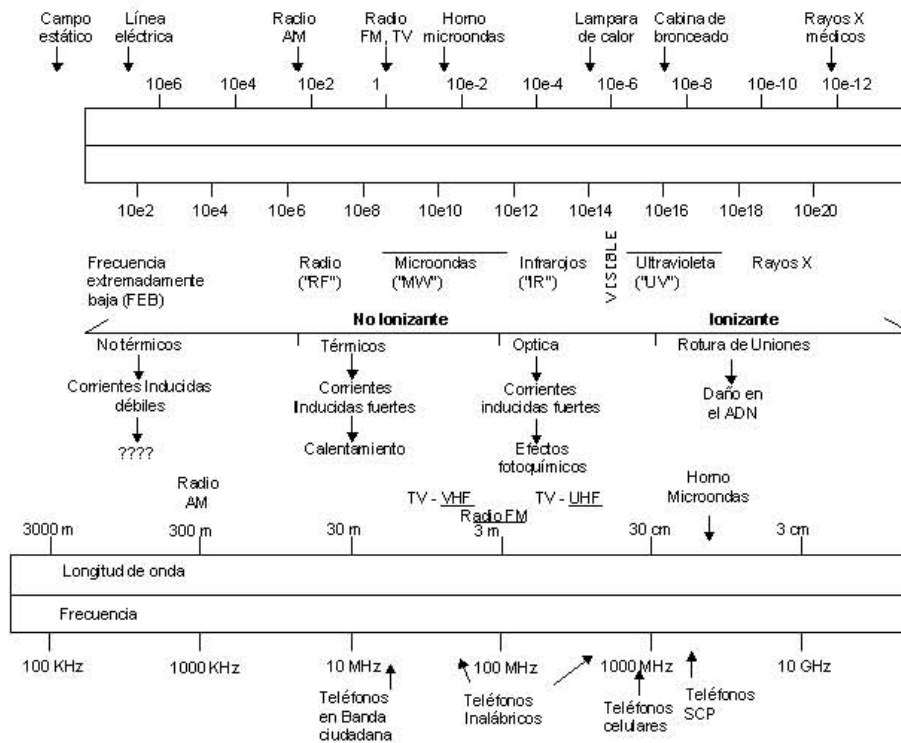


Limite de frecuencias para distintas ondas de radio del Espectro Electromagnético.

Los primeros intentos por establecer un estándar en la división del espectro de frecuencias se llevaron a cabo por el Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio (CCIR) en el año de 1953.

Debido a que la radiodifusión nació en los Estados Unidos, las denominaciones de las divisiones se encuentran en idioma inglés y de allí las abreviaturas tal cual las conocemos adoptadas en la Convención de Radio celebrada en Atlantic City en 1947.

El Espectro Electromagnético



Amplitud del espectro electromagnético.

LIMITES DE RADIOFRECUENCIA

20.. 20000 Hz:	Audio frecuencias
20 KHz .. 100 KHz:	Ultrasonido
87.5 .. 108 MHz:	FM Radio Broadcasting
300 .. 3400 Hz:	Teléfono analógico
50 MHz .. 500 MHz:	Televisión Broadcasting
900 MHz:	GSM Telefonía Móvil. 890.
915 MHz Subida, 935 .. 960 MHz Bajada.	
1710 .. 1785 MHz Uplink, 1805 .. 1880 MHz Downlink:	
	GSM 1800
1880 .. 1900 MHz:	DECT
1GHz .. 10 GHz:	Frecuencias microondas.
5e11 Hz.. 3e14 Hz:	Infra Rojos
900 nm .. 800 nm:	Luz Visible
10e15 .. 5e17 Hz:	Ultra Violeta
5e17 .. 5e19 Hz:	Rayos X / Rongten
5e18 .. En adelante	Rayos Gama

A su vez la unión internacional de Telecomunicaciones (UIT-ITU) dividió al planeta en tres regiones, en las cuáles la distribución de las frecuencias para los distintos usos y servicios son similares para los países que integran una región determinada.

La región 1: Es Europa, África, El medio Oriente, Mongolia y las Repúblicas de la Ex Unión Soviética.

La Región 2: Son los países de América.

La región 3: Es el resto del mundo, principalmente Asia y Oceanía.

Aún continua el proceso de estandarización de las bandas de frecuencias y sus aplicaciones en las diferentes regiones. Sin embargo, es un proceso largo y a decir de algunos expertos, para algunas de las aplicaciones, éste será un proceso sin un final de convenios, sino determinado por las estrategias del mercado.

MEDIOS NO FÍSICOS.

Sistemas de Radio enlaces:

Los sistemas de radio enlaces son en muchas aplicaciones una alternativa muy valiosa a los sistemas cableados: sean por cobre o por fibra. La determinación del medio a utilizar, depende de los factores como el costo, efectividad, la topografía y la seguridad. Las ondas de radio pueden ser propagadas desde una antena transmisora a una antena receptora a lo largo de la superficie terrestre, a través de la atmósfera, o rebotando en reflectores naturales o artificiales. Los sistemas de radio pueden ser utilizados a frecuencias entre 100 y 8000 Mhz, para llevar a cabo comunicaciones de banda ancha con alcances de hasta varias veces la línea de vista.

A frecuencias más altas, sin embargo, las distancias de cobertura son más cortas debido principalmente a las condiciones ambientales (humedad del aire, lluvias). Dadas las características típicas de las diferentes bandas de frecuencias respecto a su propagación (distancias) y ancho de banda (tipo y capacidad de las señales que transportan), estas bandas han sido asignadas a aplicaciones específicas. Para garantizar una coordinación mundial del uso de las bandas de frecuencias y para estandarizar la planeación de las frecuencias dentro de cada banda, se creó el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radio). Esta organización, desde hace tiempo, estudia y establece los estándares con los cuales los enlaces de radio deben cumplir.

Ondas de Radio en la Atmósfera.

La atmósfera posee tres capas que actúan de modo diferente en la propagación de las ondas de radio a través de ella. Esas capas son la troposfera, que es la capa más baja, la estratosfera, que es la capa intermedia y la ionosfera, que es la capa final de la atmósfera.

Al atravesar la troposfera la onda de radio refracta (cambia de forma o dirección) a medida que aumenta de latitud. Esto se debe al aumento de velocidad en la concurrencia de atenuación de los gases a medida en que se va acercando a la tierra.

Cuando atraviesa la estratosfera, la onda no sufre ningún cambio, pues no existen gases suficientes para la refracción.

Cuando llega a la Ionosfera, la onda de radio puede sufrir diversos fenómenos dependiendo de las actividades eléctricas que ocurren en este lugar. Los fenómenos más comunes son los de reflexión.

A todas las frecuencias, las ondas de radio se verán afectadas por interferencias de motores y otros equipos eléctricos, así como por radiaciones del espacio exterior.

Particularmente, a bajas frecuencias, las ondas de radio cruzan bien los obstáculos, pero la potencia se reduce drásticamente con la distancia.

A medida en que las frecuencias de las ondas de radio van aumentando, se propagan más en línea recta; tal como la luz. Esta es una característica que se aprovecha para los sistemas de radio enlaces.

LAS ONDAS DE RADIO EN LA ATMÓSFERA

La atmósfera se divide en tres capas principales:

Troposfera, que es la capa más baja.

La estratosfera, que es la capa intermedia

La ionosfera, que es la capa final de la atmósfera

Troposfera:

La onda de radio refracta (cambia de forma o dirección) a medida que aumenta de latitud.

Estratosfera:

La onda no sufre ningún cambio pues no existen gases suficientes para la refracción.

Ionosfera

La onda de radio puede sufrir diversos fenómenos dependiendo de las actividades eléctricas.

A frecuencias mas altas, estas se propagan mas en línea recta; esto se aprovecha en los sistemas de radio enlaces.

Proceso de transmisión:

El proceso de transmisión es el siguiente: Se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena (una potencia eléctrica modulada). Los electrones contenidos en el metal de la antena, comienzan a oscilar instantáneamente. El movimiento de éstos electrones genera una corriente eléctrica que se manifiesta de dos formas sobre la antena.

Mediante un campo magnético concéntrico al conductor de la antena, las líneas de fuerza concéntricas al conductor, y un campo electrostático cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a las líneas de fuerza del anterior campo, es decir centrífugas.

La fuerza o potencia eléctrica que se aplica a la antena, tiene una forma senoidal, forma que fielmente reproducen tanto las ondas magnéticas como las electrostáticas. La longitud de onda está directamente relacionada al tamaño de la antena, aspecto que debe de ser considerado al momento de instalar la misma.

Las ondas de radio tienen tres formas de propagarse:

- Propagación por onda terrestre: Es éste tipo de propagación, las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora. Este fenómeno suscita la aparición de corrientes eléctricas al nivel de la tierra que llegan a interferir la onda original, introduciéndose a la misma en la forma de ruido. Adicionalmente, la onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radioreceptor.

- Propagación por línea recta o alcance visual: éste tipo de propagación se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno. Este tipo de transmisión es empleado particularmente para las frecuencias más altas como VHF y UHF.

Típicamente los servicios de TV y FM emplean este tipo de transmisión. Bajo ésta modalidad de propagación, la altura de las antenas es fundamental para lograr una comunicación eficaz entre varias antenas. Se debe entender los dos términos relacionados a éste tipo de comunicación: Distancia al horizonte y Distancia de alcance visual.

Se ha demostrado que las ondas cercanas a la tierra sufren una inclinación a la misma que permite lograr una distancia de alcance visual mayor. Las ondas VLF, LF y MF, se transmiten por medio de este tipo de propagación.

- Propagación por onda espacial: También conocidas como de tropo difusión. La mayoría de las ondas que están dentro de la frecuencia de 3 a 30 MHz se realizan mediante onda espacial, excepto las de radioaficionados. Este tipo de onda es lanzado por la antena transmisora hacia la ionosfera, y rebota retornando a la tierra.

Lamentablemente éste tipo de comunicaciones es sensible ya que dependen del estado climatológico, como del estado mismo de ésta, susceptible a la radiación ultravioleta del sol, impurezas, etc. La ionosfera está formada por ondas electromagnéticas provenientes del mismo sol. La banda HF es un ejemplo de éste tipo de propagación.

PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS

Propagación por onda terrestre.

Las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora.

La onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radio – receptor.

Propagación por línea recta o alcance visual.

La onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno.

Propagación por onda espacial.

Este tipo de onda es lanzada por la antena transmisora hacia la ionosfera y rebota regresando a la tierra. Es muy sensible depende del estado climatológico. Hay una pérdida por difusión.

Espectro de frecuencias utilizadas.

Longitud de onda y sus aplicaciones		
Denominación:	Longitud de onda:	Aplicación:
MF	1 Km. a 100 m	Radio AM
HF	100 m a 10 m	Onda corta (Radio afición)
VHF	10 m a 1 m	TV, FM y Radio llamadas
UHF	1 m a 10 cm	Microondas y TV
SHF	10 cm a 1 cm	Microondas y satélite
Frecuencias y sus denominaciones		
Denominación:	Frecuencia de trabajo:	
UHF (Ultra High Frequency)	300 MHz a 3 GHz	
SHF (Super High Frequency)	3 GHz a 30 GHz	
EHF (Extremely High frequency)	30 GHz a 300 GHz.	

Asignación de las bandas de frecuencias.

A continuación se muestra una tabla de frecuencias con sus denominaciones y aplicaciones:

Banda	Rango	Uso
UHF Ultra High Frequency	300 MHz – 3 GHz	TV Comercial Radio Celular Servicios Fijos de Telecomunicaciones Punto a Punto.
SHF Super High Frequency	3 GHz – 30 GHz	Servicios Fijos Punto a Punto de Microondas. (privados o públicos).
EHF Extremely High Frequency	30 GHz – 300 GHz	Comunicaciones experimentales y militares.

Como se dijo antes, por encima de los 100 MHz las ondas viajan en línea recta, y por tanto se pueden enfocar en un haz estrecho con una antena parabólica. Se produce una señal mucho más alta en relación con el ruido externo. Las antenas transmisora y receptora deben estar muy bien alineadas entre sí (“Enlace de línea de vista”) situados en torres de gran altura para librar los posibles obstáculos físicos del terreno. Las redes de microondas están formadas por una serie de estaciones terminales y repetidoras con antenas perfectamente alineadas.

Cuanto más altas sean estas torres, más separadas podrán estar. Esta distancia se eleva en forma muy aproximada a la raíz cuadrada de la altura incrementada.

Radio enlaces:

Un Radio enlace es un conjunto de equipos y accesorios que trasladan información a otro punto en forma inalámbrica y “transparente” para el usuario. La distancia que se puede cubrir con éstos equipos depende de las condiciones del terreno. Es necesario que no existan obstáculos geográficos que impidan el paso de la señal radial. Sin embargo, en condiciones normales se pueda hablar de distancias de hasta 70 a 80 Kilómetros.

Un radio enlace consta de:

Terminales de Radio enlaces:

Equipo Transmisor / Receptor del lado A y B

Fuentes de Poder

Baterías, torres y accesorios menores

Antenas:

Tipo Yagi (para UHF)

Parabólicas (UHF y superior)

Alimentadores:

Coaxial o Guía de onda (elíptica o redonda: en cobre o aluminio)

Selección determinada por las pérdidas permitidas y por el rango de frecuencias utilizadas.

Alto de Antena:

Dependiendo de la distancia a ser cubierta y el terreno intermedio.

Si posee varias líneas, puede usar una para voz, otra para datos, video, etc. Esto se puede hacer ya sea de punto a punto o de un punto a varios puntos a la vez.

PRINCIPIOS DE TELEFONÍA CELULAR.

Las comunicaciones inalámbricas se han estado desarrollando de una manera exponencial y muy particularmente en la telefonía celular.

En 1934 había 194 sistemas de radio operados por la policía en USA usando AM. Unos 5000 vehículos estaban equipados con radio.

En 1935 Amstrong implementó la FM y desde finales de los años 30 ésta ha sido la técnica de modulación más usada en los sistemas de comunicación móviles.

La segunda guerra mundial aceleró la capacidad de miniaturización de los fabricantes que se usó en los sistemas de consumo de TV y de radio unidireccional y bidireccionales después de la guerra. El número de usuarios móviles en USA pasó de unos miles en 1940 a 86,000 en 1948, 695,000 en 1958 y 1.4 millones en 1962.

La mayor parte de los usuarios en los 60's no estaban conectados a la red pública conmutada.

En México para 1996, la radiotelefonía móvil con tecnología celular cubría cerca de 170 ciudades y ofrecía servicio aproximadamente a 1 millón de usuarios, sin embargo, el número de usuarios aumentó a más de 1.7 millones para finales de 1997.

La telefonía celular:

Es conveniente ubicarnos en lo que tecnológicamente significa un Sistema Celular, ya que el servicio que proporciona está bien definido como sistema de telefonía. Tecnológicamente es un concepto reciente ya que el primer sistema de este tipo operó comercialmente en 1984 en USA, sin embargo ha tenido su desarrollo más importante respecto a los otros sistemas de Telecomunicaciones tanto desde el punto de vista de evolución tecnológica como del crecimiento de fabricantes y proveedores de equipos y servicios, todo esto en función de la acelerada penetración de mercado que el servicio de Telefonía Celular ha tenido.

El nombre completo que se ha dado a este sistema es, SISTEMA DE RADIOTELEFONÍA MÓVIL CON TECNOLOGÍA CELULAR, que describe sus tres características más importantes, esto es:

Radio telefonía:	Telefonía a través de ondas de radio.
Móvil:	Capacidad para dar servicio a teléfonos en movimiento inclusive a altas velocidades.
Tecnología celular:	Técnica que permite reutilizar un número limitado de frecuencias para aumentar "ilimitadamente" la capacidad del sistema, mediante el uso de células.

Nuestro sistema al igual que todos los de telecomunicaciones está basado en una norma, es la denominada AMPS (Advanced Mobile Phone System).

Sistema de Telefonía Celular:

Un sistema celular se compone de varios elementos cuyo funcionamiento es conjunto y los conlleva a un mismo objetivo que para nuestro caso es proporcionar el servicio de telefonía con una serie de características que lo distinguen de otros. Sus componentes más importantes son:

La central de telefonía celular, también conocida como:

MTX, Mobile Telephone Exchange.

MSC, Mobile Service Center.

MTSO, Mobile Telephone Service Office o simplemente Switch.

La(s) Radio base(s) o Estaciones Base. También conocidas como:

Interfaz Móvil.

BSS, Base Station Subsystem.

Los teléfonos celulares también conocidos como:

Equipo terminal

Unidades móviles.

Un sistema de telefonía celular por definición funciona en interconexión con la Red de Telefonía Pública Conmutada (RTCP) por lo que no forma parte integral del mismo, pero es considerado como un elemento más de su operación.

Los Teléfonos Celulares:

Para los usuarios, es la parte más importante y conocida de los sistemas celulares ya que a través del teléfono obtienen el servicio, esto es, hacer y recibir llamadas.

Es el elemento final del sistema. Existe una gran variedad de diseños posibles, pero en general, se distinguen cuatro categorías:

- Estaciones montadas sobre vehículos
- Estaciones transportables
- Estaciones portátiles de bolsillo
- Estaciones fijas (También denominadas WLL, que complementa a la telefonía fija en zonas de difícil acceso mediante par de cobre).

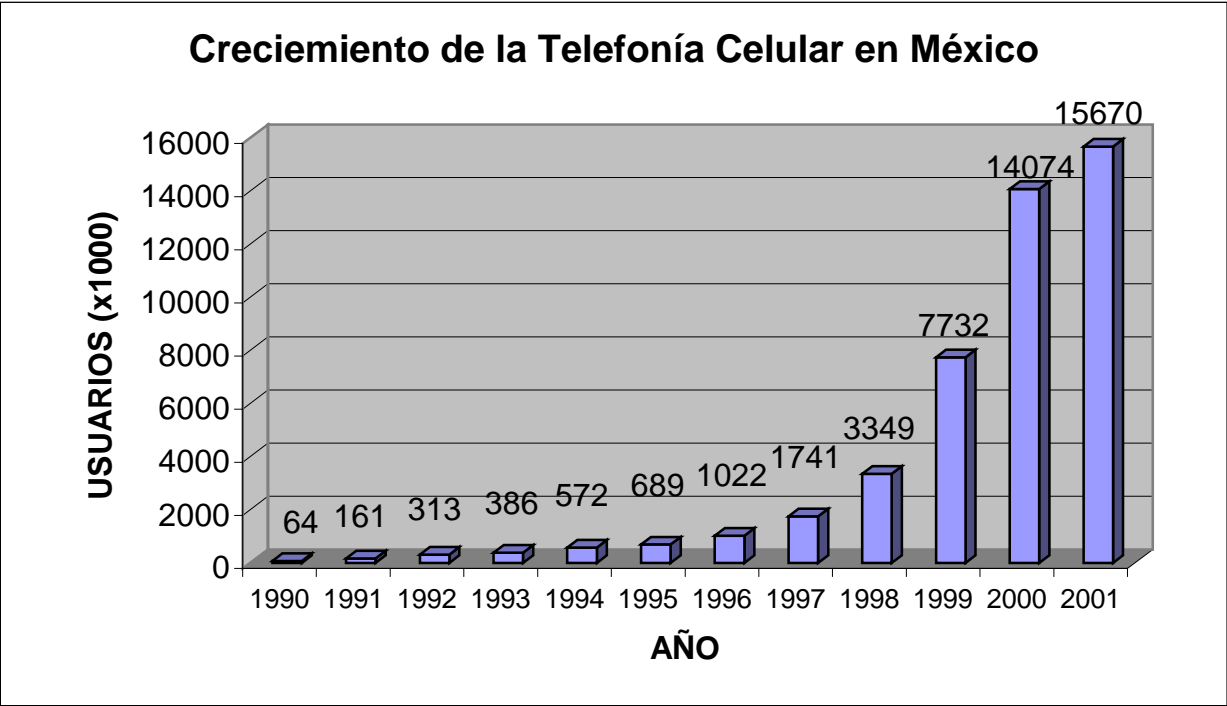
En todos los casos, en una estación móvil es necesario programar los datos específicos del usuario, entre los que se encuentra el número que identifica a cada usuario.

Con lo anterior su función está descrita y respecto a las diferentes clasificaciones que existen, se puede mencionar que de acuerdo a la tecnología las siguientes:

- Teléfonos analógicos
- Teléfonos digitales
- Teléfonos Duales.

Para explicar como funciona un teléfono celular es conveniente recordar que está integrado por los siguientes elementos:

- Unidad de radiofrecuencia: transreceptor y equipo asociado para transmisión (antena y acopladores).
- Unidad de control: procesamiento electrónico, teclado y pantalla.
- Unidad de voz / audio: (interfaz con el usuario (monitoreo, altavoz)).
- Unidad de alimentación: batería y adaptador.



Conceptos Generales de la telefonía Celular:

Cobertura:

En sentido genérico, se entiende por cobertura la zona desde la cual una terminal móvil puede comunicarse con las estaciones de base y viceversa. Es en el primer parámetro en el que se piensa al diseñar una red de comunicaciones móviles.

En primer lugar, la cobertura o el alcance radio de una red es la composición del alcance de la suma de todas sus estaciones de base. A la hora de planificar una red, desde el punto de vista de la cobertura, el primer dato que se necesita saber es la zona que se desea cubrir, o zona de servicio.

Célula o celda:

Una Célula es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular. Cada célula contiene un transmisor, que puede estar en el centro de la célula, si las antenas utilizadas son o utilizan un modelo de radiación omnidireccional, o en un vértice de la misma, si las antenas tienen un diagrama directivo. La célula también se define como el área de cobertura de una estación base.

Al tener varias células contiguas surgen áreas de traslape y áreas de sombra. Por lo que se debe utilizar un arreglo que minimice estos dos tipos de áreas.

Las células también se dividen por su tamaño en:

TIPO	RADIO	COBERTURA
Célula Gigante	> 50 Km.	Continentes
Célula Grande	10 – 50 Km	Rural
Célula	1 – 10 Km.	Urbana
Minicélula	100 – 1000 m	Urbana densa
Microcélula	10 – 100 m	Oficina / Campus
Picocélula	2 –10 m	Habitación
Femtocélulas	< 2 m.	Rango Corto Privado

Solo existen tres figuras geométricas que se pueden agrupar y que no dejan áreas de sombra: El Cuadrado, el triángulo equilátero y el hexágono.

De las figuras mencionadas la naturaleza nos enseña que la más recomendada es el hexágono por lo que el área a la que se pretende dar el servicio se cubre con figuras hexagonales.

Aunque se debe aclarar que la forma hexagonal de la celda mostrada en la figura es conceptual y es un modelo simple de la cobertura de radio para cada estación base, pero ha sido universalmente adoptado dado que el hexágono permite un análisis fácil y manejable

de un sistema celular. La cobertura real de una celda se conoce como huella (“footprint”) y se determina de los modelos de campo o de los modelos de predicción de la propagación.

Cada una de las células que cubren el área transmiten un subconjunto total de canales disponibles para red celular a instalar. Cada una de las células que cubren el área transmiten en subconjunto del total de canales disponibles para la red celular a instalar. Cada célula, además de varios canales de tráfico, tendrá uno o más canales de señalización o control para la gestión de los recursos radio y la movilidad de los móviles a ella conectados.

Número de Canales Disponibles:

En cualquier sistema celular los recursos son limitados, ya que está sujeto al ancho de banda asignado. Por otra parte este ancho de banda debe dividirse para los diferentes usuarios y/o diferentes servicios que quieren ofrecer.

En el caso de un sistema de telefonía celular una comunicación debe de ser full dúplex, por lo que se requieren de dos frecuencias, una de subida (del teléfono celular a la estación base) y una de bajada (de la estación base al teléfono celular).

Para calcular el número de canales disponibles en el sistema se utiliza la siguiente expresión matemática.

$$C = B / 2\Delta f$$

Donde:

C = Número de canales disponible.

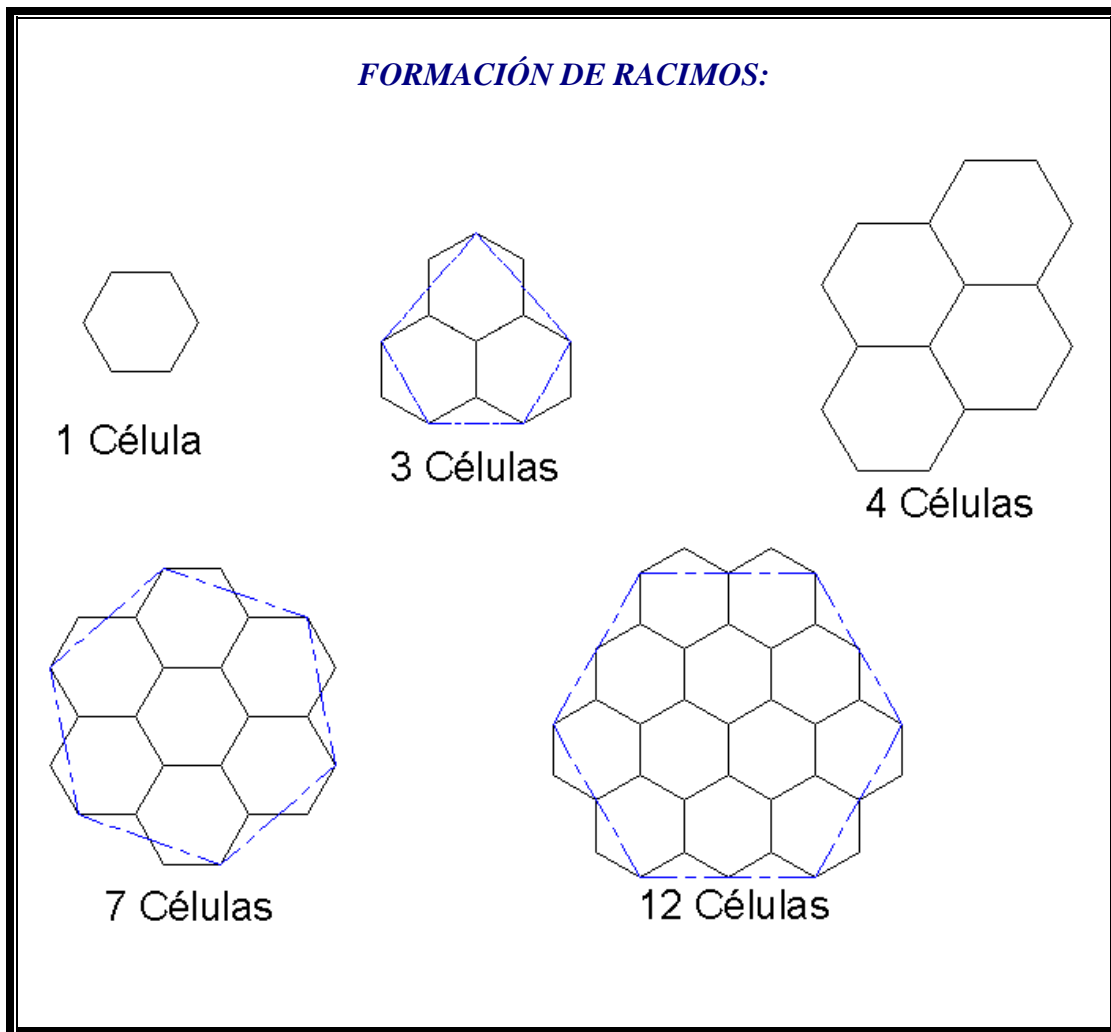
B = Ancho de banda disponible.

Δf = Separación entre canales.

Cluster o Racimo:

Un Racimo o Cluster lo forman un conjunto de células.

Entre todas, agrupan la totalidad de las frecuencias disponibles en la red celular. Sumando varios racimos es como se alcanza la cobertura final del sistema celular, reutilizándose de esta manera las mismas frecuencias en todos los racimos.



Reutilización de frecuencias:

Esta es la técnica que permite diferenciar a los sistemas de concentración de canales frente al resto. Se trata de tomar todo el grupo de frecuencias asignado al sistema y dividiendo el grupo en varios subgrupos (Células) y ordenándolo según la estructura celular (Racimo) se pueden construir grandes redes con las mismas frecuencias sin que éstas interfieran entre sí.

Los sistemas de radio celulares se basan en la colocación inteligente así como en la reutilización de los canales a través de una región de cobertura. Al proceso de diseño de seleccionar y colocar grupos de canales en todas las estaciones base dentro de un sistema, se le llama reutilización de frecuencias o planificación de frecuencias.

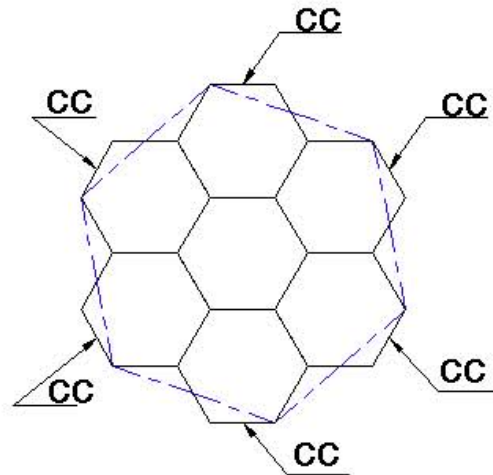
Para comprender el concepto de reutilización de frecuencias, consideremos un sistema celular que tenga un total de C canales dúplex disponibles para su utilización. Si a cada celda se le colocan un grupo de canales ($cc < C$), y si los C canales se dividen en N celdas dentro de un grupo único de canales donde cada celda tiene el mismo número de canales, cada celda tendrá:

$$cc = C / N$$

Donde:

cc = Número de canales por celda.
 C = Número de canales disponibles.
 N = Número de celdas por racimo.

$$cc = C/N$$



Donde:

cc = Número de canales por celda
 C = Número de canales disponibles.
 N = Número de celdas por racimo.

A las N celdas que usan un conjunto completo de frecuencias disponibles se les llama cluster. Si un cluster se repite M veces dentro de un sistema el número total de canales duplex, C, se puede usar como una medida de la capacidad, y está dado como:

$$NC = M \times C$$

Donde:

NC = Número total de canales en el sistema

C = Número de canales disponibles

M = Número de racimo en el sistema

Para diseñar un sistema celular en el sentido de determinar que grupo de canales se le asigna a cada célula, se utilizan las coordenadas Non ortogonales de la siguiente manera: se escogen números enteros A y B ($A \leq B$) buscando la célula co-canal. El número de celdas N dentro del racimo se obtiene por:

$$N = A^2 + B^2 + AB$$

La relación entre la distancia co-canal y el radio de la célula es:

$$D/R = (3N)^{1/2}$$

En la ecuación anterior, a N se le llama también tamaño del cluster y son los valores mostrados en la siguiente tabla, por ejemplo: 4, 7 y 12. Si el tamaño del cluster N se reduce mientras que el tamaño de la celda permanece constante, se requerirán más clusters para cubrir un área dada y por tanto se logra una mayor capacidad. Cuanto mayor sea N, mayor va a ser la distancia entre estaciones base con el mismo grupo de canales, menor será su interferencia, pero la capacidad del sistema será menor también. Desde el punto de vista del diseñador, es deseable usar el valor más pequeño de N posible, para maximizar la capacidad dentro de un área de cobertura.

Otro punto de vista es que si tenemos un área a cubrir o superficie total igual a S_T y el área de una celda es S_C , el área del racimo (S_R) está dada por:

$$S_R = N \times S_C$$

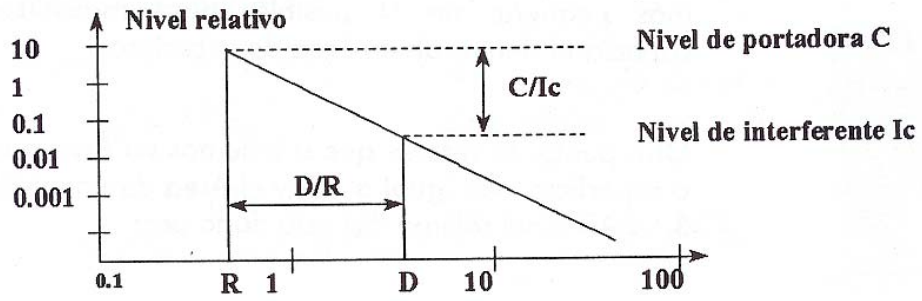
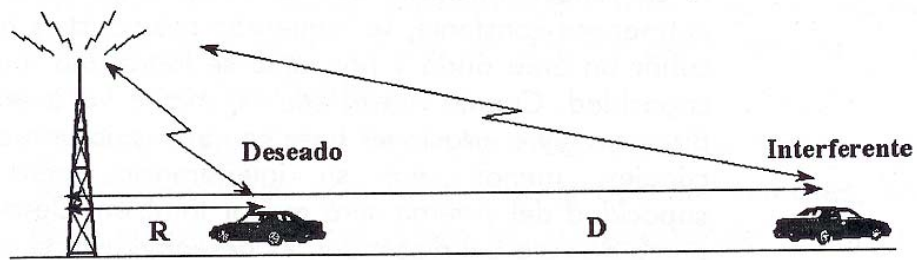
El número de racimos será:

$$G = S_T / S_R = S_T / NS_C$$

Y el número de canales disponibles en la zona:

$$NC = S_T \times C / S_C$$

Si disminuye el área de las celdas " S_C " aumenta el número de canales disponibles.



Relación entre señal portadora e interferente

NUMERO DE CELDAS POR RACIMO

A	B	N	D/R	C/I _c
1	0	1	1.7	1
1	1	3	3	1.73
2	0	4	3.5	2
2	1	7	4.6	2.64
3	0	9	5.2	3
2	2	12	6	3.46
3	1	13	6.2	3.6
4	0	16	6.9	4
3	2	19	7.5	4.36
4	1	21	7.9	4.58
5	0	25	8.7	5
3	3	29	9	5.19

PRINCIPIOS DE TELEFONÍA CELULAR ANALÓGICA Y DIGITAL:

Sistemas Analógicos.

Los primeros sistemas que alcanzan un desarrollo comercial significativo aparecen en los años 80: en Europa principalmente el sistema NMT-450 (posteriormente mejorado en su versión NMT-900) y en USA el sistema AMPS (Advanced Mobile Phone System), adoptado posteriormente en Europa como sistema TACS (Total Access Communication System). Estos sistemas empiezan ofreciendo un servicio que tiene, desde el punto de vista de usuario las características del servicio actual:

- Area de cobertura extensa (cercana a la superficie total de un país).
- Posibilidad de realizar y recibir llamadas en cualquier punto del área de cobertura del sistema. Todo ello posible, gracias al desarrollo del “concepto celular”.
- Continuidad de la comunicación, al pasar del radio de acción de una estación base a la de la estación contigua.

Sin embargo, estos sistemas sólo alcanzan unas penetraciones limitadas debido a los costos que implican. Solo en los países nórdicos, en los que las condiciones económicas (alta renta per capita) y sociales (tendencia a vivir en el campo) eran particularmente favorables, se llegó a una alta penetración.

AMPS

- Es parte de la primer generación de telefonía celular. Los primeros estándares digitales en Norteamérica especifican un modo de operación dual, en donde cada terminal es capaz de manejar transmisión de voz analógica y digital
- Estos sistemas AMPS se localizan a lo largo de EU, Canadá y América Latina.

AMPS (Advanced Mobile Phone System).

AMPS es parte de la primer generación de sistemas celulares, en donde todos los sistemas creados son mutuamente incompatibles en el sentido de que las terminales que conforman un estándar no pueden operar con estaciones base conformadas por otro estándar. Las principales diferencias radican en las frecuencias de operación y el ancho de banda de los canales. Por otra parte, todos los sistemas celulares analógicos comparten muchas características. La más importante es que la transmisión de voz se hace a través de modulación de frecuencia (FM).

Las arquitecturas de red son similares a AMPS y también tienen sistemas de señalización similares.

Estos sistemas AMPS se localizan a lo largo de USA, Canadá y América Latina.

AMPS provee telefonía básica y servicios suplementarios, aunque también es posible transmitir datos en formato digital sobre canales AMPS. Las principales ventajas de AMPS y otros sistemas de la primera generación fueron en su momento: La amplia cobertura geográfica que se tenía, bajas probabilidades de bloqueo de llamadas, alta calidad de transmisión, alta movilidad del usuario y eficiencia del uso del espectro.

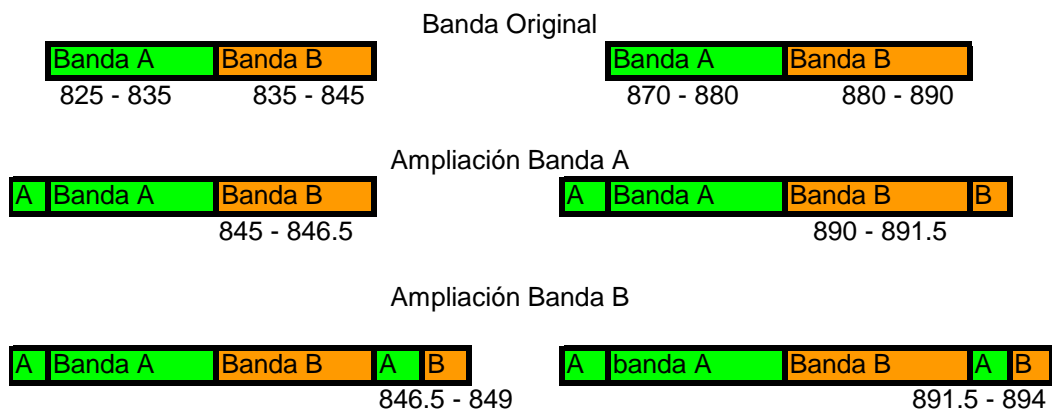
Especificaciones del estándar AMPS.

AMPS es un estándar nacional americano, el cual no menciona nada acerca de la comunicación entre las estaciones base y los conmutadores. Esta comunicación conforma los protocolos propietarios específicos para cada proveedor de equipo en forma individual.

Esto hace posible para un proveedor de servicio utilizar las estaciones base de un proveedor con un conmutador de otro proveedor. Esto también inhibe la coordinación de operaciones entre los conmutadores celulares producidos por diferentes fabricantes.

Con una limitada coordinación entre conmutadores, las comunicaciones celulares en USA inició como una colección de servicios locales, cada usuario fue capaz de iniciar y recibir llamadas en un área de suscripción local. Los servicios de roaming los cuales hacen posible el uso del celular fuera del área local del usuario, se realizaron de una compañía a otra compañía.

BANDAS EN LAS QUE OPERA AMPS



Bandas de frecuencias y canales físicos.

En USA la asignación de frecuencias cubrirá un ancho de banda de 40 Mhz. El ancho de banda fue posteriormente extendido a 50Mhz.

La separación de frecuencias en 2 bandas separará señales que viajan a la estación móvil y de la estación móvil. Se utiliza la banda de 870 a 890 Mhz para información del sitio de la célula al teléfono móvil, en el lado de la transmisión del teléfono móvil, es de 45 Mhz o menos. Un canal físico de AMPS ocupa 2 bandas de frecuencia de 30 Khz, una por cada dirección. Es decir, si se toma como ejemplo el ancho de banda en una dirección (por ejemplo 20 Mhz) y se divide este ancho de banda entre el ancho de banda de cada canal se tiene:

$$20 \text{ Mhz} / 30 \text{ KHz} = 666 \text{ canales.}$$

La frecuencia de portadora de un canal C es:

$$F(C) = 825 \text{ Mhz} + 30 \text{ C Khz}$$

Para la transmisión en la dirección contraria se tiene:

$$F(C) = F(C) + 45 \text{ Mhz}$$

Inmediatamente después de que AMPS empezó a dar servicio comercial en USA y Canadá, se amplió el espectro de radio añadiendo 10 Mhz a los originales 40 Mhz, a esta ampliación se le conoce como EAMPS.

Para cada dirección de transmisión, el espectro expandido contiene 1 Mhz de ancho de banda justo debajo de cada banda original. Existen 832 canales en el espectro, con números de canales del 1 al 799, si se toma como referencia la ecuación (A), los otros 33 canales en la banda de 1 Mhz debajo de la banda original, tiene los números 991 a 1,023.

En USA la regulación indica que se deben tener 2 licencias de operación celular en cada área geográfica, una licencia autoriza a una compañía operar en los 416 canales de la banda A y la otra licencia aplica a los restantes 416 canales de la banda B. En la mayoría de las localidades un teléfono celular está dentro del rango de operación de las bandas A y B en una misma célula. Aquí la diferencia radica en el SID (Identificador del sistema), en donde para la banda A el bit menos significativo = 1.

Entre los 832 canales, existen 42 canales (21 para cada banda) que solo llevan información de control del sistema. Estos son los canales 313-354. Para establecer el contacto con un sistema AMPS, el receptor de una estación móvil selecciona uno de éstos canales. En áreas con alta densidad de usuarios celulares, las compañías designan canales adicionales como canales de control del sistema. Los otros canales (hasta 395 por compañía) son canales que llevan tráfico de voz del usuario.

IDENTIFICADORES AMPS

Notación	Nombre	Tamaño (Bits)
MIN	Identificador móvil	34
ESN	Número de serie electrónico	32
SID	Identificador del sistema	15
SCM	Marca de la clase de estación	4
SAT	Tono de audio de supervisión	*
DCC	Código de color digital	2

* Una de 3 diferentes señales.

Códigos de identificación:

AMPS especifica códigos de identificación para cada estación móvil.

El número de identificación móvil (MIN) es un número telefónico de 10 dígitos almacenado en una representación binaria de 34 bits. En USA, este número tiene el mismo formato de un número telefónico convencional. Es decir, los primeros 3 dígitos indican el código del área asociado al área de servicio del hogar del usuario. En otros países se asignaron prefijos especiales exclusivos para teléfonos móviles, lo cual hace posible diferenciar cuando se trata de una llamada de un teléfono celular o de un teléfono convencional.

Otro código de identificación es el número de serie electrónico (ESN), el cuál es un número asignado permanentemente a una terminal. Un tercer código de identificación es la marca de clase de estación (SCM) de 4 bits, el cual describe la capacidad de la terminal. Esta marca indica si una terminal tiene acceso a todos los 832 canales de AMPS o si es un modelo antiguo que solo tiene acceso a 666 canales.

Otra propiedad que cubre es la potencia de radiación máxima de la terminal, la cual puede ser 600 mW o 4W.

El identificador (SID) es un código de 15 bits almacenado en todas las estaciones base y las estaciones móviles. En USA la FCC libera un SID a las nuevas compañías que proporcionan servicio en un área específica. Cada sección móvil almacena el identificador del sistema que administra a cada usuario. Esto es útil para identificar si un número es local “homer” o un visitante “visitor” en la estación móvil.

En adición al SID, las compañías asignan 2 identificadores mas: El código de color digital (DCC) y el de tono de audio de supervisión (SAT), el cual ayuda a las estaciones móviles vecinas a distinguirse unas de otras. El SAT asignado a una estación base es una de 3 ondas

senoidales analógicas. Estaciones base vecinas operan con diferentes SAT's. El código DCC de 2 bits tiene un propósito similar.

Arquitectura:

Constituye la interfaz entre el usuario y la estación base. Además de voz debe proveer funciones de control y señalización.

La unidad móvil debe poder sintonizar, bajo el control del sistema, cualquiera de los canales dentro de la banda de frecuencias asignada al sistema.

Los mensajes de control se transmiten en canales de señalización o bien multiplexados en los canales de tráfico. Los niveles de potencia del transmisor también pueden ser controlados por el sistema.

Cada llamada que inicia el móvil lleva la identificación de usuario y el número a llamar.

La estación móvil está formada por dos elementos principales: La terminal telefónica y el aparato de radio.

La terminal telefónica, proporciona el contacto entre el usuario y el sistema. Incluye el auricular / micrófono, el marcador, un display y algún tipo de señal de alerta, sonoro o luminoso. Es posible tener también terminales de manos libres que permiten conducir mientras se habla.

La terminal radio está compuesta a su vez de la parte de radio propiamente dicha y de la parte de control.

La radio trabaja con todas las frecuencias disponibles en el sistema de modo dúplex (FDMA-FDD).

El transmisor proporciona hasta aproximadamente 10W y su nivel está controlado por el sistema. Transmite tanto voz como datos. El receptor demodula voz y datos.

EL control es una unidad lógica con un microprocesador con la función de coordinar las tareas de control en el móvil. Algunos ejemplos de mensajes de control son los siguientes:

- Registro del móvil en el área de servicio geográfica en que se encuentra.
- Generación de una petición del móvil de acceder a un canal.
- Mensaje de asignación de canal desde la estación base al móvil.
- Mensaje de traspaso desde la estación base para resintonizar otro canal.

Estaciones Base:

Las estaciones base son responsables de servir las llamadas hacia o desde las unidades móviles que se encuentran en su célula respectiva.

Se conectan al centro de conmutación de móviles por medio de enlaces de cable o radio.

Las estaciones base constan de dos partes: la parte de radio y la parte de control.

La parte radio comprende los transmisores, receptores, torre y antenas. El control es un microprocesador responsable del control, monitoreo y supervisión de las llamadas.

La asignación y reasignación de canales a las unidades móviles se puede realizar desde la estación base.

Además, la estación base monitorea los niveles de señal para recomendar el traspaso.

Centro de conmutación de móviles:

El centro de comunicación de móviles MSC es una central telefónica especial para servicios de radio celular. Trabaja como un controlador central que interconecta las unidades móviles entre sí y con la red telefónica fija.

El número de células conectadas o controladas por un MSC es variable: Puede ser suficiente una MSC para un área metropolitana o para un número pequeño de pueblos próximos.

El área bajo control de una MSC se denomina área de conmutación. El usuario móvil que está dentro de su área de servicio se denomina usuario local. Un usuario puede pasar de esta área a otra área en cuyo caso se denomina visitante.

Las principales funciones realizadas por una MSC incluyen la localización, el pagin y el traspaso. Además realiza las funciones propias de una central digital tales como señalización, conmutación, etc.

Las comunicaciones entre las BS y el MSC y la red pública conmutada se hace mediante enlaces por cable o radio enlaces.

AMPS en México.

En 1989, la secretaría de Comunicaciones y transportes dividió el país en nueve regiones celulares y tomó la decisión de emitir dos portadoras con Concesión por área, denominados también concesionarios de Banda A y de Banda B.

Las nueve regiones comprenden los siguientes estados y municipios:

Región 1. Baja California:

Baja California, Baja California Sur y el Municipio de San Luis Río Colorado en Sonora.

Región 2. Noroeste:

Sinaloa y Sonora excluyendo el Municipio de San Luis Río Colorado.

Región 3. Norte:

Chihuahua, Durango y en coahuila los municipios de Torreón, Francisco y Madero, Matamoros, San Pedro Y Viesca.

Región 5. Occidente:

Colima, Michoacán, Nayarit y Jalisco, Excluyendo los municipios de la región 6.

Región 6. Centro:

Aguascalientes, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Queétaro, y en Jalisco los siguientes Municipios: Huejucar, Santa María de los Angeles, Ocotlán, Teocaltiche, Huejuquilla, Mezquite, Villa Guerrero, Bolaños, Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz.

Región 7. Golfo y Sur:

Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

Región 8. Sureste:

Chiapas, Tabasco, Quintana Roo, Yucatán y Campeche.

Región 9. México:

Distrito Federal, Estado de México, Morelos e Hidalgo.

Concesionarios y Cobertura:

Actualmente existen 16 concesiones y 2 autorizaciones para introducir el servicio de telefonía celular en un régimen de dos empresas en competencia en cada región del país.

México utiliza la tecnología AMPS para prestar este servicio. Los principales suministradores de equipo son: Ericsson, Motorola, Toshiba, Nec y Nokia.

CONCESIONARIOS EN LA BANDA A.

REGION:	CONCESIONARIO:
Región 1	Baja Celular Mexicana, S.A de C.V
Región 2	Movitel de Noroeste, S.A de C.V
Región 3	Telefonía Celular del Norte, S.A de C.V
Región 4	Celular de Telefonía, S.A de C.V
Región 5	Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A de C.V. IUSACELL
Región 6	Sistemas Telefónicos portátiles celulares, S.A de C.V. IUSACELL.
Región 7	Telecomunicaciones del Golfo, S.A de C.V. IUSACELL
Región 8	Portal del Sureste, S.A de C.V.
Región 9	SOS Telecomunicaciones, S.A de C.V.

Concesionarios para la banda B:

Para 1996, la radio radiotelefonía móvil con tecnología celular cubría cerca de 170 ciudades y ofrecía servicio aproximadamente a un millón de usuarios, sin embargo, el número de usuarios aumentó a más de 1.7 millones para finales de 1997.

CONCECIONARIOS EN LA BANDA B

REGION:	CONCESIONARIO:
Regiones 1 a 9	Radio Móvil Dipsa, S.A de C.V. (TELCEL)

SISTEMAS DIGITALES:

Desde principios de los 80's se hizo evidente que los sistemas analógicos existentes tenían limitaciones. En primer lugar, la demanda potencial para los servicios móviles, aunque estaba siendo sistemáticamente subestimada, era mayor que la capacidad de las redes analógicas existentes. En segundo lugar, los diferentes sistemas existentes no ofrecían compatibilidad para sus usuarios.

Algunos de los sistemas analógicos evolucionaron o sirvieron de base para los nuevos sistemas. Aquí se hará mención de los sistemas digitales más representativos.

NA-TDMA (DAMPS).

NA-TDMA es una extensión de AMPS y utiliza el estándar IS136, el cuál puede trabajar con terminales AMPS, terminales duales y terminales digitales.

La arquitectura de NA-TDMA se conoce como BMI y está definida por:

- Estación Base (BS)
- El Centro de Conmutación Móvil (MSC) y
- Las funciones de Intertrabajo (IF)

IDENTIFICADORES DE NA – TDMA (DAMPS)

Notación	Nombre	Tamaño (Bits)
MIN	Identificador móvil	34
IMSI	Identificador móvil Internacional	50
ESN	Número de serie electrónico	32
A	Llave –A (Seguridad)	64
SID	Identificador del sistema	15
SCM	Marca de clase de estación	5
PV	Versión del protocolo	4
SAT	Tono de audio de supervisión	*
SOC	Código del operador	12
BSMC	Código del fabricante de la BS	8
LOCAID	Identificador del area de locación	12
DCC	Código de color digital	2
DVCC	Código de color de verificación digital	12

* Una de 3 diferentes señales.

Las portadoras de NA-TDMA, en la banda de AMPS, corresponden a los canales de AMPS, la duración de las tramas es de 40ms. Cada trama contiene 6 ranuras de tiempo. Por lo que el tiempo de cada ranura es de $40/6 = 6.67$ ms. El desplazamiento en tiempo de la canales en ambas direcciones es importante, ya que implica que una terminal puede realizar full-duplex sin transmitir y recibir simultáneamente. El tiempo de desplazamiento es de aproximadamente 1.9 ms.

Cada ranura de tiempo transporta 324 bits, por lo que la velocidad de los datos por portadora es de:

$$\frac{\frac{324\text{bits}}{\text{ranura}} \times 6 \frac{\text{ranura}}{\text{trama}}}{40 \frac{\text{ms}}{\text{trama}}} = 48.6\text{kbps}$$

NA-TDMA define cuatro tipos de canales físicos, en base a la cantidad de ranuras de tiempo por trama que utilizan. La implementación inicial fue de canales físicos de tasa completa los cuales utilizan dos ranuras por trama. Un canal de tasa completa puede utilizar las ranuras 1 y 4, 2 y 5 o 3 y 6. Por lo que la velocidad de una canal de tasa completa es de:

$$\frac{\frac{324\text{bits}}{\text{ranura}} \times 2 \frac{\text{ranura}}{\text{trama}}}{40 \frac{\text{ms}}{\text{trama}}} = 16.2\text{Kbps}$$

Que es una tercera parte de la tasa de transmisión.

Los otros tres tipos de canales físicos son:

- Canales de media tasa (8.1 Kbps) consistentes en una ranura por trama.
- Canales de doble tasa completa (32.4 Kbps) con cuatro ranuras por trama y
- Canales de triple trama completa, los cuales ocupan una portadora completa (48.6 Kbps).

Servicios en los sistemas digitales.

La aplicación principal de NA-TDMA es la telefonía, aunque IS-136 adiciona la posibilidad de utilizar servicios los cuales, entre otros, incluyen:

- Correo de voz
- Llamada en espera
- Identificación del llamante
- Radiobúsqueda (Paging).

GSM.

A partir de 1982, en el seno de la Conférence Européen des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT), se vio la necesidad de comenzar las tareas de definición de un nuevo sistema de comunicaciones móviles (posteriormente conocido como GSM) que substituyera a los sistemas analógicos. Las principales razones para tomar esta decisión fueron: conseguir que en la década de los 90 se pudiera utilizar un sistema normalizado en todos los países europeos (posibilitando el roaming) y buscar una reducción de los precios (al contar con un mercado más amplio y competitivo).

El resultado de éstos trabajos fue el sistema “Global System for Mobile communications” (GSM), que es un sistema digital con muy buenas prestaciones orientado a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

El sistema GSM se planteó como un sistema multioperador. El estándar fue diseñado con la posibilidad de que varios operadores pudieran compartir el espectro. Así la señalización interfases permiten que el usuario pueda elegir la red a la que desea conectarse. La mayor parte de las administraciones permiten dos o más operadores de GSM en su territorio.

En 1990, bajo la petición del reino Unido, se añadió a los objetos del grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM adaptada a la banda de frecuencias de 1800 Mhz, con una asignación de dos veces 75 MHz. Esta variante se conoció con el nombre de DCS1800 (Digital Cellular System 1800) y tiene como objetivo proporcional mayor capacidad en áreas urbanas.

Desde el punto de vista técnico, se ha logrado que el GSM.

- Sea un estándar Europeo, que prácticamente se ha convertido en un estándar mundial. Fuera de Europa GSM se aplica en muchos países, incluyendo (en su versión de 1900 MHz) en USA.
- Tenga una mayor eficiencia, gracias a un requisito de relación portadora interferente de solo 9 dB, frente a los 18 dB que, aproximadamente requieren los analógicos. De ésta forma, se puede triplicar o cuadruplicar la eficiencia en el uso del espectro radioeléctrico y minimizar el número de estaciones base por usuario.

- Sea un sistema digital. Los costos de las estaciones base y las centrales de conmutación son sensiblemente inferiores a las del sistema analógico.
- Sea un sistema basado en Time División Múltiple Access (TDMA), lo que permite compartir un único transceptor de la estación base para varias llamadas, menor costo, y facilitar un sofisticado control de la interfaz de radio.
- Que en la norma que lo define, se especifique una serie de interfaces internas al sistema, que permitan a los operadores seleccionar los fabricantes que ofrezcan mejores soluciones parciales, sin tener apostar por un único proveedor.

El rápido crecimiento de los sistemas celulares, así como razones socioeconómicas (fomentar la competencia) junto con el problema de la falta de frecuencias en 900Mhz, impulsó una adaptación del sistema GSM a la banda de 1800 MHz (1900 en USA), cuya denominación es DCS o GSM-1800. En el marketing de este sistema se utilizaron de forma extensiva, por primera vez, los conceptos de telefonía personal: “Cada persona con un teléfono”, “Las llamadas no van dirigidas a terminales sino a personas”.

En realidad, al utilizar la banda de 1800 Mhz se resuelve el problema más urgente: la falta de espectro para planificar de forma económica las áreas urbanas.

IDENTIFICADORES DE GSM

Notación	Nombre	Tamaño
IMSI	Identificador Internacional del abonado móvil	15 dígitos
TMSI	Identidad temporal móvil del abonado móvil	32 Bits
IMEI	Identidad internacional del equipo móvil	15 dígitos
Ki	Llave de autenticación	
Kc	Llave del código	64 Bits
-	Clase del móvil	32 Bits
BSIC	Código de la identidad de la BS	6 Bits
-	Secuencia de entrenamiento	26 Bits
LAI	Identidad del área de locación	40 Bits

Arquitectura GSM.

La arquitectura del sistema GSM descrita en las especificaciones técnicas no describe los nodos y elementos que se pueden encontrar en el sistema, primero porque se ha dejado cierto grado de libertad a los fabricantes para el desarrollo de éstos y segundo, porque dichas especificaciones solo cubren una pequeña parte de la especificación de una máquina real. La arquitectura puede verse como la descripción de un modelo de red que sirve como la plantilla para su implementación. Lo que si describe con total detalle en las especificaciones son las interfaces entre dos “modelos” de máquina.

La arquitectura GSM distingue claramente dos partes:

- El BSS (Base Station Subsystem o subsistema de Estación Base)
- El NSS (Network and Switching Subsystem o subsistema de Red y Conmutación).

El BSS está encargado de proporcionar y gestionar la interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto del GSM. El NSS debe gestionar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a las redes adecuadas o a otras estaciones móviles y el BSS tampoco está en contacto directo con otras redes externas.

La interfaz entre el BSS y la estación móvil es la denominada interfaz radio (U_m) mientras que la interfaz entre el BSS y el NSS se ha denominado interfaz A en las especificaciones.

Subsistemas GSM.

Radio.

El subsistema de radio, o la radio, es el que realiza el enlace entre las terminales móviles y las redes terrenas. El diseño de esta red es tremendamente importante en la configuración de una red celular, y gran parte del éxito o fracaso de la calidad de una red pasa por la planificación adecuada de este subsistema.

En términos generales, el Subsistema de radio, Subsistema de estaciones de base o BSS agrupa las máquinas específicas a los aspectos de radio y celulares del GSM. El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz radio.

Como tal, incluye los elementos a cargo de la transmisión y recepción del trayecto Radio y la gestión del mismo. Por otro lado, el BSS está en contacto con las centrales de conmutación del NSS. La función BSS se puede resumir como la conexión entre estaciones móviles y el NSS y, por tanto, la conexión entre un usuario móvil con otro usuario de telecomunicaciones.

El BSS incluye dos tipos de elementos: La estación de Base (BTS, Base Transceiver Station), en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz radio, y el Controlador de Estaciones de Base (BSC, Base Station Controller), este último en contacto con las centrales de conmutación de NSS. La división funcional es básicamente entre un equipo de transmisión, la BTS y un equipo de gestión, el BSC.

Un BTS contiene dispositivos de transmisión y recepción, incluyendo las antenas y también el procesamiento de señal necesario para la interfaz de radio. La BTS pueden considerarse como módems de radio complejos, teniendo pocas funciones adicionales.

La interfaz radio del GSM utiliza una combinación de Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA) y Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) con una pizca de Salto en Frecuencia (FH, Frequency Hopping).

Conmutación.

La conmutación o estructura de red es el subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación base a la que se conecta el móvil hasta con su conexión con la red destino de la llamada (generalmente la red fija) o hacia otra estación base a la que se encuentra conectado otro móvil. Se incluyen dentro de los sistemas de red todas aquellas bases de datos que apoyan a las distintas funciones del sistema.

El subsistema de red y conmutación (NSS) incluye las funciones básicas de conmutación del GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de usuario y la gestión de la movilidad.

La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicación. Dentro del NSS, la función básica de conmutación se realiza en la MSC (Mobile Services Switching Centre), cuya misión principal es coordinar el establecimiento de llamadas desde y hacia usuarios GSM.

Estación Móvil.

La estación móvil suele representar el único elemento del sistema que el usuario llega a ver. Además de las funciones básicas de radio y de proceso necesarias para acceder a la red a través de la interfaz radio, una estación móvil debe ofrecer una interfaz al usuario (tal como micrófono, altavoz, pantalla y teclado), o una interfaz hacia otros equipos terminales (tal como una interfaz hacia un PC o una máquina de fax).

Un aspecto fundamental de la estación móvil GSM, que la diferencia de las estaciones móviles del resto de los sistemas, es el concepto de “módulo de usuario” o SIM (Subscriber Identity Module). LA SIM es básicamente una tarjeta inteligente, que sigue los estándares ISO, que contiene toda la información referente al usuario almacenada en la parte de usuario de la interfaz de radio.

Sus funcionalidades, además de esta capacidad de almacenar información, se refieren también al tema de confidencialidad. El resto de la estación móvil contiene todas las capacidades básicas de transmisión y señalización para acceder a la red: La interfaz entre la SIM y el resto del equipo está totalmente especificado y se denomina sencillamente interfaz SIM-ME, donde ME significa terminal móvil (Mobile Equipment).

El concepto de un dispositivo extraíble con los datos del usuario tiene en sí mismo grandes consecuencias. En otros sistemas celulares, la personalización de cada estación móvil requería una intervención nada trivial, que solo se realizaba a través de especialistas técnicos. Esto implicaba que una estación móvil solo podía venderse a través de distribuidores especializados.

Además, si alguna estación móvil fallaba, era difícil dotar al usuario de otra que reemplazase durante el periodo de reparación, y casi imposible permitir que el usuario mantuviese su mismo número de teléfono durante este periodo.

La tarjeta SIM simplifica estos asuntos y también ofrece otras ventajas. Un usuario potencial puede comprar un equipo móvil, pero también lo puede alquilar o pedir prestado por un periodo de tiempo determinado, y cambiarlo cuando desee sin necesidad de procesos administrativos. Todo lo que necesita es su propia SIM, obtenida a través de un distribuidor o de un proveedor de servicio, independientemente del equipo que desee adquirir. Los últimos pasos de la personalización de la SIM pueden realizarse fácilmente a través de un pequeño PC y un sencillo adaptador.

Operación y Mantenimiento.

Otro de los subsistemas importantes en una red celular es el subsistema de operación y mantenimiento. No sería posible mantener un correcto funcionamiento de una red de telecomunicaciones sin un sistema de operación y mantenimiento que permita detectar y corregir o, al menos, ayudar a corregir los posibles fallos que se producen a diario en cualquier red.

Explotación.

El subsistema de explotación es el que permitirá al operador cobrar por el uso de su red, así como administrar la base de datos de sus usuarios y configurar sus perfiles de usuario, en función de las políticas comerciales desarrolladas.

Establecimiento de llamada GSM.

En primer lugar, cuando el usuario introduce el número destino y el tipo de servicio que desea (voz, fax,...) y pulsa la tecla de envío (SEND). La estación móvil pasará esta información a la MSC.

Cuando la MSC recibe el mensaje de establecimiento, analiza la petición y comprueba si puede aceptarla. La aceptación de la misma depende de la capacidad de la MSC/VLR para proveer este servicio (de forma compatible con la estación móvil que lo solicita), en las características de suscripción del usuario (determinado de forma local gracias a la información del usuario que el HLR envió a la MSC/VLR en el proceso de registro) y en la disponibilidad de recursos. Si alguno de éstos requisitos falla, se aborta la llamada. Si todo está bien, la MSC comienza el establecimiento a través de la red y notifica a la estación móvil de éste evento.

Transcurrido un tiempo, la MSC recibirá de la red exterior información sobre la petición de llamada realizada, tal y como lo ve la central a cargo de la persona llamada. Tal información puede indicar que la terminal de la persona llamada está siendo alertada, o que la llamada ha sido abortada por cualquier motivo (congestión, ocupado, no localizable,...)Esta información es transferida directamente al usuario móvil y, en su caso, la MSC abortará la llamada. Cuando el usuario destino, responde a la llamada, la MSC recibe un mensaje indicándolo. Cuando esto ocurre, se establece un camino de voz entre los dos usuarios (hasta ahora todo había sido señalización). Entonces la estación móvil interrumpe la indicación de llamada, responde a la red y establece el circuito a través de la interfaz de radio.

Recepción de llamada.

Una llamada terminada llega a la MSC a través de las interfaces de ésta con las redes externas. Realmente dicha llamada habrá sido enrutada desde la GMSC (Gateway MSC, o central que actúa de puente entre la red GSM y redes externas) hacia la MSC/VLR que está sirviendo en estos momentos al móvil mediante la consulta al HLR acerca de los datos de localización del móvil considerado.

Si el móvil no está ocupado en una llamada, el siguiente paso consiste en “buscar” a la estación móvil, es decir, ver si la estación móvil está en cobertura y, en este caso, solicitarle que establezca un enlace de señalización con la MSC. Cuando esta y otras tareas auxiliares se han realizado, se envía mensaje a la estación móvil indicándole muchos detalles de la llamada que incluyen el tipo de servicio solicitado y, en su caso, el número de teléfono del teléfono llamante. La estación móvil comprueba si puede soportar el tipo de servicio solicitado y, si no, abortará la llamada.

Si la estación móvil puede aceptar el servicio, alertará al usuario con un timbre o señal de llamada. Cuando esta señal ha comenzado, la estación móvil informa a la MSC la cual refleja este estado del móvil a la red externa. El siguiente paso es la aceptación de la llamada por parte del usuario móvil, que ocurre cuando éste pulsa la tecla de envío (SEND). En este punto, se establece la comunicación vocal entre los usuarios. El siguiente proceso simplificado proporciona un ejemplo de los eventos involucrados en una llamada que se origina dentro de la PSTN y va hacia un usuario en movimiento (MS mobile station).

SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES

Trunking.

El trunking es un sistema de radiocomunicaciones especializado en flotillas. En sentido estrictamente técnico, el término denominado en inglés Trunking denota un método de utilización para pocos canales de comunicación, por parte de un gran número de usuarios potenciales. El principio “Trunking” aplicado a la radiocomunicación de doble vía (tal como la usan actualmente los sistemas de transporte o de seguridad pública ambulatoria) implica varios tipos de tecnología, incluida la utilizada por los concesionarios de red pública para la radiocomunicación especializada de flotillas, o trunking, así como la utilizada por los sistemas privados de radiocomunicación.

En México estos servicios operan en dos vías, es decir requiere de dos bandas de frecuencias: la banda de 806 – 821 MHz (con 600 canales de 25 KHz cada uno, para transmisión de unidades instaladas en vehículos y portátiles de los usuarios) y la banda de 851 – 866 MHz con 600 canales de 25 KHz cada uno, para transmisión de las estaciones base y repetidoras del operador).

Paging.

El término “Paging” se refiere al servicio de “radiolocalización móvil de personas”. El servicio tradicional de Paging es un servicio de una sola vía, es decir, que el usuario sólo recibe mensajes. En México el sistema opera en las bandas de:

- 929 – 930 MHz
- 931 – 932 MHz, y
- 150 – 174 MHz

Cada uno de éstos sistemas, hasta aquí mencionados, se ha diseñado para atender diferentes requisitos, desde el manejo de centrales privadas de conmutación inalámbricas; bucle local de usuario inalámbrico; servicios móviles para facilitar el desempeño de funciones como seguridad pública; servicios de comunicaciones para grupos cerrados de usuarios – con aplicaciones para el sector empresarial y el control de transporte -; hasta la introducción de sistemas inalámbricos que ofrecen mayor movilidad e integran facilidades de transporte, procesamiento y generación de cualquier tipo de información creada y requerida por los usuarios (voz, datos video). Todas las redes que soportan los diferentes sistemas de comunicaciones inalámbricos se han venido desempeñado con la utilización de tecnologías analógicas y digitales, para el manejo cada vez más eficiente de los recursos involucrados en las comunicaciones.

Dentro de éste ambito, el aprovechamiento máximo del espectro radioeléctrico, que hace viable la globalización de los servicios, es un permanente desafío.

Como resultado de la evolución lógica de los diferentes sistemas de telecomunicaciones inalámbricas, surge entonces el reto de la convivencia entre ellos y no basta con la interacción independiente de los mismos con la Red Telefónica Pública Conmutada.

Se incrementan las exigencias de aspectos como personalización, globalización, movilidad sin transiciones, cubrimiento interior y exterior, capacidad, flexibilidad, funcionalidad e inter-operabilidad, entre otros, surgiendo de esta forma mayor énfasis en el concepto de “servicios”, en el que pierden protagonismo los sistemas y las tecnologías, para dar respuesta a las demandas de los usuarios, cada vez más exigentes en cuanto a soluciones rápidas y nuevos servicios de valor agregado.

Bajo este marco, nace el concepto y las iniciativas nacionales y regionales de PCS, Personal Communications Services o Servicios de Comunicación Personal, como una alternativa a los sistemas de telefonía celular con tecnología digital, cuya evolución también apunta hacia los mismos retos mencionados y que en esencia se resumen en la integración en un solo sistema de comunicación móvil, de los diferentes servicios inalámbricos existentes, así como su convivencia con los nuevos desarrollos que exige el mercado.

¿QUE ES PCS?

- FCC, (Federal Communications Commission)
“Es un sistema por el cual cada usuario puede intercambiar información con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar, a través de algún tipo de dispositivo y usando un único número”
- TIA, (Telecommunications Industry Association, TIA)
“PCS, es un conjunto de capacidades que permite algunas combinaciones de servicios de movilidad terminal y movilidad personal”
- ANSI,
“PCS, es un conjunto de capacidades que permite alguna combinación de movilidad terminal, movilidad personal y manejo de perfil de servicio”

Existen diversas definiciones de PCS provenientes de distintas entidades u organizaciones nacionales e internacionales. La comisión federal de las Comunicaciones (federal Communications Commission), que es el organismo regulador de las telecomunicaciones en estados Unidos, define PCS como “un sistema por el cuál cada usuario puede intercambiar información con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar a través de algún tipo de dispositivo y usando un mismo número”. Por otro lado, la asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (Telecommunications Industry association, TIA), lo define como “un conjunto de capacidades que permite algunas combinaciones de servicios de movilidad terminal y movilidad personal”.

El instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute, ANSI), por su parte, define PCS como “un conjunto de capacidades que permiten alguna combinación de movilidad terminal, movilidad personal y manejo del perfil del servicio”. De forma análoga el mismo concepto para lo que en síntesis está siendo desarrollado como “sistemas inalámbricos de tercera generación”, es definido en Europa como UMTS (universal Mobile Telecommunications System).

Las definiciones realizadas convergen hacia el mismo concepto, cuyas características más relevantes son la integración de la radiolocalización, la telefonía móvil y la telefonía local inalámbrica dentro de una nueva generación de telefonía celular digital, utilización de una única terminal, un único número de identificación de usuario, facilidades de interconexión de los usuarios tanto de la red pública como a la red inalámbrica sin limitaciones de lugar u hora para la utilización de cualquier servicio de comunicaciones.

De acuerdo con la banda de operación y la cantidad de espectro asignado a cada licencia de operación, los PCS se clasifican en dos grandes grupos.

- PCS banda Estrecha, que operan en la banda de 900 MHz y utilizan 50 KHz por licencia, y
- PCS Banda Ancha, que operan en la banda de 1900 MHz y son asignados 30 MHz por licencia.

El PCS Banda estrecha incluye todos los servicios basados en texto, es decir, todos los tipos de paging convencional, los cuales representan la mensajería en tiempo no real. Sin embargo, los PCS Banda estrecha pueden ser utilizados para proveer nuevos servicios tales como mensajes de voz y reconocimiento bidireccional, así como también para el desarrollo de sistemas avanzados de paging. Los servicios PCS Banda Ancha incluyen telefonía digital celular y telefonía básica inalámbrica, es decir, servicios de comunicación en tiempo real. Pueden ser usados en el desarrollo de servicios telefónicos inalámbricos más avanzados que permiten ubicar al usuario en cualquier sitio dado.

Su utilidad es proveer una variedad de servicios móviles incluyendo una familia entera de nuevos dispositivos de comunicación, entre ellos teléfonos portátiles muy pequeños, livianos y multifunción, facsímiles portátiles y dispositivos con capacidades bidireccionales de datos.

Adicionalmente, los PCS Banda Ancha tienen la capacidad de interacción con otras redes telefónicas, así como también con asistentes digitales personales, permitiendo a los usuarios enviar y recibir datos y/o mensajes de video en forma inalámbrica.

Tecnologías PCS.

Se debe anotar que inicialmente se pensó que las tecnologías PCS serían diferentes de las celulares, pero con una connotación de mayor simplicidad y economía. No obstante, la mayoría de los fabricantes han montado sus sistemas PCS sobre estándares celulares.

En 1993 se constituyó un Comité Técnico Conjunto (Joint Technical Committee, JTC) para llegar a un acuerdo sobre 17 propuestas para la estandarización de los PCS en Estados Unidos.

El comité estaba formado por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association, TIA), en representación de los fabricantes, y por el comité T1 de la Alianza para las Soluciones de la Industria de las Telecomunicaciones (Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS), en representación de los proveedores de servicios. Después de un tiempo de deliberaciones, surgieron siete estándares, los cuáles están fundamentados en diferentes tecnologías.

Los estándares resultantes, basados en las tecnologías que ya se han mencionado anteriormente, fueron los siguientes:

- IS – 136 A (Versión Digital de AMPS, Advanced Mobile Phone Service)
- IS – 95 CDMA, (Code Division Multiple Access)
- GSM, (Global System for Mobile Communications), y
- PHS, (Personal Handyphone System).

TENDENCIAS

El crecimiento explosivo de las comunicaciones inalámbricas, durante la última parte del siglo XX, fue una historia de éxito que ha sorprendido, incluso, a muchos analistas de mercado.

Actualmente se piensa que las sorpresas durante el presente siglo vendrán de la mano de unas comunicaciones inalámbricas que serán capaces de llegar a más gente por diferentes caminos, los cuales hoy día, no podemos incluso imaginar.

Las mejoras en confort, seguridad y productividad facilitadas por la comunicación inalámbrica, la han convertido en una tecnología indispensable para mucha gente.

Mientras imaginamos la multitud de nuevas aplicaciones previstas para la siguiente generación de servicios inalámbricos, parece inevitable pensar que los servicios y dispositivos de éste tipo se convertirán en algo tan habitual como los son actualmente los televisores y los coches.

Una de las claves que fomentarán este brillante futuro de la industria inalámbrica es el continuo avance de la tecnología.

EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS Y REDES INALAMBRICAS

1era. Generación	2da. Generación	3era. Generación	4a Generación
Teléfono móvil (servicio en el auto)	Voz digital y mensajería	Datos y audio integrados con alta calidad.	Telepresencia y acceso dinámico a la información.
Tecnología celular análoga	Enlace inalámbrico mezclado	Servicios de banda baja, Banda ancha multimedia e integración de ambos.	Inalámbrico en línea y ancho de banda Transparente.
Sistemas macrocelulares	Celular digital Tecnología + IN micro y picocelular capacidad, calidad y tecnología sin hilos.	Amplio ancho de banda, transmisión de radio eficiente. Compresión de información.. Espectro útil en 2 GHz e integración de administración de redes.	Conocimiento basado en operaciones de red. Unificación de servicios de red.
Pasado	Presente	Año 2000 – 2008	Año 2010...

La primera generación se define , en general, como la de los sistemas celulares analógicos que se desplegaron a mediados de los años 80's.

La segunda generación incluye los sistemas celulares digitales y los PCS (Personal Communication System), que han eclipsado últimamente a los sistemas analógicos en términos del número total de usuarios a los que sirven en todo el mundo.

Los sistemas 3G, que fueron planificados para su introducción al mercado a partir del año 2002, se están diseñando para suministrar no solo servicios de voz, si no también servicios de datos de alta velocidad que proporcionen nuevas aplicaciones tales como el acceso inalámbrico a internet.

Un sistema para ofrecer un servicio de comunicaciones personales debe contar con los siguientes atributos:

- Una máquina de información personal.

Es un dispositivo de información portátil que utilizará el usuario. Como un teléfono, debe tener micrófono, auricular, un teclado y también una pantalla. Debe ser fácil de transportar (ligero) y deberá tener diferentes presentaciones de acuerdo a las necesidades y presupuestos de usuario.

- Una dirección personal

La dirección personal reemplazará al tradicional número telefónico ya que ésta dirección no estará sujeta a ningún lugar geográfico en particular, como el caso del teléfono.

- Un perfil personal

El perfil personal lo utilizará el usuario para los servicios de información personal, uno de los componentes del perfil será su directorio donde tendrá nombres y las direcciones de las personas con las que se comunica frecuentemente.

También deberá contar con las siguientes características importantes:

- Una cobertura universal
- Movilidad de usuarios
- Formatos múltiples de información.

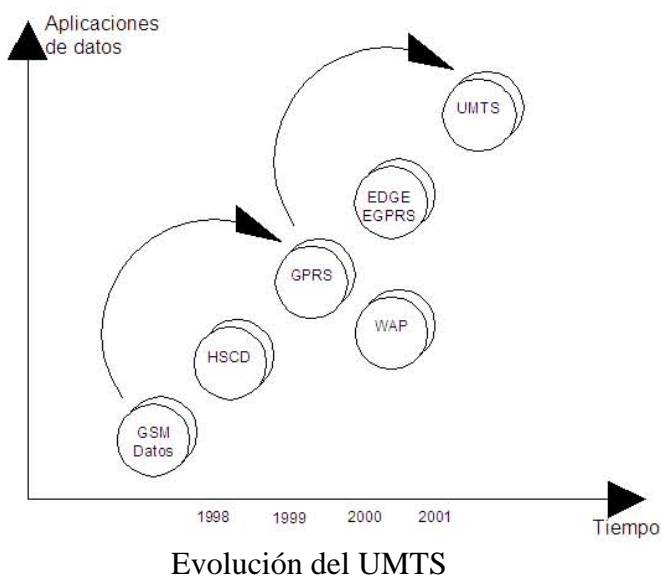
El desarrollo del concepto celular (esto es, un sistema compuesto por un conjunto de estaciones base coordinadas, donde se reutilizan las frecuencias disponibles) permite que un solo sistema tenga una extensión y capacidad prácticamente ilimitadas.

La evolución de GSM.

Con GSM se puede transmitir voz y datos, pero hasta ahora el uso que se hace para la transmisión de datos es muy bajo (inferior al 1%), posiblemente debido a que la velocidad que alcanza no es muy elevada, algo que viene a solucionar a corto plazo la nueva generación de GSM, conocida como GSM phase2+, y a largo plazo y con mayor ambición, la tercera generación UMTS.

Con una mayor velocidad de transmisión, muy superior a la actual, serán plenamente operativas aplicaciones como la telefonía móvil, el acceso a Internet (GSM on de Net), la videoconferencia, y otras muchas.

La tercera generación de móviles, denominados UMTS, evoluciona para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales: GSM, TACS, DECT, RDSI e Internet, utilizando cualquier tipo de terminal, sea un teléfono fijo, inalámbrico o celular, tanto en un ámbito profesional como doméstico, ofreciendo una mayor calidad de los servicios y soportando la personalización por el usuario y los servicios multimedia móviles en tiempo real.



HSCSD, GPRS y EDGE. Mayor capacidad para datos.

El plan de evolución para GSM (GSM2+), hasta la introducción de UMTS que fueron introducidas a partir del año 2002 (UMTS fase 1), contempla una nueva funcionalidad multimedia que va mas allá de las aplicaciones actuales de transmisión de voz y de datos a 9.6 Kbps, con lo que el estándar GSM será capaz de soportar las comunicaciones de datos a velocidades mucho mayores, ya adecuadas para servicios multimedia.

Cabe destacar a HSCSD y GPRS como las dos más significativas que junto con EDGE, fueron pensadas para lanzarse comercialmente entre 1999 y el año 2000.

Uno de tales desarrollos para integrar datos en los móviles es el denominado HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data) de circuitos conmutados de alta velocidad, utilizando una técnica de codificación mejorada que proporciona un flujo de datos de 57,6 Kbps e integra múltiples canales independientes en uno solo de tal manera que se aumente la capacidad de la terminal móvil para acceder simultáneamente a varios servicios, de manera similar a como sucede con la RDSI.

Con esta tecnología el número de timeslots utilizado en cada instante por una comunicación de datos puede ser variable, dependiendo de la saturación de la célula en la que se encuentre conectado el móvil.

Otro desarrollo es el servicio general de paquetes por radio GPRS (General Packet Radio Service) para soportar el acceso a Internet, a una LAN, y a redes de conmutación de paquetes X.25, con velocidad de hasta 115 kbps con un tiempo de establecimiento de la conexión nulo, vía radio utilizando el protocolo IP y el mismo subsistema de estaciones base (BSS) que para los servicios de voz, pero con pasarelas específicas (SGSN / Serving GPRS Support Node y GGSN / Gateway GPRS Support Node) para el encaminamiento de la información a través de una red de datos. Resulta muy adecuado para aplicaciones tales como validación de tarjetas de crédito, telemetría, etc.

GPRS es una técnica de conmutación de paquetes que emplea una codificación reducida del canal para alcanzar una velocidad neta de 14,4 Kbps, consiguiendo un caudal máximo de 115 Kbps. Es adecuada para manejar tráfico impulsivo (bursty), como el que se da en internet o en redes de área local.

Tiene la capacidad para suministrar datos directamente a la terminal de usuario, incluso si éste se encuentra apagado o fuera de cobertura, con lo que no hay necesidad de llamar a un buzón para recuperar los mensajes, como sucede ahora con GSM en el caso de recibir un mensaje corto o de voz; en su lugar, cada vez que el usuario se presenta ante la red, el sistema automáticamente le indica que tiene un mensaje en espera y le remite el texto y las imágenes que contiene.

Siendo una técnica de conmutación de paquetes solamente se ocupa ancho de banda cuando se envían datos, permitiendo una utilización eficiente del espectro al compartir un canal entre distintos usuarios.

Dentro del plan de evolución para GSM (GSM2+), se están desarrollando nuevas funcionalidades multimedia que amplía las aplicaciones actuales de transmisión de voz y datos a 9,6 Kbps y hasta los 115 Kbps con movilidad total. Cabe destacar HSCSD y GPRS como las dos más significativas.

HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data) proporcionará un flujo de datos cercano a los 100 Kbps e integrará múltiples canales independientes en uno solo, de tal manera que se aumenta la capacidad de la terminal móvil para acceder simultáneamente a varios servicios, de modo similar a como sucede con la RDSI.

Por ejemplo, utilizando WCDMA para la interfáz aire cada terminal de usuario puede tener conexión a 6 servicios independientes, desde los de voz hasta una combinación de servicios de datos como fax, correo electrónico, intranet / intranet, video-conferencia...

Por último, EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), también llamado GSM384, abrirá el camino hacia las comunicaciones personales multimedia.

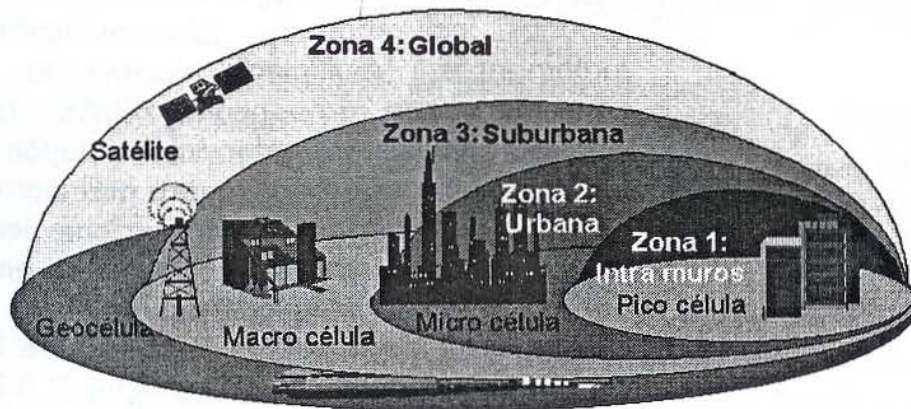
Utiliza un esquema de modulación y codificación alternativo que alcanza transferencias de datos de hasta 384 Kbps, osea 48 Kbps por cada "ranura de tiempo" (time slot), (ya adecuada para soportar video con calidad) sobre la portadora estándar de 200 KHz propia de GSM, siendo comparable con las que promete UMTS. Esta posibilidad permite seguir utilizando las actuales redes GSM y D-AMPS por mucho tiempo lo que es un factor muy importante para los operadores que actualmente ofrecen servicios de comunicaciones móviles celulares vía radio, y para los fabricantes que están desarrollando terminales duales compatibles GSM y W-CDMA.

Además las velocidades de transferencia de datos anteriormente comentadas pueden ser incrementadas utilizando la facilidad de compresión de datos, según la norma V.42 bis, que soporta GSM. La nueva generación de telefonía móvil, que será la tercera tras los sistemas analógicos y el GSM, promete implementar el llamado Multimedia Celular, con un nuevo universo de servicios de banda ancha que parecían reservados al cable.

La introducción de los nuevos servicios permitirá la entrada de la era del multimedia personal. Así el buzón de voz y el correo electrónico se convertirán en correo móvil multimedia; los mensajes cortos en postales electrónicas con dibujos y video clips integrados y las llamadas de voz se complementarán con imágenes en tiempo real. Asimismo, se verán favorecidas las transacciones de negocio, que mejoraran gracias al equipo con multimedia y videoconferencia, permitirá un rápido desarrollo del comercio electrónico, facilitando las compras a distancia y el info-entretenimiento crecerá vertiginosamente.

Para ello, las terminales se deberán adaptar a los nuevos servicios y, así habrá terminales complejas que contarán con una serie de características evidentes como grandes desplegados y una resolución mejorada con capacidades de video-teléfono y navegadores, que coexistirán con otros muchos más sencillos para voz, pequeños y fáciles de usar, que permitirán comunicarse al usuario medio no interesado por estos sofisticados servicios.

Arquitectura del sistema



Panorama del Futuro

EN RESUMEN:

- Una llamada se origina en la red Telefónica Pública (PSTN Public Switched Telephone Network) y se enruta al MSC de acceso mas cercana, la cual pertenece a la PLMN.
- EL MSC pregunta al HLR, cual es la réplica con la última localización VLR reportada del usuario destino.
- El HLR solicita un número de Directorio Local Temporal (TLDN) al VLR que está dando servicio y el VLR contesta dando un TLDN.
- La llamada se enruta al MSC que está dando el servicio de acuerdo al TLDN obtenido.
- El MSC interroga al VLR, el cual regresa todos los datos necesarios para el manejo de llamada.
- Si el teléfono celular del usuario móvil está encendido y tiene autorizado recibir llamadas, se enviarán mensajes de Paging a todos los BTS's que se encuentren dentro del área local involucrada.
- Una vez que el usuario MS responda, toda la señalización restante y datos de usuario serán transmitidos /recibidos a través de la conexión correspondiente BTS.

SISTEMAS DE ALTA CAPACIDAD

	AMPS	NA - TDMA	CDMA	GSM
Bandas de Frecuencia (MHz)	824 – 849 869 - 894	824 – 849 869 – 894 1850 – 1910 1930 - 1990	824 – 849 869 – 894 1850 – 1910 1930 – 1990	890 – 915 935 – 960 1710 – 1785 1805 – 1885 1850 – 1910 1930 – 1990
Espaciamiento del Canal (KHz), (Banda)	30	30	1230	200
Canales / portadora, (Usuarios)	1	3	Capacidad del Software	8
Acceso	FDMA	FDMA/TDMA	CDMA	FDMA/TDMA
Duplex	FDD	FDD	FDD	FDD

Se clasifican como sistemas de Alta Capacidad aquellos sistemas que permiten el desplazamiento del móvil a velocidades del orden de hasta 200 Km/h.

Se clasifican en sistemas de Baja Capacidad aquellos sistemas que permiten el desplazamiento del móvil a velocidades pedestres.

PCS vs Sistemas Celulares.

Con la Introducción de la tecnología digital los sistemas celulares han venido ofreciendo servicios adicionales a la transmisión de voz, como transmisión de datos, télex, video-texto, y fax móviles. La capacidad de los sistemas analógicos iniciales no era suficiente para dar servicio a un número creciente de usuarios de telefonía móvil.

Existían casos concretos de ciudades en las que se ofrecía un servicio deficiente, debido a la existencia de un número mayor de usuarios de los que podía atender el sistema. En respuesta a la alta demanda, a la necesidad de mejorar el desempeño del sistema para comunicaciones diferentes a la voz y al congestionamiento de los sistemas celulares análogos, se introdujo la tecnología digital.

El aumento en capacidad ofrecido por estos sistemas permitió incluso triplicar la capacidad con igual ocupación del espectro radioeléctrico. Con el manejo digital de la información se pueden cursar más llamadas sobre la misma banda del espectro de radio y por consiguiente se aumenta el número de llamadas que puede manejar una célula.

De este modo, PCS es la denominación que se ha dado a la evolución de los sistemas de telefonía móvil celular, y abarca también a la telefonía local inalámbrica. El diseño de los sistemas para proveer estos servicios es similar al de la telefonía celular (se tendrán celdas, central de conmutación, estaciones base y estaciones móviles), la operación será en ambiente totalmente digital y se dará al usuario la posibilidad de comunicarse a cualquier hora y virtualmente en cualquier lugar.

La telefonía móvil celular ha demostrado un elevado desarrollo tecnológico y una acelerada expansión del número de usuarios. Aunque conceptualmente se establecieron en un principio algunos factores diferenciadores entre la telefonía celular y los PCS, desde el punto de vista de los servicios ofrecidos no existían diferencias.

Ambas modalidades tecnológicas, que tienen asignadas sus respectivas bandas de operación, poseen las potencialidades para el desarrollo de servicios que compiten, nuevos y diversificados, como lo ilustra la experiencia de su uso y el mercado.

GLOSARIO DE USO FRECUENTE EN EL ÁREA DE LAS TELECOMUNICACIONES:

AM	Amplitud Modulada
Ancho de Banda	Es el rango (frecuencia comprendida entre límites) que se pueden pasar a través de un canal.
ANSI	American National Standards Institute
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
Atenuación	Disminución de la potencia o magnitud de una señal
ATM	Asynchronous Transfer Mode
Balun	Adaptador de medio y de impedancia
Banda	Es el rango de frecuencias entre dos límites
Bidireccional	Transmisión en ambos sentidos
Bit	Binary Digit
Bps	Bits por Segundo. Unidad de medida de la transmisión de datos.
Canal	Medio de transmisión por donde viaja la información
CATV	Community Antenna Television (Cable TV).
CBR	Constant Bit Rate
CCIR	Communications Consuler International for Radio
CCITT	Comité Consultivo Internacional de Teléfonos y Telégrafos
CD	Compact Disc
CDMA	Code Division Multiple Access
Célula	Región en la cual está instalada una estación de radio
Cobertura	Es el área geográfica que está incluida en una red o en un servicio de telecomunicaciones
Codificar	Representar cada uno de los símbolos provenientes de una comunicación
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPS	Caracter por segundo
CPU	Central Processing Unit
CRC	Cyclical Redundancy Checking (Verificación de redundancia cíclica)
CSCW	Computer Supported Co-operative Work
CSTA	Computer Supported Telephony Application
DISA	Direct Inward System Access
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DSP	digital Signal Processing
EHF	Extremely High Frequency
EIA	Electronics Industries Association
ETSI	European Telecommunications System
FCC	Federal Communication Commission
FM	Frecuencia Modulada
Frecuencia	Número de ciclos de una señal por unidad de tiempo
FTP	Folied Twisted Par. (Par trenzado forrado)
Gateway	Sistema de intercambio de protocolos
GEO	Geostationary Earth Orbit

GHz	Giga Hertz (1x10e9 Hz).
GPRS	General Packet Radio System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HDR	High Data Rate
HDTV	High Definition Television
Hertz	Es la unidad de frecuencia, se refiere a los ciclos por segundo
IETF	Internet Engineering Task Force
IMT-2000	International Mobile Telecommunications (formerly FPLMTS)
IN	Intelligent Network
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISL	Inter-Satellite Link
ISO	International Standards Organization
ISSCC	International Solid State Circuits Conference
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunications Union
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
LDR	Low Data Rate
LEO	Low Earth Orbit
LPC	Linear Predictive Coder
MAN	Metropolitan Area Network
MBONE	Multimedia Backbone
Mbps	Megabits por Segundo, millones de bits en un segundo
MEO	Medium Earth Orbit
MIPS	Mega Instructions Per Second
Modem	Modulador / Demodulador
Modulación	Proceso sobre el cuál se sobreimpone una señal de datos a una señal portadora de manera que se pueda transportar.
MPEG	Motion Picture Experts Group
MUX	Multiplexor, es también llamado concentrador
Nodos	Puntos en los cuáles se ubican puntos de procesamiento en una red.
OBP	On Board Processing
ODP	Open Distributed Processing
OSI	Open System Interconnect, (Recomendación de la ISO)
PABX	Private Automated Branch exchange
PCM	Pulse Code Modulation
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PCS	Personal Communication System
PDA	Personal Digital Assistant
PM	Phase Modulation (Modulación en Fase)
Protocolo	Conjunto de reglas para que pueda ser realizado un proceso de comunicaciones.

PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RACE	Research in Advanced Communications in Europe
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
ROM	Read Only Memory
Ruido	Perturbaciones no deseadas que tienden a oscurecer el contenido de información de una señal.
RSVP	Resources Reservation Protocol
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
Señalizar	Proceso mediante el cual se notifica algo, es decir, se envía una señal de control de un equipo de la red a otro
STM	Synchronous Digital Hierarchy
STP	Shielded Twisted Pair (Par Trenzado Blindado)
SVC	Switched Virtual Circuit
Tasa de transmisión	Número de símbolos digitales que se transmiten por un canal en cada segundo.
TDMA	Time Division Multiple Access
TIA	Telecommunications Industries Association
TINA	Telecommunications Information Networking Architecture
TMN	Telecommunications Management Network
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPT	Universal Personal Terminal
UTP	Unshielded Twisted Par (Par trenzado no blindado)
VBR	Variable Bit Rate
VGA	Video Graphics Adapter
VLSI	Very Large Scale Integration
WAN	Wide Area Network (Red de area Amplia)
WDM	Multiplexion por division de longitud de onda.
WWW	World Wide Web

BIBLIOGRAFÍA

- DIPLOMADO EN TELECOMUNICACIONES.
Módulo II, Medios de transmisión.
Módulo V, Sistemas de comunicaciones personales.
Alcatel University México,
Alcatel de México S.A ce C.V., 2004.

- INTRODUCTION TO COMMUNICATIONS SYSTEMS.
Streemler G. Ferrel,
Addison Wesley.
Massachusetts USA, 1982

- REDES DE COMPUTADORAS,
Black Uyles
Prentice Hall,
Madrid España, 1989

- INTRODUCTION TO DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS
D. Callegari, Microwave
Communication Division
Telettra España S.A

- COMUNICACIONES DIGITALES
TSD Alcatel México
Manual de entrenamiento.

- TELECOM CONCEPTS 2000
Alcatel Company.

- FÍSICA UNIVERSITARIA
Sears, Zemansky, Young,
Addison Wesley Iberoamericana,
Wilmington, Delaware, USA 1988.

CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN GENERAL PARA SITIOS DE TELEFONÍA.

“El genio es 1% inspiración y 99% transpiración”.

THOMAS A. EDISON.

TIPOS DE SITIOS TELECOM SEGÚN SU APLICACIÓN Y USO.

La aplicación de los sitios para telefonía y telecomunicaciones depende en gran medida del tipo de servicio que se quiere ofrecer que puede ir desde abonados para telefonía convencional y televisión por cable hasta telefonía celular y servicios combinados DSL para Internet de alta velocidad, telefonía y señales de televisión o radio.

Dependiendo del tipo de servicio y de los equipos necesarios que se requieran para cubrir el mismo variará tanto el tamaño como el peso y requerimientos técnicos del sitio.

Por su aplicación, de manera general los sitios de telecomunicaciones pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Sitios de telecomunicaciones por medios guiados.
 - Sitios para telefonía convencional.
 - Sitios para DSL, (Telefonía de banda ancha e Internet de alta velocidad).
 - Sitios para servicios de televisión por cable y combinados DSL.

- Sitios de telecomunicaciones por medios no guiados.
 - Sitios de telefonía celular.
 - Repetidoras de radio y televisión.

Por su uso los sitios de comunicaciones dentro de su infraestructura general pueden estar constituidos por:

- Gabinetes
- Contenedores (Shelrels).

A su vez los Gabinetes pueden ser divididos por su uso y tipo de instalación en:

- Outdoor (Herméticos para exteriores tipo Nema 4 y 4X).
- Indoor (Ventilados para instalación en interiores).
- Celdas completas móviles (COW)

Así mismo los gabinetes tipo Outdoor pueden ser subdivididos por su lugar de instalación en:

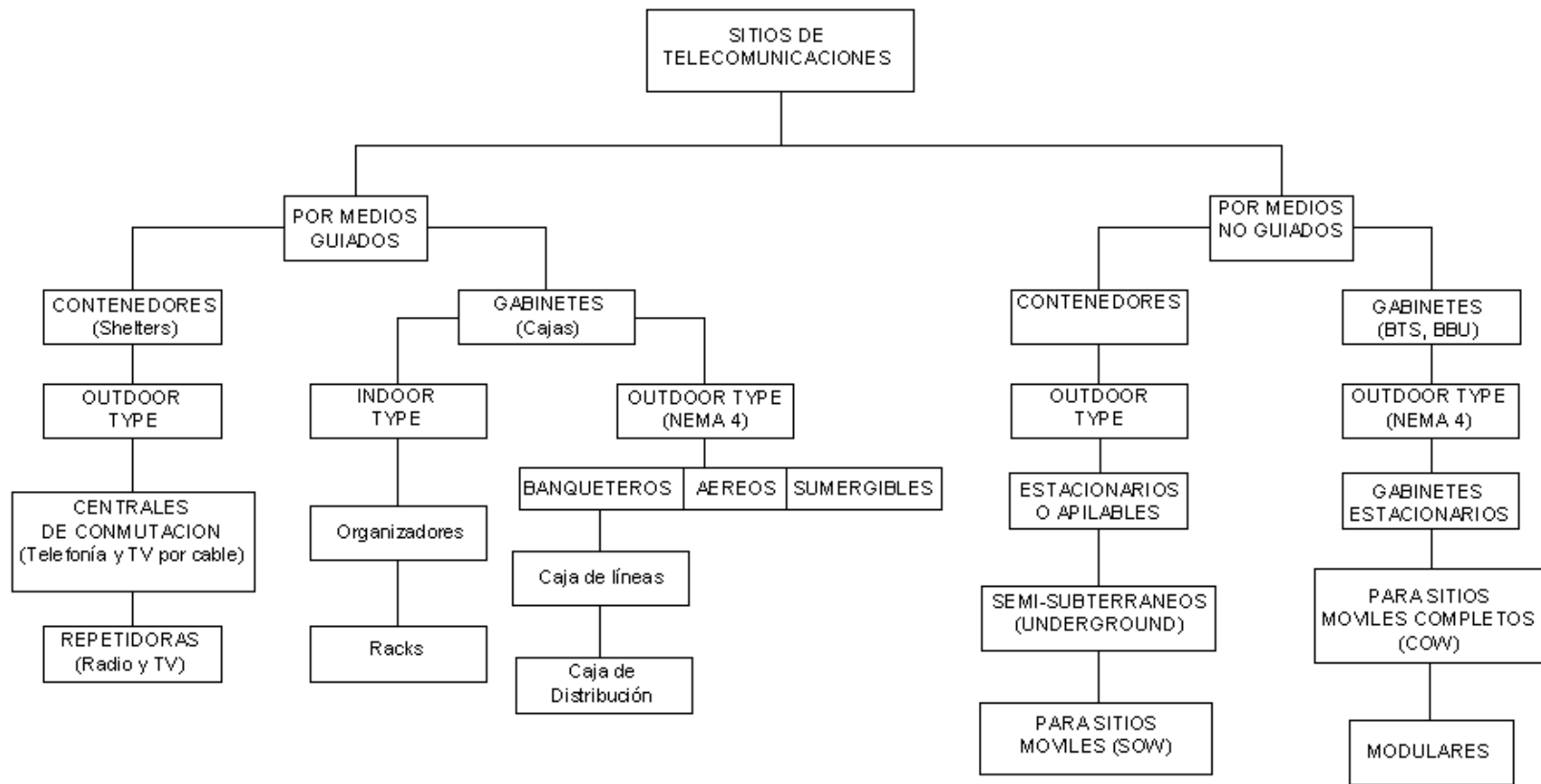
- Gabinetes para instalación en banqueta, (banqueteros)
- Gabinetes para instalación en postes, (aéreo)
- Gabinetes para instalación en pozos de visita, (hermético o sumergible).

Para los contenedores, debido a sus dimensiones e infraestructura solo son para aplicaciones en exteriores (Outdoor) por lo que pueden sub-clasificarse de manera general en:

- Contenedores para piso y apilables (Shelter)
- Contenedores para sitios móviles (SOW's)
- Contenedores semi-subterráneos (Underground)

En general no existe una manera específica de clasificar a los diferentes tipos de sitios de telefonía y telecomunicaciones debido a su amplia gama de aplicaciones y versatilidad en el diseño, o incluso, una combinación entre ellos.

Sin embargo por su uso y aplicación en áreas de comunicación muy específicas tales como la de telefonía convencional, celular e incluso de procesamiento y conmutación de señales de audio, video y datos para la industria de la radio y televisión, se puede hacer una clasificación general tal como se muestra en la siguiente tabla.



Clasificación general de los sitios de Telecomunicaciones

Sitios de telecomunicaciones por medios guiados.

Los sitios de telecomunicaciones por medios guiados son todos aquellos que las entradas y salidas de sus líneas de transmisión se realizan mediante cableado coaxial, por pares o incluso mediante fibra óptica, y como se mencionó anteriormente son usados en gabinetes para telefonía convencional, servicios de Internet a alta velocidad (DSL) y servicios de televisión por cable.

Telefonía Convencional.

Los sitios de telefonía convencional permiten contener el equipo necesario para realizar la gestión y distribución de la señal procedente desde una central hacia los diferentes abonados que dan servicio a las líneas de uso público o privado.

La señal llega desde una central telefónica hasta un sitio instalado en algún lugar físico (generalmente sobre el suelo o una plancha de concreto cimentada sobre la banqueta para zonas urbanas), que dará servicio a una cierta región geográfica.

Debido a la función principal de este tipo de sitios para administrar y distribuir los abonados hacia las terminales de uso residencial o comercial, también se han llegado a conocer más comúnmente como “Cajas de Líneas” o “Banquetero” debido a su ubicación común en calles y banquetas.

Estos sitios son generalmente gabinetes manufacturados con base en material metálico ya sea ferroso como lámina negra, acero galvanizado o no ferroso como el aluminio.

La principal característica física de éste tipo de sitios es su geometría prismática en forma de gabinete con accesos frontales y en algunos casos laterales.

Mecánicamente deben de ser capaces de tener cierto grado de hermeticidad contra polvo, agua y humedad, debido a que los equipos contenidos en su interior requieren ciertas características para su óptima operación además de su inherente característica eléctrica-electrónica altamente sensible.

También deben poder aislar la radiación y temperatura externa procedente del ambiente así como los rayos solares que inciden directamente sobre la estructura del gabinete.

Debido a estos requerimientos mecánicos, hermeticidad y estanqueidad, dichos gabinetes exigen ser manufacturados y probados bajo la norma NEMA 4, la cuál demanda tener cierto grado de resistencia hermética a la penetración de agua y partículas de polvo.

Para este tipo de aplicaciones, NEMA (National Electrical Manufacturers Association), ha creado un conjunto clasificaciones y estándares para la protección de equipos y componentes eléctricos dentro de un contenedor, carcasa o envoltorio (enclosure) aplicable en Estados Unidos y al rededor del mundo para todo aquel equipo electro-mecánico que se

encuentre especificado y homologado bajo esta norma. Otros países pueden tener asociaciones y estándares similares como por ejemplo la Canadiense, CSA (Canadian Standards Association) o la EEMAC (Electric Equipment Manufacturers Advisory Council).

Los equipos eléctricos y electrónicos que se manejan en el ramo de las Telecomunicaciones exigen un riguroso cuidado para su manejo e instalación y generalmente dada la cercanía de México con Estados Unidos de Norteamérica, la especificación para la protección de éstos equipos estará basada en la norma NEMA.

De acuerdo con lo anterior y para tener una referencia de los diferentes grados de protección a la intemperie según la norma NEMA, a continuación se presenta la siguiente tabla:

Grado de protección provisto contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de Envoltente o Protección									
	1	2	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Contacto accidental con el gabinete del equipo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Caída ocasional de polvo, partículas grandes y humedad.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Caída de líquidos y salpicaduras ligeras.		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ambiente con polvo, pelusa, fibras de tamaño pequeño e insectos.			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Viento con polvo, pelusa, fibras pequeñas e insectos voladores.			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Agua a presión y salpicaduras abundantes de agua.			✓	✓		✓	✓			
Filtración de aceite o refrigerante.								✓	✓	✓
Esperado y salpicado de aceite o refrigerante.										✓
Agentes corrosivos				✓			✓			
Inmersión temporal						✓	✓			
Inmersión prolongada							✓			

Tabla de referencia para índice de protección según la Norma NEMA.

Otra norma que suele ser usada para indicar el grado de protección a la intemperie es el índice de protección IP, el cuál se presenta a continuación:



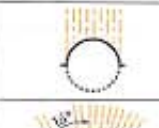

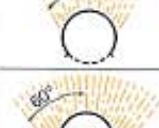
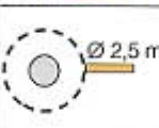
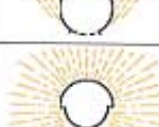




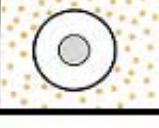


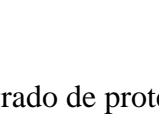
1er cifra: protección contra los cuerpos sólidos			2a cifra: protección contra los cuerpos líquidos		
IP	tests		IP	tests	
0		Sin protección	0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior 12.5 mm (ej.: dedos de las manos)	2		Protegido contra las caídas de gotas de agua hasta 15° de la vertical
3		Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior 2.5 mm (herramientas, cables)	3		Protegido contra las caídas de gotas de agua hasta 60° de la vertical
4		Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro 1 mm (herramientas delgadas, pequeños hilos)	4		Protegido contra las caídas de gotas de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones
6		Totalmente protegidos contra el polvo	6		Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes del mar
			7		Protegido contra la inmersión
			8		Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión

Tabla de referencia según el grado de protección IP.

TABLA COMPARATIVA INDICE DE PROTECCION (IP) / NEMA

Clasificación NEMA	IP 23	IP30	IP32	IP64	IP65	IP66	IP67
1	OK						
2		OK					
3				OK			
3R			OK				
3S				OK			
4						OK	
4X						OK	
6							OK
12					OK		
13					OK		



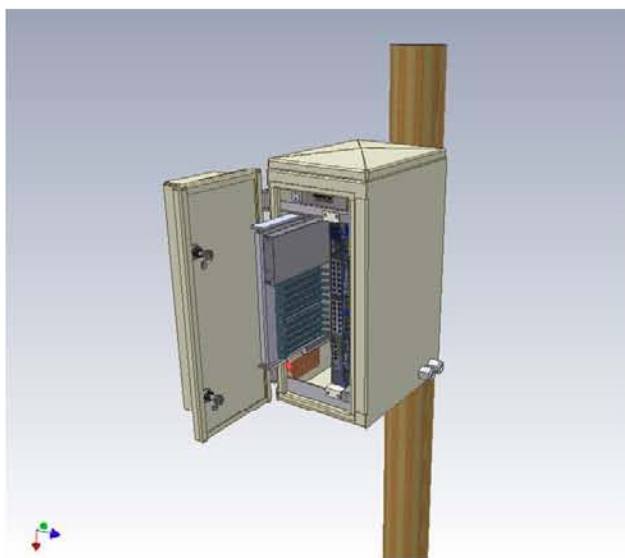
Caja de líneas (Mini-NAM) o “Banquetero”

Telefonía DSL.

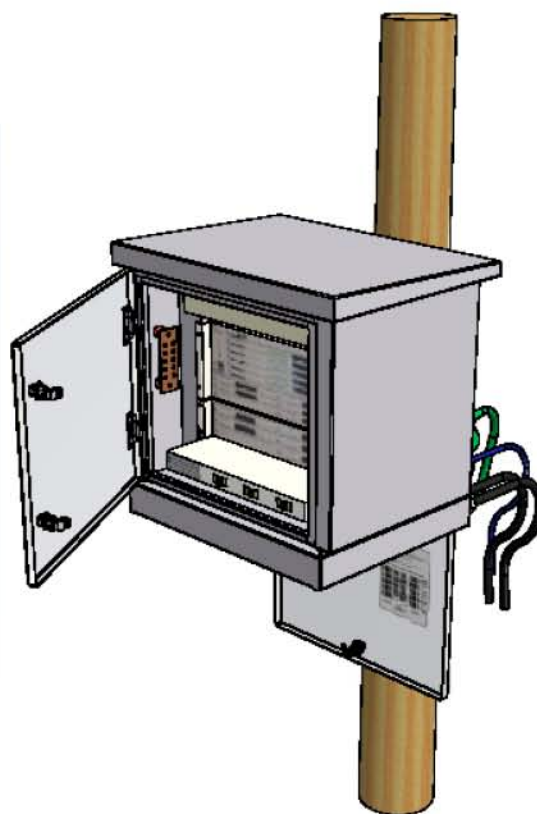
Este tipo de sitios permite contener el equipo para realizar la adición del servicio de Internet de banda ancha a la señal de telefonía convencional proveniente generalmente de la Caja de Líneas o “Banquetero”.

Dicha conversión se hace a través de un equipo especial al cual se le hace llegar, generalmente mediante fibra óptica, la señal de Internet para que a su vez sea combinada o agregada a la señal telefónica normal. Esta combinación tiene como resultado la capacidad de poder llevar servicio continuo y simultaneo de Internet de alta velocidad (Banda Ancha) y telefónico a través de un Hub de distribución a un número determinado de abonados (líneas de servicio).

El equipo para administrar señal DSL se encuentra contenido en gabinetes tipo “Outdoor” o intemperie y deben cumplir con la normas NEMA 4 y NEMA 6 (equivalentes a IP 66 e IP 67), debido a que generalmente se encuentran instalados en postes, a los cuáles se les puede clasificar como gabinete aéreos, o inclusive dentro de pozos de visita bajo el suelo donde normalmente se pueden alcanzar niveles pluviales de inundación que puedan cubrir parcial o totalmente el gabinete, en éstos casos se puede clasificar como un gabinete sumergible.



Gabinete DSL para poste ERICSSON



Gabinete DSL para Poste ALCATEL

Sitios para televisión por cable y combinados DSL.

Los sitios para televisión por cable no son diferentes, en cuanto a infraestructura, a los sitios de telefonía convencional y DSL, ya que también contienen equipo electrónico de conmutación y distribución para combinar generalmente señal de televisión digital con señal DSL para Internet de alta velocidad.

Debido al tipo de equipo que se manejan y contienen dentro de éstos gabinetes se debe cumplir con el requerimiento de la norma NEMA 4 (IP 66), en donde se debe, al igual que la Caja de Líneas ó “Banquetero” cubrir cierto grado de hermeticidad, no solo contra polvo, humedad y agua, si no también contra la radiación térmica solar y ambiental ya que debe contar con cierto grado de resistencia y aislamiento térmico para mantener una temperatura de operación adecuada para los equipos.

En ocasiones algunos equipos solo se limitan a distribuir la señal procedente de un cable principal en varios servicios, para lo cual se requiere de un gabinete con un índice de protección suficiente para evitar solo la penetración de partículas grandes y el contacto directo con el agua, como es el caso de la caja de distribución para abonados telefónicos que se encuentra en las calles, por lo que solo se requerirá de un índice de protección NEMA 2 (IP 30) y NEMA 3R (IP 32).

Dichos gabinetes son generalmente instalados al nivel de piso sobre banqueta y en algunas ocasiones sobre postes a cierta altura del piso.



Gabinete para servicios de televisión por cable.



Gabinete para servicios de Televisión por cable y DSL

Sitios de telecomunicaciones por medios no guiados.

Los sitios de telecomunicaciones por medios no guiados son todos aquellos en los que no se requieren cables para realizar la interconexión entre los distintos sitios o centrales telefónicas, su aplicación está enfocada directamente a los servicios de telefonía celular así como los de radio y televisión en los cuáles, como se explicó anteriormente se forman células de interconexión basándose en la línea de vista para así formar una red de distribución y repetición que permite el envío y recepción de voz y datos a través de los equipos de comunicación ya sea móviles o estaciones base.

Sitios de telecomunicaciones del sector bancario.

Estos sitios son los responsables de poder manejar y repetir una gran cantidad de voz y datos que se manejan diariamente dentro del sector financiero público y privado.

Generalmente cada sucursal bancaria cuenta con una serie de servidores que se encuentran enlazados a una unidad de intercomunicación que a su vez se enlaza con el sistema de red general ya sea por medios no guiados a través de antenas de microondas o a través de fibra óptica con la central y así mantener un control en tiempo real de la información y de los movimientos realizados en cada una de las cuentas de los usuarios.

Sitios de telecomunicaciones del sector de radio y televisión.

Estos sitios son los responsables de poder llevar la señal de radio o televisión a lugares distantes con respecto a su lugar de origen.

Este tipo de señales puede contener no solo voz y datos, si no también imágenes que se pueden ver reflejadas en tiempo real a muchos kilómetros de distancia gracias a lo que se denomina “base repetidora” que tiene como función principal como su nombre lo indica “repetir” y dar ganancia a la intensidad de la señal que puede irse perdiendo debido a la distancia y condiciones atmosféricas durante el traslado de la misma.

La condición para la ubicación y posición de las bases repetidoras de éste tipo, es básicamente bajo el mismo principio que el de la telefonía celular, ya que se basa en lo que se conoce como “línea de vista” y que consiste en que cada antena debe de “verse directamente de frente” con otra que se encuentre a varios kilómetros de distancia para que a su vez sea “reprocesada” para darle la potencia necesaria y volverla a enviar hacia otra base repetidora y así sucesivamente hasta llegar al área de cobertura deseada.

Cuando la línea de vista no es suficiente debido a condiciones geográficas adversas o simplemente porque la línea de vista se pierde debido a la curvatura terrestre a grandes distancias como son mar u océanos, entonces se recurre al uso de comunicación satelital que básicamente su función será la misma pero a través de antenas reflectoras colocadas en satélites en órbita en el espacio con el fin de bajar de nuevo la señal a la tierra y tener una mayor área de cobertura.

Sitios de Telefonía Celular.

Los sitios de telefonía celular son los responsables de mantener “unida” la red que forman las células que proporcionan la cobertura de las diferentes regiones geográficas que dan servicio a los distintos usuarios (móviles).

Más adelante se explicará a detalle la integración completa de un sitio de telefonía celular, mientras tanto en ésta sección nos enfocaremos solo a la parte de integración e instalación para los equipos de radio y fuerza.

Una parte fundamental de un sitio de telefonía celular es el contenedor o gabinete en donde se instalarán los equipos de radio, control y fuerza que se requieren para gestión de la señal proveniente de la red celular o central de telefónica.

Como se mencionó anteriormente los equipos pueden llegar a ser instalados dentro de contenedores “Shelters” o Gabinetes dependiendo del número de equipos de radio y control requeridos así como de la cantidad de energía requerida para alimentarlos, los cuáles a su vez muchas veces se encontrarán en función directa del tráfico de la señal así como del número de líneas demandadas por la zona dentro de la región de cobertura.

INFRAESTRUCTURA GENERAL PARA SITIOS DE TELECOMUNICACIONES.

La infraestructura requerida para la construcción de un sitio de telecomunicaciones y en específico un sitio de telefonía celular puede dividirse básicamente en dos secciones generales:

- 1) Infraestructura externa.
- 2) Infraestructura interna.

A su vez, la infraestructura externa puede subdividirse en:

- a) Construcción y distribución (Layout),
- b) Transmisión y alimentación.
- c) Construcción o envolvente (Enclosure)

A su vez, la infraestructura interna puede subdividirse en:

- a) Distribución y accesorios.
- b) Transmisión.
- c) Fuerza.

Infraestructura externa:

Es toda aquella que puede ser apreciada desde una vista aérea del sitio y que se encuentra distribuida dentro de un área específica.

- a) Construcción y distribución:

Se refiere a la planeación estratégica del sitio que va desde el “layout” de la ubicación de los componentes que integran el sitio, hasta el cálculo estructural o de cimentación de los mismos, siendo integrada por los siguientes elementos:

- i. Plataforma estructural o Cimentación.
- ii. Contenedor (Shelter) o Gabinete. (Aspecto dimensional y peso).

- b) Transmisión y alimentación.

Se refiere a los equipos y elementos que permitirán la alimentación externa de energía para iluminación y acometidas, así como el cableado y estructuras que permitan el envío y repetición de la señal de radiofrecuencia, siendo integrada por los siguientes elementos:

- i. Acometidas monofásicas, bifásicas o trifásicas. (CFE)
- ii. Planta de emergencia. (Gen-Set)
- iii. Torre y antenas.

- Autosoportadas
- Monopolos.
- Arriostradas.

iv. Luces de Obstrucción.

v. Cama de líneas o de transmisión (Feeders).

c) Construcción o envolvente para alojamiento de equipos (enclosure).

Se refiere a la protección física que resguarda los equipos de transmisión y fuerza del medio ambiente. Esta envolvente puede ser de tipo gabinete para exteriores (Outdoor cabinet) o un contenedor (Shelter) que puede ser de tipo estructural (pre-fabricados), ligeros armables en sitio (Knock Down) o de materiales compuestos o poliméricos (PVC).

A continuación se muestran algunos tipos de torres e infraestructura externa de los sitios de Telecomunicaciones y telefonía celular.



Torre tipo Monopolo
para RF y MW



Torre Auto - soportada



Luces de Obstrucción FAA
Tipo L 810



Conjunto de torres
Autosportadas y Monopolo



Torre auto – soportada para RF



Cama de líneas (feeders) desde contenedor hacia antenas en torre.

TIPOS Y ESPECIFICACIONES DE CONTENEDORES (SHELTERS) PARA SITIOS DE TELEFONÍA CELULAR

Especificaciones técnicas generales para contenedores.

CONTENEDOR O SHELTER.

1. Estructura del contenedor.

El contenedor deberá contar con una estructura que sea capaz de soportar los esfuerzos a los que será sometido tanto en el izaje, transportación, instalación y a lo largo de su vida útil evitando que se presenten deformaciones. Dicha estructura será a base de perfiles de acero estructural A-36 o equivalente para los Shelters preensamblados (estructurales) y de materiales que cubran la normatividad correspondiente para los que estén manufacturados de otros materiales, tales como los de tipo “Knock Down” (Armable en sitio) o de PVC. La estructuración de cada contenedor será responsabilidad de cada proveedor considerando las siguientes características.

- El techo deberá tener capacidad promedio de soportar una sobrecarga de 170 kg/m².
- El piso deberá tener capacidad de soportar una carga promedio de 1300 kg/m² para la zona de baterías y de 1000 kg/m² para el resto del área de la plataforma. A reserva de que el usuario final especifique otras características.

-
Todo elemento de acero deberá contar con una protección anticorrosiva con dos manos de esmalte acrílico, una mano de primer rebajado al 10% previa limpieza del metal con los medios químicos o mecánicos necesarios para dejar el metal limpio de grasas y óxidos e impurezas.

COMPOSICIÓN DEL CONTENEDOR

1. Aislante térmico

Los muros, piso y techo del contenedor contarán entre el forro exterior y el forro interior con un aislante térmico que no permita la transferencia de calor del exterior al interior en las temperaturas más extremas ni en casos más desfavorables. Este aislante térmico será por lo menos a base de poliuretano esparcido de 25 kg/m³ de 5 cm de espesor (min).

2. Barrera de vapor

El contenedor no permitirá la filtración de vapor que proteja el aislante térmico de la humedad, para lo cual se deberá colocar una barrera en toda la estructura. Dicha barrera puede ser a base de una lámina de polietileno de 120 micras de espesor de una sola pieza.

ACABADOS

1. Forros exteriores

Los forros exteriores de muros, piso y techo, deberán ser del material que garantice su durabilidad y buen comportamiento contra los agentes degradantes como lluvia ácida, sol, viento, polvo, etc. Las juntas deberán sellarse de forma tal que no permita filtraciones de aire, polvo o agua.

2. Acabados de muros y techos interiores

Los muros y techo para el contenedor serán de color blanco que de un acabado profesional, que sea resistente, fácil de manejar e instalar, no requiera de mantenimiento consecutivo ni complicado y sea de fácil limpieza.

3. Piso

El piso del contenedor deberá estar completamente nivelado evitando la deformación antes y después de su instalación.

Debido a que se fijaran algunos equipos al piso, el contenedor llevará paneles de triplay de 3/4" de espesor y tendrá un acabado a base de una loseta vinílica de 3mm de espesor marca vinylasa, del color que se especifique, que sea resistente, fácil de manejar e instalar, no requiera mantenimiento y sea de fácil limpieza.

4. Puerta

La puerta debe ser de 90 cm de ancho x 225 cm de altura preferentemente, o la especificada por el usuario final, diseñada de tal manera que el anillo perimetral no permita la entrada de agentes exteriores (humedad, polvo, humo) que dañen el equipo. El mecanismo de cierre será de alta seguridad de uno o más puntos de atrancamiento y con posibilidad de instalar una cerradura de seguridad adicional, la bisagra será tipo piano a todo lo largo de la puerta o de tipo contenedor de alta seguridad con la opción de instalar un cierra puertas para uso rudo, marca de 150 lbs. o lo que se especifique o requiera.

5. Protección contra agua.

Todas las preparaciones del exterior al interior que se hacen en el contenedor tales como instalación de aire acondicionado, ventanas o pasamuros para la entrada de feeder, etc, deben de tener botaguas de protección.

INSTALACION ELECTRICA

1. Instalación eléctrica

Todos los cableados eléctricos deberán ser marca Condumex quedando en puntas de un metro en el registro principal de 0.15x0.15m. etiquetando cada circuito y respetando el código de colores indicados en el anteproyecto o por norma. Canalización oculta mediante tubería PVC eléctrico o expuesta mediante tubo conduit, canaleta ranurada o según especificaciones requeridas. Todos los accesorios internos serán de acuerdo a las marcas y modelos solicitados por el usuario final a reserva de proponer otros de la calidad y funcionalidad que el proyecto requiera.

2. Alumbrado

Los cableados de las lámparas deberán canalizarse a tres hilos, fase, neutro y tierra al registro principal, así como los hilos correspondientes para el retorno en caso de la instalación de “timer” con cable Cal. 14 AWG y Cal. 12 AWG para alimentar los contactos de servicio que se necesiten, el cable debe de ser de buena calidad, preferentemente marca Condumex THW 600 V.

3. Aires Acondicionados

Los cableados de los aires acondicionados deberán ser mediante la capacidad de cable correspondiente de acuerdo a la demanda máxima de cada unidad que puede ir desde Cal. 12 hasta Cal. 8 AWG, cable cal. 14 para alimentación de control y Cal. 16 o 18 AWG para señales de control provenientes de cada unidad.

PREPARACIONES ESPECIALES

1. Protección contra corrosión

Con la finalidad de proteger el contenedor de la corrosión es importante inhibir al máximo el par galvánico aluminio-hierro, sobre todo en zonas cuyo suelo (polvo) es ligeramente ácido o en zonas marinas de alta concentración salina. Para esto se recomienda agregar algún tipo de protección anódica o incluso proteger los elementos estructurales ferrosos expuestos al medio ambiente mediante galvanizado electrolítico o por inmersión.

2. Protección contra radiación térmica

Con la finalidad de proteger el contenedor de la radiación solar es importante aislar la estructura interior de la exterior, a través de aislantes y de ser posible aislar las uniones de sujeción para evitar cualquier transferencia de energía en forma de calor.

3. Preparación de paredes

Para la sujeción del equipo se pueden colocar placas recibidoras u otro tipo de herraje electro soldados a la estructura del contenedor, quedando estas preparaciones entre las paredes interiores y exteriores. Todas las paredes del contenedor están a 90° con respecto al piso.

4. Anclaje

El contenedor contará con por lo menos dos anclajes en esquinas opuestas (diagonal) que se fijen a la plataforma que soportará al contenedor previamente construida.

5. Sistema de elevación

El contenedor debe de tener cuatro puntos de sujeción para se izado al sitio, los cuales deben de asegurar que los esfuerzos debidos a el izamiento no afectan la estructura del contenedor, dichos puntos pueden ser a base de 4 orejas ubicadas en la parte superior o inferior del contenedor y será responsabilidad del proveedor asegurar la integridad estructural durante la maniobra para la instalación del Contenedor.

6. Feeders

En el exterior marcar las entradas y por la parte interior en las paredes hacer los cortes y dejar una contratapa de tal forma que sea estético y no permita el paso de agentes externos, agua, polvo, etc. Dichas tapas deben ser removibles en caso necesario.

7. Aire acondicionado

Hacer una preparación para soportar dos equipos de aire acondicionado de 3 o 5 TR. (36,000 o 60,000 Btu's) de montaje Vertical. El contratista que instale los equipos de aire acondicionado, debe de sujetar el gabinete del aire acondicionado, de tal forma, que no se puedan robar los climas. En el caso de que; se requiera una modificación especial se les enviara la información de manera oportuna y precisa.

8. Tipo de herraje

Las charolas son de 40 cms de ancho, con la finalidad de tener mayor capacidad en el futuro, y una mejor distribución y espaciamiento para el enfriamiento de los feeder, y la distancia y el tipo de soporte se anexa información.

DIMENSIONES DEL CONTENEDOR, (DEPENDE DE CADA CLIENTE)

1. Dimensiones (más comunes).

- Dimensiones Interiores del Contenedor
 - 6.60 m. de largo
 - 2.50 m. de ancho
 - 2.95 m. en la parte más de baja del parte aguas
 - 3.05 m. en la parte más alta del parte aguas

- Dimensiones exteriores del Contenedor
 - 3.30 m. altura en el parteaguas o cumbre
 - 2.65 m. ancho exterior
 - 6.75 m. largo exterior

- Dimensiones de la base del contenedor
 - 2.57 m. de ancho a ejes de carga
 - 6.67 m. de largo a ejes de carga

TIEMPOS

1. Tiempo de armado en campo

Para contenedor, con una cuadrilla de cinco personas, 4 días de armado máximo.

2. Tiempo de entrega

De acuerdo al programa generado como un común acuerdo cliente-proveedor.

1. Transportación

En el caso que la transportación sea por parte del proveedor, éste se encargara de realizar todos los tramites y procesos necesarios con las dependencias correspondientes para poder realizar la transportación sin ningún problema, garantizando la entrega del contenedor en tiempo y forma.

GENERALES

Todas las fabricaciones deberán cumplirse por parte del proveedor y además deben ser aprobadas por parte de la Gerencia de Proyectos para poder realizar una producción en línea o en serie, es importante aclarar que los alcances en la fabricación del contenedor son variables dependiendo del contrato que maneje con el proveedor.



Shelter o Contenedor tipo “Pre-Ensamblado” (Estructural)

Blindaje.

Algunos contenedores pueden contar (a solicitud del cliente), con un blindaje en paredes y muros que consta de una coraza interior de placa de acero A36 Cold Rolled de 3/16 ” de espesor con el objeto de soportar impactos de bala a corta y larga distancia en calibres intermedios, así como para disminuir la posibilidad de intrusión mediante el corte y apertura de muros. El blindaje de un shelter puede llegar a incrementar su peso hasta en un 30%.

➤ Shelters tipo Pre-ensamblados (Estructurales)

Este tipo de contenedores tiene la característica de ser construidos a partir de estructura metálica ferrosa generalmente de tipo comercial, tales como perfiles IPR, IPS, PTR, ángulo y Solera los cuáles forman la armadura principal de la estructura.

Esta armadura principal se encuentra forrada mediante hojas de material no ferroso (Aluminio) y espuma de poliuretano, así como recubrimientos orgánicos o electrolíticos que protegen la estructura que pueda encontrarse expuesta a la humedad y la corrosión, entre los principales recubrimientos y acabados que se utilizan se encuentran los siguientes: Primer, impermeabilizantes, pinturas epoxicas o vinílicas para exteriores y galvanizados en frío, electrolítico o por inmersión para marcos y patines de soporte y anclaje.

Las características mecánicas principales de un Shelter Pre-ensamblado son las siguientes:

- Estructura o armadura principal de Acero al carbono A36, con las siguientes propiedades mecánicas según ASME:

Propiedades Mecánicas - valores mínimos

Propiedad	ASTM A36	ASTM A572-50
Límite de fluencia, kg/cm ²	2540 (36)	3520 (50)
Resistencia a la tracción, kg/cm ²	4080 (58)	4580 (65)
% de alargamiento en 8"	20	18

Los valores entre paréntesis indican las propiedades en klibras/pulg².

Requerimientos químicos (análisis de colada)

Componente	ASTM A36	ASTM A572-50
% carbono	0.26 máx.	0.23 máx.
% manganeso	no especifica	1.35 máx.
% fósforo	0.04 máx.	0.04 máx.
% azufre	0.05 máx.	0.05 máx.
% silicio	0.40 máx.	0.40 máx.
% vanadio	no especifica	0.01 - 0.15
% columbio	no especifica	0.005 - 0.05

* Los porcentajes están dados en peso.

- Envoltente no ferrosa a base de lámina de aluminio Cal. 19 o comercial, con pintura electrostática blanca de 0.0025 in. de espesor aprox. (Blanco Wash)
- Espuma Aislante de poliuretano esreado o similar de entre 2 y 4 pulgadas de espesor con retardante a la flama y celda preferentemente cerrada con una densidad promedio de entre 20 y 40 Kg./m³.
- El forrado y acabados interiores deben realizarse mediante láminas de madera con tratamiento para uso marino de 3/4 de pulgada para piso, 1/2 pulgada. para paredes y 1/4 de pulgada para techo, el forrado interior al igual que el exterior debe realizarse mediante lámina de Aluminio Blanco Wash Cal. 19 o comercial.
- El espesor total u la combinación de materiales que conforman el muro del contenedor deberán de tener una resistencia térmica (R) total de entre 12 y 15, permitiendo mantener con la ayuda de las unidades de Aire Acondicionado una temperatura promedio aproximada de 20°C sin filtración de humedad ni polvo.

Dependiendo de cada cliente (usuario), éstas características pueden variar en función de los requerimientos de construcción solicitados, pero en general los puntos anteriores cumplen las principales características de construcción para este tipo de contenedores.



Shelter tipo Pre-Ensamblado con blindaje interior

➤ Shelters tipo ligero, o armables en sitio (Knock Down):

Este tipo de contenedores tiene la característica de que pueden ser llevados en partes al sitio para su ensamblado e instalación. La ventaja principal de este tipo de estructuras, además de su fácil traslado es su ligero peso y durabilidad en comparación con un Shelter pre-ensamblado. Su peso es aproximadamente un 40% menor en comparación de su homólogo de acero estructural, (2,200 Kg. aprox. vs 3750 Kg. aprox).

Su manufactura está basada en partes rectangulares que tienen una disposición especial una con respecto a la otra para su ensamble, estas partes están construidas mediante marcos perimetrales generalmente de madera o aluminio en los que se alojan cierres especiales entre ellos con actuador de compresión ó machihembrado, que permite su acoplamiento basándose en la geometría “macho – hembra” para obtener un ensamble a tope entre sus partes y coplanar final entre las caras interiores y exteriores del contenedor. La compresión que genera el actuador de compresión entre sus piezas permite que con la ayuda de un “gasket” o empaque perimetral se evite la penetración de polvo y humedad hacia el interior.

Este tipo de contenedores son ensamblados e instalados sobre una plancha de concreto previamente colocada y son sellados perimetralmente con selladores especiales resistentes a la intemperie tales como el chapopote o el uretano líquido.

Las principales características de conformado de dichos paneles son las siguientes:

- Marco perimetral de madera con un espesor de entre 1 y 1 ½ pulgadas por un ancho de entre 2 y 4 pulgadas.
- Geometría de acoplamiento “macho – hembra” entre cada una de sus partes mediante chapas o cierres de compresión.
- Gasket o empaque perimetral
- Espreado interno con espuma de poliuretano con una densidad promedio que puede oscilar entre 20 y 40 Kg./m³, y un espesor de 4 pulgadas.
- Acabado interior y exterior mediante lámina galvanizada corrugada Cal. 19 o lámina de aluminio Blanco Wash.
- Sistema eléctrico, aplica IDEM para el contenedor pre – ensamblado.



Shelter Tipo “Knock Down”

- Shelter de PVC o compuestos para zonas costeras.

Este tipo de contenedores se tienen proyectados para ser instalados principalmente en zonas costeras o con ambientes altamente salinos o corrosivos y aunque su creación y manufactura no son nuevas su uso anteriormente se encontraba restringido preferentemente bajo lugares techados o donde no exista la incidencia de los rayos del sol directamente sobre su estructura debido a la probable degradación de su composición estructural debido a los rayos UV del sol.

Sin embargo y gracias a la combinación de algunos materiales y aditivos estabilizadores para polímeros se ha logrado aumentar considerablemente su resistencia a los rayos solares siendo benéfico su uso debido a su alta resistencia corrosiva y relativo bajo peso. Con base en esto, se han hecho mejoras considerables en los materiales y conformado de los paneles que permiten realizar su instalación en cualquier tipo de clima asegurando su adecuado desempeño y durabilidad.

Este tipo de contenedores también son utilizados en las aplicaciones llamadas “Underground” (o subterráneas) para zonas en donde se requiere ocultar parcialmente el contenedor debido a aspectos estéticos e incluso para disminución del área de incidencia solar lo que permite mantener una temperatura ambiente interna deseada usando solo ventilación forzada y eliminando o disminuyendo considerablemente la capacidad en el uso de sistemas de aire acondicionado, lo que permite un ahorro en gastos de operación e incluso de adquisición inicial.

➤ Shelter on Wheels o contenedor portátil (SOW).

Este tipo de contenedores permiten transportar el equipo de fuerza, transmisión y control que conforma un sitio de telefonía celular de una región a otra, con el fin de poder otorgar cobertura en lugares donde no existe o se requiere sustentar una mayor demanda de líneas disponibles.

Es común que ésta tecnología sea utilizada para relevar sitios en mantenimiento o dañados, así como cubrir la gran demanda de cobertura y disponibilidad para evitar la saturación de líneas en eventos públicos de gran audiencia.

Los Shelters on Wheels o SOW's (por sus siglas en inglés), cuentan con todas las características electromecánicas y de transmisión de un Shelter tradicional pero con la diferencia de contar un sistema de acometida eléctrica de “doble tiro” que permite conectar una planta generadora de gas, gasolina o diesel. El contenedor está montado sobre una plataforma de cama baja de doble eje y suspensión de aire que le permite ser trasladado de un lugar a otro mediante el uso de un tractocamión. Los SOW's no incluyen la antena ni la planta de fuerza sobre la plataforma, por lo que deben ser trasladadas al sitio e instaladas por separado.



Perspectiva de producto terminado Shelter on Wheels (SOW)



Conexión y preparación para traslado de SOW.

➤ Cell on Wheels o sitio celular portátil (COW).

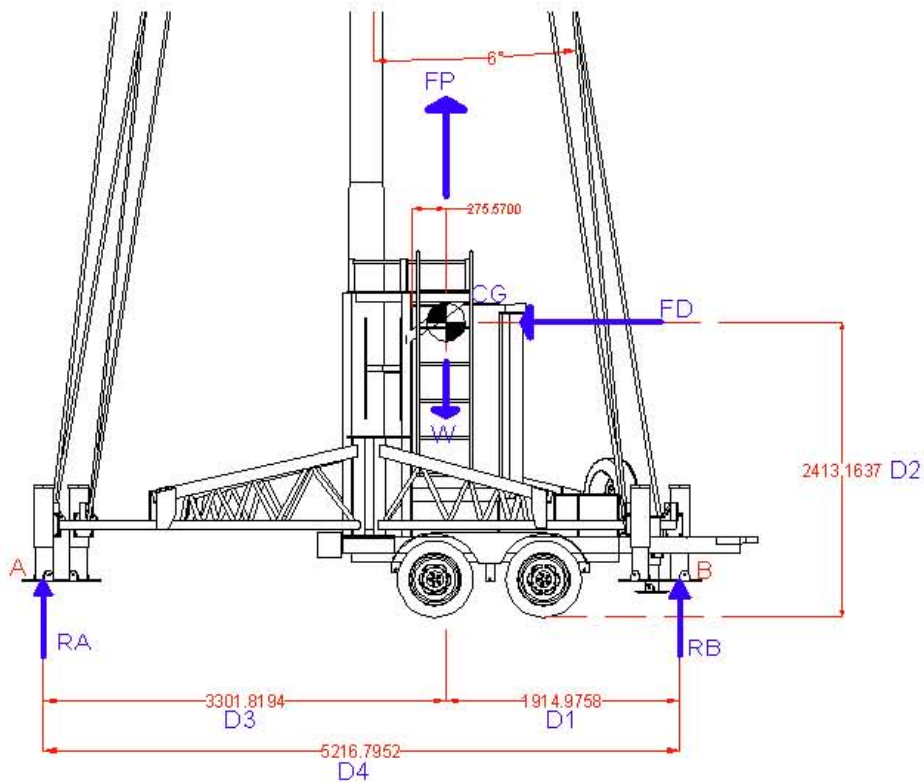
Este tipo de tecnología permiten transportar de manera fácil e integral los sistemas de fuerza y transmisión e infraestructura para la instalación temporal o permanente de un sitio celular.

Los COW's, además de contar con la capacidad de trasladar el equipo de transmisión y fuerza para RF, cuentan con la ventaja de que tienen integrada una antena telescópica plegable que permite alcanzar una altura de hasta 30m. Así como una planta de fuerza con sistema de acometida eléctrica de “doble tiro” que permite relevar una falla de alimentación comercial o darle total autonomía energética en caso de que ésta no exista.

Los COW's están enfocados a trasportar equipos de RF con tecnología menos robusta en donde el BTS es un solo gabinete estacionario que puede contener el equipo de radio y control, así como la planta de CD y el banco de baterías, como puede ser el caso de los gabinetes con tecnología GSM.



Estructura de COW con antena telescópica abatible para telefonía celular



Vista lateral de COW con antena telescópica, gabinete BTS – GSM y retenidas, mostrando dimensiones y posibles fuerzas y reacciones para un cálculo de viento.

TIPOS Y ESPECIFICACIONES DE GABINETES PARA SITIOS DE TELEFONÍA CONVENCIONAL Y CELULAR.

Los gabinetes para aplicaciones de telefonía pueden ser clasificados de acuerdo a su uso y aplicación en dos familias:

- Gabinetes para interiores, (Indoor).
- Gabinetes para exteriores (Outdoor).

Gabinetes tipo Indoor.

Dentro de los gabinetes para interiores (indoor) se encuentran todos aquellos que no están hechos para su instalación a la intemperie por lo que no cuentan con protección contra polvo y humedad.

Por tal motivo, técnicamente éste tipo de gabinetes puede tener un índice de protección muy bajo o nulo (IP 00) como es el caso de racks de ponchado para redes de cómputo hasta índices de protección pequeños (IP 12, IP 23), tales como los gabinetes para montaje y ponchado de cable Coaxial y UTP comúnmente usados dentro de centrales de conmutación y repetición de señal por cable, éstos gabinetes por ejemplo cuentan con una envolvente simple de metal que cubre los racks donde se montarán los equipos y cuando mucho una puerta de vidrio que evita el contacto accidental de los equipos con la mano u algún otro objeto, sin embargo no cuentan ninguna barrera contra polvo o humedad.

Gabinetes tipo Outdoor.

El crecimiento de la demanda de la comunicación telefónica, ya sea convencional o celular, aunado al inherente desarrollo tecnológico de equipos y tecnologías se ha visto reflejada principalmente en la disminución de tamaño y peso de los mismos, así como un aumento considerable de sus capacidades funcionales y de servicio, lo que ha permitido la instalación de “mini centrales” telefónicas y de sitios para telefonía celular en lugares o “sitios” con espacios cada vez más reducidos.

Los gabinetes de tipo Outdoor fueron precisamente proyectados y diseñados para poder instalar el delicado equipo electrónico de transmisión y fuerza que conforman los sitios de telefonía, prácticamente, en cualquier lugar geográfico donde se requiera del servicio y desde el punto de vista técnico debe contar con un índice de protección que puede ir desde un índice de protección IP 66 (NEMA 4 y 4X) para todos aquellos gabinetes expuestos al medio ambiente natural, hasta un índice de protección IP 67 (NEMA12) para todos aquellos gabinetes herméticos sumergibles.

En general, estos gabinetes pueden ser subdivididos en tres grandes familias:

- Gabinetes aéreos o de poste,
- Gabinetes herméticos o sumergibles,
- Gabinetes de banqueta y estacionarios de servicio,
- Gabinetes Modulares. (Nueva generación).

Gabinetes aéreos o de poste.

Se conoce como gabinete aéreo a todo aquel que se encuentra a una altura de por lo menos 1.50 m con respecto del nivel del piso y son colocados generalmente sobre estacas o postes de madera o concreto.

Gabinetes herméticos o sumergibles.

Son todos aquellos gabinetes que se encuentran colocados dentro de los pozos de visita por debajo del subsuelo o en lugares donde se corre un alto riesgo de inundación por lluvia. Aunque llevan el nombre de herméticos, éstos deben de llevar un tubo de ventilación tipo “snorkel” para la circulación de aire fresco del exterior o incluso proveniente de una unidad de Aire acondicionado si fuera necesario.

Gabinetes de banqueta y estacionarios de servicio.

Este tipo de gabinetes se encuentran instalados a nivel de piso terminado, generalmente sobre las banquetas, de ahí su nombre de gabinetes banqueteros.

Dentro de la telefonía convencional, estas “micro-centrales” han permitido dar servicio a localidades urbanas o rurales en donde se requiere de un desarrollo sustentable de líneas telefónicas disponibles que satisfaga su creciente demanda producida por el aumento de la población local.

Debido al equipo electrónico y de fuerza altamente delicado, que éstas “micro-centrales” contienen, es necesario que su diseño cuente con protección térmica y mecánica, así como la capacidad de evitar filtraciones de agua, humedad y polvo. Este tipo de gabinetes cuenta además con un sistema de sensores y alarmas que permiten detectar cualquier variación ambiental anormal interna, como temperatura, humo, humedad, hasta intrusión no autorizada.



Gabinete estacionario BTS Marca Ericsson de Telcel. Se puede apreciar de frente los distintos equipos de transmisión y fuerza, así como la unidad de Aire Acondicionado montado sobre una robusta puerta. Del lado derecho del conjunto, se aprecia el acoplamiento de un gabinete adicional denominado BBU

(Battery Backup Unit), para incrementar el respaldo de baterías en caso de una caída de tensión en el servicio comercial.

Gabinete estacionario NAM para servicios de telefonía fija. Se puede apreciar en el compartimiento del lado derecho la sección denominada "Planta Externa" para entrantes desde la central y salidas de los abonados a diferentes líneas. Del lado derecho se aprecia la sección de fuerza y transmisión donde se alojan los equipos de



transmisión, control y corriente directa. Junto a esta sección del lado izquierdo del gabinete (no visible) se encuentra el compartimiento de Aire Acondicionado y tierras, en donde se alojan la unidad de enfriamiento, Centro de carga y barra principal de tierras.

Especificaciones generales para gabinetes:

Las especificaciones con las cuales debe diseñarse y construirse un gabinete dependerá básicamente del uso y aplicación que se le vaya a dar, generalmente este criterio puede basarse de acuerdo del tipo de gabinete, para intemperie o para lugares cerrados (Outdoor o Indoor).

Los gabinetes para interiores generalmente no requieren de hermeticidad, por lo que pueden ser diseñados y contruidos de acuerdo con la Norma NEMA 1 y 2 (IP 23 e IP30) debido a que se encontrarán instalados dentro de alguna construcción. Debido a esto, los materiales para su manufactura pueden ser ferrosos (Acero) o no ferrosos (Aluminio) y con un espesor o calibre menor al que se utilizaría para exteriores, lo que ayuda en gran medida a abatir costos.

Por otro lado, la especificación para acabados tiende a ser constante tanto para gabinetes exteriores como para interiores, en donde se requiere de pintura electrostática de entre 2.5 a 3.5 milésimas de pulgada, ya sea texturizada o lisa.

Los gabinetes para exteriores tienen una especificación un poco más estricta, ya que están basados en la Norma NEMA 4 y 4X (IP 66), además de ser manufacturados generalmente en materiales no ferrosos y en calibres que oscilan alrededor de 1/8" de espesor (Cal. 10). Los acabados requeridos para este tipo de gabinetes, además de la pintura electrostática, incluyen los procesos de protección galvánica, como acabados electrolíticos y por inmersión tanto para herrajes y elementos de fijación como para la estructura de izaje y anclaje; algunas ocasiones pueden ser requeridos herrajes, tortillería y elementos de ensamble manufacturados a partir de acero inoxidable.

Especificaciones mecánicas de los gabinetes tipo Outdoor:

Envolvente:

Por especificación, la envolvente de la mayoría de los gabinetes para intemperie está hecha a partir de una aleación de aluminio que además de reducir los efectos corrosivos del medio ambiente permita un fácil conformado y manufactura. Después de varios estudios y pruebas que se han hecho a través del tiempo, la mayoría de las compañías de telecomunicaciones han homologado y pedido a sus proveedores y fabricantes el uso de la aleación Al 5052-H32 que cuenta con generosas bondades de manufactura y estructurales en calibre 10 (1/8" de espesor) o muy cercano a éste, además de cumplir con la norma NEMA 4 y 4X.

Propiedades Físicas Aleación 5052-H32,

Aleación de aluminio con magnesio y bajo contenido de cromo. Esta aleación tiene propiedades mecánicas que permiten ser usadas en aplicaciones estructurales. Sus excelentes propiedades contra la corrosión marina la hacen ideal para el diseño de elementos que están sometidos a este tipo de acción. Sus principales aplicaciones son en

fabricación de tanques de almacenamiento, en la industria del transporte terrestre y marítimo, etc.

Temple :

Los temple para aleaciones no tratables térmicamente, se designan mediante la letra H y dos cifras, indicando la primera de ellas el tratamiento empleado durante su proceso y la segunda, el grado de endurecimiento en frío.

Por ejemplo: XXXX - H32

3,

El material esta endurecido por reducción en frío y estabilizado por tratamiento térmico.

2,

Indica tres cuartos de dureza.

Peso especifico : 2.70gr/cm³

Conductividad térmica a 25 / 0.53 cal.gr. /seg. /cm² /cm de espesor / C.

Coefficiente de dilatación térmica 0.0000239 C
(20 a 100 C).

Modulo de elasticidad: 7030 kg/mm²

Normas ASTM

ANSI H35.1-1-1997

Propiedades Mecánicas:

Aleación y Temple	RESISTENCIA A LA TENSIÓN Kg./mm ²					DUREZA	CORTE Kg./mm ²	FATIGA Kg./mm ²	MODULO
	Esfuerzo de Ruptura		Punto de Cedencia	ELONGACIÓN Porcentaje en 50.8mm.					
	Min.	Max.	Min.	Espesor 1.65mm	Esfera Diam. 12.7mm.				
5052- H32	22	27	16	12	18	60	14	12	10.2

Composición Química, Serie Al 5052:

Aleación	Silicio Si	Fierro Fe	Cobre Cu	Manganeso Mn	Magnesi o Mg	Cromo C	Niquel Ni	Zinc Zn	Titanio Ti	Otros	Aluminio Al
5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2 – 2.8	0.15- 0.35	--	0.10	--	0.2	Resto (97% Aprox.)

Pintura y acabados:

El tipo de pintura utilizado para este tipo de gabinetes debe de ser a través del proceso de pintura electrostática en donde se pueden lograr espesores de hasta 3.5 milésimas de pulgada dependiendo del tipo y marca de la pintura en polvo. Las marcas más comerciales y más utilizadas en éste tipo de procesos son la DuPont y Tiger DryLac, que permiten escoger entre una amplia gama de colores que pueden ser con acabado liso o texturizado.

El color de cada gabinete dependerá de cada usuario, pero en general suelen ser utilizados colores claros que además de dar una mejor apariencia permiten reflejar la mayor parte de la radiación ultravioleta del sol.

El acabado de algunos elementos estructurales internos y sobre todo externos debe ofrecer cierta resistencia a la corrosión por lo que generalmente deben ser sometidos a tratamientos de galvanizado electrolítico, como tropicalizado o por inmersión en caliente.

En algunos casos se requerirán elementos de fijación y soporte como tornillos, tuercas, varillas, etc. Hechos de acero inoxidable comercialmente disponible.

Proceso general de pintura electrostática:

Un sistema de rocío de pintura electrostática es una tecnología muy eficaz para la aplicación de pintura a piezas y elementos para aplicaciones específicas. El proceso consta básicamente de las partículas de la pintura atomizadas cargadas negativamente y una pieza a tratar conectada a tierra creando un campo electrostático que atrae la partícula de la pintura a la pieza, minimizando el exceso de pintura sobre la pieza y el desperdicio de la misma. Típicamente se usa una pistola pulverizadora como electrodo ionizante que rocía las partículas de pintura recogiendo los electrones a través de un electrodo y cargándolas negativamente. Cuando la capa se deposita en la pieza, la carga inducida desde una fuente de alimentación, se disipa a través de la tierra, cerrando el circuito. Las influencias del campo electrostático entre la pieza y las partículas cargadas obliga a que estas se adhieran a ella, evitando el exceso de pintura y el escurrimiento. Este proceso es capaz de cubrir ambos lados de la pieza debido a la homogeneidad de atracción de la misma con la pintura. La pintura en exceso que no alcanza a ser depositada sobre la pieza se captura en el sistema de recolección de residuos para finalmente ser tratados como desechos. La eficacia para un sistema de rocío de pintura electrostático es de 75%, en algunos casos, la atomización de la pintura ocurre mediante la alta velocidad generada por turbinas de gas a través de los agujeros pequeños para el flujo del aire. Comúnmente, las presiones atmosféricas usadas en estos sistemas van de 40 a 80 psi, con los volúmenes aéreos de 8 a 30 pies cúbicos por minuto (cfm). Las partículas de la pintura atomizadas viajan a altas velocidades tendiendo a rebotar las partículas en exceso sobre la pintura.

Dentro de los beneficios de la pintura electrostática, se encuentra la reducción del volumen total de pintura que se usa, así como la reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) comunes en los solventes de pinturas tradicionales que pueden dañar significativamente la salud del hombre y del medio ambiente.

Cualquier objeto con superficie conductiva, puede ser candidato al proceso de pintura electrostática, sin embargo, no todos los materiales pueden ser pintados electrostáticamente. Las piezas deben de ser conductivas y por tanto eléctricamente aterrizable además de poder soportar altas temperaturas, por lo que el proceso está enfocado principalmente a materiales ferrosos y no ferrosos. Puede ser viable, pintar metales y algunos pedazos de madera electrostáticamente, pero nunca polímeros como el plástico y caucho ni materiales cerámicos como el vidrio.

Los sistemas de rocío de pintura electrostática operan a voltajes altos (30 a 150 kV), de donde la seguridad del operador es una preocupación mayor. Deben conectarse a tierra todos los artículos en el área de trabajo, incluso los operadores, la cámara de pintura y el equipo de la aplicación. Deben quitarse los objetos no necesarios dentro del área de trabajo. Los trabajadores nunca deben usar zapatos con suela de caucho ni aislantes, (los dispositivos zapato-conexión a tierra están disponibles y son especiales para este tipo de procesos). Si el proceso es mediante antorcha especial, se deben usar las manos desnudas o guantes especiales con yemas y palmas desnudas, así como la caseta de rocío debe estar bien ventilada para evitar irritaciones y daños a las vías respiratorias.

Pruebas:

Los estándares y pruebas mecánicas a las que se debe someter la aplicación de pintura electrostática de acuerdo con la norma ASTM, son las siguientes:

Norma:	Especificación:
ASTM: D7 92	Granulometría (micrones).
ASTM: D-1186	Gravedad específica
ASTM: D-523	Espesor (Milésimas)
ASTM: D3363	Brillo (% @ 60 °)
ASTM: D2794	DUREZA DE LAPIZ
ASTM: D3359	RESISTENCIA AL IMPACTO
ASTM: D522	ADHERENCIA
ASTM: B117	MANDRIL CONICO DE 1/4”
ASTM: D2247	CAMARA SALINA
	HUMEDAD

Resistencia y estabilidad estructural:

Dentro de las especificaciones generales solicitadas por los usuarios de gabinetes para el área de telecomunicaciones comúnmente se requiere que el diseño y manufactura contemple dos aspectos importantes, el primero está relacionado con la estabilidad estructural debida a fenómenos físicos naturales y climáticos, tales como la sismicidad y resistencia al viento; el segundo está relacionado con la capacidad para evitar intrusiones no autorizadas y vandalismo.

La resistencia sísmica está enfocada directamente a mantener la estabilidad estructural de la envolvente con el fin de evitar el sacudimiento excesivo de los equipos internos mediante el uso de dispositivos de tensión internos (llamados propiamente anti-sísmicos), así como un anclaje eficiente a piso.

Las velocidades de resistencia al viento normalmente son especificadas por el usuario final al fabricante, pero comúnmente la estructura en conjunto, debe de ser capaz de resistir vientos de entre 150 y 200 Km/hr. A reserva de que se solicite algo diferente.

En general los equipos y material contenido dentro de éstos gabinetes además de formar parte de una red de telecomunicaciones que da servicios a cientos de usuarios, tiene un costo monetario elevado, lo que muchas veces significa tentador para aquellos amantes de lo ajeno. Por éste motivo los gabinetes para intemperie, deben ser capaces de soportar y alarmarse contra cierto grado de vandalismo e intrusión no autorizada mediante el uso de chapas y cerraduras del alta seguridad así como la instalación de sistemas de alarma para puerta abierta.

Finalmente, el gabinete también será capaz de soportar impactos de bala de calibre regular a cierta distancia, comúnmente la especificación de la aleación para la envolvente y algunas pruebas de balística realizadas corroboran que la mayoría de los gabinetes manufacturados mediante la aleación 5052 – H32 de 1/8 de espesor (Cal. 10), pueden soportar un impacto de bala calibre .38 a unos 15m. de distancia aproximadamente.

Protección térmica:

En general, todos los gabinetes y contenedores deben de ser capaces de poder mantener una temperatura interna adecuada para que los equipos electrónicos y de fuerza trabajen eficientemente y no presenten falla alguna debido al incremento interno de temperatura.

La mayoría de los equipos electrónicos de conmutación y fuerza requieren una temperatura ambiente de trabajo de entre 20 y 25°C, dependiendo de cada marca y equipo estos pueden llegar a soportar una temperatura máxima de 30°C para su correcto funcionamiento y comienzan a presentar fallas a partir de los 40°C.

Debido a esto, los usuarios de gabinetes y contenedores en la industria de las telecomunicaciones han establecido sus propias especificaciones y requerimientos para cada uno de ellos. La resistencia térmica requerida para mantener una temperatura ambiental interna óptima en contenedores puede oscilar entre R=12 y R=14, mientras que en gabinetes normalmente suele especificarse una resistencia térmica R de entre 8 y 12.

El objetivo de esta protección térmica es evitar la transferencia de calor desde el exterior debido a la temperatura ambiente y a la radiación solar, proporcionando así mismo la “fuga” de calor hacia el exterior en climas extremadamente fríos.

Por tal motivo y para entender un poco más la naturaleza de la radiación solar, a continuación se presenta una breve reseña referente a éste punto.

Naturaleza de la radiación térmica y su interacción con la materia.

Es bien sabido, que los citados componentes de las llamas y productos de la combustión emiten, como la materia en general, cierta energía radiante térmica en virtud de su propia temperatura. Que, como también se sabe, esta radiación forma parte del fenómeno general de transporte de la energía a distancia mediante ondas electromagnéticas y cuantos de energía, según la teoría híbrida de Maxwell y de Planck; que tiene su origen en los cambios cuánticos simultáneos de los niveles energéticos de los electrones en los núcleos, y de rotación y vibración interatómicas¹ de las moléculas; y que se distingue como radiación térmica, cuando su emisión se debe únicamente a la propia excitación térmica de la materia.

La energía radiante total, así emitida por un compuesto material, se distribuye en diferentes radiaciones monocromáticas, caracterizadas por su frecuencia o longitud de onda correspondiente. Dependiendo dicha distribución, generalmente continua en ciertos espectros de longitudes de onda, de la variedad particular infinita de osciladores lineales que las originan.

En general, todos los compuestos materiales son más o menos selectivos, es decir, que poseen sus particulares preferencias de distribuir la energía radiante que emiten en determinadas bandas, o intervalos, del espectro de frecuencias o longitudes de onda.

La emisión de energía radiante por un sistema material, tendrá lugar siempre que éste se encuentre a temperaturas superiores al 0 K (ley de Prevast). Y se hará a costa, naturalmente, de su propia energía térmica interna, cuya disminución se traducirá en una reducción paulatina de su temperatura.

El mantenimiento estacionario de esta temperatura del sistema, exigirá un aporte equivalente y simultáneo de energía térmica al sistema, bien desde su propio potencial energético interno o desde el entorno del mismo. Que en el caso de que dicho aporte se efectúe por intercambio energético con el entorno y únicamente por la modalidad de radiación, equivaldrá a decir: que en el equilibrio térmico, la emisión de energía radiante térmica de un sistema será igual a la absorción de la misma, estableciéndose un equilibrio dinámico de ambos fenómenos.

Haciendo extensivo este mismo razonamiento a cada uno de los particulares espectros o radiaciones monocromáticas de emisión características del sistema, nos permite concluir, que el carácter selectivo de los diferentes compuestos materiales en cuanto a la emisión de energía radiante, anteriormente expuesto, se corresponde con su propia absorción, también selectiva, de las radiaciones incidentes, a cada temperatura.

Lo que significa, que ante cualquier irradiación del contorno de un medio, este podrá alcanzar, tras un cierto período transitorio, un determinado estado de equilibrio térmico final, en el que se satisfecerá que la fracción que absorba de dicha irradiación será igual a la

¹ Shackelford James F., *Ciencia de Materiales para Ingenieros*, pag.142.

que emita. Lo que no es más que una forma de enunciar lo que se conoce como la ley de Kirchoff^{2,3}.

La fracción de dicha energía irradiada sobre el sistema que no sea absorbida será rechazada, devolviéndola al entorno de donde procede por reflexión, o transmitida a través del propio sistema.

Un elemental balance energético, referido a la citada energía radiante total incidente al medio, nos permite relacionar cuantitativamente dichos fenómenos, mediante la siguiente ecuación, aplicable a todos los cuerpos o sistemas materiales en general,

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

en donde, cada uno de los citados parámetros expresa:

- ρ poder de reflexión, o reflectividad. Que representa la fracción de la energía radiante incidente al medio que es rechazada, o reflejada, devolviéndola al entorno del que procede.
- α poder de absorción, o absortividad. Que represente la correspondiente fracción absorbida, o retenida, por el medio material.
- τ poder de transmisión, o transmisividad. Que representa la fracción restante, que se transmite a través del medio en cuestión.

Los valores que adquieran estos parámetros, en cada caso, dependerán de la naturaleza, composición y temperatura del medio material a que se refieren, así como de las características y dirección relativa de la radiación incidente, particularmente en el caso de medios selectivos, heterogéneos y anisótropos.

Como cuerpos límites hipotéticos, en cuanto a su comportamiento respecto a la radiación térmica incidente, se consideran los que se conocen como:

- Blanco o especular:

Aquel que refleja toda la radiación incidente, tanto de forma difusa como especular (conforme a las leyes de la reflexión). Y que, por consiguiente, posee un poder de reflexión igual a la unidad, que $\rho = 1$ y en consecuencia $\alpha = \tau = 0$.

² Cervantes de Gortari J. *Fundamentos de Transferencia de Calor*, pag. 446.

³ Mark's, *Standard Handbook for Mechanical Engineers*, pag. Cap.4 70-71.

- Negro:

El absorbente perfecto de toda clase de radiación incidente. Por lo que su poder de absorción será igual a la unidad, es decir, que $\alpha = 1$ y por tanto $\rho = \tau = 0$.

- Diatérmano:

El transmisor ideal, como lo es el vacío perfecto. En el que el poder de transmisión es $\tau = 1$, $\rho = \alpha = 0$.

El poder de absorción de la radiación por un medio material dependerá, además de su propia naturaleza, composición y temperatura, de la frecuencia con que sus átomos o moléculas intercepten a la radiación incidente. Por lo que será tanto mayor cuando más elevado sea el número de dichas partículas elementales del medio en la dirección de la citada radiación, o lo que es lo mismo, cuando mayor sea la profundidad reducida, para una misma absorción, al aumentar la concentración volumétrica de las citadas partículas elementales en el medio, supuesto homogéneo e isótropo.

Es por ello, que los cuerpos de alta densidad, como es el caso de la mayoría de los sólidos, absorban prácticamente toda la radiación, que logre penetrar en los mismos, en un espesor relativamente pequeño. Es decir, que a escasa distancia interna de su contorno, de unas pocas micras, la radiación incidente ha sido totalmente amortiguada, siendo por tanto nula la remanente a transmitir.

Lo mismo sucederá en cuanto a la emisión de energía radiante, al entorno, de estos mismos cuerpos de alta densidad, que solo se deberá a la correspondiente de sus partículas elementales próximas al contorno, dada la escasa probabilidad de que alcancen a estas las radiaciones generadas por las del interior, debido al progresivo proceso de absorción a que estas últimas radiaciones se ven sometidas.

A ello se debe, el que la emisión de energía radiante en este tipo de cuerpos se considere como un fenómeno de superficie; y que, así mismo, se les considere cuerpos “opacos” a la radiación, al no permitir su transmisión con los espesores industrialmente utilizados. Satisfaciéndose, por tanto, que

$$\tau = 0 \quad \rho + \alpha = 1$$

y en consecuencia

$$\rho = 1 - \alpha$$

Lo que significa, que en los cuerpos opacos es reflejada, al entorno correspondiente, la fracción de energía radiante incidente que no sea absorbida por los mismos. Cuyo poder de absorción dependerá particularmente de la naturaleza, composición y temperatura de su materia superficial.

La mayoría de los materiales utilizados en ingeniería son opacos. Y no hay ninguno que absorba o refleje totalmente la radiación incidente.

En el caso hipotético del cuerpo opaco y no reflectante, serían admitidas y absorbidas íntegramente todas las radiaciones que lo alcanzasen. Constituyendo lo que se conoce como “cuerpo negro”.

Como sustancias más próximas al comportamiento del cuerpo negro se tienen el negro de humo, negro de platino y negro de bismuto, cuyos poderes de absorción alcanzan valores del orden de $\alpha = 0.98$ a 0.99 .

Emisión de energía radiante térmica.

Desde el punto de vista de la emisión de energía radiante térmica por la materia, el “cuerpo negro” posee una especial significación, puesto que al ser el máximo absorbedor de esta forma de energía en tránsito, también será el máximo emisor a cada temperatura, por la anterior citada ley de Kirchoff². Por lo que se le considera el emisor ideal de referencia, o radiador perfecto, respecto al cual se refieren los poderes de emisión, a la misma temperatura, de los restantes sistemas materiales.

Investigaciones llevadas a cabo el siglo pasado, permitieron determinar la emisión de energía térmica por la superficie de un cuerpo negro. Siendo Max Planck (premio Nobel de Física en 1918), quien sentó su teoría cuántica de la radiación térmica (como propagación desordenada de fotones en cuanto a la dirección y el tiempo), mediante el desarrollo de la siguiente expresión, para la emisión espectral de la misma por la unidad de superficie de contorno del cuerpo negro:

$$W_n(\lambda, T) = 2\pi h c^2 \lambda^{-5} / (e^{ch/k \lambda T} - 1) = c_1 \lambda^{-5} / (e^{c_2 / \lambda T} - 1)$$

En donde

λ Longitud de onda de la radiación, en m.

T Temperatura del cuerpo, en K.

$W_n(\lambda, T)$ Emitancia monocromática, o densidad de flujo de calor emitido en el espectro elemental

Comprendido entre λ y $\lambda + d\lambda$, que viene dada en $W/m^2.m$.

$h = 6.6252 \times 10^{-34}$ J.s (cte. de Planck).

$c = 2.9979 \times 10^8$ m/s (velocidad de la luz).

$k = 1.3804 \times 10^{-23}$ J/K (cte. de Boltzmann).

$c_1 = 2\pi h c^2 = 3.741219 \times 10^{-16}$ W.m²

$c_2 = ch/k = 1.4388356 \times 10^{-2}$ m.K.

² Cervantes de Gortari J. *Fundamentos de Transferencia de Calor*, pag. 446.

De la ecuación se deduce también que para cada λ la citada emitancia aumenta con la temperatura T . Por lo que la representación gráfica de dicha distribución de la potencia emitida por la unidad de superficie, según λ y para cada temperatura, adquiere la forma que se muestra en la figura 1.1.

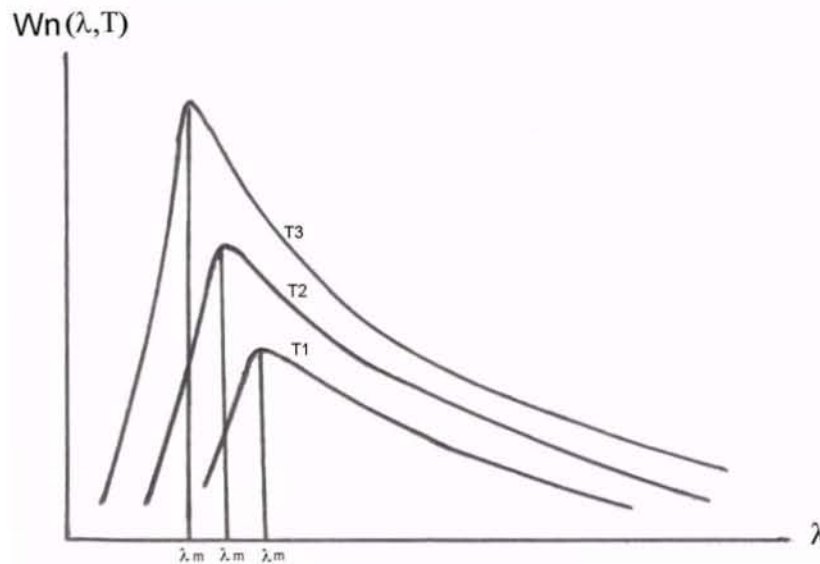


Fig. 1.1

La densidad de flujo de calor total emitido en el espectro completo, o emitancia del cuerpo negro, a cada temperatura, nos la proporcionará la integral:

$$W_n(T) = \int_0^{\infty} W_n(\lambda, T) \cdot d\lambda = c_1 \cdot c_2^{-4} \cdot 6 \cdot n^{-4} \cdot T^4 = 5.66941 \times 10^{-8} \cdot T^4 \text{ [W/ m}^2\text{]}$$

Que coincide con la que obtuvo Stefan en 1879, experimentalmente, y más tarde Boltzmann, por vía analítica en base al segundo principio de la termodinámica, y que se expresa por lo que se conoce como la ley de Stefan-Boltzmann:

$$W_n(T) = \sigma \cdot T^4 \text{ W/m}^2$$

Dicha potencia total de energía radiante emitida, a cada temperatura y por unidad de superficie del cuerpo negro, se distribuye por todo el hemisferio correspondiente a dicha superficie. Cuya emitancia direccional, en cada dirección o ángulo sólido elemental con vértice en el propio elemento de área emisora, se considera, de suponer la radiación difusa, proporcional a la proyección de esta última en la correspondiente dirección, como es fácil de comprender si se supone dicha emisión como un fenómeno puramente de superficie.

Así, de acuerdo con las siguientes figuras

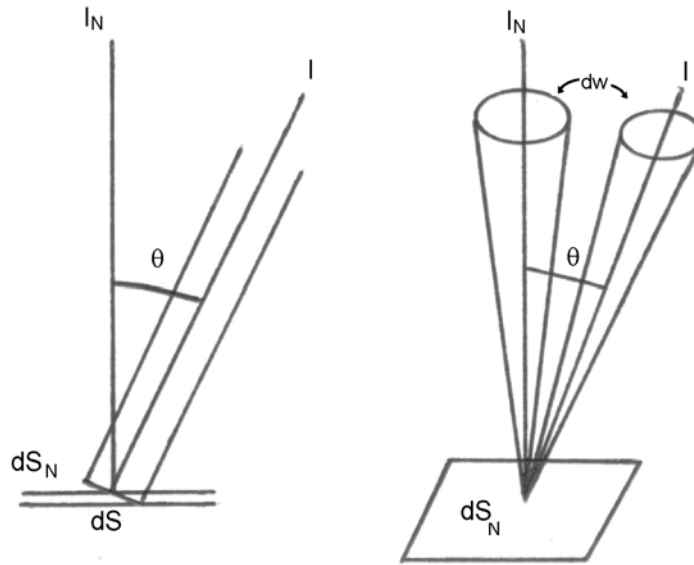


Fig2.1

En donde

I_N \equiv intensidad de emisión o emitancia direccional normal, que representa la potencia emitida por unidad de superficie emisora y de ángulo sólido en la dirección normal al elemento de dicha superficie, dS_N .

I \equiv intensidad de emisión, o emitancia direccional, correspondiente a una dirección genérica que forma un ángulo θ con la anterior dirección normal, y que equivale a la intensidad de emisión normal del elemento de superficie dS , que resulta de la proyección del correspondiente emisor original en la dirección considerada.

dW \equiv ángulo sólido elemental de la dirección genérica, que delimita en el espacio hemisférico la densidad de potencia direccional emitida.

Y designando por q la potencia de energía emitida por cierta superficie de contorno del cuerpo negro, se puede escribir

$$I_N = \left(\frac{d}{d\omega} \right) \left(\frac{dq_N}{dS_N} \right) = \frac{dW_N}{dw}$$

$$I_N = \left(\frac{d}{d\omega} \right) \left(\frac{dq_N}{dS_N} \right) = \frac{d}{dw} \left(W_N \cdot \frac{dS}{dS_N} \right) = \frac{d}{dw} (W_N \cdot \cos\theta)$$

$$I = I_N \cdot \cos\theta$$

Que es la expresión de la ley de Lambert, también conocida como de la radiación difusa o simplemente como ley del coseno, y que ofrece la distribución de las intensidades, o emitancias direccionales, en las diferentes direcciones del hemisferio correspondiente a la superficie emisora, según el proceso de radiación difusa definido.

Absorción y emisión de los cuerpos opacos.

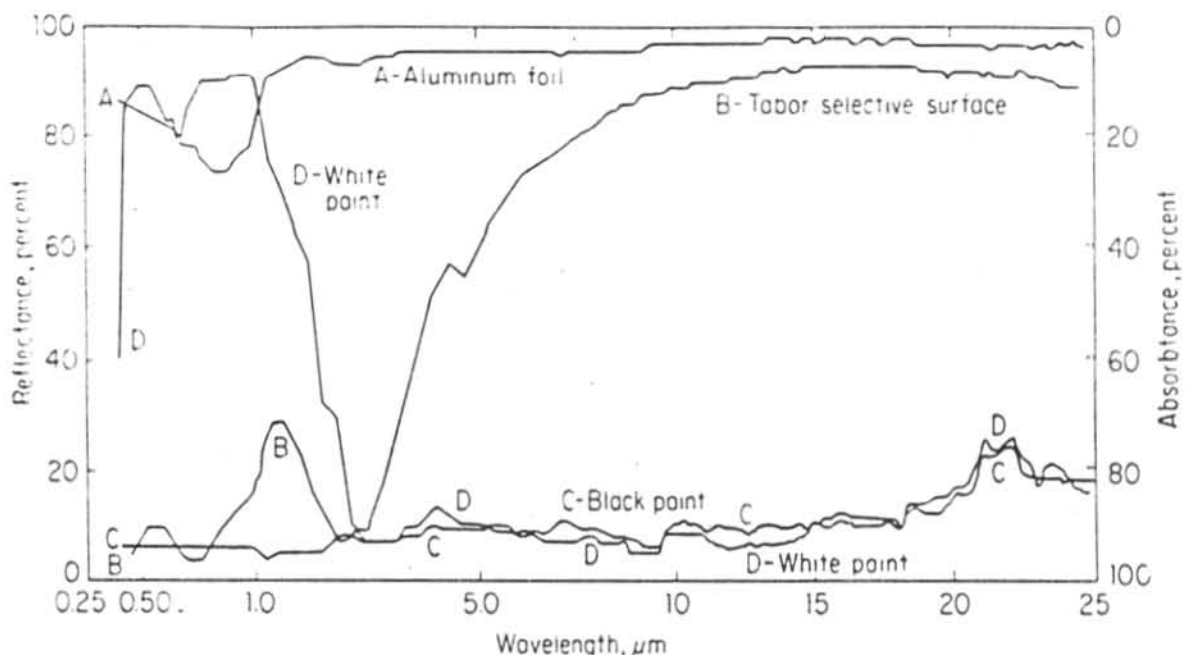
Los materiales absorben ó reflejan los rayos incidentes del sol. La absorción α de la radiación solar y a emisión ϵ para una onda larga a la temperatura recibida sobre la superficie son particularmente importantes en la heliotecnología. Para un cuerpo totalmente negro, (podemos llamarle opaco), la absorción y emisión son equivalentes y no cambian con la longitud de onda. Más una superficie real tiene reflexión y absorción las cuales valían desacuerdo a la longitud de onda.

Una placa de aluminio tiene considerablemente una baja absorción y una alta reflexión donde su espectro va desde los 0.25 hasta los 25 μm . , mientras que una pintura negra tiene una alta absorción y una baja reflexión.

La pintura blanca sin embargo tiene una baja longitud de onda de absorción, pero cerca de los 3 μm . Esta absorción y emisión son virtualmente las mismas que para la pintura negra.

Los colectores solares requieren de un alto rango de absorción-emisión, mientras que para otras aplicaciones en donde se debe repeler el frío tales como las corazas de los vehículos espaciales en donde se debe tener usualmente una pequeña absorción de la radiación solar y rechazar las altas longitudes de onda de radiación dañina tanto como sea posible.

Las superficies especialmente tratadas para las cuales el radio de emisión-absorción , es de 7.0, son las más apropiadas para los colectores solares y otros en donde los índices son bajos como 0.15 son usualmente aplicados a reflectores de calor en aplicaciones aeroespaciales.

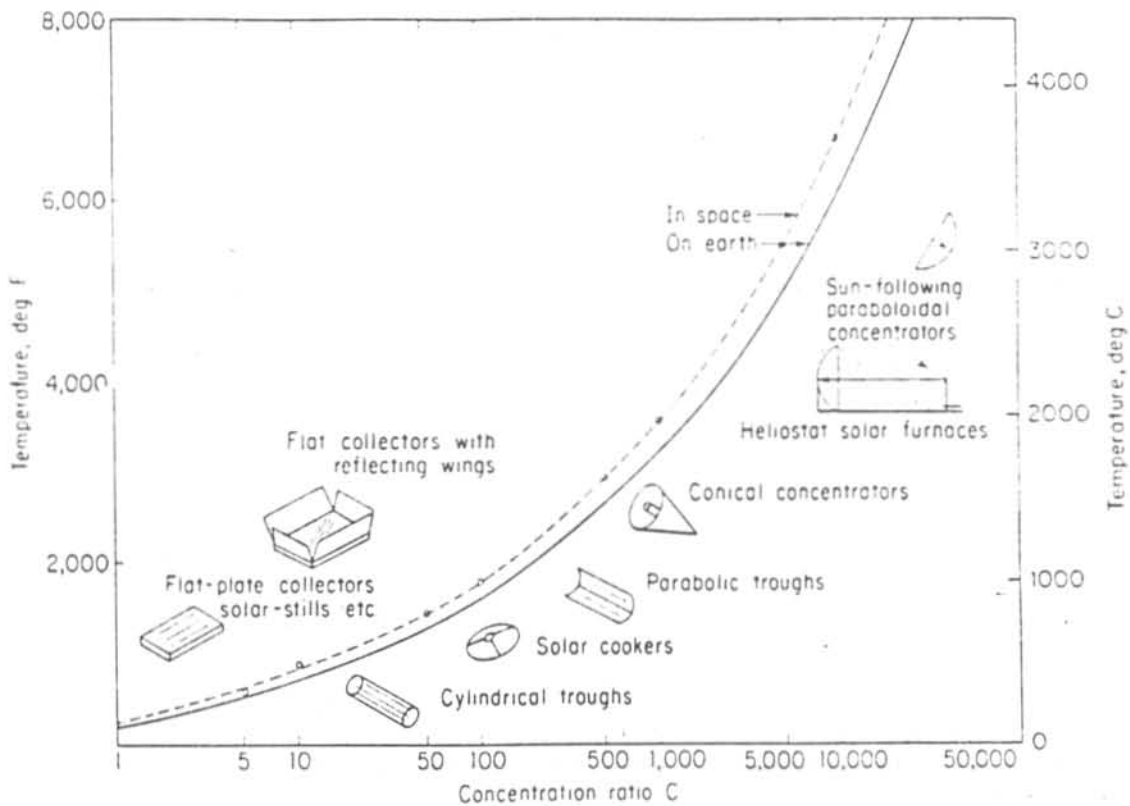


Variation with wavelength of reflectance and absorptance for opaque surfaces.

Equilibrio de las temperaturas y su concentración sobre superficies.

Cuando una superficie es irradiada su temperatura aumenta hasta que el rango de radiación solar en la absorción se iguala con el rango de calor que es emitido por la superficie. Si este calor no es intencionalmente removido, la máxima temperatura que puede ser obtenida por el cuerpo oscuro ($\alpha=\epsilon$) será concentrada de $I_{dn} C = 0.173 \epsilon (T_p/100)^4$, donde C es el radio de concentración.

En la figura siguiente, se muestra la variación del equilibrio de temperaturas para la tierra y colindancia en el espacio.



Variation with concentration ratio of equilibrium temperatures for earth and space.

Para un colector de tipo plato $C = 1.0$, así que su máxima temperatura es de aproximadamente $200\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) sin embargo una superficie selecta con índice α/ϵ ó ambas radiaciones y convecciones son suprimidas por un múltiple domo cobertor de vidrio en forma de plato; solo la componente directa de la radiación solar puede ser concentrada haciendo que dichos colectores sigan al sol en su cruce por el cielo ó mediante el uso de helióstatos los cuáles hacen la misma función en una radiación difusa que no pueda ser concentrada directamente.

Radiación solar sobre superficies.

La radiación directa ó difusa ó reflejada de la radiación solar puede ser colectada y convertida en calor por colectores solares, para ésta aplicación generalmente se usa una placa obscurecida de metal la cual tiene la función de pasar a través de ella, agua, aire u otros fluidos que pueden ser calentados hasta temperaturas de 100 a 150 °F (55 a 86 °C).

El incremento de la temperatura puede ser estimado mediante un balance de calor por unidad de área de la superficie colectora. Las pérdidas generadas por la parte posterior del plato colector, puede ser minimizada usando un adecuado aislamiento. Las pérdidas de la radiación sobre la superficie pueden ser reducidas usando protectores selectivos de reflexión, los cuáles tienen altos índices de α/ϵ y por su uso protector son transparentes a la radiación solar, pero opacos a la emisión de longitud de onda, como se puede observar en la tabla 1.2. La convección y radiación pueden ser disminuidas usando estructuras en forma de panel en el espacio vacío entre la cubierta y la superficie colectora.

ABSORTANCIA, EMITANCIA E ÍNDICES DE RADIACIÓN PARA SUPERFÍCIES TÍPICAS

Material de Superficie	Absortancia (α)	Emitancia (ϵ)	Índice de Radiación (α/ϵ)
Pinturas base aceite:			
Negro	0.90	0.90	1.00
Rojo	0.74	0.90	0.82
Verde	0.50	0.90	0.55
Aluminizado	0.45	0.90	0.50
Blanco	0.25	0.90	0.28
Acero galvanizado blanquecido	0.22	0.90	0.25
Materiales de construcción:			
Pizarra de asbesto	0.81	0.96	0.84
Papel encerado negro	0.93	0.93	1.00
Ladrillo rojo	0.55	0.92	0.59
Concreto	0.60	0.88	0.68
Arena seca	0.82	0.90	0.92
Vidrio	0.04-0.70	0.84	
Metales:			
Cobre pulido	0.18	0.04	4.50
Cobre oxidado	0.64	0.60-0.90	1.03-0.71
Aluminio pulido	0.30	0.05	6.0
Superficies selectivas:			
Recubrimiento electrolítico.	0.90	0.12	7.50
Celda de silicón sin			

recubrir Oxido de cobre negro sobre cobre	0.94	0.30	3.13
	0.91	0.16	5.67

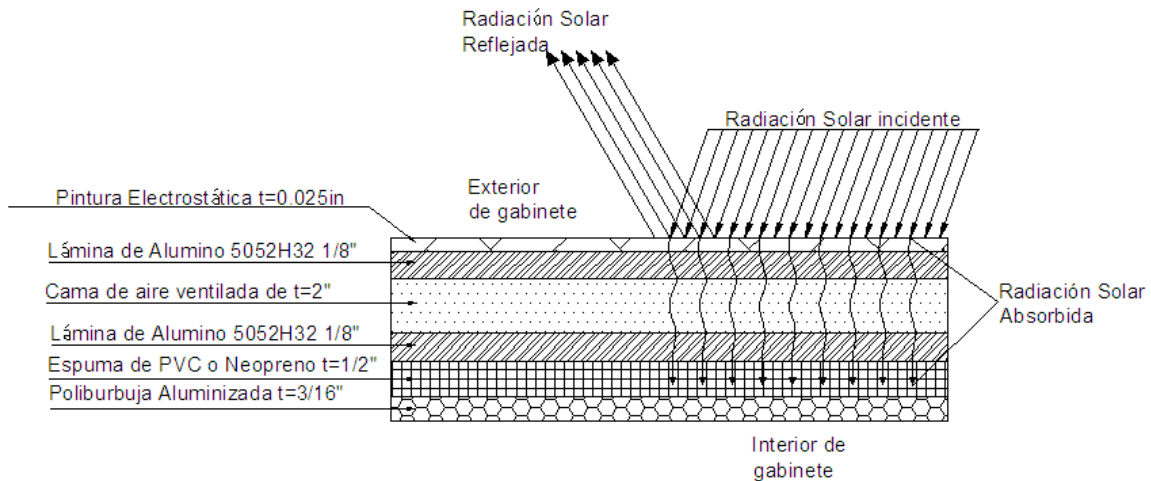
Tabla 1.2

Con base en lo anterior, se justifica la razón por la cual la superficie de un contenedor o gabinete usado en el área de telecomunicaciones y telefonía celular, debe de tener una adecuada resistencia térmica ante los efectos de la radiación solar evitando que su envolvente funcione como colector solar que permita transferir calor hacia su interior.

Como se vio anteriormente, el índice de radiación solar incidente puede ser absorbida y reflejada en la superficie depende en gran medida del color de la misma, siendo el color blanco uno de los que presentan las mejores características. Así mismo, la transferencia de calor de la radiación absorbida puede ser disminuida mediante la adición de barreras térmicas (aislantes) adicionales como pueden ser camas de aire ventiladas, capas de material espumoso de alta densidad como PVC y neopreno, hasta láminas de poli burbuja de aluminio.

Estructura de la protección térmica en gabinetes.

La estructura homologada para la protección térmica en la mayoría de los gabinetes permite obtener una resistencia térmica adecuada promedio de hasta $R \geq 8$ es la siguiente:



Barrera térmica típica en toldos de gabinetes

Los valores promedio de resistencia térmica de los materiales más trascendentes en esta aplicación son los siguientes:

Espuma de Neopreno $t = 1/2\text{''}$ $R = 1.8$
 Poli burbuja con foil de aluminio: $R = 5.9$

Infraestructura Interna:

Es toda aquella que se encuentra dentro del contenedor (Shelter) o gabinete y que permite realizar la conmutación, control y gestión de las señales de radiofrecuencia para que éstas sean enviadas a otros sitios y a los usuarios. La infraestructura interna se encuentra integrada por los siguientes elementos básicos:

a) Distribución de accesorios.

Se refiere al arreglo y distribución (layout) de los equipos que se encuentran en el interior del contenedor (Shelter) o gabinete, siendo integrada por lo siguientes elementos:

- a. Equipos de Fuerza y transmisión.
- b. Cama de líneas de transmisión.
- c. Cama de líneas de fuerza.
- d. Herrajes y sensores.

b) Transmisión.

Se refiere a los equipos electrónicos que permiten la gestión y transporte de la señal de RF, conformados por los siguientes equipos:

- a. Equipo de RF (Radios).
- b. Equipo de Control.
- c. Regletas de Alarmas.



Tecnología de Control Motorola



Tecnología IDEN Motorola para RF

Existen diversas tecnologías en cuanto a equipos de radio, conmutación y control se refiere dependiendo de los diferentes fabricantes, algunas de las tecnologías más destacadas son las siguientes:

FABRICANTE:	EQUIPO:	TECNOLOGÍA:
Alcatel	Litespan	Conmutación y control
Lucent Technologies	Anymedia	Conmutación y control
Motorola	Iden	Radio y control

c) Fuerza.

- a. Planta de corriente directa (CD).
- b. Banco de Baterías.
- c. Supresor de picos y/o inversor y corrector de voltaje.

Algunos de los equipos de fuerza de uso más frecuente son los siguientes:

PLANTAS DE CD.	BANCOS DE BATERIAS	SUPRESORES DE PICOS E INVERSORES
Argus	North Star	Transtector
Conley	Remco	Tyco
Unipower	Unigy	Rayvoss
Valere	SAFT	Excelltech



Planta de fuerza CD Conley con dos rectificadores

Planta de Fuerza Argus con charola para
rectificadores



CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN SITIO TELECOM.

Como se mencionó anteriormente, los sitios de telecomunicaciones y en especial las radio-bases para telefonía celular cuentan con varios elementos que conforman su construcción general y de los cuáles depende en gran medida el tipo de infraestructura que vaya a ser utilizada, sobre todo la de tipo externo que será seleccionada basándose en dos aspectos fundamentales:

1) CLIMA:

El clima es el principal factor que interviene en la selección de la infraestructura externa de un sitio telecom, ya que de éste dependerá el tipo de envolvente, ya sea tipo gabinete o tipo contenedor (Shelter), existen principalmente tres tipos de clima que determinan tanto el tipo de envolvente utilizada, como el periodo de mantenimiento que éstos requieran:

- a) Clima árido y caluroso.
- b) Clima húmedo altamente salino (marino).
- c) Clima templado con lluvias moderadas.

a) Clima árido y caluroso:

Este tipo de clima representa el típico común de zonas desérticas en donde la temperatura rebasa en el día fácilmente los 30 grados centígrados a la sombra y hasta 40 grados en el sol con una humedad ambiental muy baja .

El tipo de sitios utilizados para este tipo de climas son comúnmente los contenedores (Shelters) con torres auto-soportadas y camas de líneas acabadas en aluminio o acero al carbono con pintura electrostática o bicapa. Su utilización está principalmente enfocada a dar cobertura en tramos carreteros y zonas en donde las condiciones climáticas pueden ser extremas de la noche a la mañana y durante el transcurso del día.

b) Clima húmedo altamente salino (marino):

Este tipo de clima representa el típico común de zonas costeras o incluso desérticas con altos contenidos de sales minerales altamente corrosivas, en donde la temperatura puede rebasar los 22 grados centígrados a la sombra, hasta los 30 grados o más bajo los rayos del sol, con una humedad ambiental muy alta.

El tipo de sitios utilizados para este tipo de climas son comúnmente los contenedores (Shelters) de PVC o multipanel (Knock Down), en donde los efectos de corrosión salina y ataque a la estructura del mismo puede ser muy alto, estos efectos pueden ser minimizados mediante la utilización de materiales

no ferrosos en su fabricación en donde también pueden ser incluidos gabinetes (tipo Out-door) hechos en aluminio o acero galvanizado. Pueden ocuparse torres auto-soportadas o arriostradas debido a las características dinámicas del viento en éstas zonas que pueden desarrollar velocidades en condiciones normales de hasta 100 Km/hr. Las camas de líneas, herrajes y soportes expuestos pueden ser de aluminio o de acero al carbono con acabado galvanizado por inmersión en caliente y pintura electrostática para el caso de gabinetes. Su aplicación está enfocada directamente para cubrir zonas costeras o con altos niveles de humedad.

c) Clima templado con lluvias moderadas.

Puede ser considerado como el tipo de clima que predomina en la mayor parte de las ciudades, sobre todo en el centro del país, en donde los climas son templados con pequeñas variaciones de temperatura entre el día y la noche con lluvias moderadas, pero sin embargo con un alto índice de agentes contaminantes ambientales tales como los derivados de la combustión como monóxido de carbono, óxido de azufre y partículas suspendidas que pueden por sí mismas o en combinación con el agua provocar el gradual deterioro de componentes estructurales.

El uso de contenedores o gabinetes son viables para la construcción de sitios en éste tipo de climas en donde a pesar de los posibles contaminantes ambientales, las condiciones climáticas no son muy severas.

2) ACCESIBILIDAD Y ESPACIO.

Un aspecto muy importante durante la planeación e instalación de un sitio de telefonía celular es el espacio geográfico disponible para implantación de la infraestructura necesaria requerida donde se incluyen la torre, cama de líneas y el gabinete o contenedor.

Existen lugares donde a pesar del amplio espacio disponible para la construcción del sitio, la accesibilidad a él es un poco complicada debido a las características geográficas del terreno o de la zona, tales como algunos lugares cercanos a carreteras, montañas y valles de difícil acceso.

Existen lugares en donde además de tener un acceso complicado, se dispone de un limitado espacio para realizar la instalación de contenedores y gabinetes como es el caso específico de las ciudades, en donde la instalación de los sitios se hace generalmente sobre las azoteas de edificios públicos y privados en donde también debe cuidarse la resistencia estructural y capacidad de carga de los mismos. En estos casos suelen utilizarse sitios compartidos en donde se encuentran instaladas distintas compañías celulares y si el tipo de tecnología y la cantidad de equipo requerido lo permite será conveniente el uso de gabinetes en lugar de contenedores.

BIBLIOGRAFÍA:

- Diseño e Ingeniería para Gabinetes Modulares, (Outdoor Type).
Rodríguez Picazo José Luis.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México D.F, 2004.

- Diseño y Construcción de Shelters y Gabinetes.
Sokol Baldwin W. – Martínez León A. – Rodríguez Picazo J.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México, 2002 – 2005.

- Mark's, Standard Handbook for Mechanical Engineers
Baumeisier – Avallone.
Mc Graw Hill
Octava Edición

- Fundamentos de Transferencia de Calor.
Cervantes de Gortari Jaime.
Fondo de Cultura económica, UNAM
México, 1999.

- Energía y Colectores Solares, Aplicación Práctica.
Rodríguez Picazo J. – Rodríguez Guadarrama O.
Seminario Ing. Mecánica, F.I., UNAM.
México, 2002.

CAPÍTULO III:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE GABINETE MODULAR TIPO OUTDOOR PARA TELEFONIA CELULAR

“La imaginación es más importante que el conocimiento”.

ALBERT EINSTEIN.

DISEÑO.

La palabra diseño proviene de la palabra latina *designare*, que significa “designar, marcar...” El diccionario (desde el punto de vista técnico y tradicional), incluye varias definiciones de la palabra diseño, siendo la más aplicable “delinear, trazar o planear como acción o como trabajo... concebir, inventar o idear”. El diseño de ingeniería se puede definir¹ como “ el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización”.

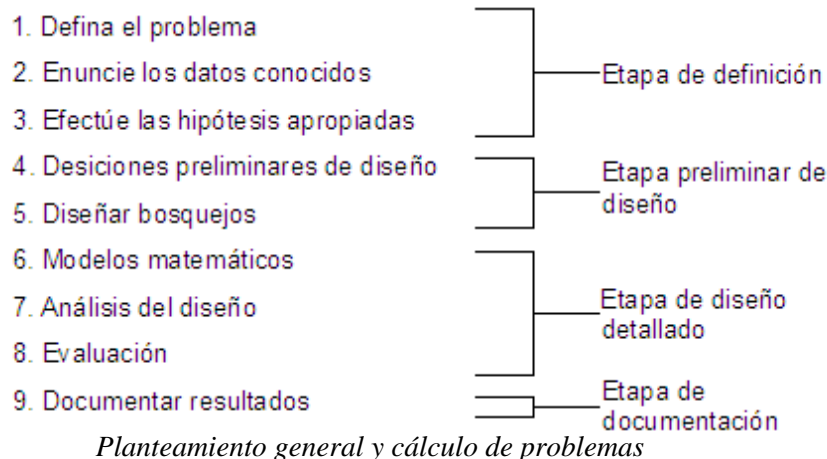
Diseño de maquinaria:

El diseño de máquinas se ocupa de la creación de maquinaria que funcione segura y confiablemente bien. Una máquina puede definirse de muchas maneras, entre ellas las dos siguientes:

Máquina¹:

1. Aparato formado de unidades interrelacionadas.
2. Dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento.

Un procedimiento sugerido para el diseñador aparece en la siguiente tabla y relaciona una serie de subtarefas apropiadas para la mayor parte de los problemas de diseño de máquinas de éste tipo. Estos pasos deberán quedar documentados con claridad para cada problema, con el fin de respetar su orden cronológico.



¹ De acuerdo con la definiciones técnicas aplicadas al diseño en Ingeniería de Robert L. Norton, (1999).

El diseño en ingeniería mecánica.

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos.

En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, las ciencias de los materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a ingeniería.

El diseño de *Ingeniería Mecánica* incluye el diseño mecánico, pero es un estudio de mayor amplitud que abarca todas las disciplinas de la ingeniería mecánica, incluso las ciencias térmicas y de los fluidos. A parte de las ciencias fundamentales que se requieren, las bases del diseño de ingeniería mecánica son las mismas que las de diseño mecánico e industrial, siendo el enfoque principal la metodología utilizada para diseñar casi cualquier cosa.

El Proceso de Diseño¹:

El proceso de diseño es en esencia un ejercicio de creatividad aplicada. Se han de definido varios “Procesos de Diseño” para ayudar a organizar el ataque “sobre el problema”, es decir, aquel para el cual la definición del problema es aún más vago y para el que hay muchas soluciones posibles. Algunas de éstas definiciones de procesos de diseño solo incluyen unos cuantos pasos, y otros listas detalladas de 25 pasos, en la siguiente tabla, se presenta una versión de diez pasos para el proceso de diseño.

1	Identificación de la necesidad
2	Investigación de antecedentes
3	Enunciado del objetivo
4	Especificaciones de la tarea
5	Síntesis
6	Análisis
7	Selección
8	Diseño detallado
9	Prototipos y pruebas
10	Producción

El proceso de diseño

¹ De acuerdo con las definiciones técnicas aplicadas al diseño en Ingeniería de Robert L. Norton. Diseño de Máquinas, Capítulo 1, (1999).

El paso inicial, identificación de la necesidad, por lo general es un enunciado mal definido y vago del problema. Es necesaria la información sobre investigación de antecedentes (paso 2) para definir y comprender cabalmente el problema, después de lo cual es posible volver a enunciar el objetivo (paso 3) de una manera más razonable y realista que el enunciado original del problema.

El paso 4 requiere la creación de un conjunto detallado de especificaciones de tareas que delimite el problema y marque su alcance.

La síntesis (paso 5) se refiere a la búsqueda de muchos procedimientos de diseños posibles, sin preocuparse (en ésta etapa) de su valor o calidad. Este paso a veces se conoce como paso de ideas o de invención, en el cual se genera el mayor número de soluciones creativas.

En el paso 6, se analizan las soluciones posibles del paso anterior, y se aceptan, rechazan o modifican. En el paso 7 se selecciona la solución más prometedora. Una vez seleccionado un diseño aceptable, se realizará un diseño detallado (paso 8) el cual se atan todos los cabos aún sueltos, se hacen dibujos completos de Ingeniería, se identifican proveedores, se definen especificaciones de manufactura, etc. La elaboración real de un diseño funcional, se hace por primera vez como prototipo en el paso 9 y, finalmente, la cantidad se trata en producción del paso 10.

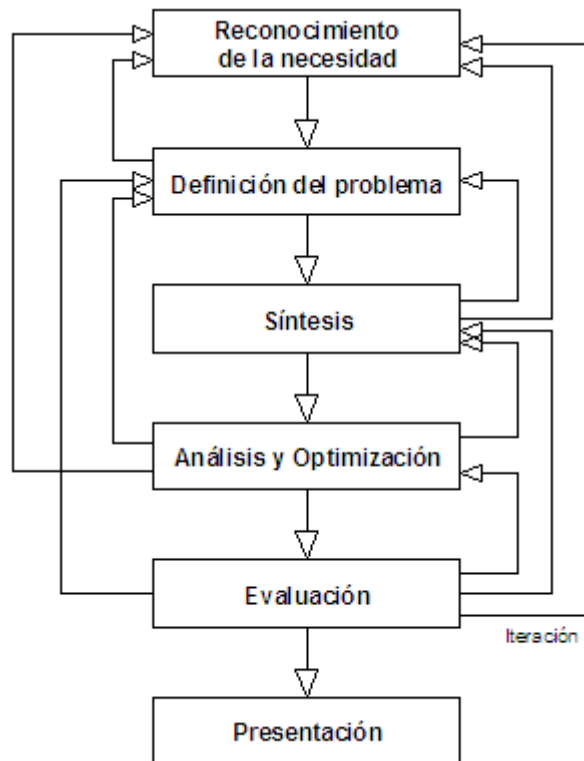
La presente descripción, quizá de una impresión equivocada de que este proceso es realizable en forma lineal, del modo que se enumera. Por lo contrario, durante todo el proceso de diseño se requiere de la iteración, pasando de cualquiera de los pasos, de vuelta a cualquier paso anterior, en todas las posibles combinaciones, y realizando repetidamente.

En teoría, podríamos continuar para siempre esta iteración sobre un problema dado de diseño, creando constantemente pequeñas mejoras. Es inevitable que a lo largo del tiempo, la ganancia acumulativa en funcionamiento o la reducción en costo tenderán a cero. Llegado cierto punto, deberemos declarar el diseño “Lo suficientemente bueno” y lanzarlo.

Máquinas que han estado funcionando durante mucho tiempo y que han sido mejoradas por muchos diseñadores alcanzan un nivel tal de “perfección” que es difícil mejorarlas más. Un ejemplo es la bicicleta ordinaria. Aunque los inventores siguen intentando mejorar esta máquina, el diseño básico ha quedado bastante estático, después de más de un siglo de perfeccionamiento.

Identificación de necesidades y definición de problemas².

Como se mencionó anteriormente, el proceso de diseño, puede consistir en un amplio número de pasos iterativos dependiendo de cada autor, pero con el fin de simplificar y aplicar de manera práctica ésta metodología, se resumirá y tomará como base los siguientes pasos y conceptos:



Fases del diseño

A veces, pero no siempre, el diseño comienza cuando un ingeniero se da cuenta de una necesidad y decide hacer algo al respecto. *Identificar la necesidad* y expresarla en determinado número de palabras es una actividad sumamente creativa, pues la necesidad puede manifestarse simplemente como un vago descontento, o bien, por la intuición de una dificultad o en la sensación de que algo no está bien. Por lo general, las necesidades se identifican de repente, a partir de una circunstancia adversa, o bien, de una serie de circunstancias fortuitas que surgen casi al mismo tiempo. Además, es obvio que si una persona es sensible y percibe fácilmente las cosas, entonces es más posible que identifique una necesidad y también es más probable que haga algo al respecto. Por esta razón, las personas sensibles son las más creativas.

² De acuerdo con las definiciones tomadas del texto, Diseño en Ingeniería Mecánica, por Joseph Edward Shigley, (1978.)

Como ya se ha indicado, generalmente la necesidad no es evidente. Por ejemplo, la necesidad de hacer algo con respecto a una máquina empacadora de alimentos pudiera detectarse por el nivel de ruido, por la variación en el peso de los paquetes y por ligeras, pero perceptibles alteraciones en la calidad del empaque o la envoltura.

Una necesidad se identifica fácilmente después de que alguien la ha planteado. Así, la necesidad de tener agua y aire más limpios en el país, de que se disponga de más sitios de estacionamiento en las ciudades, de mejores sistemas para el transporte público y de una circulación de vehículos más rápida, ha llegado a ser totalmente evidente.

Hay una diferencia bien clara entre el planteamiento de la necesidad y la *definición del problema* que sigue a dicha expresión. El problema es más específico. Si la necesidad es tener aire limpio, el problema podría consistir en reducir la descarga de partículas sólidas por las chimeneas de las plantas de energía, o reducir la cantidad de productos irritantes emitidos por los escapes de los automóviles, o bien, disponer de medios para apagar rápidamente los incendios forestales.

La *definición del problema* debe abarcar todas las condiciones para el objeto que se ha de diseñar. Tales condiciones o especificaciones son las cantidades de entrada y salida, las características y dimensiones del espacio que deberá ocupar el objeto, y todas las limitaciones a estas cantidades. Se puede considerar el objeto como algo colocado en una caja negra, invisible desde afuera. En este caso se tiene que determinar lo que entrará y lo que saldrá de dicha caja, así como sus características y limitaciones. Las especificaciones definen el costo, la cantidad de piezas a fabricar, la duración esperada, el intervalo o variedad de capacidades, la temperatura de trabajo y la confiabilidad: Entre dichas condiciones sobresalen las velocidades necesarias, las intensidades de alimentación, las limitaciones de temperatura, el alcance máximo, las variaciones esperadas en las variables y las restricciones en tamaño y peso.

Existen muchas condiciones intrínsecas que dependen del ambiente particular del diseñador o de la propia naturaleza del problema. Los procesos de fabricación de que se dispone y las instalaciones de cierta planta industrial, son restricciones a la libertad de acción del que diseña; por lo tanto, forman parte de las condiciones intrínsecas. Por ejemplo, una fábrica pequeña talvez no tenga maquinaria para trabajar metales en frío. Sabiendo lo anterior, el diseñador seleccionará otros métodos de fabricación que se puedan aplicar en la planta. La habilidad y calificación del personal disponible y la situación competitiva son también condiciones o especificaciones inherentes.

Todo lo que limite la libertad de selección del diseñador es una condición o especificación. Por ejemplo, en los catálogos, los fabricantes listan muchos materiales y tamaños de productos, pero muchas veces no pueden surtirlos todos y frecuentemente hay escasez de algunos. Además, la economía de inventario requiere que el fabricante tenga en existencia una cantidad mínima de materiales y tamaños de los productos a surtir.

Una vez que ha definido el problema y obtenido un conjunto de especificaciones implícitas, formuladas por escrito, el siguiente paso en el diseño, como se puede ver en el diagrama correspondiente, es la síntesis de una solución óptima. Ahora bien, esta síntesis no podrá efectuarse antes de hacer el análisis y la optimización, puesto que se debe analizar el sistema a diseñar, para determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones. Dicho análisis podría revelar que el sistema no es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez.

Se ha indicado, y se reiterará sucesivamente, que el diseño es un proceso iterativo en el que se pasa por varias etapas, se evalúan los resultados y luego se vuelve a una fase anterior del proceso. En esta forma es posible sintetizar varios componentes de un sistema, analizarlos y optimizarlos para, después, volver a la fase de síntesis y ver que efecto tiene esto sobre las demás partes del sistema. Para el análisis y la optimización se requiere que se ideen o se imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de análisis matemático. Tales modelos reciben el nombre de *modelos matemáticos*. Al crearlos se espera encontrar alguno que reproduzca lo mejor posible el sistema físico real.

La evaluación y presentación.

Como se puede observar en el diagrama del proceso de diseño, la evaluación es una fase significativa del proceso total de diseño, pues es la demostración definitiva de que un diseño es acertado y, generalmente, incluye pruebas con un prototipo en el laboratorio. En este punto es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad o las necesidades.

La comunicación del diseño a otras personas es el paso final y vital en el proceso de diseño. Es indudable que muchos importantes diseños, inventos y obras creativas, se han perdido para la humanidad, sencillamente porque los creadores rehusaron o no fueron capaces de explicar sus creaciones a otras personas. La presentación es un trabajo de venta. Cuando el ingeniero presenta o expone una nueva solución al personal administrativo superior (directores o gerentes, por ejemplo) está tratando de vender o demostrar que su solución es la mejor; si no tiene éxito en su presentación, el tiempo y el esfuerzo empleados para obtener su diseño se habrán desperdiciado por completo.

En esencia hay tres medios de comunicación que se pueden utilizar:

- La forma escrita,
- La forma oral,
- La representación gráfica.

En consecuencia, todo buen ingeniero tiene que ser técnicamente competente y hábil al emplear las tres formas de comunicación; lo que significa que aún con una gran competencia técnica se deben aprender a desarrollar aptitudes para comunicar sus ideas, conceptos y pensamientos para expresar clara y concisamente lo que se desea.

Estas tres formas de comunicación – escrita, oral y gráfica (o por medio del dibujo) – son habilidades y capacidades que pueden ser desarrolladas a través del tiempo. Las habilidades o destrezas, se adquieren solo por la práctica, o sea, ejercitándose una y otra vez. Por ejemplo, músicos, atletas, cirujanos, mecanógrafas, escritores, bailarinas, acróbatas y otros artistas, llegan a ser diestros por el gran número de horas, días, semanas, meses y años de práctica constante. Nada de lo que vale la pena en la vida se puede lograr sin trabajo arduo, tedioso, oscuro y monótono; la ingeniería no es una excepción.

El ingeniero competente no debe temer a la posibilidad de no tener éxito en una presentación. De hecho es de esperar que tenga fracasos ocasionales porque, generalmente, se encuentra incomprensión y crítica siempre que surge una idea realmente creativa. De cada fracaso se puede aprender muchísimo y las mayores ganancias las obtienen quienes no rehuyen el riesgo de la derrota. A fin de cuentas, el verdadero fracaso sería abstenerse en absoluto de presentar ideas.

Consideraciones o factores de diseño.

A veces, la resistencia de un elemento es un asunto muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento. En tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño.

La expresión factor de diseño significa alguna característica o consideración que influye en el diseño de un elemento o, quizá, en todo el sistema. Por lo general se tienen que tomar en cuenta varios de esos factores en un caso de diseño determinado. En ocasiones, alguno de esos factores será crítico y, si se satisfacen sus condiciones, ya no será necesario considerar las demás. Por ejemplo, suelen tenerse en cuenta los factores siguientes:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1) Resistencia | 12) Ruido |
| 2) Confiabilidad | 13) Estilización |
| 3) Condiciones térmicas | 14) Forma |
| 4) Corrosión | 15) Tamaño |
| 5) Desgaste | 16) Flexibilidad |
| 6) Fricción o rozamiento | 17) Control |
| 7) Procesamiento | 18) Rigidez |
| 8) Utilidad | 19) Acabado de superficies |
| 9) Costo | 20) Lubricación |
| 10) Seguridad | 21) Mantenimiento |
| 11) Peso | 22) Volumen |

Algunos de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento o procesos de fabricación, o bien, a la unión o ensamble de elementos del sistema.

PROCESO DE DISEÑO DE GABINETE MODULAR TIPO OUTDOOR.

Reconocimiento de la necesidad y antecedentes:

Como se mencionó en capítulos anteriores³, existen algunos factores para determinar el tipo de contenedor o gabinete que será colocado en un sitio de telefonía celular, sobre todo en lo que se refiere al peso y espacio disponible para su disposición.

Nextel de México S.A. de C.V se ha consolidado como la compañía de telefonía celular de tipo “trunking”⁴ más grande a nivel Norteamérica y Latinoamérica. En México su crecimiento ha sido notable ofreciendo cobertura en las ciudades más importantes de la Republica mexicana y para 2006 promete un crecimiento aún mayor debido a la aprobación en el uso de todas las frecuencias para ofrecer cobertura nacional, con una proyección e instalación aproximada de 600 adicionales sitios a lo largo de todo el país.

Este notable crecimiento ha originado preocupación por desarrollar y mejorar tecnologías de infraestructura, producción y construcción en la instalación de sus nuevos sitios y radio bases.

Debido a esto, una de las principales necesidades a cubrir en el desarrollo de dicha infraestructura, está enfocada a optimizar espacio y peso, así como la posibilidad de realizar futuras expansiones en función de la necesidad y demanda del número de líneas disponibles.

Las principales necesidades y requerimientos a satisfacer son los siguientes:

- 1) Se requiere de un producto de dimensiones reducidas, que sea capaz de ser colocado en la intemperie.
- 2) Se requiere que el producto cuente con la capacidad para alojar la configuración mínima de equipo requerido para dar servicio de telefonía celular suficiente y sustentable equivalente con la capacidad de la infraestructura existente (Shelters).

³ Favor de referirse al Capítulo II, Secciones: 3 (Pag.72), 4 (Pag.86) y 5 (Pag. 107).

⁴ Se hace la analogía debido al tipo de operación de dos vías, en tiempo real, que esta compañía es capaz de operar, mejor conocido como “conexión directa”, estrictamente no aplica el concepto de “trunking” como tal para este servicio. Favor de referirse a la sección de “Servicios de Comunicaciones Personales” del Capítulo I. para mayor información al respecto.

- 3) Debe cumplir con los requerimientos y especificaciones técnicas estructurales y de construcción estandarizadas u homologadas equivalentes o mejores a la infraestructura ya existente, entre las que destacan las siguientes:
 - a. Resistente a la intemperie, corrosión y penetración de polvo, agua y humedad. Equivalente a la clasificación NEMA 4x.
 - b. Estabilidad estructural ante la acción del viento y sismos.
 - i. Para contenedores 150 m.p.h. (241 Km./h.) Aprox.
 - ii. Para gabinetes tipo intemperie 120 m.p.h. (193 Km./h.) Aprox.
 - iii. Sistemas mecánicos de anclaje y tirantes antisísmicos para equipo de RF y Fuerza.
 - c. Material ligero y resistente.
 - d. Menor tamaño, mejor manejo y maniobrabilidad para su instalación en sitio, que la infraestructura actual (Shelters prefabricados).
 - e. Adecuado acceso, ergonomía, funcionabilidad y aspecto físico estructural y de acabados.
- 4) Finalmente, debe de ser capaz de poder aumentar su capacidad para alojar equipo (expansiones), con el fin de incrementar el número de líneas disponibles para el servicio local.

Requerimientos para cotización, (RFQ):

La mayoría de los usuarios finales o proveedores de servicios no sólo en el área de las telecomunicaciones, utilizan términos y formatos especiales para marcar a sus proveedores de tecnología, infraestructura y servicios, las necesidades, requerimientos y características que debe de tener el producto que están necesitando, inicialmente con fines de cotización y en dado caso de ser aprobado por los departamentos técnicos y comerciales correspondientes realizar su pedido y adquisición.

Este documento recibe el nombre de RFQ por sus siglas en inglés (Request For Quote), es generalmente de carácter confidencial para aspectos comerciales y contiene por secciones los detalles de las características técnicas, comerciales, de garantía y servicio que se deben cubrir.

A continuación se muestra el resumen de las características generales emitidas en la RFQ para el desarrollo de la nueva tecnología denominada “Gabinete Modular tipo Outdoor”:

EJEMPLO TIPICO DE UN DOCUMENTO RFQ, APLICADO A GABINETE
MODULAR PARA INTEMPERIE (OUTDOOR).

PRESENTADA A:	PROPUESTA TECNICA:		
<i>Representante de Ingeniería y/o Compras</i>	NUMERO	▸	
<i>CLIENTE O USUARIO FINAL</i>	FECHA EMISION	▸	27-10-2004
<i>Dirección Corporativa.</i>	REALIZACION	▸	
	No. PAG	▸	
	RFQ. CLIENTE	▸	Gabinetes Modulares Outdoor

Información General del Proyecto

Solicitud de Propuesta Técnica

Proyecto: Gabinetes modulares para intemperie, Outdoor
Regiones y Ciudades Varias

Ítem	Región	Ubicación	Ciudad	Carretero
1	Varias	Varias	Aplica	Aplica

Información Específica del Proyecto

Cantidad y Capacidad de equipos Integrados

Sistema de Gabinete Integral para Shelters tipo Outdoor	Cantidad
Gabinete intemperie Nema	01
Planta de fuerza de CD de – 48 V. 500 Amp.	01
Equipo de HVAC 0.5 TR.	03
Banco de Baterías 450 Amp. / Hora	01

1.- ESTRUCTURA

Materiales

- Material del cuerpo de gabinete será Aluminio 5052-H32 de 1/8" de espesor.
- Material de las puertas que carguen el equipo de HVAC. Será el mismo pero debe estar perfilado y reforzado para aumentar su capacidad de carga.
- Racks Frontales con dos pares de racks deslizables con ancho útil de 19". Tropicalizado fabricados en perforado en el estándar EIA 310. lamina negra calibre 12. o en lamina galvanizada calibre 12.

Acabados y protecciones

- Protección a corrosión del tipo SGSH aplicación de pintura electrostática polvo color primario beige espesor mínimo de 80-100 micras 3.0 a 3.9 milésimas de pulgada. Se solicitaran pruebas de adherencia y de espesor de película.
- Intemperie NEMA 4.

Características físicas

- Pruebas de intemperismo y cámara salina a 800 horas de exposición sin presentar variaciones en el acabado.
- Resistencia al viento de 120 m.p.h. (clase iv).
- Resistencia sísmica
Zona 4.
- Resistencia de carga estructural de 1200 Kg/m2. Se solicitaran pruebas de laboratorio para la zona de la bahía de fuerza..
- La estructura en piso de las demás bahías de tecnología deberá tener una resistencia de carga de 500 kg/m2.
- Capacidad de aislamiento en general de un factor R=8.
- Aislamiento interior en general en neopreno y poli burbuja de aluminio de ¼" de espesor muros, techo y puertas.

Configuraciones típicas.

Bahía de Servicio.

- Centro de carga.
- Plug In entrada de generador.
- Equipo supresor de picos.
- Barra maestra de tierras.
- Pasamuros para líneas de RF.
- Portarestor con sus dispositivos y tierras.
- Tablero de alarmas.

Bahía de Potencia.

- Planta de Corriente Directa.
- Banco de Baterías.
- Desconector de Baterías.

Bahía de Tecnología.

- Equipo de Radio.
- Equipo de distribución de RF.

Dimensiones y pesos.

- Altura : 2156 mm.(7').
- Base : Para rack de 19", 610 mm.
Para rack de 23", 812 mm.
- Fondo : 800 mm sin incluir equipo de HVAC.
- Peso por modulo : De 85 a 100 Kg.

Configuración general básica.

- 5 Bahías base y 1 de servicios.
- 1 Bahía de 23". (Módulo de Fuerza)
- 4 Bahías de 19". (Módulos de Tecnología 4 de RF y 1 de control)
- 1 Dock Bay. Para servicios de AC y entrada de líneas de RF.
- Las bahías de tecnología a 19" deberán ser capaces de aceptar el montaje total del equipo junto con sus gabinetes de fabrica.
- Todas las Bahías deberán estar habilitadas para futuro crecimiento modulado.
- Para futuro crecimiento se utilizara una Bahía de acoplamiento esta servirá para acoplar la expansión en "L" o en "C" según sea el caso. (En el caso de crecimiento lineal no se usa).
- Se utilizaran paneles laterales para cerrar los finales de la configuración pero no serán usados entre los gabinetes pues estos estarán atornillados entre ellos.
- Acceso frontal y posterior.

Puertas y accesorios

- Puertas frontales para acceso de operación de equipos 1 por Bahía.
- Puertas posteriores para acceso de mantenimiento de equipos 1 por Bahía.
- El material de las puertas posteriores con carga de equipos de HVAC, será el mismo que la del resto de los gabinetes Aluminio 5052-H32 pero reforzado con una costilla de aluminio soldada o perfilada para aumentar su capacidad de carga.
- Sello de puertas mediante compresión de sello tipo bulbo maraca Dirak modelo 209-2201.Fabricado a partir de hule suave y hule espumoso con alma de acero en el área de fijación.
- Cerraduras para puertas del tipo de tres puntos de fijación, manijas exteriores de seguridad de acero inoxidable con tres espárragos internos y vástago. Marca Eberhad Modelo. 465655-SSX.

- Bisagras de alta seguridad para puertas. Deberá estar fija a la puerta y flexible al gabinete, permitiendo solamente su desmonte cuando la puerta este abierta, permitiendo solamente una apertura máxima de 150°, y opción de poder colocar candado
- Accesorios en puertas 2 mesas de trabajo abatibles para lap top de aluminio montadas en las partes frontales de las bahías de fuerza y del equipo de control y Br's.
- Accesorios en puerta 2 papeleras de aluminio montadas en la parte frontal de las bahías de baterías y en la de Br's.

Accesorios de izaje.

- 4 orejas de izaje por bahía ahogadas en cubo de aluminio atornillable con un ojal de 1 3/8" y 1/2" de diámetro con capacidad de carga de 500 kg.
- 4 Prismas internos de montaje por bahía de 2" x "2 x 6" en material de aluminio 5052-H32. (En el caso de la bahía de fuerza se utilizara una cuerda inserto de acero inoxidable 304 para aumentar la capacidad de carga).
- Barra de izaje opcional si se necesita maniobrar completos los gabinetes modulados y equipados, acoplable a los puntos de izaje de las argollas con capacidad de carga de 5 Toneladas.
- Balancín de carga para el izaje de los gabinetes modulados y equipados con capacidad de carga de 5 Toneladas.

Niveles de integración electromecánica:

Sistema Eléctrico y tierras.

- Tablero distribución de 30 posiciones 127/220 V. 3 Fases marca Square D Numero NOOD-30AB225.
- Receptáculo de emergencia marca Appleton 120/240 VAC 3 Amp. 4 Polos.
- Breakers
 - 1 de 3 X 150 Amp.
 - 1 de 60 Amp.
 - 2 de 3 X 30 Amp.
 - 12 de 2 X 30 Amp.
 - 2 de 1 X15 Amp.
 - 1 de 1 X 20 Amp.
 - 1 de 2 X 15 Amp.
 - 1 de 1 X 10 Amp.
- Para la entrada de la acometida de fuerza al centro de carga en la Dock Bay será por conectores de 51 mm tipo de glándula y este entrara por la parte posterior superior de dicha Bahía.
- Para el cableado de los distintos dispositivos se usara canaleta ranurada plástica Marca: Panduit Thomas & Betts.
- El paso del centro de carga al interior de la Bahía # 1 será a través de un barrenado de 64 mm. con chiqueador con protección plástica.
- CABLEADO
 - HVAC, cable calibre 10 AWG.90 THW Marca. Condumex en colores Blanco, rojo y Negro.
 - Contactos cable calibre 12 AWG. 90 THW Marca Condumex en colores Blanco y Negro.
 - Alumbrado cable calibre 14 AWG. 90 THW. Marca Condumex en colores Blanco y negro.
 - Planta de C.D. cable calibre 12 AWG. 90 THW Marca Condumex en colores Blanco y Negro.

Contactos de servicio

- 4 Contactos dobles polarizados marca Leviton en color Hueso tipo GFI.

Sistema de alumbrado

- Lámpara de iluminación fluorescente de 15 W 4 piezas. Marca propuesta Beghelli.
- 12 Interruptores de puerta para control de alumbrado montado en gabinete y operable en por puerta.

Configuración electromecánica y de transmisión típica.

Bahía de Servicio

- Acometida de C.A. y tablero de distribución.
- Receptáculo de fuerza de conectado rápido para conectar la planta de emergencia.
- Supresor de trasientes
- Tablero de alarmas
- Barra maestra de tierras.
- Pasamuros para líneas de RF.
- Dispositivos de montaje y tierra para líneas y conectores de RF.

Bahía de fuerza .

- Planta de C.D.
- Banco de Baterías
- Desconector de baterías.

Bahías de equipo.

- 1 Equipo de control ISC.
- 4 Equipos (Racks Br ́s) de radio.
- Equipo de distribución.

Sistema de Tierras.

- Barra de tierra vertical estañada perforada y roscada a ¼" de espesor 8" X 2.5" con 10 posiciones de doble ojillo 1" de separación entre los dos barrenos y perforaciones de 3/8" Incluirá accesorios aisladores marca Core omegas de fijación, tornillería y 3 mts. De alambre calibre 2 AWG. estañado unido a la barra con conexión de cápsula tipo cadwell y salida con gromet tipo glándula . Esta barra será montada en la cara frontal de la dock Bay # 2 para la cama de líneas.
- Barra de tierra vertical estañada perforada y roscada a ¼" de espesor 8" X 2.5" con 10 posiciones de doble ojillo 1" de separación entre los dos barrenos y perforaciones de 3/8" Incluirá accesorios aisladores marca Core omegas de fijación, tornillería y 3 mts. De alambre calibre 2 AWG. estañado unido a la barra con conexión de cápsula tipo cadwell y salida con gromet tipo glándula .
- Esta barra estar montada a lo largo del rack en forma vertical sobre las guías de uniextrude sin aislamiento. Esta barra tendrá que aterrizar en la parte inferior de la barra con zapata de ojillo de ¼" calibre 2AWG. Marca Burndy o Panduit. Para cable calibre 2AWG. Separación entre barrenos de 1" En esta barra estarán aterrizados todos los chasis de equipos.
- Todos los equipos Irán aterrizados con cable calibre 6 AWG. THHW-LS 600 Volts 90°C especial para tierras hasta la barra de cobre principal con zapata de doble ojillo 3/8" marca Burndy o Panduit para cable calibre 6AWG. El cable de la planta de C.D. es de 2/0.

Sistema de alarmas.

- Regletas de alarmas Estándar, marca : Panduit.
- Todas las alarmas serán cableadas hasta la regleta de alarmas con el numero de pares según corresponda Marca Condumex calibre 22 AWG.
- Sensores de detección de puerta 12 lugares seriados cableados hasta regleta de alarma. Marca Sentrol.
- Sensor de humo Marca Kide cableada hasta regleta de alarmas.
- Sensores de Temperatura Marca Dayton para alta y baja, cableado hasta regleta de alarmas.

Sistema de HVAC.

- Aire Acondicionado de 12,000 BTU's
- Tensión de operación 220 VCA.
- Montaje ventana Vertical.
- Marcas sugeridas:
- Kooltronic
- Marvair
- Maclean

Los equipos deberán tener economizador de energía y deberán ser o no ser del tipo Fenolico, dependiendo del requerimiento, al cual vayan a ser solicitados.

Planta de C.D.

- Capacidad inicial de 50 Amp.
- Capacidad final de 650 Amp.
- Capacidad de rectificadores 13 X 50 Amp.
- Marcas sugeridas:
Lorain Vortex
Argus.

La capacidad de los rectificadores dependerá de las configuraciones de los proveedores para las plantas específicas .

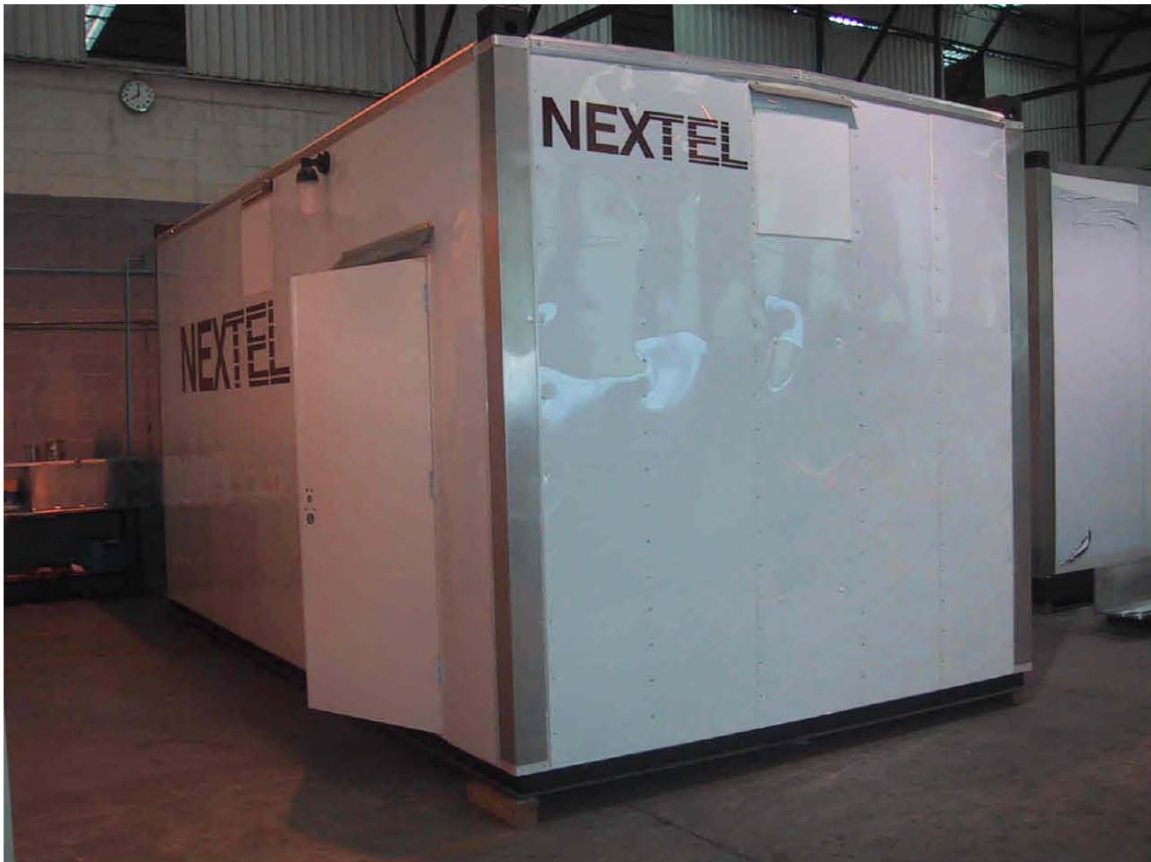
- Tecnología de alta Frecuencia.
- Display LCD con 7 caracteres como mínimo.
- Ajuste totalmente digital desde el segmento de LCD.
- Puertos de comunicación a través de MODEM para monitoreo remoto.
- Montaje para rack de 23".
- Voltaje primario de 220 vca.
- Frecuencia de operación 60 HZ.
- Voltaje de salida 48 Vcd.
- Panel de distribución 24 interruptores de 50 Amp.
- Panel de desconexión de baterías con 2 breakers de 600 Amps.
- Alarma de alto y bajo voltaje alarma de rectificador mayor y menor, alarma de breaker y alarma de falla de AC.
- Banco de baterías marca GNB Mod. 90 A-11 con capacidad de 450 Amp.
Hora.

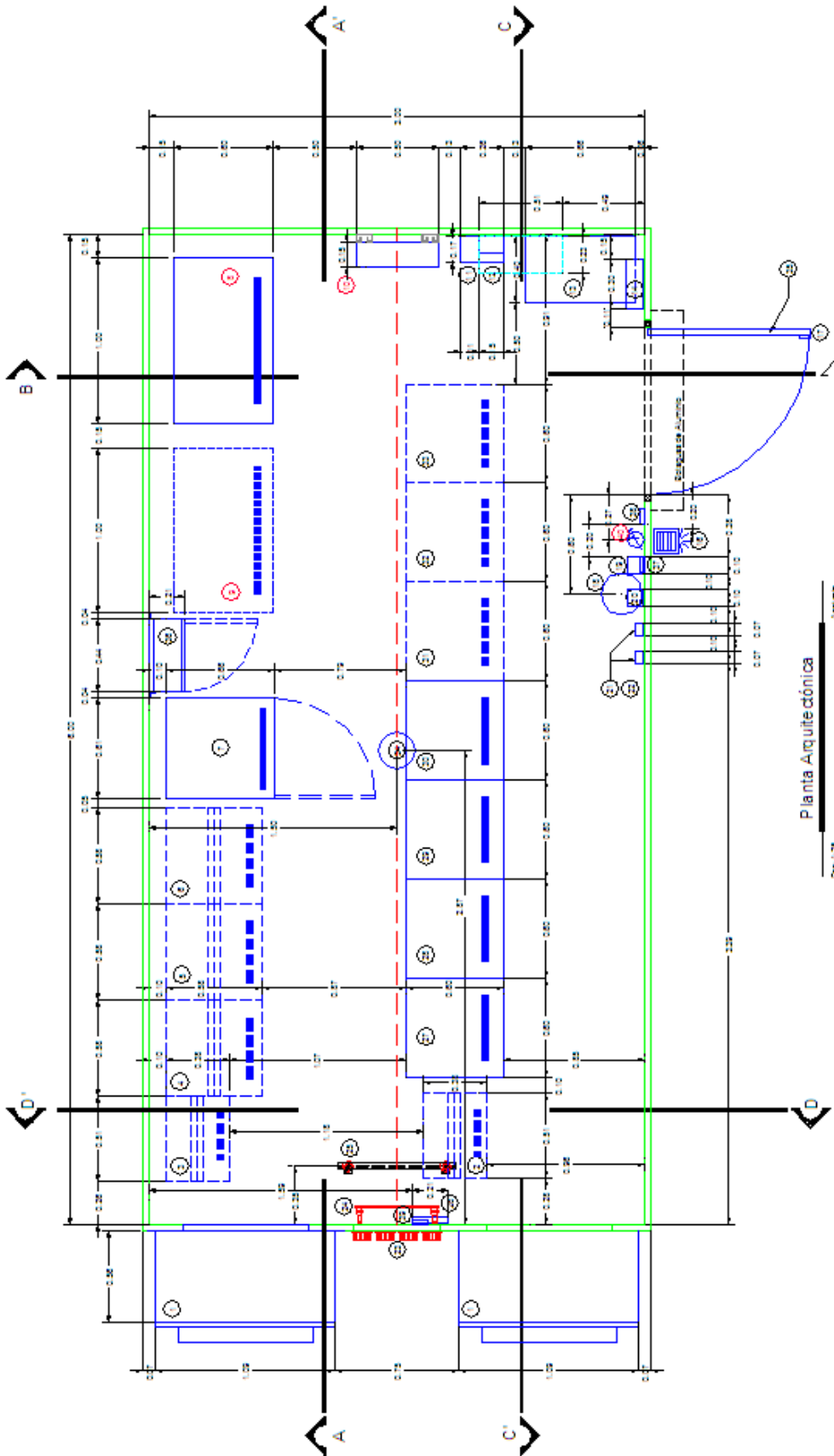
Antecedentes de la infraestructura actual.

La tecnología en infraestructura que hasta el momento ha sido utilizada, ha sido sin lugar a dudas los contenedores preensamblados o “shelters” los cuales además de ofrecer buena protección y estabilidad estructural a los equipos, pueden ser capaces de aceptar expansiones futuras debido al relativo espacio amplio con el que se cuenta en su interior, incluso éstos pueden ser diseñados completamente contra corrosión y también existe la posibilidad de proyectarlos e instalarlos bajo su versión “Knock Down” o armable en sitio como se mencionó en capítulos anteriores, con lo que se disminuye considerablemente su peso.

Se han hecho e instalado también prototipos de gabinete tipo outdoor, pero con la desventaja de que están hechos en lámina de acero que oscila en calibres 12 y 14 lo que no garantiza al 100% su característica ante la corrosión incrementando su peso, además de carecer de la característica de no ser modular y por tanto no aceptar expansiones.

A continuación se presenta la construcción y la planta arquitectónica de un “shelter” con infraestructura actual:





Distribución de equipo y dimensiones de Shelter tradicional pre-fabricado 2004V6 de 6 m de largo x 3 m de ancho x 3 m de altura interiores y espesor de muro de 2in (50 mm).

Además de los Contenedores o Shelters, actualmente existe una infraestructura experimental basada en el concepto de gabinetes estacionarios para contener éste tipo de tecnología robusta como lo es la de Motorola *IDEN*. Estos gabinetes están manufacturados a partir de lámina de acero calibre 14 o 12, son resistentes y cuentan con acabado en pintura electrostática pero tienen la desventaja de que además de ser pesados con relación a un gabinete similar hecho de aluminio, tiene mayor probabilidad presentar oxidación con el tiempo, no son modulares y pueden presentar penetración de agua debido a que sus dimensiones obligan a realizar su ensamble final en varias partes o subensambles.



A la izquierda, se puede observar la sección de fuerza con su barra de conexionado de los equipos de RF y control. Se puede observar también la fijación de algunos accesorios a la armadura interna del gabinete como el sensor de humo y los contactos de servicio con apagadores para lámparas.

A la derecha se puede observar el montaje de la planta de fuerza y rectificadores sobre un rack adaptado con rieles tipo “uni-extrude” para ajuste de profundidad.

Una desventaja adicional que se puede observar en éstas imágenes es que al montar los equipos tanto de RF como de fuerza dentro del gabinete sin utilizar sus propios “racks” originales se puede ir generando una desorganización en la guía y distribución del cableado lo que además de ser impráctico puede causar una mala imagen y apariencia.



Características generales de la infraestructura actual:

La tecnología de los “Shelters” ha sido por excelencia y tradición la infraestructura más utilizada en los últimos tiempos que aunado a los gabinetes estacionarios para intemperie, han logrado un crecimiento funcional y práctico en la industria de las telecomunicaciones.

Sin embargo como se ha mencionado anteriormente las dimensiones y el peso son variables que últimamente se les ha dado prioridad durante la proyección y diseño de un sitio de telefonía celular.

Los contenedores preensamblados o estructurales actualmente utilizados son robustos y estructuralmente estables, el espesor de sus muros dependiendo de la versión del diseño puede ir desde 2 pulgadas hasta 4 pulgadas para las versiones más recientes, con clasificación NEMA 4X resisten penetración de agua, polvo y presentan estabilidad contra la corrosión, son capaces de soportar velocidades de viento de hasta 200 Km/hr. sin presentar desplazamiento evidente o en su caso, daño en su anclaje y su peso estructural oscila entre 2.5 y 3 toneladas.

Los contenedores de tipo “Knock Down” tienen la ventaja que pueden ser transportados desarmados para su ensamble y montaje en sitio, son en promedio un 40% estructuralmente más ligeros y pueden tener un espesor de pared desde 2 pulgadas hasta 4 pulgadas ofreciendo una buena resistencia térmica contra el clima exterior y la radiación solar. A pesar de que cuentan con una buena estabilidad estructural contra sismos, tienen la desventaja de que debido a su bajo peso cuentan con una menor resistencia contra el viento que puede oscilar entre 100 y 150 Km/hr. con anclaje obligatorio.

Los gabinetes estacionarios han sido últimamente la mejor opción para albergar equipos de transmisión y fuerza, ofrecen una buena estabilidad estructural y resistencia contra el viento, además pueden ser diseñados en materiales que les permitan cumplir con la norma NEMA 4x para tener una completa resistencia ante la oxidación. Sin embargo cuentan con la desventaja de un limitado espacio lo que lo hace poco viable para albergar tecnología robusta o incluso para poder proyectar futuros crecimientos o expansiones.

Los contenedores móviles o SOW (Shelters on Wheels) por sus siglas en inglés, están basados en la misma tecnología de diseño y construcción que un shelter preensamblado o estructural, la diferencia que éstos son instalados sobre plataformas o remolques con el fin de ser trasladados de un lugar a otro para realizar coberturas adicionales por sobre demanda de líneas o de emergencia para relevar un sitio fijo en dado caso que éste presente alguna falla o mantenimiento mayor.

Tecnologías de transmisión utilizadas:

Las tecnologías por excelencia utilizadas en el área de telecomunicaciones ha sido Alcatel y Lucent para telefonía local, así como Ericsson y Motorola para telefonía celular principalmente.

Para las comunicaciones celulares y de “trunking” de dos vías, la tecnología de vanguardia por excelencia es la de Motorola *IDEN*, que ha permitido ofrecer servicios de comunicación personales, mensajes escritos y conexión inmediata en tiempo real mediante radio.

La tecnología *IDEN*® cuenta con un robusto aspecto físico ya que los equipos de radio (denominados Br's) se encuentran dispuestos en su propio rack de 19 pulgadas (denominado en conjunto EBTS), el cual está hecho de aluminio con acabado en pintura electrostática color Beige, al igual que el rack para el sistema de control (Denominado ISC) tal como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

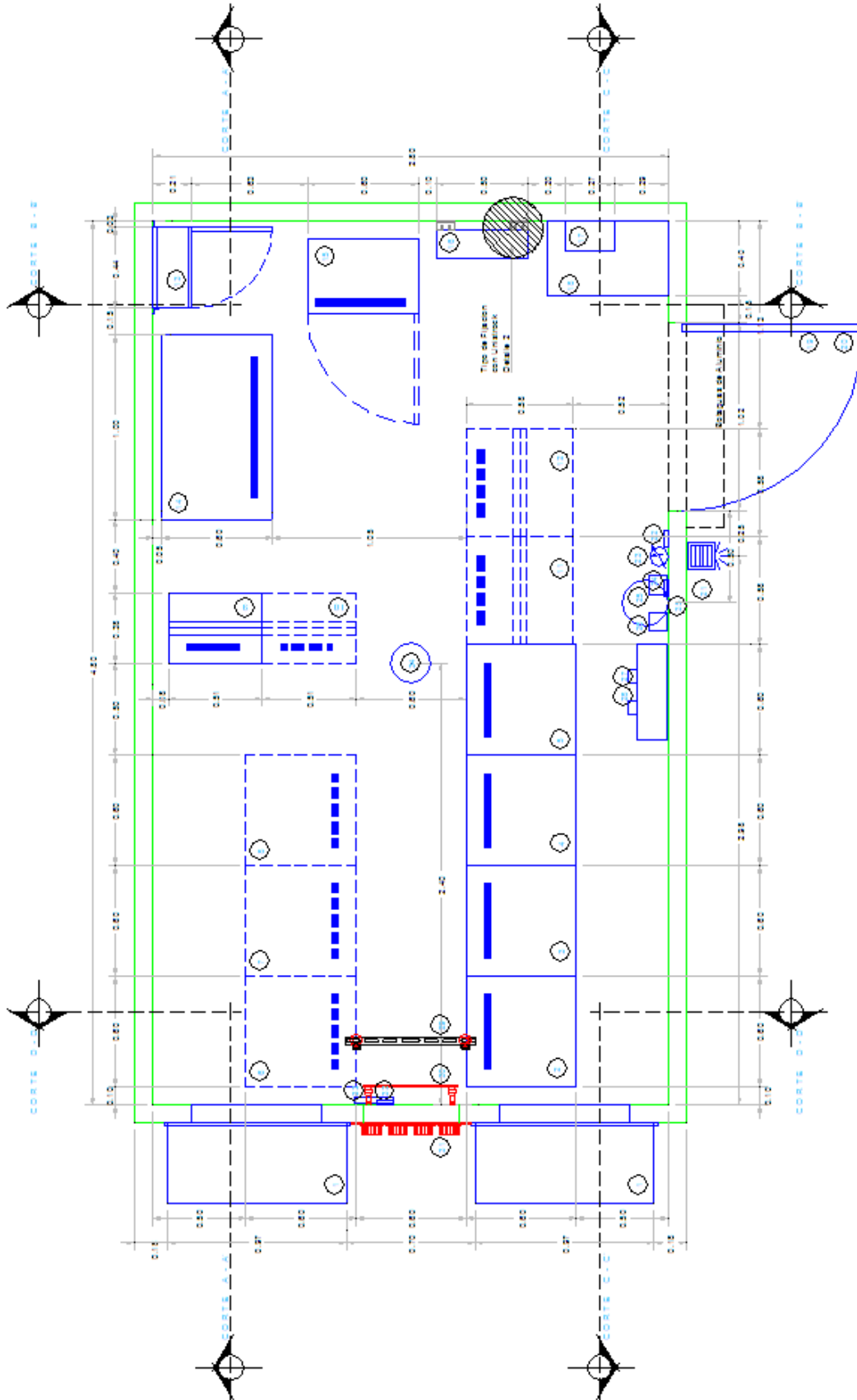


Vista frontal y posterior de EBTS Motorola *IDEN*

La configuración básica para un sitio de telefonía celular típico con tecnología *IDEN*® es la siguiente:

- 4 Racks de Radio (EBTS's), con capacidad inicial de 4 Br's
- 1 Rack de Control (ISC)
- Una Planta de fuerza en rack de 23" con banco de baterías
- Un centro de carga 30 posiciones mínimo con interruptor principal, supresor de picos e interruptor de transferencia de doble tiro.
- Acometida de líneas de transmisión mediante “portarrestor” móvil.

A continuación se presenta un layout de la distribución típica de los equipos dentro de un contenedor optimizado de acuerdo con la infraestructura más reciente (2005 V1).



Distribución de equipo y dimensiones de Shelter tradicional pre-fabricado 2005 V1 de 4.8 m de largo x 2.8 m de ancho x 2.8 m. de altura interiores y espesor de muro de 4in. (101 mm).

Características de diseño para contenedores (Shelters) y gabinetes estacionarios para tecnología celular y de radio, (Motorola IDEN[®]).

Comparativo de características Mecánicas de Contenedores de uso común:

Tipo de Contenedor	Nema 4	Corrosión	Blindaje	Resistencia al Izaje (2)	Estabilidad Estructural (3)	Peso Neto Estructural [Kg]	Peso Neto (Equipado) [Kg]
Estructural	SI	Moderada	Opcional (1)	Alta 2500 Kg/m ²	Excelente	2000 - 2500	3250 - 3750
Knock Down	SI	NO	NO	N/A	Buena	1500 - 2000	2750 - 3250
Under-ground	SI	NO	Ligero	Media 2000 Kg/m ²	Buena	1000 - 2000	2250 - 3250
Polimérico (PVC)	SI	NO	NO	Media 2000 Kg/m ²	Buena	1000 -1500	2250 - 2750

NOTAS:

- (1) El blindaje depende del nivel de protección requerido, puede ir desde resistencia de impactos a corta distancia para calibre .38 o similares.
- (2) Resistencia referida a la capacidad de carga combinada de estructura y piso.
- (3) Incluye la estabilidad debida a fuerzas de cuerpo y/o anclaje, y resistencia al viento.

Características Mecánicas de Gabinete Estacionario de Acero tipo Outdoor, actualmente instalado:

Tipo de Contenedor	Nema	Corrosión	Blindaje (1)	Resistencia combinada al Izaje (2)	Estabilidad Estructural (3)	Peso Neto Estructural [Kg]	Peso Neto (Equipado) [Kg]
Gabinete estacionario outdoor de lámina de acero Cal.14.	4	Moderada	ligero	1500 Kg/m ² aprox.	Excelente	1150 aprox.	2400

Definición del problema.

Como se mencionó anteriormente, ya se encuentran establecidas la mayor parte de requerimientos y especificaciones generales para el diseño de contenedores para sitios de telefonía celular. Así mismo se han marcado ciertas necesidades para mejorar y crear una nueva tecnología que además de satisfacer los requerimientos fundamentales de diseño, permita traer mayores beneficios no solo estructurales, sino de optimización, maniobrabilidad y crecimiento.

Por tal motivo el proceso de proyección y diseño se divide en tres etapas nombradas de acuerdo con las siglas del producto; *GAMO* (Gabinete Modular Out door), precedido del nombre que identifica cada fase basándose en información histórica durante el desarrollo del mismo, las cuales fueron: *Alpha* (Información preliminar), *Juliux* (Ajustes básicos) y *Sausage* (Ajustes de detalle).

Con base en lo anterior los problemas específicos por resolver fueron los siguientes:

Fase I. Preliminar – GAMO Alpha

- Cumplir con los requerimientos y especificaciones generales de diseño conforme a RFQ y normas ASTM y NEMA.
- El producto debe de ser capaz de albergar los de equipos de radio (EBTS) y control (ISC) en un espacio estructural mínimo y optimizado, permitiendo su montaje sobre sus propios racks o integrados al gabinete, fabricados y estandarizados de acuerdo con las normas correspondientes.
- El producto debe de ser de manejo ergonómico, fácil acceso y maniobrabilidad de equipos.

Fase II. Ajustes Básicos – GAMO Juliux

- El producto debe contar completamente con la característica estructural de su envoltente tipo gabinete mediante el conformado de hojas de lámina.
- El producto debe de ser capaz de albergar los de equipos de radio (EBTS) y control (ISC), sin modificar ni eliminar el montaje en su rack original, en un espacio mínimo y optimizado.
- Debe tener la altura mínima necesaria y preferentemente poder ser ensamblado en dos partes de tres módulos cada uno, la primera parte con capacidad de albergar 3 racks de tecnología de radio y la segunda con capacidad de alojar 1 rack de expansión de radio, 1 de control y 1 rack para planta de fuerza y banco de baterías.

Fase III. Ajustes de Detalle – GAMO “Sausage”

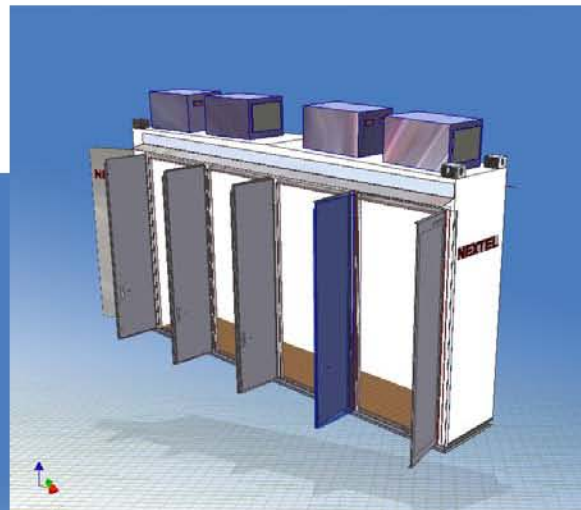
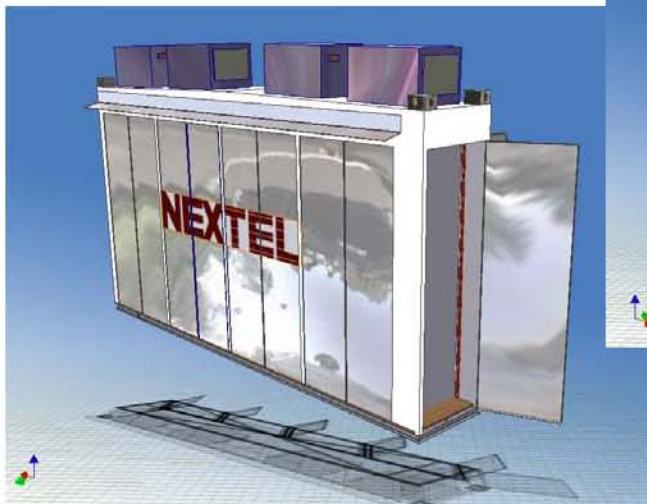
- Se define que el producto deberá solo contener la configuración base y debe de ser capaz de ser dividido y armado modularmente mediante el ensamble individual de cada bahía capaz de albergar 4 racks de 19 pulgadas, tres de ellos para albergar equipo de radio (BTS) y uno para control (ISC), así como un módulo con bahía especial de 23” para alojar el equipo de fuerza , con el fin de poder ser maniobrado e izado completo o en partes para su instalación en sitios con acceso complicado, sin sacrificar los requerimientos y especificaciones originales de diseño.
- El producto debe de ser capaz aceptar ampliaciones modulares lineales o esquinadas que permitan agregar equipo de expansión a futuro, con el fin de ampliar la capacidad sustentable de líneas disponibles, sin sacrificar especificaciones originales y avances en el diseño.

Síntesis, análisis y optimización durante la evolución del diseño.

Durante el proceso iterativo de proyección y diseño, se fueron desglosando y atacando cada una de las necesidades y problemas planteados en las fases anteriores. Esto permitió además de resolver las problemáticas y necesidades planteadas, mejorar sobre la marcha muchos aspectos que generalmente pasan desapercibidos, a través de la retroalimentación y colaboración conjunta del usuario final.

A continuación se presenta el resumen evolutivo de la propuesta y diseño originales hasta el resultado final del producto, a través de las fases de solución de problemáticas y necesidades planteadas.

Fase I. Preliminar – GAMO Alpha.

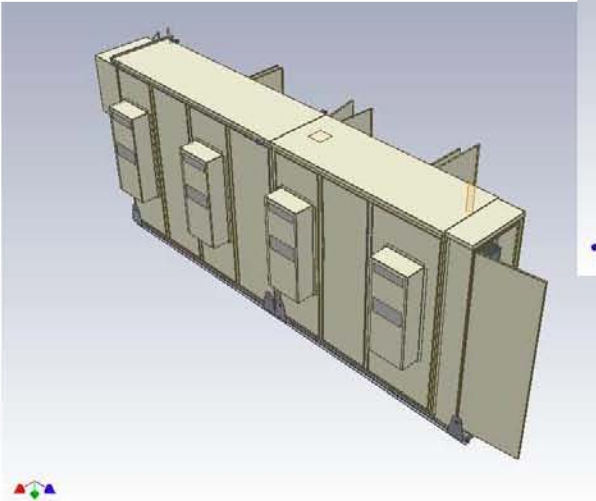


Proyección y propuesta inicial de contenedor para equipo RF, fuerza y control en su primera fase.

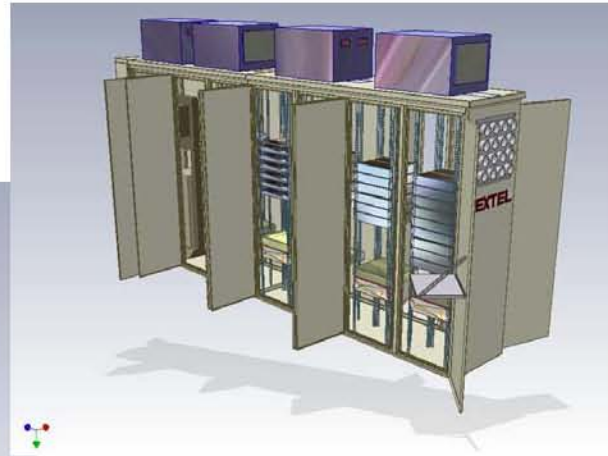
1. Construcción de armadura principal basada en perfil estructural de acero IPS, Montén y “L”.
2. Espesor de muro de 2 pulgadas, espumado con poliestireno de alta densidad para aumentar su capacidad termo-acústica. Forrado con lámina de aluminio “blanco Wash” Cal. 19.
3. Doble puerta frontal y posterior para un fácil acceso.
4. Sistema de Izaje de 4 puntos tipo contenedor marítimo.

5. Cuatro unidades de HVAC tipo “Top Mounted” sobre toldo, de 12,000 BTU’s cada una.

Fase II. Ajustes Básicos – GAMO Juliux



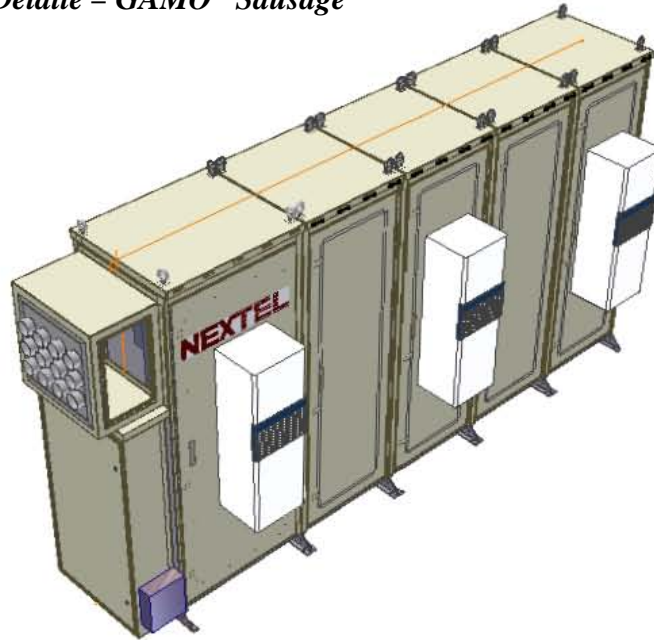
Fase II. Con unidades HVAC sobre puertas.



Fase II. Con unidades HVAC en toldo.

1. Fabricación a partir de lámina de aluminio 5052 H32 Cal. 10 (1/8” de espesor).
2. Integración de Racks de aluminio de 19” estandarizados.
3. Ensamble modular den dos partes de 3 bahías cada uno.
4. Izaje mediante orejas de carga montadas patines inferiores.
5. Opción de montaje de unidades HVAC de 12,000 Btu’s sobre puertas.

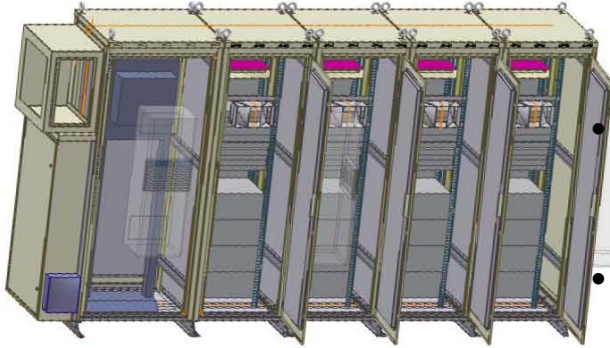
Fase III. Ajustes de Detalle – GAMO “Sausage”



Aspecto final en la última fase de diseño preliminar.
Gabinete Modular Outdoor

1. Intemperie Nema 4x
2. Fabricación a partir de lámina de Aluminio 5052H32 de 1/8" de espesor (Cal. 10)
3. Acabado en Beige Pintura Electroestática.
4. Logo NEXTEL frontal de 261 X 50 cm y laterales de 70 x 12.5 cm con material 3M garantía 5 años.
5. Acceso frontal y posterior para todos los módulos, excepto bahía de tablero.
6. Dimensiones:
 - Ancho: 800 mm
 - Largo: 5,920 mm (Incluyendo Bahía de portarrester)
 - Altura: 2,390 mm (Sin Incluir Patín).

7. Diseñado para ensamble modular unitario y posible ensamble en serie con módulo tipo.



- Configuración Inicial, 5 Bahías para tecnología y una adicional para fuerza, más gabinetes independientes para pasamuros y tablero principal.

- Bahías 1 a 4: Equipos de transmisión y control (10 puertas), en racks de 19".

- Bahía 5: Ubicación de planta de fuerza y tablero para controles de temperatura y regleta de alarmas, (2 puertas).

- Bahía lateral adicional: Aislada para alojamiento de Centro de Carga de hasta 40 posiciones.

DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE.

Una vez que se superaron las fases iterativas de diseño conceptual y quedaron aceptadas las soluciones propuestas a las problemáticas y necesidades planteadas por el cliente durante éste proceso (tales como factores de forma, resistencia estructural, accesibilidad, ergonomía y funcionabilidad principalmente), se procede a desarrollar el siguiente proceso de ingeniería básica⁵ para el diseño, cálculo y proyección de piezas y elementos estructurales tales como desarrollos de lámina, probetas y pruebas de manufactura y ensamble basados en el diseño conceptual final desarrollado en la última fase.

Una vez evaluadas y aprobadas internamente por los departamentos de ingeniería y producción, las muestras, probetas y pruebas de ensamble necesarias, se inicia la corrida de producción piloto para el conformado de las piezas necesarias.

Al mismo tiempo debe de ser generada la información necesaria para realizar las uniones y ensamblajes requeridos, tales como planos de ensamble, listas de materiales y ayudas visuales, lo cual en conjunto con la información para la instalación eléctrica y de fuerza así como de las memorias de cálculo desarrolladas, conformarán la parte de ingeniería de detalle⁵.

Conformado de lámina.

En la mayoría de los procesos para la proyección y concepción de productos basados en el doblado de lámina que son asistidos mediante el uso de software y computadoras (CAD), deben de ser considerados algunos elementos de diseño para el conformado de lámina de uso común en éstos sistemas. Las partes formadas en este proceso, deben de ser descritas en un mínimo de dos estados, el ajuste en desarrollo de lámina antes de doblar y la parte terminada en su estado conformado o doblado. Los procesos de manufactura se desempeñan en lámina plana antes de doblar la pieza hacia su forma final. Los barrenos y otras operaciones de punzonado incluyendo los estampados o embutidos son elaborados antes de doblar. La preparación del material base puede ser hechos manualmente o más comúnmente mediante máquinas CNC. Los altos volúmenes de producción pueden ser obtenidos mediante líneas de punzonado o troquelado progresivo donde se tiene una alimentación continua de material base. Para volúmenes bajos puede ser suficiente con troqueles convencionales o CNC para realizar las operaciones de corte y conformado necesarias.

En la mayoría de los diseños en lámina, la forma y dobleces finales son conocidos. Se puede crear una pieza doblada usando varias técnicas, una de las más elementales es a través de la adición de caras individuales, extensiones y otras operaciones de doblado para construir el estado final de la pieza terminada. La cara base es la primera operación

⁵ Debido a factores de confidencialidad tanto del autor intelectual como del usuario final y propietario del producto terminado, no se muestran en ésta sección detalles de construcción referentes a la ingeniería básica y de detalle para su construcción y manufactura. Sin embargo, sí se describe la información general técnica de su construcción y conformado con fines de consulta, uso y conocimiento de las capacidades del equipo para el usuario.

que será proyectada en un proceso de diseño de lámina, las operaciones consecuentes serán agregadas en calidad de dobleces en cada arista que se necesite y esté disponible.

Este proceso es de gran utilidad mediante el uso de software CAD con esta capacidad, ya que permite realizar y modificar en tiempo real la geometría y dimensiones deseadas para alcanzar el diseño final requerido. La mayoría de estos softwares son capaces de realizar automáticamente el desarrollo lineal de la lámina con la precisión y características necesarias para poder ser enviado a un sistema CAM y de CNC, o simplemente realizar las acotaciones necesarias para realizar manualmente los cortes y dobleces requeridos.

Cuando una lámina es sometida a proceso de conformado por doblez en una prensa, el material alrededor del área de doblez es deformado. El material que se encuentra en el interior del doblez es comprimido, y el material en el exterior es sometido a tensión. Esta deformación debe de ser tomada en cuenta cuando se calcule el desarrollo de la lámina a partir de la pieza doblada. El promedio de deformación presentada depende de cada material, el radio y ángulo de doblez así como el proceso y equipo de usado para conformar el material. Entre el espesor de la lámina existe un plano en donde el material ni se comprime ni se extiende. Si la localización de este plano es conocida, puede ser calculada la extensión lineal de la lámina para proyectar su desarrollo.

Para muchos materiales y procesos, la localización de este plano o eje neutro es conocida y puede ser expresada como un porcentaje del espesor de la lámina y medida a partir de la cara interior de la lámina con respecto al doblez. Este porcentaje es conocido como Factor K, (K_f)

La localización de esta fibra neutra será entonces:

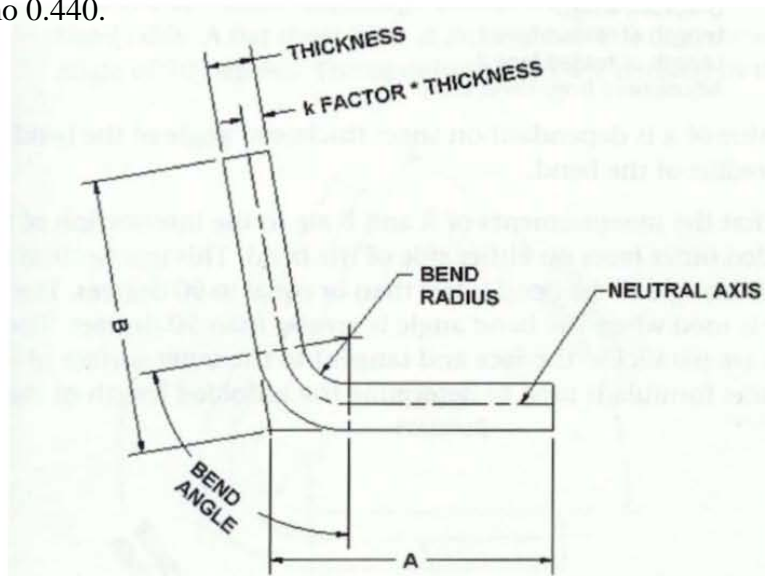
$$Fn = (K_f)(t)$$

Donde:

K_f = Factor K; $0 < K_f < 1$

t = Espesor del material.

Un valor aproximado y adecuado del factor K para muchos procesos y materiales puede ser tomado como 0.440.



Generalidades sobre la proyección y desarrollo del producto.

Durante el desarrollo del diseño conceptual, pero sobre todo durante el desarrollo de ingeniería básica y de detalle, se hace uso del Diseño Asistido por Computadora (CAD) para calcular los ensambles y todos los desarrollos de lámina necesarios para el conformado de las piezas necesarias. Este cálculo está basado en la información alimentada al software referente a las características geométricas del dado y condiciones geométricas necesarias en caso de poder ser enviadas a un sistema CAM y de punzonado CNC.

Las características y condiciones geométricas del dado son las siguientes:

Máquina: Dobladora tipo prensa de 45 Ton.
Bancada: 8 pies (2.45m aprox.)

Dado y matriz: Tipo cuello de ganso.
Altura: 300 mm
Radio: 1.6 mm.

El software utilizado para el diseño y cálculo de los desarrollos es un modelador sólido en 3D llamado Autodesk Inventor 8, el cual permite realizar el ensamble de todas las piezas para calcular la interferencia y geometría de los ensambles, el desarrollo de lámina para su proceso de corte es calculado geoméricamente mediante el factor K.

El factor K para calcular el desarrollo de la lámina puede ser estimado de la siguiente manera:

$$2\pi \left[\left(Br + Lo \left(\frac{t}{2} \right) \right) \left(\frac{Ba}{360} \right) \right]$$

Donde:

Br = Radio de doblez

Lo = Distancia lineal entre línea central de doblez y su tangente.

t = Espesor de la lámina.

Ba = Angulo de dobléz.

Documentación:

Después de realizar el proceso de desarrollo de ingeniería básica y de detalle para la manufactura y construcción del producto, se generó la información y documentación general del proceso de diseño, siendo parte de la información técnica para el usuario, resumiéndose y agrupándose en un total de cuatro secciones divididas de la siguiente manera:

- SECCION I. – Ficha técnica general.
- SECCION II. – Especificaciones técnicas.
- SECCION III. – Planos generales de construcción.
- ANEXOS. – Datos técnicos y manuales

Sección I. – Ficha técnica general.

Consta del resumen técnico de las especificaciones generales de construcción que deben cumplir con los requerimientos solicitados en la RFQ, tales como componentes principales, configuración y propiedades mecánicas de los principales materiales estructurales utilizados.

Sección II. – Especificaciones técnicas.

Consta de los reportes específicos de estructura, pintura y acabados, así como las memorias de cálculo realizadas tales como de resistencia al viento, distribución de esfuerzos estructurales de izaje y cálculo de masa. Estos reportes avalan de manera técnica y comercial el cumplimiento de los requerimientos solicitados.

Sección III. – Planos generales de construcción.

En esta sección se reúnen los planos de ensamble general, en donde se pueden observar dimensiones y características generales de construcción de acuerdo con lo solicitado en la RFQ correspondiente.

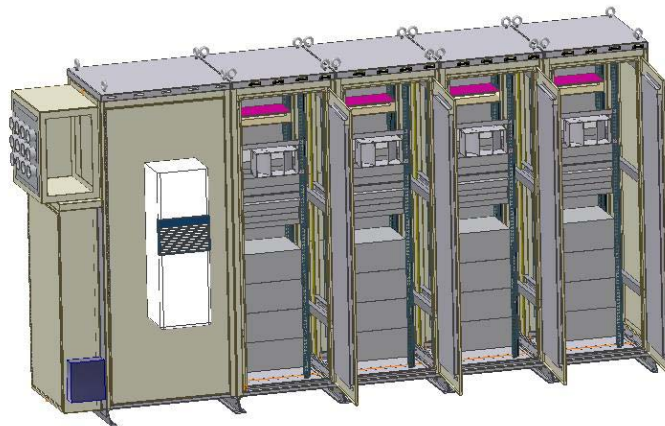
Anexos. – Datos técnicos y manuales.

Esta sección reúne los manuales de operación necesarios, tanto de mantenimiento y operación del producto terminado, como de cada uno de sus componentes tales como sistemas de Aire Acondicionado, alarmas y equipo de fuerza.



Sección. I

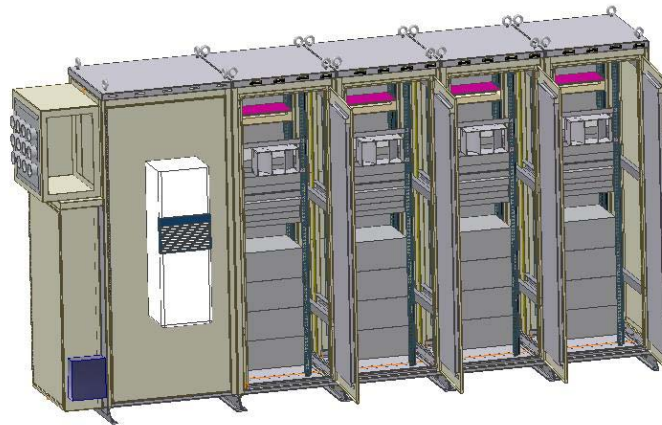
FICHA TÉCNICA GENERAL



GABINETE MODULAR OUTDOOR



FICHA TÉCNICA GENERAL



GABINETE MODULAR OUTDOOR

Caso práctico para albergar tecnología MOTOROLA IDEN en sitios celulares para dar servicio tipo “Trunking” de conexión directa inmediata en México, Sudamérica y E.U.



INDICE

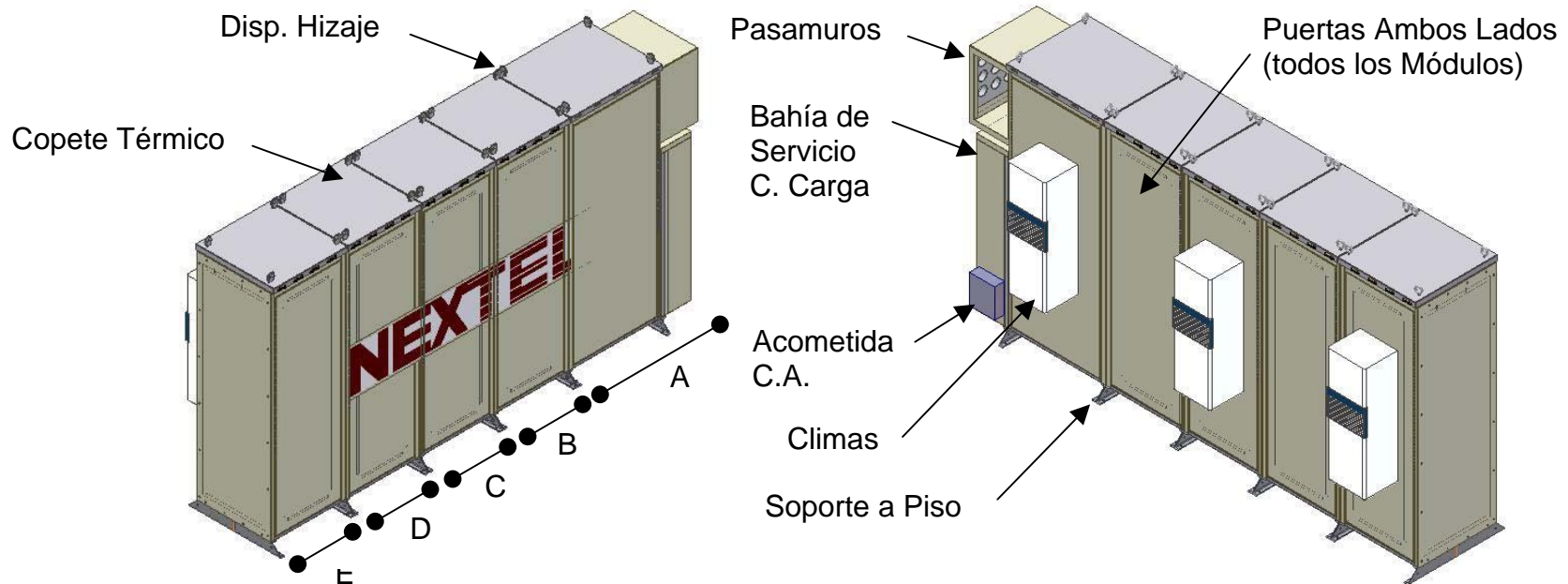
Propuesta de Gabinete Modular

- A1 - Gabinete Modular – Componentes
- A1b - Configuración Base
- A2 - Gabinete Modular – Especificaciones generales.
- A3 – Ficha técnica y características mecánicas.



INFRAESTRUCTURA NUEVA

A1- GABINETE MODULAR-COMPONENTES Y CONFIGURACIÓN BASE



LEYENDA:

- Modulo A – Fuerza, Baterías, Acometida C.A., Pasamuros y espacio para Supresor. (Módulos de Servicio)
- Modulo de Equipo de Transmisión Motorola (Sin Clima). (Módulo de tecnología, Control)
- Modulo de Equipo de Transmisión Motorola (Con Clima). (Módulo de tecnología, Radio)
- Modulo de Equipo de Transmisión Motorola (Sin Clima). (Módulo de tecnología, Radio)
- Modulo de Equipo de Transmisión Motorola (Con Clima). (Módulo de tecnología, Radio)

NOTA:

- Los Módulos del A al E son los mínimos requeridos para un sitio. En el módulo E se puede acoplar una expansión.
- En su interior se incluyen escalerillas, lámparas, alarmas, contactos, etc...

INFRAESTRUCTURA NUEVA

A2- GABINETE MODULAR-ESPECIFICACIONES

COMPONENTES Y DATOS GENERALES DE

<u>Componente</u>	<u>Tipo</u>	<u>Especificacion</u>	<u>Marcas</u>	<u>Observaciones</u>	<u>Notas</u>
Gabinete*	Aluminio Cal. 10 5052H32	5.5 x 0.8 x 2.35 mts	TPM	Con todos los Modulos	1
Climas	Ventana Vertical	12,000 Btu'´s	kooltronic	Incl. Controlador Digital	2
Puerta	Aluminio Cal. 10 5052H32		TPM	Bisagra Piano	3
Lamparas	C/Polvo 110 VAC	1 x 8W	Laiting	Por Modulo	4
Escalerillas	Tubular 1/12" x 3/8	Acero	TPM		5
Alarmas	Varios	Según Spec. Nextel	TPM	Alta/Baja Temp	6
Electricos	Tableros, Contactos		TPM		7
Tierras	Punto conexión Directa y Barras		TPM		8
Pasamuros	4 x 4	Acero	Valmont		9
Supresor	APEX Series		Transector	Proporciona Nextel	10
Antisismico	Aluminio	Angulo Al.	TPM		11

* Superficie Gabinete aprox. 4.4M²

Notas:

- Incluye pintura electrostática color arena. Interior de Gabinete con Forro Térmico.
- Marca de Climas kooltronic con controlador incluido Johnson Controls.
- Puertas con chapa de 3 puntos seguridad. Climas montados alternadamente en tres puertas.
- Se instalan dos lámparas por módulo marca Laiting de 8W.
- Escalerilla modular igual a la utilizada en Shelters. Montaje a todo lo largo del gabinete.
- Alarmas serán de alta/Baja temp. (Dayton), sensor de humo, puerta abierta. Incl. Tablero Panduit idéntico al usado en Shelters.
- Tableros según requerimientos Nextel.
- Barra de Tierra General Exterior/Interior y conectada a barras independientes en cada modulo.
- Pasamuros homologado por Nextel. Los cables provenientes de todos los módulos Motorola serán canalizados por la escalerilla hasta el pasamuros en el modulo "A".
- Supresor de picos marca Transector suministrado el cliente o usuario
- Se colocara un sistema antisísmico en cada modulo.



Clima "Kooltronic"



INFRAESTRUCTURA NUEVA

Características de Mecánicas del Gabinete:

- Intemperie Nema 4x
- Fabricación a partir de lámina de Aluminio 5052H32 de 1/8" de espesor (Cal. 10)
- Acabado en Beige Pintura Electroestática.
- Logo NEXTEL frontal y posterior de 700 X 135 mm y lateral de 800 x 154 mm con material 3M garantía 5 años.
- Acceso frontal y posterior para todos los módulos, excepto bahía de tablero.

• Dimensiones:

Ancho:	800 mm
Largo:	4,680 mm (Incluyendo Bahía de portarrester)
Altura:	2,390 mm (Sin Incluir Patín).
Altura del Patín:	4 in.
Altura del Angulo de Izaje:	4 in
Altura Total del Gabinete: (Patín + Angulo):	2,595 mm

- Diseñado para ensamble modular unitario y posible ensamble en serie con módulo tipo.

Configuración Inicial: 4 Bahías para transmisión más gabinetes independientes para pasamuros y tablero principal.

<i>Bahías 1 a 4:</i>	Equipos de transmisión y control (8 puertas, 4 frontales y 4 posteriores), en racks de 19".
<i>Bahía 5:</i>	Ubicación de planta de fuerza y tablero para controles de temperatura y regleta de alarmas, (2 puertas, 1 frontal y 1 posterior).

Bahía lateral adicional: Aislada para alojamiento de Centro de Carga de hasta 40 posiciones.

- Aislamiento interior de puertas y techo de Neopreno y Poliburbuja de aluminio para aislamiento térmico en paredes.

Resistencia Térmica Total: $R \geq 8$



INFRAESTRUCTURA NUEVA

- Protección de rayos directos en techo; mediante copete térmico ventilado a través convección natural por medio de louvers laterales. Poliburbuja de aluminio y PVC se adicionara en el interior.

Características de Acceso, Accesorios y Ensamble:

- Cuatro puertas frontales y posteriores de 578 X 2,375 mm (claro libre) para tener acceso a racks de RF.
Fabricación en lámina de aluminio Cal. 10 para puertas frontales.
Fabricación en lámina de aluminio Cal. 10 con perfiles internos de refuerzo para puertas posteriores (AA.)
- Una puerta frontal para acceso a planta de fuerza se encuentra ubicado en una sección adjunta al centro de carga con acceso frontal y posterior de 787 X 2375 mm (claro libre) facilitando el montaje de Rack para planta y de Baterías completo.
- Fabricación en lámina de aluminio Cal. 10 para puertas frontales.
- Fabricación en lámina de aluminio Cal. 10 con perfiles internos de refuerzo para puertas posteriores (AA.).
- Dos mesas de trabajo abatibles para LapTop.
- Dos papeleras verticales sobre puerta frontal.
- salida de líneas de Transmisión mediante caja para portarrester para pasamuros de 12 puertos.
- Opción de montaje de escalerilla Interna de para conducción de cables a lo largo del gabinete.
- Chapas de alta seguridad a base de mecanismo a tres puntos con chapa Southco.
- Bisagras en Acero Inoxidable de 0.060" de espesor en cada hoja, diámetro de perno de 3/16" y paso de 1".
- Sellado de Puertas a base de compresión de sello tipo bulbo lateral.



INFRAESTRUCTURA NUEVA

Características de Izaje y Estructura:

- Izaje individual mediante orejas superiores con una resistencia a la tensión de 5000 a 7000 Lbs.
- Posibilidad de Izaje en 2 secciones mediante montaje de ángulo superior y patín inferior para posibilidad de montaje sobre rejilla tipo Irving o plataforma de cemento.
- Cuatro tirantes internos de izaje transmiten la mayor parte del esfuerzo hacia el patín inferior con capacidad de carga combinada Total de 2.5 Ton.
- Prismas de izaje para el módulo de fuerza con insertos de acero inoxidable 304.
- Tapones de sellado para remoción de orejas de Izaje.
- Centro de carga se colocará dentro del módulo de alimentación y fuerza el cuál se encuentra aislado de los módulos restantes y se encuentra ubicado en el extremo derecho del gabinete.

- Peso de Unidades de HVAC c/u; 68.2 Kg.
- Peso estructural estimado del módulo tipo; 90 Kg. (Sin unidad de HVAC)
- Peso estimado para módulo de plata de fuerza; 105 Kg. (Sin unidad de HVAC)

•Peso Total estructural:

Gabinetes:	680.11 Kg.
Patines:	178.9 Kg.
Unidades HVAC, y C. de Carga:	219.6 Kg.
[TOTAL de estructura:	1078.7 Kg. Aprox.
Peso Aprox. En equipos:	1250 Kg.
PESO TOTAL DE GABINETE:	2328.7 kg.



INFRAESTRUCTURA NUEVA

Unidades de HVAC:

- 3 unidades de clima de 12,000 Btu's c/u serán montadas alternadamente sobre las puertas del gabinete. Para el sellado contra las puertas se agregará además del sello a compresión, sicaflex perimetral en cada uno de ellos.
- Voltaje de alimentación: 220 VCA- 60Hz
- Montaje: Ventana Vertical, Sobre Puertas.
- Peso: 68.2 Kg c/u.

Sistema Eléctrico y Servicios.

- Disponibilidad para Centro de Carga de 30 ó 40 Posiciones: NQOD30-AB21, NQOD42-AB22S, o NOQD-30AB225 mca. SquareD, Interruptor Termomagnético de 150 A 3Ø Mod. KAL-36-150, suministrado por TPM.
- Breakers de servicio Según los solicitados por Nextel de México.
- Acometida inferior de fuerza mediante tubo de 64 mm. En la bahía de servicio.
- Canaleta plástica ranurada Marca Panduit en color gris para cableado de fuerza y dispositivos.
- Cableado de todos los equipos de C.A. con cable mca. Condumex en el código de color que se indique.
- Contactos polarizados Marca Levitón 120 VCA, tipo GFI.
- Diez Lámparas Fluorescentes de 8W colocadas por pares en el interior del techo de cada módulo
Marca: Ligting.



INFRAESTRUCTURA NUEVA

Sistema de Alarmas Propuesto (Homologación Nextel):

- Regleta de Alarmas marca Panduit.
- Cableado de todos los equipos de alarmas con cable mca. Condumex.
- Sensores de apertura de puertas marca Hartmann en cada puerta de tecnología y servicio.
- Sensor de Humo, Marca: Kidde.
- Sensores de Temperatura (alta y baja), Marca: Dayton, (opcional).
- Cableado de Alarmas según requerimientos e indicaciones.

Integración de Equipo en Gabinete, incluye:

- Montaje del siguiente Equipo: Tablero de Distribución, Aires Acondicionados, charolas y canalizaciones para sistema de Alimentación, Iluminación, fuerza y alarmas, Alimentaciones e interconexiones de equipo de fuerza según diagrama unifilar o de instalación propuesto por el cliente.



INFRAESTRUCTURA NUEVA

Ventajas Técnicas:

El gabinete está diseñado y planeado para poder satisfacer necesidades de instalación en sitio ya que puede ser mejor ubicado no solo en azoteas, si no también, en lugares como estacionamientos y lugares con poco espacio debido a su ergonomía y dimensiones necesarias para contener solo el equipo requerido evitando los espacios “muertos” que generalmente se encuentran sin aprovechar dentro de los contenedores.

De acuerdo con lo anterior se pueden resumir las siguientes ventajas adicionales:

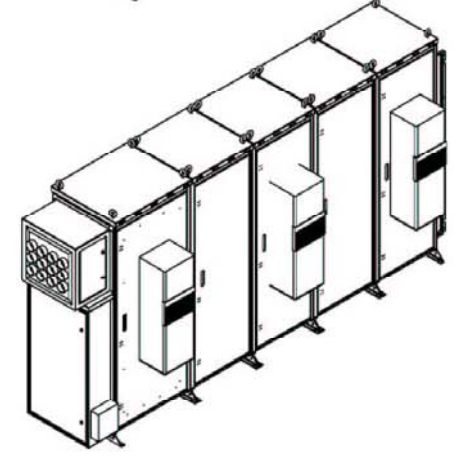
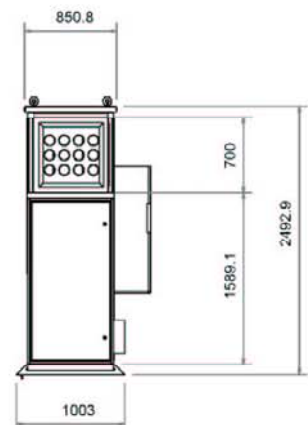
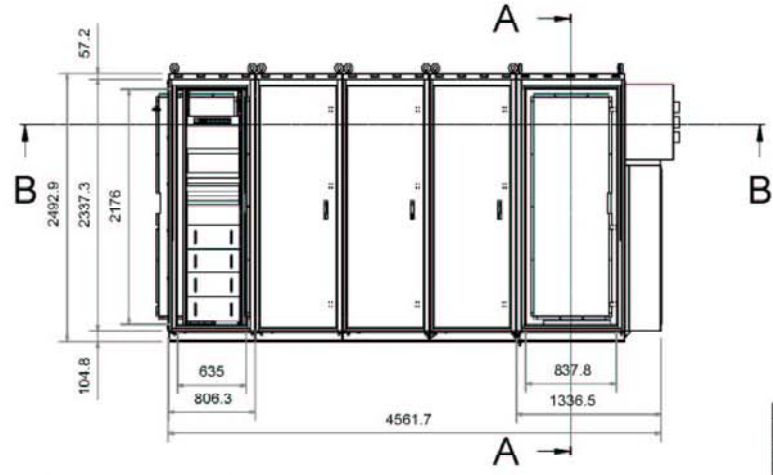
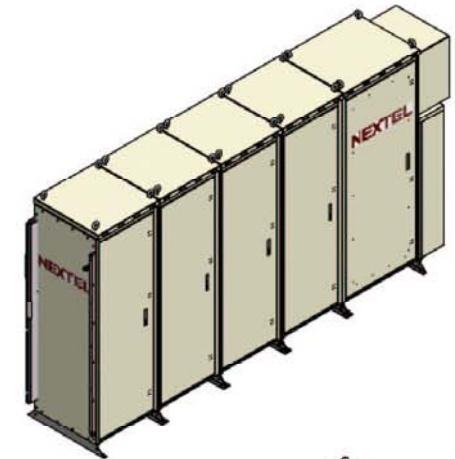
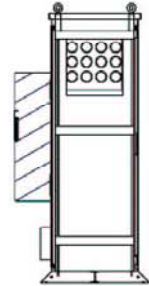
- Ergonomía y tamaño reducido.
- Posibilidad de reducir o expandir la capacidad en equipos debido a su modulación en línea.
- Su peso es por lo menos 30% menor con respecto al peso estructural de un Shelter tipo.
- Estanqueidad y hermeticidad para cubrir con la norma NEMA 4.
- Resistencia térmica combinada para asegurar una temperatura interna adecuada minimizando la transferencia de calor hacia el interior del gabinete.

INFRAESTRUCTURA NUEVA

B-B (1:50)



A-A (1:50)



NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

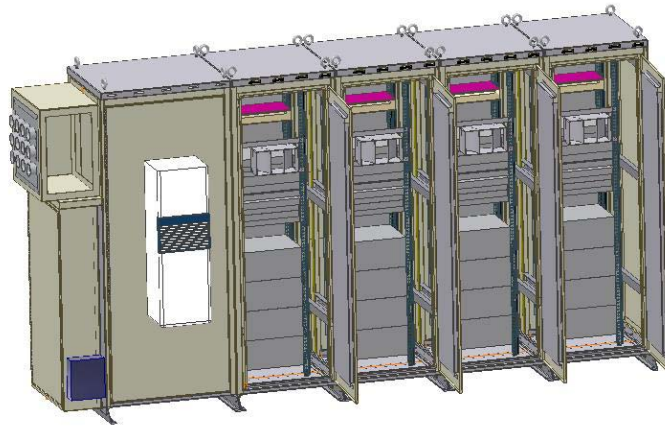
INGENIERIA DEL PRODUCTO				
REVISIONES				
NO.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	APROBADO
1				
2				
3				
4				

FLEXCOM CONSULTORES S.A de C.V. Av. Del Cristo No. 57 Tlalapartita Edo. de Mex. www.flexcom.com.mx Tel. (222) 55 72 94 95		TPM Construcciones	Telo Productos Mexicanos
DISEÑO: Ing. J.L.R.P. REVISOR: R.M.C.A.M.L. INGENIERO: ING. W.S.B. ESC: MM S.C.E.	FECHA: 12/08/04 FECHA: 12/08/04 FECHA: 12/28/04 ESCR: MM S.C.E.	MATERIAL: Varios COLOR: Electrostatica Beige ACUMULATIVA SOLO PARA USOS ESTRUCTURALES NO TESTEES	TOLERANCIA EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUE OTRAS FRAC. ± 1/10" AREA ± 0.30" TITULO: Outdoor Nextel Modificado 20/07/04 No. DEPARTAMENTO: 01 Ensamble OUTDOOR Modificado



Sección. II

ESPECIFICACIONES TECNICAS



GABINETE MODULAR OUTDOOR

CALCULO DE PESOS PARCIALES Y TOTALES
PROYECTO: Gabinete Modular Outdoor

CONCEPTO	UNIDADES	VOLUMEN UNITARIO	VOLUMEN TOTAL	DENSIDAD	PESO UNITARIO	PESO TOTAL
		(m3)	(m3)	(kg/m3)	(Kg)	(kg)
MONOCASCO DE ALUMINIO:						
POSTES	20	1.26E-03	0.0251	2700		67.77
TRAVESAÑOS CANAL C	24	3.87E-04	0.009288	2700		25.0776
TOLDO	5	2.88E-03	0.01438	2700		38.826
COPETE TÉRMICO	5	2.88E-03	0.01438	2700		38.826
PRISMAS DE IZAJE	20	3.87E-04	0.00774	2700		20.898
SOBREPISO	5	2.88E-03	0.01438	2700		38.826
						230.2236
ENSAMBLE MODULAR:						
PUERTA PERFILADA	10	9.36E-03	0.09359	2700		252.693
VARILLAS DE IZAJE	20	2.60E-04	0.0052	7850	2.041	40.82
TAPA TERMINAL	1	7.11E-03	0.007105	2700		19.1835
GABINETE PARA DE SERVICIO	1	8.07E-03	0.008067	2700		21.7809
CAJA PARA PORTARRESTOR	1	5.71E-03	0.00571	2700		15.417
HERRAJES Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN	1					100
						449.8944
PATINES:						
CANAL "C"	10	9.18E-04	0.00918	7850		72.063
TRAVESAÑO CENTRAL "IPS"	5	0.00145	0.00725	7850		56.9125
PLACAS DE REFUERZO				7850		50
						178.9755
ACCESORIOS:						
AIRES ACONDICIONADOS	3				68.2	204.6
CENTRO DE CARGA, INT. Y TRANSECTOR						15
						219.6
						PESO BRUTO ESTRUCT. 1078.6935
EQUIPO TELECOM:						
EBTS's	5				100	650
PLANTA DE FUERZA C/ Baterías	1					600
						PESO BRUTO EN EQUIPOS: 1250
						PESO BRUTO TOTAL GAB. 2328.6935

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTO TERMINADO.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO
REPORTE TÉCNICO DE ESTRUCTURA Y ENSAMBLE**

PRODUCTO: GABINETE MODULAR OUTDOOR
PROYECTO: GAMO "Sausage", Prototipo.
FECHA: 16/ MAR. /2005

De acuerdo con el diseño original basado en la información preliminar y requerimientos proporcionados por el cliente o usuario final de México, se genera el siguiente reporte de ensamble estructural y de materiales para la manufactura del prototipo de Gabinete Modular Outdoor.

1) ENVOLVENTE GENERAL:

La envolvente que forma el cuerpo del gabinete (tanto postes como paredes), está manufacturada a partir de lámina de aluminio cal. 10 (1/8" aprox.), conformada por la aleación 5052H32, bajo las siguientes características mecánicas:

- Aleación de aluminio con magnesio y bajo contenido de cromo. Esta aleación tiene propiedades mecánicas que permiten ser usadas en aplicaciones estructurales. Sus excelentes propiedades contra la corrosión marina la hacen ideal para el diseño de elementos que están sometidos a este tipo de acción. Sus principales aplicaciones son en fabricación de tanques de almacenamiento, en la industria del transporte terrestre y marítimo, etc.
- Temples :

Los temples para aleaciones no tratables térmicamente, se designan mediante la letra H y dos cifras, indicando la primera de ellas es empleada para describir su proceso de tratamiento y la segunda, el grado de endurecimiento en frío:

- a) Primer Sufijo, (3):
El material esta endurecido por reducción en frío y estabilizado por tratamiento térmico.
- b) Segundo Sufijo, (2):
Indica tres cuartos de dureza.

Propiedades físicas:

Peso específico:	2.70gr/cm ³ ,
Conductividad térmica:	25 / 0.53 cal.gr. /seg. /cm ² /cm de espesor / C.,
Coefficiente de dilatación térmica:	0.0000239 C (20 a 100 C).
Modulo de elasticidad:	7030 kg/mm ²
Normas ASTM:	ANSI H35.1-1-1997

2) PISO:

La estructura del piso del Gabinete se encuentra conformada por un sobrepiso de aluminio que se encuentra unido al monocasco que forma la estructura de la envolvente principal la cual se encuentra anclada a una base o patín armado conformado de acero estructural A36 ensamblado de la siguiente manera:

- Vista de planta formada por una estructura "H".
- Dos perfiles paralelos canal "C" de 4" de peralte en el alma y 1 5/8" de ancho en patín, con sección transversal tipo "IPR", en acero A36.
- Un travesaño central de perfil IPS de 4" de peralte, en acero A36.
- Refuerzo con placa de 3/16", en zona indicada para soportar equipo y recibir fijaciones del mismo.
- Ensamble con soldadura MIG de alta resistencia, 70,000 lb/in² a la tensión aprox.
- Resistencia total combinada en zona reforzada y de izaje de 2,500 Kg./m² y en zona de armadura 1,200 Kg/m², aprox.
- Protección de patines mediante galvanizado por inmersión en caliente.
- Anclaje a piso mediante tornillo espárrago de 3/8" galvanizado o tropicalizado en caso de fijación sobre rejilla Irving o placa de acero; para anclaje sobre plancha de concreto puede utilizarse taquetes Hilti o Anclo de 3/8".
- Aislamiento a plancha mediante láminas hechas de un material compuesto a base de Fibra de virio reforzado con Poliéster termo fijo, que proporciona altas propiedades mecánicas, dieléctricas y de retardo a la flama certificadas por normas UL y ASME. (Ver ficha técnica en anexos).

3) TECHO:

La estructura del techo del gabinete se encuentra conformada por un toldo interior y un copete térmico superior:

- Copete térmico sobrepuesto y soldado al monocasco del gabinete con altura de 2" y ventilado por convección natural mediante Louvers laterales, manufacturado en lámina de aluminio 5052H32 de 1/8" de espesor.
- El toldo interior conforma la parte superior del monocasco con recibidores para prismas de izaje.
- Cuatro Prismas de Izaje de 2"x2"x6" soldados a los postes y toldo inferior del monocasco mediante soldadura MIG y TIG de alta resistencia, 40,000 lb/in² a la tensión aprox.
- Seis barrenos de 1/8" (tres por lado, frontal y posterior) para hacer la función de drenes de desagüe en caso de penetración de agua dentro del copete térmico.
- Resistencia permisible aproximada de 100 Kg/m² para el toldo exterior.
- Ensamble con soldadura MIG y TIG de alta resistencia.

4) PUERTAS:

La estructura de las puertas del gabinete está conformada a partir de aleación 5052H32 de lámina de aluminio Cal. 10, reforzado y aislado térmicamente de la siguiente manera:

- Puertas perfiladas con ceja perimetral de 19mm.
- Omega central de refuerzo .
- Perfil "L" de aluminio para enmarcar y reforzar puertas de Aires Acondicionados.
- Aislante térmico a base de PVC o Neopreno de 1/2" de espesor entre Omega de refuerzo y cuerpo de puerta como aislante térmico, $R \approx 2$.
- Bisagra de alta resistencia de Acero inoxidable con perno de 3/16".
- Brazo mecánico para aseguramiento de puerta abierta.

5) ESPECIFICACIONES NEMA:

El gabinete se encuentra diseñado bajo especificaciones y requerimientos de Nextel de México para asegurar la hermeticidad y estanqueidad necesarios:

- Diseño para cumplir con categoría NEMA 4x.
- Cuellos de estanqueidad en puertas y unión modular para desahogar cualquier posible penetración de agua.
- Sellado mediante Bulbo de Neopreno de alta duración con alma de acero sobre perfil de marco en puertas y de alta adherencia tipo “media caña” para unión entre módulos.
- Sellado en ranuras y juntas de unión mecánica mediante Uretano color blanco en la sección de pasamuros y negro en juntas de toldo y tapones de Izaje.

6) PROTECCIÓN TÉRMICA:

El gabinete cuenta con un conjunto de capas y características estructurales que permiten aislar la radiación solar y temperatura del ambiente exterior, permitiendo a su vez mantener una temperatura interna adecuada para el óptimo funcionamiento de los equipos, entre los aislantes especificados se encuentran los siguientes:

- Copete térmico ventilado por convección natural con cama de aire de 2”.
- PVC de ½ in. de espesor y Poliburbuja de aluminio.
- Resistencia térmica total $R \approx 8$.

7) SOLDADURA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN:

Soldadura para envoltente de aluminio.

El proceso de soldadura utilizado es el de MIG (Micro-alambre) para todos aquellos ensambles y uniones que requieran mayor velocidad y menor precisión en su aplicación, así como también no requieran de un excelente acabado, como es el caso de las uniones interiores y en el sistema de prismas para izaje.

Se utiliza proceso TIG para todas aquellas uniones exteriores que requieren una excelente presentación y acabado sin sacrificar resistencia a través de cordones perimetrales de amplia longitud en todos los ensambles entre piezas exteriores, tales como unión de toldo, postes y acabados en puertas.

El tipo de soldadura utilizada es el siguiente de acuerdo con las especificaciones del proveedor:

Proveedor: INFRA Electrodo.

Soldadura MIG:

MIG AW 4043 (ER 4043), 0.035 in.
Aluminio al silicio.
Resistencia mínima a la tensión: 40,000 Lbs/in².

Características:

Producción de alta velocidad, perfecta calibración, encarretado hilo a hilo, limpieza, facilidad de liga con aleaciones comerciales, gas argón puro o mezclas base argón. Utiliza C.D.

Usos y aplicaciones:

Proceso MIG/MAG. Construcción de tuberías, válvulas, coples y conexiones. Industria papelera, pailera, estructuras ornamentales y artísticas, automotriz, hulera y fundidora.

Soldadura TIG:

TIG 4043 (ER4043), 1/8 in.
Aluminio al silicio.
Resistencia mínima a la tensión: 40,000 Lbs/in².

Características:

Alta fluidez del metal de aporte y facilidad de liga con varias aleaciones comerciales. Utiliza C.A. A.F. continua.

Usos y aplicaciones:

Proceso TIG/TAG. Construcción de tuberías, válvulas, coples y conexiones, intercambiadores de calor, comestibles, lácteos y cítricos.

Soldadura para patines de carga y anclaje:

Se utiliza proceso MIG en la unión de perfiles y elementos estructurales en patines, bajo las siguientes características según el proveedor:

Proveedor: INFRA Electrodo.

Soldadura: MIG ER 70S-6, 0.035 in.
Resistencia mínima a la tensión: 70,000 Lbs/in²

Características:

Alta productividad, alta calidad metalúrgica del depósito por su mayor contenido de manganeso. Atmósfera protectora de CO₂ o mezclas. Utiliza C.D y P.I.

Usos y aplicaciones:

Procesos MIG-MAG para aceros al carbono. Construcción en general, automotriz, carrocería, estructural, pailera, muebles metálicos, trabajos en serie, herrería, tuberías y tanques.

Composición química del micro alambre para proceso MIG en acero:

Composición química del microalambre

CLASIFICACION AWS	GAS DE PROTECCION	RESISTENCIA A LA TENSION KSI (MPa)	LIMITE ELASTICO KSI (MPa)	% ESTIRAMIENTO MINIMO EN 2 Pulgs.	RESISTENCIA AL IMPACTO MINIMO EN Joules a °C	COMPOSICIÓN QUÍMICA										
						C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Ni	Mo	Cu	Otros
ER70S-2	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	27 a -29°C	0.07	0.90-1.40	0.40-0.70	0.025	0.035	---	---	---	---	0.50	Ti-Zr, Al
ER70S-3	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	27 > - 18°C	0.06-0.15	0.90-1.40	0.45-0.70	0.025	0.035	---	---	---	---	0.50	---
ER70S-4	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	---	0.07-0.15	1.00-1.50	0.65-0.85	0.025	0.035	---	---	---	---	0.50	---
ER70S-5	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	---	0.07-0.19	0.90-1.40	0.30-0.60	0.025	0.035	---	---	---	---	0.50	Al
ER70S-6	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	27 - 29°C	0.07-0.15	1.40-1.85	0.80-1.15	0.025	0.035	---	---	---	---	0.50	---
ER70S-7	CO2 ó mezclas	72(500)	60(420)	22	27 - 29°C	0.07-0.15	1.50-2.00	0.50-0.80	0.025	0.035	0.15	---	---	0.40-0.60	0.50	---

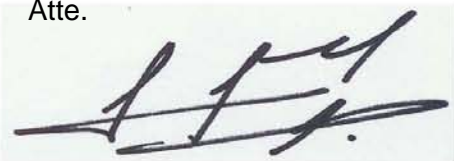
Elementos de fijación mecánica:

La tornillería utilizada para fijar internamente los elementos estructurales tales como escalerillas y tirantes antisísmicos es de tipo comercial con longitud y cuerda UNC requeridos en cada caso y tienen acabado tropicalizado amarillo y galvanizado electrolítico para la fijación de equipos a piso, a excepción de los elementos de unión modular que constan del conjunto de tornillo hexagonal de acero inoxidable 5/16 in. -18 UNC x 1 ¼ in. de longitud, arandela plana y tuerca de seguridad para 5/16 in. ambas en acero inoxidable.

Las bases o patines fueron sometidos a proceso de galvanizado por inmersión en caliente presentando una buena estabilidad dimensional y estructural después del acabado con un espesor de película protectora mínima de 0.020 in.

Sin otro particular por el momento y en espera de que la información aquí presentada sea de su interés, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atte.



José Luis Rodríguez Picazo.
Departamento de Ingeniería y Desarrollo

**REPORTE TÉCNICO PRELIMINAR DE PRODUCTO TERMINADO.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO
REPORTE TÉCNICO DE PINTURA**

PRODUCTO: GABINETE MODULAR OUTDOOR.
PROYECTO: GAMO "Sausage", Prototipo.
FECHA: 16/ MAR. /2005

De acuerdo con el diseño original basado en la información preliminar y requerimientos proporcionados por Nextel de México, se genera el siguiente reporte de propiedades mecánicas y de acabado (pintura) para el Prototipo Outdoor Nextel.

- **Pintura Electroestática (Horneada)**

El Gabinete cuenta con un recubrimiento exterior a base de pintura electroestática (exterior e interior), cuyo tono de color es RAL 1015 49/15320.

Las características técnicas y pruebas mecánicas son las siguientes:

Norma:	Especificación:	Resultado:
	Granulometría (micrones).	34 + - 4 Dif. Laser
ASTM D-792	Gravedad específica	1.2 – 1.8
ASTM D-1186	Espesor (Milésimas)	2.5 – 3.5
ASTM D-523	Brillo (% @ 60 °)	Mayor 90
ASTM D-3363	DUREZA DE LAPIZ	2H A 3H
ASTM D-2794	RESISTENCIA AL IMPACTO	80 LB/IN–Sin fractura
ASTM D-3359	ADHERENCIA	5B PASA
ASTM D-522	MANDRIL CONICO DE 1/4"	NO HAY FRACTURA
ASTM B-117	CAMARA SALINA	500 HORAS
ASTM D-2247	HUMEDAD	500 HORAS

Intemperismo acelerado a 800 horas de exposición, no hay cambio de tono sólo ligera pérdida de brillo.

ASTM D-2248 PRUEBA DE DETERGENTE **EXCELENTE A 100 H**

Excelente resistencia a solventes químicos, álcalis, aceites y solventes a temperatura ambiente.

ESPESOR de 3.0 a 3.9 MILESIMAS DE PULGADA REQUERIDOS POR ESPECIFICACIÓN, PASA DE ACUERDO CON LA PRUEBA CORRESPONDIENTE, CONFORME A LIMITE SUPERIOR.

Las presentes pruebas fueron realizadas y avaladas por proveedores especializados en aplicación de pintura electrostática horneada, algunas de las pruebas fueron certificadas por los laboratorios de aplicación de pintura y acabados de Mercedes Benz México basados en las normas ASTM para corroborar las especificaciones técnicas del fabricante, las cuales se anexan al presente reporte. (Ver manual de aplicación y ficha técnica de pintura en polvo en la sección de anexos)

Sin otro particular por el momento y en espera de que la información aquí presentada sea de su interés, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.



Atte.

José Luis Rodríguez Picazo.
Departamento de Ingeniería y Desarrollo

Ficha técnica original de caracterización para la pintura en polvo utilizada.

Material Safety Data Sheet

Acc. To ISO/DIS 11014

Printing date: February 1, 2005 Reviewed date: May 25, 2000

CANADA/USA Page 1 of 1

1. IDENTIFICATION OF SUBSTANCE

Product description: Powder Coating (outdoor application)
Trade Name: Polyester/TGIC
Article number: 49/15320
Manufacturer/Supplier:
Tiger Drylac U.S.A. Inc.
1251 East Belmont Street
Ontario, CA 91761
Information department: Tel: 1(888) 332-3865 or 1(800) 243-8148
Contact – QC Assistant/Scheduler

2. COMPOSITION/DATA ON COMPONENTS

Chemical characterization

Description:

Mixture of the substances listed below with non-hazardous additions.

Dangerous components:

TGIC 0-6%
TITANIUM DIOXIDE 0-30%
BARIUM SULPHATE 0-30%

3. HAZARDOUS IDENTIFICATION

Hazard description Harmful, irritant

Information pertaining to particular danger for man and environment

Harmful by inhalation and if swallowed
May cause sensitization by inhalation and skin contact

Classification system

Classification was made according to the latest editions of international substances lists, and expanded upon from company and literature data

NFPA ratings (scale 0-4)

Health = 1
Fire = 1
Reactivity = 0

4. FIRST AID MEASURES

- . **After inhalation**
Supply fresh air and to be sure call for a doctor
- . **After skin contact**
Generally the product does not irritate the skin
- . **After eye contact**
Rinse opened eye for several minutes under running water
- . **After swallowing**
Rinse mouth out and then drink plenty of water
If symptoms persist consult doctor
Material Safety Data Sheet
Acc. To ISO/DIS 11014
Printing date: February 1, 2005 Reviewed date: May 25, 2000
CANADA/USA Page 2 of 2

TRADE NAME: POLYESTER/TGIC POWDER COATING

5. FIRE FIGHTING MEASURES

- . **Suitable extinguishing agents**
Use CO₂, extinguishing powder or water spray. Fight larger fires with water spray or alcohol resistant foam.
- . **Protective equipment**
Wear self-contained respiratory device

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

- . **Person-related safety precautions**
Ensure adequate ventilation
- . **Measures for environmental protection**
Do not allow to enter sewer/surface or ground water
- . **Measures for cleaning/collecting**
Pick up mechanically. Dispose contaminated material as waste according to item 13

7. HANDLING AND STORAGE

Handling

Information for safe handling

Prevent formation of dust
Ensure good ventilation/exhaustion at the workplace

Information about protection against explosions and fires –

Dust can combine with air to form an explosive mixture

Storage

Requirements to be met by storerooms and receptacles

Store in cool, dry place, in tightly closed container.

Storage temperature not to exceed 25 °F/77 °C to ensure product quality. Shelf life of the product at that temperature up to 2 years, after that the performance of the product will deteriorate.

Protect from heat and direct sunlight. Protect from humidity and water.

Information about storage in one common storage facility

Not required

8. EXPOSURE CONTROLS AND PERSONAL PROTECTION

Additional information about design of technical systems

No further data; see item 7

Components with limited values that require monitoring at the workplace

The product does not contain any relevant quantities of materials with critical values that have to be monitored at the workplace.

Additional information

The lists that were valid during the creation were used as basis.

Personal protective equipment

General protective and hygienic measures

Keep away from foodstuffs, beverages and feed.
Wash hands before breaks and at the end of work.
The usual.

Precautionary measures for handling chemicals should be followed.

Breathing equipment

In case of brief exposure or low pollution use respiratory filter device. In case of intensive or longer exposure use respiratory protective device that is independent of circulating air.

Protection of hands: Not required

Eye protection: Not required

Material Safety Data Sheet
Acc. To ISO/DIS 11014
Printing date: February 1, 2005 Reviewed date: May 25, 2000
CANADA/USA Page 3 of 3
TRADE NAME: POLYESTER TGIC POWDER COATING

9. Physical and chemical properties

Form

Solid, finely divided powder

Colour

According to product specifications

Odour

Nearly odourless

Change in condition

Melting point/range

70-80 C / 158-176 F

Boiling point/range

Not applicable

Flash point

Not applicable

Auto igniting

Product is not self-igniting

Danger of explosion

Product does not normally present an explosive hazard. However, dust can combine with air to form an explosive mixture if it comes in contact with a source of ignition.

LOWER EXPLOSION LIMIT: 15 g/m³
UPPER EXPLOSION LIMIT: 50 g/m³

- . **Density:** 1.4g/cm³ – 1.7 g/cm³
- . **Solubility in/miscibility with water**
Not miscible or difficult to mix
- . **Solvent content**
Organic solvents – 0.0%
Solids content – 100%

10. STABILITY AND REACTIVITY

Thermal decomposition/conditions to be avoided

No decomposition if used according to specifications

. **Dangerous reactions**

No dangerous reactions known

. **Dangerous products of decomposition**

No dangerous decomposition products known

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Primary irritant effect

On the skin – No irritant effect
On the eye – No irritant effect

Sensitization

Sensitization possible through inhalation
Sensitization possible through skin contact

Additional toxicological information

The product shows the following danger according to internally approved calculation methods for preparations.

Harmful
Irritant

Material Safety Data Sheet
Acc. To ISO/DIS 11014

Printing date: February 1, 2005 Reviewed date: May 25, 2000

CANADA/USA Page 4 of 4

**TRADE NAME: POLYESTER TGIC POWDER
COATING**

12. ECOLOGICAL INFORMATION

General notes

Water hazard class 1 (self-assessment): slightly hazardous for water

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Product

Recommendations

Must not be disposed of together with household garbage. Do not allow product to reach sewage systems.

Uncleaned packaging

Recommendations

Disposal must be made according to official regulations

14. TRANSPORTATION INFORMATION

DOT regulations

Hazard class

Non Regulated

Maritime transportation IMDG

Marine pollutant

No

15. REGULATIONS

Product related hazard information

The product has been classified and marked in accordance with directives on hazardous materials

Hazard symbols

Harmful

Hazard-determining components of labeling

TGIC

Risk phrases

Harmful by inhalation and if swallowed
May cause sensitization by inhalation and skin contact

Safety phrases

Keep out of the reach of children
Keep container dry
Keep container in a well ventilated place
Keep away from food, drink, and animal feed
Do not breathe gas/fumes/vapour/spray
If swallowed, seek medical advise immediately and show this container or label

Material Safety Data Sheet
Acc. To ISO/DIS 11014
Printing date: February 1, 2005 Reviewed date: May 25, 2000
CANADA/USA Page 5 of 5
TRADE NAME: POLYESTER TGIC POWDER COATING

16. OTHER INFORMATION

This information is based on our present knowledge. However, this shall not constitute a guarantee for any specific product features and shall not establish a legally valid contractual relationship.

Pure, concentrated TGIC is toxic to humans. At the concentrations TGIC is found in Tiger Drylac powder coatings, it is not toxic and only contributes to nuisance dust. Users of TGIC containing powder coatings should be aware that such coatings could cause contact dermatitis or short term, asthma like symptoms in sensitive persons. The European Union regulates pure TGIC under its environment annex as a substance with potential reproductive effects.

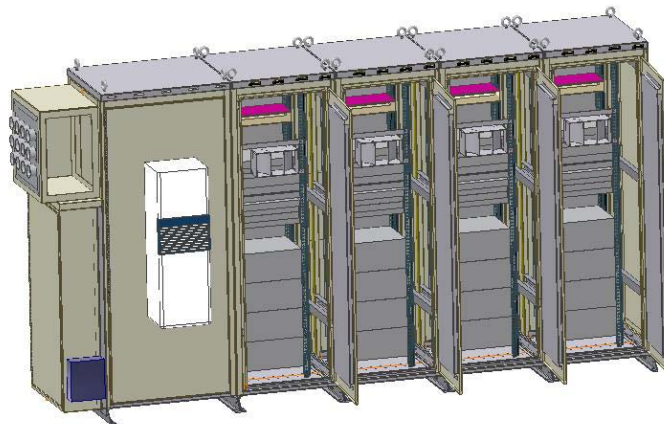
WARNING: This product contains chemical(s) known by the State of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.



Sección II - A

Cálculos estructurales básicos:

- Cálculo de varillas de izaje.
- Estimación de resistencia estática al viento.
- Distribución estructural de esfuerzos estáticos.



GABINETE MODULAR OUTDOOR

Cálculo de resistencia al viento, según especificaciones requeridas para Gabinete Modular Outdoor, (GAMO “Sausage”)

Se tomaron en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

1) Velocidad del viento.

Velocidad de seguridad para condición de viento = 120 m.p.h. (193 Km/hr)

2) Angulo de incidencia.

Se considera que el ángulo de ataque del fluido (viento) sobre las áreas proyectadas del Gabinete Modular Outdoor será igual a cero (0°). (Perpendicular a la superficie más amplia).

3) Aspecto Dinámico:

- a. Se considera un coeficiente de presiones (C_p), debido a que se considera como condición crítica que la parte inferior del gabinete se encuentre obstruida o sin claro aparente que limite la circulación del viento por la parte inferior del gabinete y que puede originar una succión en dirección positiva (hacia arriba).

El coeficiente de presiones (C_p) considerado es igual a 0.6, obtenido a partir de factores de forma en el túnel de viento.

- b. Se considera un coeficiente de arrastre experimental (C_D), obtenido de factores de forma en el túnel de viento.

El coeficiente de arrastre C_D para una sección rectangular es igual a 2. Esta se ocupará como coeficiente en condición crítica de ataque de viento sobre el área proyectada frontal de los gabinetes.

Nota:

La metodología de cálculo así como los valores experimentales de presión y arrastre aquí mostrados, se basaron en un estudio previo “tipo” realizado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IEE) de resistencia al viento para gabinetes y contenedores, siendo coherente con la teoría basada en mecánica de fluidos para este tipo de estudios.

El estudio aquí presentado está análogamente basado en ésta metodología.

4) Formulación:

a) Fuerza de arrastre:

$$F_D = 1/2\rho V^2 AC_D$$

Donde:

ρ = Densidad del aire al nivel del mar = 1.225 Kg./m³

V^2 = Velocidad del viento en m/s.

A = Superficie de incidencia del fluido sobre el cuerpo.

C_D = Coeficiente de arrastre.

b) Fuerza de succión:

$$F_p = 1/2\rho V^2 AC_p$$

Donde:

C_p = Coeficiente de presiones para sustentación.

5) Datos:

ρ = 1.225 Kg./m³

V^2 = 120 m.p.h. = 193 Km/hr. = 53.6 m/s

A = Dependiendo de la superficie.

C_D = 2.

C_p = 0.6

6) Cálculos:

I. Fuerzas de arrastre y succión para gabinetes:

A = Área proyectada del gabinete = 11.3 m²

A_p = Área Proyectada para succión = 3.76 m²

C_D = 2

C_p = 0.6

a. Fuerza de arrastre del gabinete. (F_{DG})

$$F_{DG} = \frac{1}{2}(1.225)(53.6)^2(11.3)(2)$$

$$F_{DG} = \frac{1}{2}(79,537.9)$$

$$F_{DG} = 39,768.9[N]$$

$$F_{DG} = 4053.92g_f$$

b. Fuerza de succión del gabinete. (F_{PG})

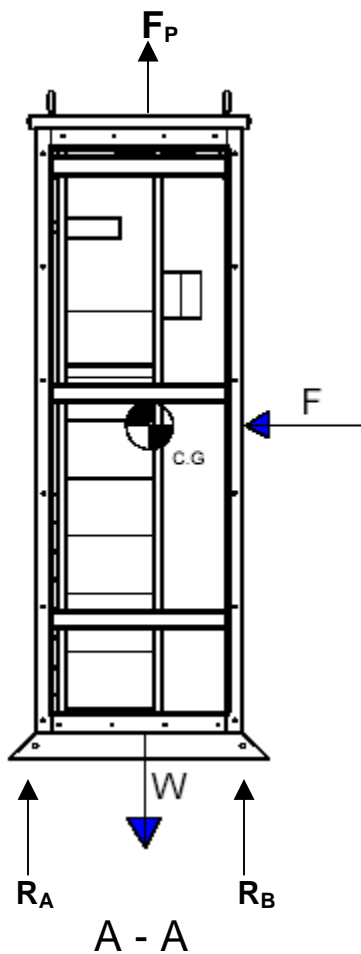
$$F_{PG} = \frac{1}{2}(1.225)(53.6)^2(3.76)(0.6)$$

$$F_{PG} = 3,969.9[N]$$

$$F_{PG} = 404.7 Kg_f$$

7) Análisis Estático:

Sustituyendo Fuerzas en el D.C.L.

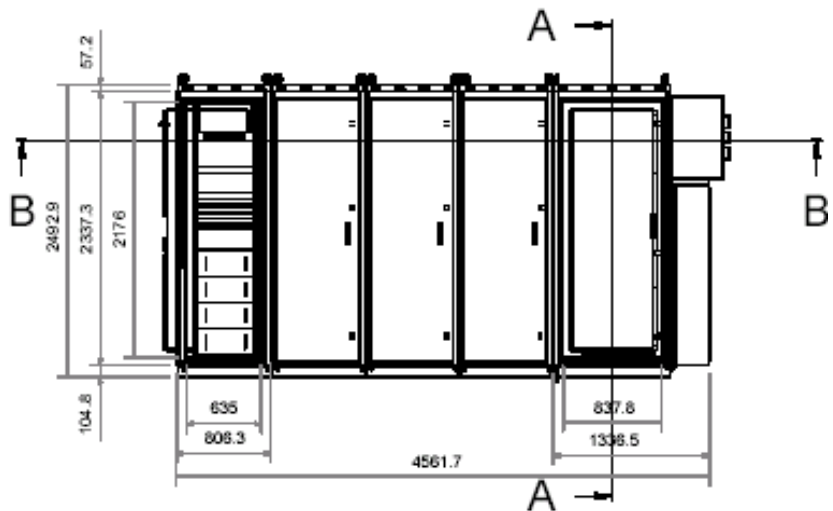


h = Altura del gabinete, con respecto al área proyectada = 2.4 m.
 L = Profundidad del gabinete, con respecto a área proyectada en vista de planta.= 0.8 m.

F = Fuerza de Arrastre (F_{DG}), = 39,768.9 N

F_P = Fuerza de Succión = 3,969.9 N.

W = Fuerzas de Cuerpo de Gabinete = mg
 = (2,329 Kg)(9.81 m/s²) = 22,847.5 N



Tomando como referencia para sumatoria de momentos en A.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B L - F_P \frac{L}{2} + W \frac{L}{2} - F_D \frac{h}{2} = 0$$

$$R_B = \frac{WL/2 - F_P L/2 - F_D h/2}{L}$$

$$R_B = \frac{22,847.5 \frac{0.8}{2} - 3,969.9 \frac{0.8}{2} - 39,768.9 \frac{2.4}{2}}{0.8}$$

$$R_B = -50,214.55 N = -5,118.7 Kgf$$

8) Resultados de condiciones de estabilidad.

Lo que significa que la reacción en “B” para generar un momento necesario para volcar el gabinete alrededor de “A” deberá de ser mayor a 5,118.7 Kgf. Para así vencer la condición de equilibrio estático, con una velocidad de viento de 120 m.ph. (193 km/h.).

Si el gabinete no se encontrara anclado, esta velocidad de viento produciría un volteo eminente debido a que estrictamente en condición estática debidas a fuerzas de cuerpo (peso), el momento en “A” debido a la reacción en “B” es mucho más grande que el “contra-momento” en “A” debido a la fuerza del peso “W”.

$$(R_B) > LW \frac{L}{2}$$

$$(50,214.55)0.8 > (22,847.5) \frac{0.8}{2}$$

$$\underline{40,171.64 N \cdot m > 9,139 N \cdot m}$$

Con lo que se comprueba que el momento en (A) debido a las fuerzas de cuerpo (gravedad), es menor que el contra-momento en (A) producido por la reacción en “B” debido a la combinación de fuerzas producidas velocidad del viento sugerida (193 Km/hr.). Por lo que se requiere estrictamente anclas de fijación al piso.

9) Cálculo de resistencia de anclaje a piso.

El gabinete está provisto de 4 puntos de anclaje por cada módulo, incluyendo el de fuerza, esto suma un total de 20 puntos de anclaje con capacidad de recibir algún elemento de fijación a piso de 3/8” (9.525 mm.) de diámetro, ya sea tipo taquete (Anclo o Hilti) o espárrago de acero cold rolled con tuerca y arandela de presión.

Para el caso de prototipo instalado en sitio se utiliza espárrago de acero cold rolled galvanizado de 3/8" de diámetro con las siguientes propiedades mecánicas:

Módulo de Elasticidad: $E = 206.8 \text{ Gpa.}$
Esfuerzo de fluencia: $\sigma_y = 275.8 \text{ Mpa.}$
Módulo de Poisson: $\nu = 0.3$

Considerando el número de anclas que oponen resistencia a la reacción en "B", se puede calcular el esfuerzo al que será sometido cada una de ellas:

$N =$ Número de anclas activas = 10
 $A =$ Área de la sección transversal de cada ancla.
 $F_a =$ Fuerza ejercida en cada ancla debido a la reacción en "B".
 $\sigma_a =$ Esfuerzo a la tensión ejercido sobre cada ancla.

$$F_a = \frac{R_b}{N} = \frac{50,214.55}{10} = 5,021.45 \text{ N}$$

$$A = \Pi r^2 = 3.1416(0.00476)^2 = 71.26e^{-6} \text{ m}^2$$

$$\sigma_a = \frac{F_a}{A} = \frac{5,021.45}{71.26e^{-6}} = 70.47 \text{ Mpa}$$

10) **Factor de seguridad.**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el gabinete resistirá la velocidad de viento requerida usando fijación a piso de 3/16" de diámetro de acero "cold rolled" teniendo suficiente estabilidad estructural para trabajar bajo éstas condiciones de climáticas con un factor de seguridad $F_s = 3.91$ con respecto al esfuerzo de fluencia del material.

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_a} = 3.91$$

Nota: Cabe mencionar que en caso de usar otro elemento de anclaje, referirse a la resistencia o esfuerzo mínimo de trabajo según el fabricante y comparar análogamente los resultados con el estudio aquí presentado.

Interpretación y memoria de resultados realizados mediante análisis por elemento finito (FEA) para el proyecto realizado y registrado bajo los siguientes datos:

Producto:

Gabinete Modular tipo Outdoor

Proyecto:

Gabinete Modular Ligero tipo Outdoor, NEMA 4x
GAMO "Sausage"

Objetivo:

Realizar un análisis estructural de esfuerzos mediante el método de elemento finito (FEA), apoyándose en herramientas informáticas y computacionales para reproducir con la mayor exactitud posible el modelo tridimensional del ensamble y simular el comportamiento mecánico de la estructura, específicamente del patín de izaje y anclaje del módulo de tecnología y de fuerza, con el fin de comprobar que la armadura y refuerzos propuestos sobre el diseño original se encuentran dentro el rango de operación permisible para los materiales al ser sometidos a la carga nominal requerida.

Descripción:

De acuerdo con las características de operación de operación y diseño con las cuáles fueron proyectadas la ingeniería original del prototipo, se procedió a realizar el estudio a través de las siguientes etapas:

1. Se toma el modelado y ensamble CAD tridimensional del sub-ensamble en cuestión, específicamente de los patines de anclaje y soporte tanto del módulo estándar o de tecnología como del de fuerza.
2. Translación CAD-CAE del ensamble tridimensional hacia el sistema para análisis por elemento finito.
3. Revisión del ensamble después de la translación y alta de las condiciones de frontera y materiales para el análisis (FEA).
4. Interpretación de resultados.

Memoria de Procedimientos y resultados:

1) Modelado CAD.

- Software Utilizado: Autodesk Inventor.
- Método y/o módulos utilizados: Modelado de sólidos y ensamblajes.
- Escala de modelado: 1:1
- Modelado y ensamble: De acuerdo con diseño original para prototipo autorizado.

- Peso estructural obtenido, según materiales de diseño:
 - Perfil lateral de anclaje en "C" de 4in: 7.2 Kg.
 - Travesaño central de perfil IPS de 4in: 8.6 Kg.
 - Placa recibidora estándar 3/16in. esp.: 5.4 Kg.

 - Peso total estructural de patín mod. Estándar: 36 Kg. Aprox.
 - Peso total estructural de patín mod. Fuerza: 42.1 Kg. Aprox.

- Reporte de propiedades físicas para patín de módulo estándar:

Propiedades físicas para "Ensamble de patín módulo Estándar"

Propiedades generales:

Material: SA 36
Densidad: 7,830 Kg/m³
Volumen: 4.597 e⁻³ m³
Masa: 36.0 kg
Area: 1.666E+006 mm²

Centro de gravedad:

X: 501.520 mm
Y: 67.353 mm
Z: 399.923 mm

Masa de momentos de inercia

Ixx 3.176E+006 kg mm²
Iyx Iyy -0.211 kg mm² 4.812E+006 kg mm²
Izx IzY Izz 256.808 kg mm² -174.467 kg mm² 1.752E+006 kg mm²

Momentos principales de inercia:

I1: 3.176E+006 kg mm²
I2: 4.812E+006 kg mm²
I3: 1.752E+006 kg mm²

Rotación XYZ con respecto al eje principal:

Rx: 0.00 deg
Ry: 0.01 deg
Rz: -7.87E-006 deg

➤ Reporte de propiedades físicas para patín de módulo de fuerza:

Propiedades físicas para “Patín módulo de fuerza”

Propiedades generales:

Material: SA 36
Densidad: 7,830 Kg/m³
Volumen: 5.371 e⁻³ m³
Mass: 42.106 kg
Área: 1.954E+006 mm²

Centro de gravedad:

X: 501.525 mm
Y: 69.348 mm
Z: 500.146 mm

Masa de momentos de inercia:

Ixx 5.493E+006 kg mm²
Iyx Iyy -0.153 kg mm² 7.323E+006 kg mm²
Izx Izy Izz -0.423 kg mm² 208.951 kg mm² 1.963E+006 kg
mm²

Momentos principales de inercia:

I1: 5.493E+006 kg mm²
I2: 7.323E+006 kg mm²
I3: 1.963E+006 kg mm²

Rotación XYZ con respecto al eje principal:

Rx: -0.00 deg
Ry: -6.83E-006 deg
Rz: -4.60E-006 deg

2) *Traslación CAD-CAE:*

- Software utilizado: MSC Visual Nastran 4D
- Método utilizado: Finite Element Análisis (FEA).
Análisis Lineal.
- Traslación: Ensamble con conexión transparente y transporte de restricciones.

3) *Condiciones de materiales y frontera:*

- Asignación de Materiales: Según diseño original de prototipo.
 - Perfiles laterales “C”,
y travesaño central IPS: A36, $E = 200 \text{ Gpa}$.
 $\sigma_y = 248 \text{ Mpa}$.
 $\sigma_u = 400 - 552 \text{ Mpa}$
 $\nu = 0.29$
 $\rho = 7830 \text{ Kg/m}^3$
- Tipo de elemento diferencial utilizado en la malla volumétrica:
Poliédrico triangular.
- Número de nodos y elementos diferenciales generados por entidad:
 - Patín Módulo Estándar:
 - I. Armadura principal de carga, formada de dos canales laterales en “C” y un travesaño central IPS de 4”:
16,297 Nodos, 7,919 Elementos.
 - II. Pacas recibidoras de 3/16”, para fijación de Equipos:
255 Nodos, 96 Elementos. c/u.
 - Patín Módulo de Fuerza:
 - III. Armadura principal de carga, formada de dos canales laterales en “C” y un travesaño central IPS de 4”:
10,132 Nodos, 4,954 Elementos.
 - IV. Pacas recibidoras de 3/16”, para fijación de Equipos:
567 Nodos, 234 Elementos. c/u.
- Restricciones:

Para la realización de la simulación, se agregaron restricciones en los cuatro puntos de anclaje contra el piso, específicamente en los 4 barrenos para asegurar el patín contra el piso restringiendo su desplazamiento en $-6GL$, con el fin de simular el estado más crítico de apoyo posible como una estructura simplemente apoyada en sus cuatro

puntos, lo que generará un resultado muy similar en el caso de comportamiento estructural bajo carga durante el izaje.

➤ Fuerzas.

El análisis contempla tanto las fuerzas de cuerpo de la estructura como la carga muerta a la que va a ser sometida (equivalente a la carga nominal de diseño requerida igual a 1,200 Kg.), las fuerzas dinámicas pueden ser consideradas de carácter despreciable, ya que durante el izaje la velocidad y aceleración son pequeñas y cualquier “jalón” que pueda ser producido durante la maniobra, puede soportar una fuerza dinámica de hasta 2G siendo coherente y permisible con respecto a la resistencia combinada de las varillas de izaje como se puede observar en la hoja de cálculo correspondiente.

De acuerdo con lo anterior y con las características de diseño requeridas, las fuerzas aplicadas son las siguientes:

Fuerzas implícitas de cuerpo sobre los patines:

$$F_c = M_p \cdot a$$

Donde:

F_c = Fuerza de cuerpo máxima.

M_p = Masa del patín de mayor peso (Mod. Fuerza).

a = Aceleración de la gravedad a n.m. = 9.81 m/s²

$$F_c = (42) (9.81) = 412.02 \text{ N.}$$

Fuerza de carga muerta:

$$F_e = C_d \cdot a$$

Donde:

F_e = Fuerza de carga muerta desarrollada.

C_d = Carga de diseño requerida = 1,200 Kg.

a = Aceleración de la gravedad a n.m. = 9.81 m/s²

$$F_e = (1,200) (9.81) = 11,772 \text{ N.}$$

Fuerza de posible reacción dinámica, (referencia inicial propuesta a 2G):

$$F_d = 2gC_d$$

Donde:

F_d = Fuerza de carga muerta desarrollada.

C_d = Carga de diseño requerida = 1,200 Kg.

g = Aceleración lineal de la gravedad a n.m. = 9.81 m/s²

$$F_d = 2 (9.81) (1,200) = 23,544 \text{ N.}$$

$$F_d \cong 2400 \text{ Kg}_f.$$

Comparativo de Fuerza dinámica contra resistencia de varillas de izaje.

$$F_{\max.} = 1,250 \text{ Kg.}$$

$$F_T = 4F_{\max.} = 5,000 \text{ kg.}$$

Donde :

$F_{\max.}$ = Fuerza estimada para la resistencia de cada varilla de izaje con un factor de seguridad $N = 2$. (De acuerdo con cálculo correspondiente)

F_T = Fuerza total de resistencia para las 4 varillas de izaje, con $N = 2$.

Condición propuesta a cumplir para asegurar una operación confiable:

$$F_T \geq F_d$$

Siendo coherentes con el factor de seguridad $N=2$, manejado en el cálculo de las varillas de izaje:

$$F_T \geq 2F_d$$

$$5,000 \geq 2 (2,400)$$

$$5,000 \geq 4,800 \quad \text{Ok.}$$

Por lo que se puede justificar una operación segura del equipo debido a la posible presencia de una fuerza dinámica debido a un "jalón" de hasta 4,800 Kg. O en términos de la gravedad una fuerza de hasta 4G, siendo el doble de la referencia inicial propuesta de 2G.

4) Resultados:

De acuerdo con las gráficas cromáticas de esfuerzos obtenidas basadas en los requerimientos proporcionados y en el diseño original para el prototipo GAMO "Sausage", se llega a las siguientes observaciones sobre el desempeño mecánico de los patines.

a) *SOBRE EL PATÍN PARA EL MÓDULO ESTÁNDAR (TECNOLOGÍA):*

Se observa una distribución de esfuerzos uniforme en ambos lados de entre 18 MPa. y 55 MPa. A lo largo de la estructura de los canales "C" laterales.

La mayor concentración de esfuerzos se encuentra localizada en la parte superior de ambos canales "C" laterales tanto en el patín superior como por arriba de la parte media de la cara exterior e interior del alma. Esta concentración de esfuerzos oscila entre 55 MPa. Y 64 MPa.

Existe una ligera concentración de esfuerzos en la parte media del travesaño central de IPS la cuál se ve reflejada tanto en la parte superior e inferior de los patines como en los extremos del alma cerca de la unión con los canales laterales. Esta concentración oscila entre 18 MPa y 36 MPa.

Se observa una transmisión y concentración de esfuerzos sobre las placas recibidoras a través de su unión con los perfiles laterales, así como también una mayor concentración de esfuerzos en la zona de unión entre los canales laterales "C" y el travesaño central IPS. Esta concentración puede oscilar entre 46 MPa. y 55 MPa. Por lo que se recomienda poner especial atención a los procesos de soldadura en esta zona.

La gráfica de distribución del factor de seguridad muestra que en general la estructura se encuentra por encima de un factor $N=5$ bajo las condiciones de carga sometidas, con excepción de 4 zonas puntuales en la unión entre las placas recibidoras y los perfiles laterales en donde se observa un factor de seguridad aproximado de $N=3$, lo que no representa ninguna condición crítica o preocupante.

Se puede observar una deformación en su mayor parte debida a flexión y torsión a lo largo de los canales "C" laterales de 0.1 mm en sus extremos cerca de los puntos de apoyo y de 0.15 mm al centro del mismo cerca de la unión con el travesaño IPS central.

El travesaño central IPS presenta una deformación debida a flexión 0.18 mm. En los extremos de unión contra los perfiles laterales y de 0.28 mm. aprox. En su parte central.

La mayor deformación de 0.4 mm. Se observa al centro de las placas recibidoras, esto debido a la combinación de flexión y torsión que son transmitidas desde los perfiles laterales "C" y travesaño central IPS hacia la parte central de las mismas produciendo un efecto de deformación cóncava, este efecto al parecer es producido porque la estructura trata de converger en sus extremos y por encima de los puntos de anclaje aunque la carga no sea suministrada directamente sobre las placas.

Este efecto se puede minimizar sustituyendo las soleras terminales por perfil "L" de acero del mismo espesor para aumentar su resistencia a la flexión. Sin embargo esto no representa un aspecto crítico en el desempeño del producto ya que el objeto de las placas más que cargar permiten realizar la fijación con seguridad del rack de equipos al piso.

No se observan acumulaciones puntuales ni críticas de esfuerzos, sin embargo se hace énfasis en el adecuado proceso de soldadura, ya que como se puede observar y se mencionó anteriormente la mayor concentración de esfuerzos se encuentra en éstas zonas.

b) *SOBRE EL PATÍN PARA EL MÓDULO DE FUERZA:*

Se observa una distribución de esfuerzos uniforme en ambos lados de entre 8.5 MPa. y 42 MPa. A lo largo de la estructura de los canales "C" laterales.

De manera muy similar que en el patín del módulo estándar, la mayor concentración de esfuerzos se encuentra localizada en la parte superior de ambos canales "C" laterales tanto en el patín superior como por arriba de la parte media de la cara exterior e interior del alma. Esta concentración de esfuerzos oscila entre 34 MPa. Y 42 MPa.

Así mismo, la gráfica de distribución del factor de seguridad muestra comportamiento homogéneo a lo largo de toda la estructura muy cercano a $N=5$ y no hay indicios evidentes de concentración puntual de esfuerzos que origine un decrecimiento considerable del mismo en alguna zona específica.

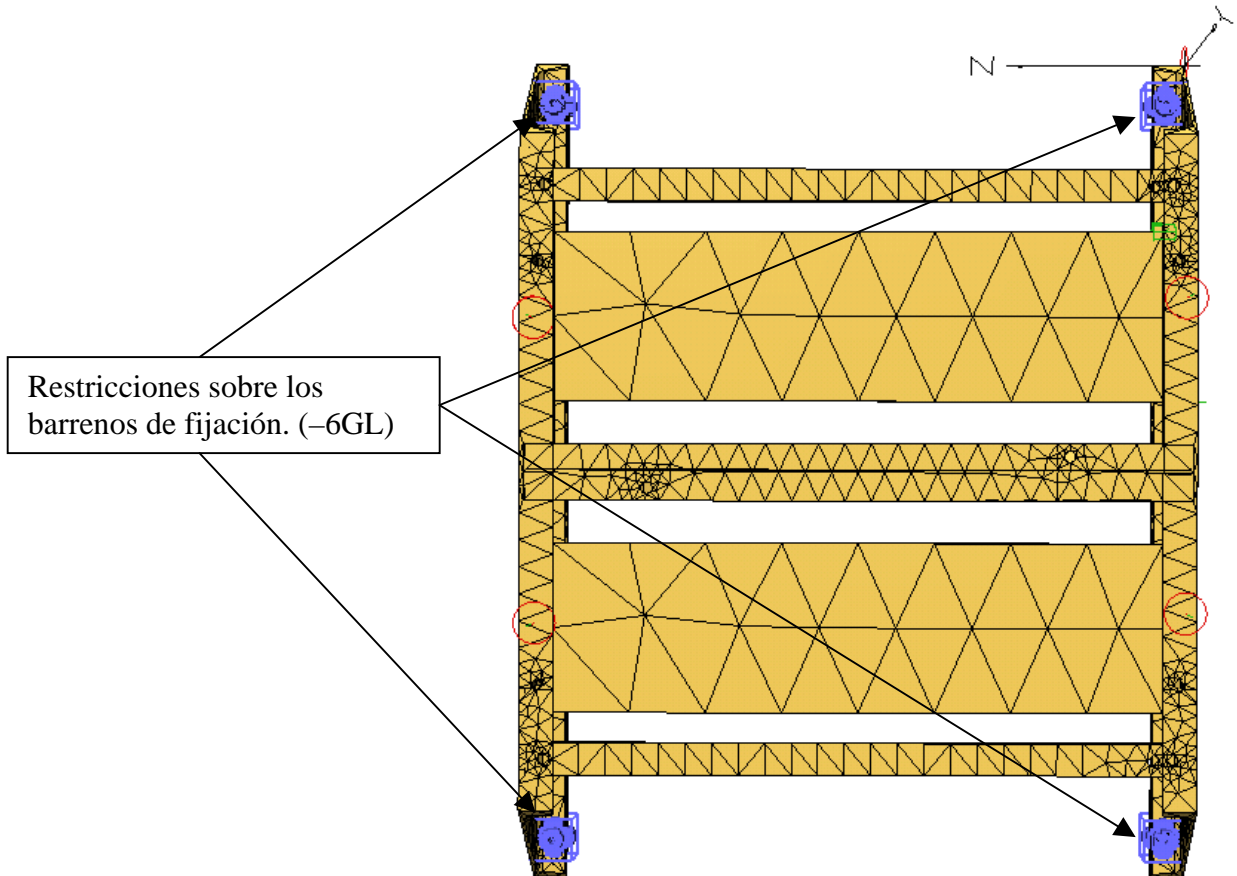
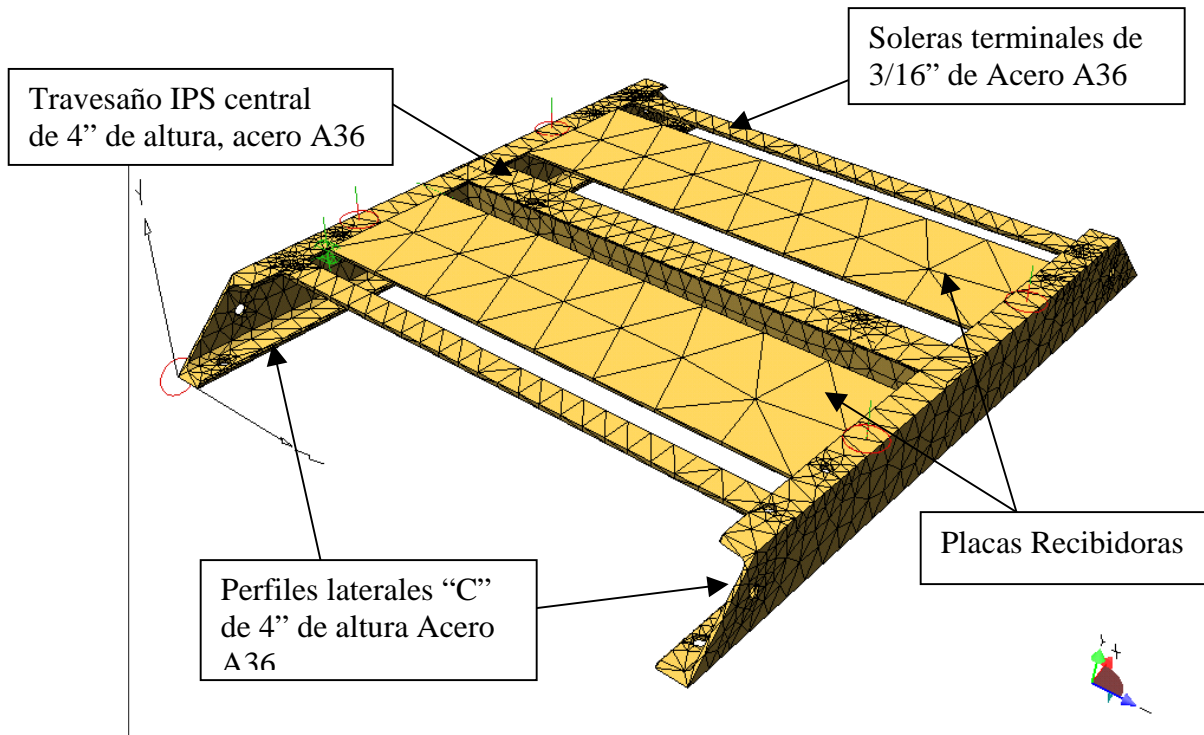
En la gráfica de deformación se puede observar un comportamiento muy similar al del patín del módulo estándar. Existe un desplazamiento de hasta 0.19 mm. en la parte central de los perfiles "C" laterales, mientras que en el travesaño central se observa un desplazamiento de hasta 0.3 mm. en su parte central. La máxima deformación se presenta en el centro de las placas receptoras con un máximo de 0.6 mm.

En general, el comportamiento mecánico de ambos patines es muy similar en cuanto a las zonas de mayor concentración de esfuerzos y las zonas en la que se presentan los mayores desplazamientos.

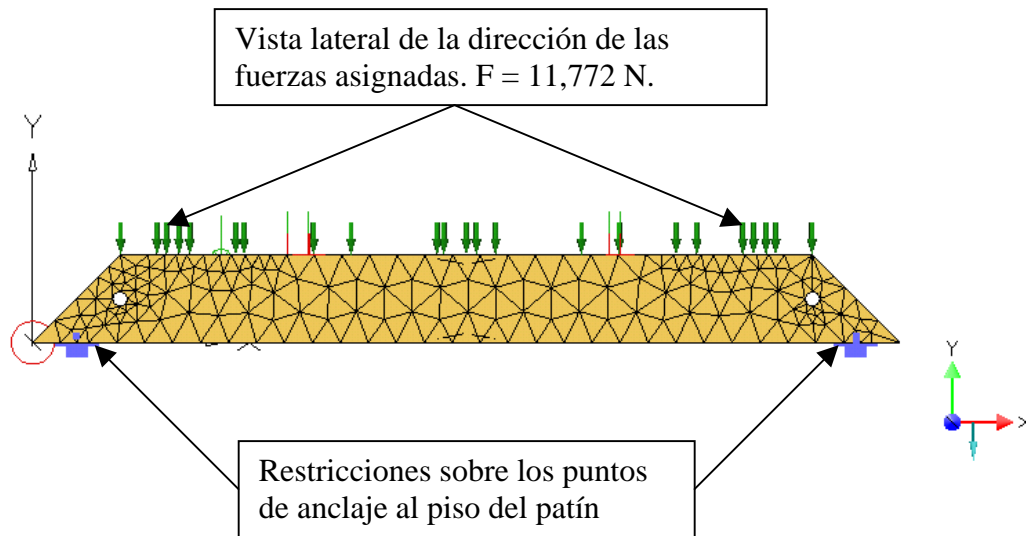
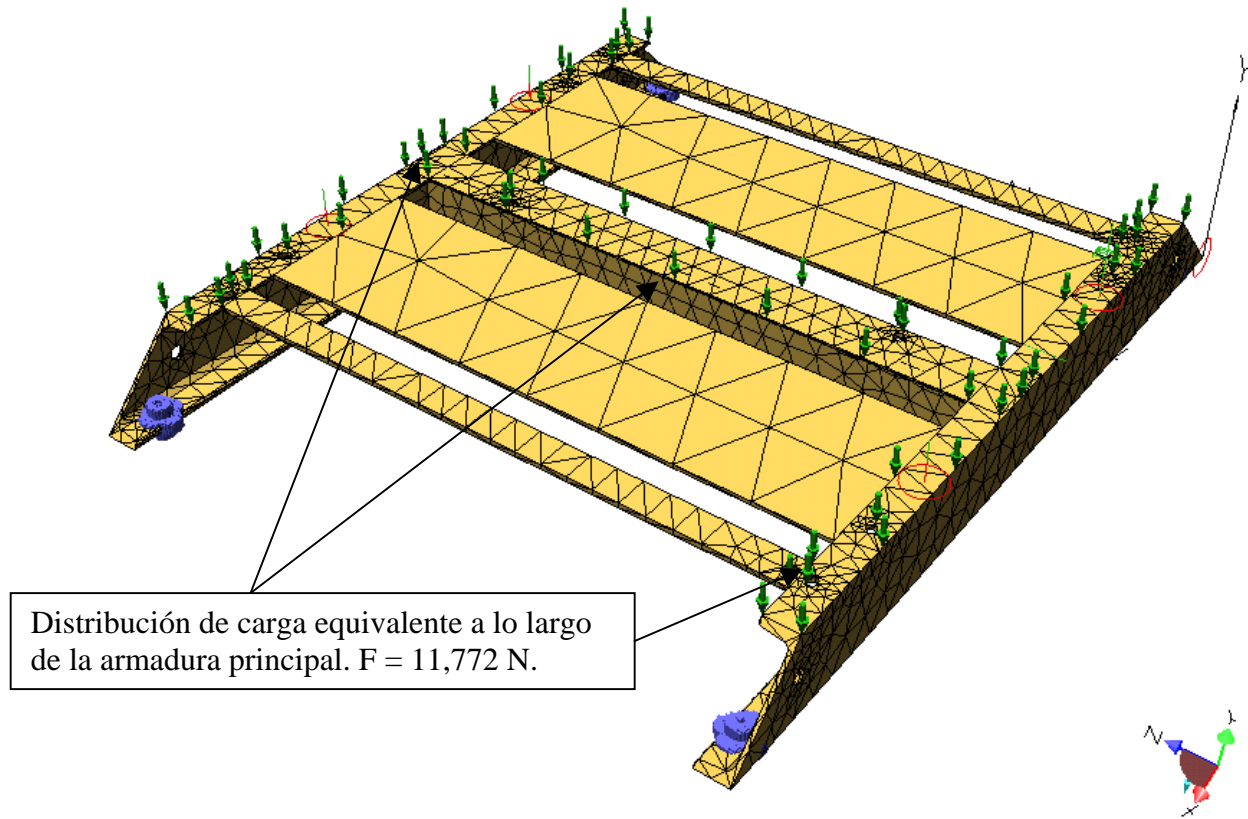
La distribución homogénea del factor de seguridad muy cercana a $N=5$ en ambos patines permite asegurar el correcto desempeño bajo la carga de diseño requerida así como ser coherente con la carga dinámica permisible de hasta 4G en caso de un "jalón" inesperado tal como se comentó anteriormente.

Por lo tanto se puede concluir que el comportamiento mecánico de ambos patines es satisfactorio de acuerdo con los requerimientos y diseño originales proyectados. Así mismo, los resultados mostrados apuntan a un posible sobre-diseño ante las condiciones de carga y operación a los que serán sujetos, por lo que cabe la posibilidad de abrir un estudio de rediseño basado en optimización en caso de que así se requiera y los materiales de línea disponibles en el mercado lo permitan.

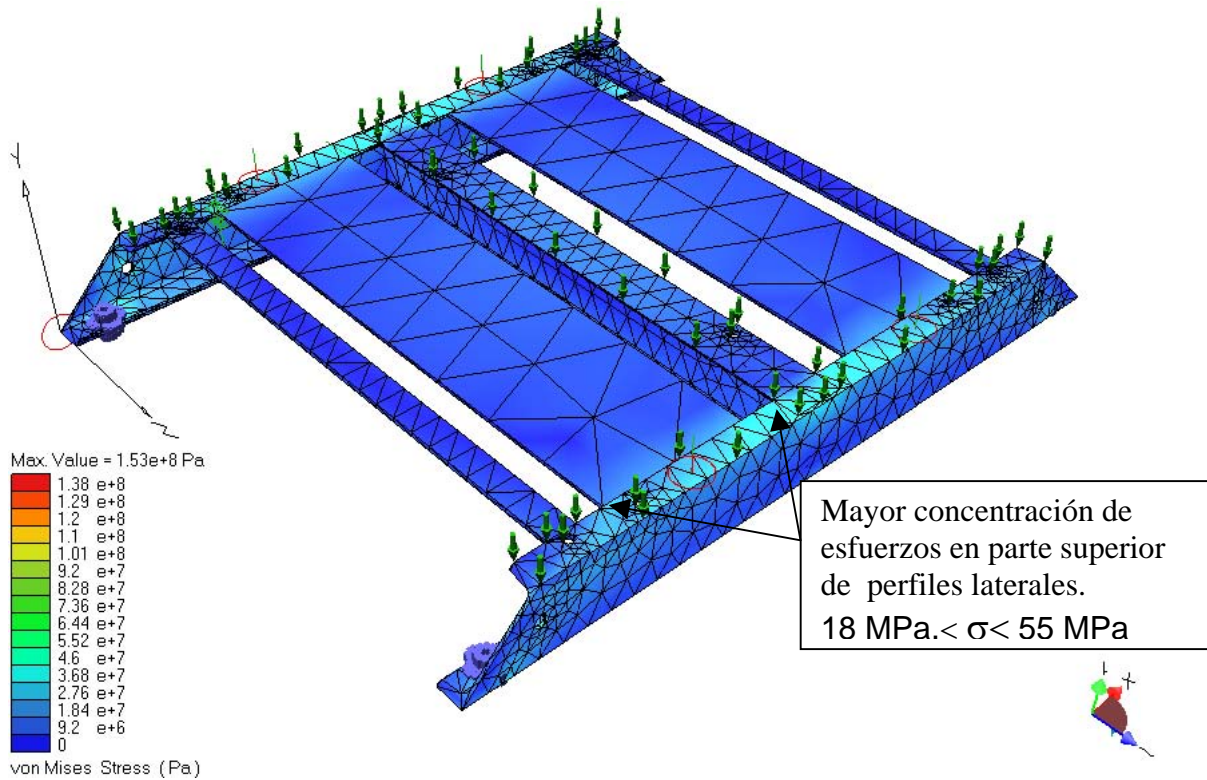
GRAFICAS DE RESULTADOS PARA PATINES ESTANDAR Y FUERZA:



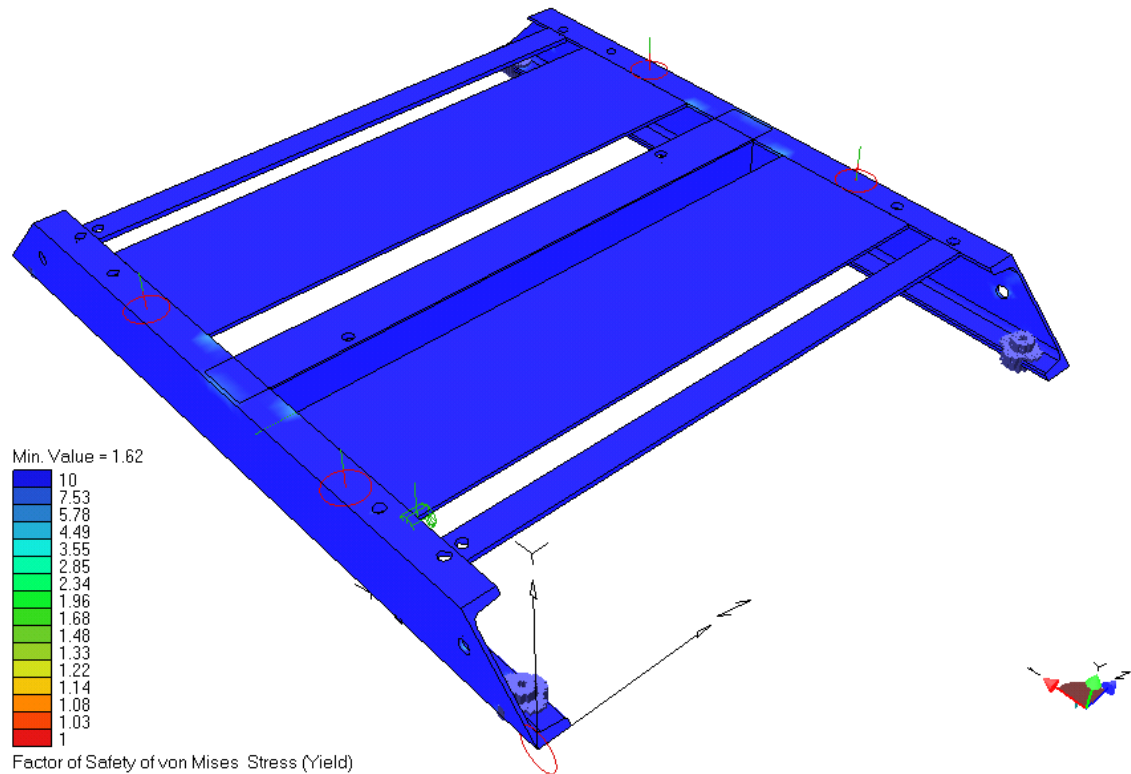
Asignación de cargas sobre estructura de carga en patines.



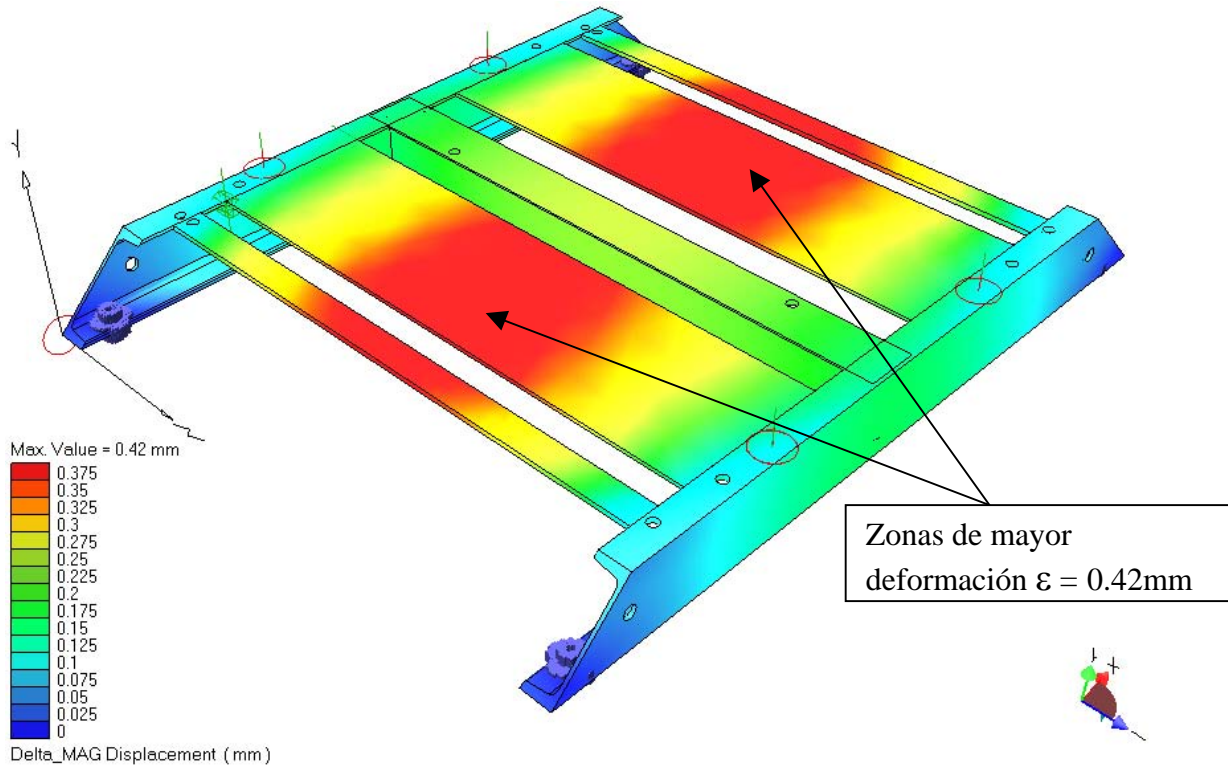
Distribución de Esfuerzos sobre estructura de patín para módulo estándar:



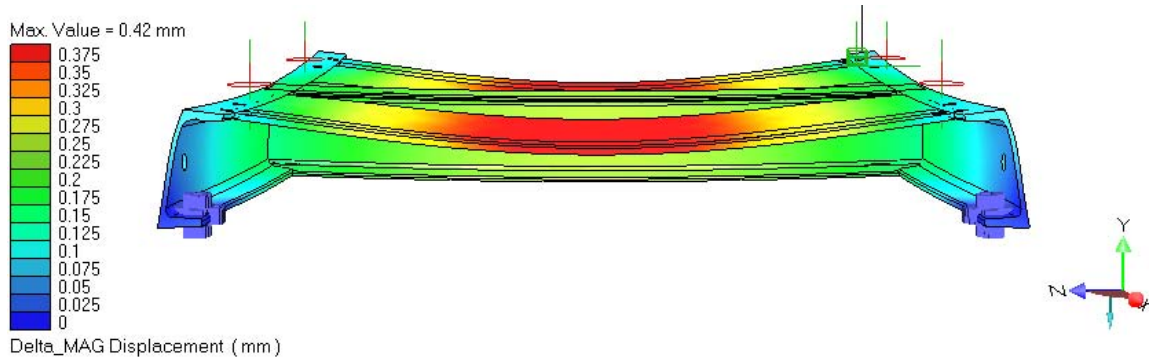
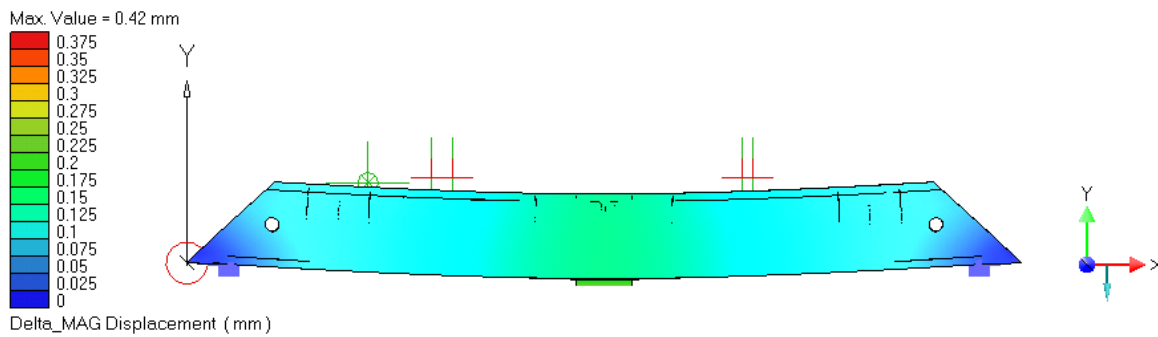
Distribución del Factor de seguridad FS, sobre la estructura de patín para módulo estándar.



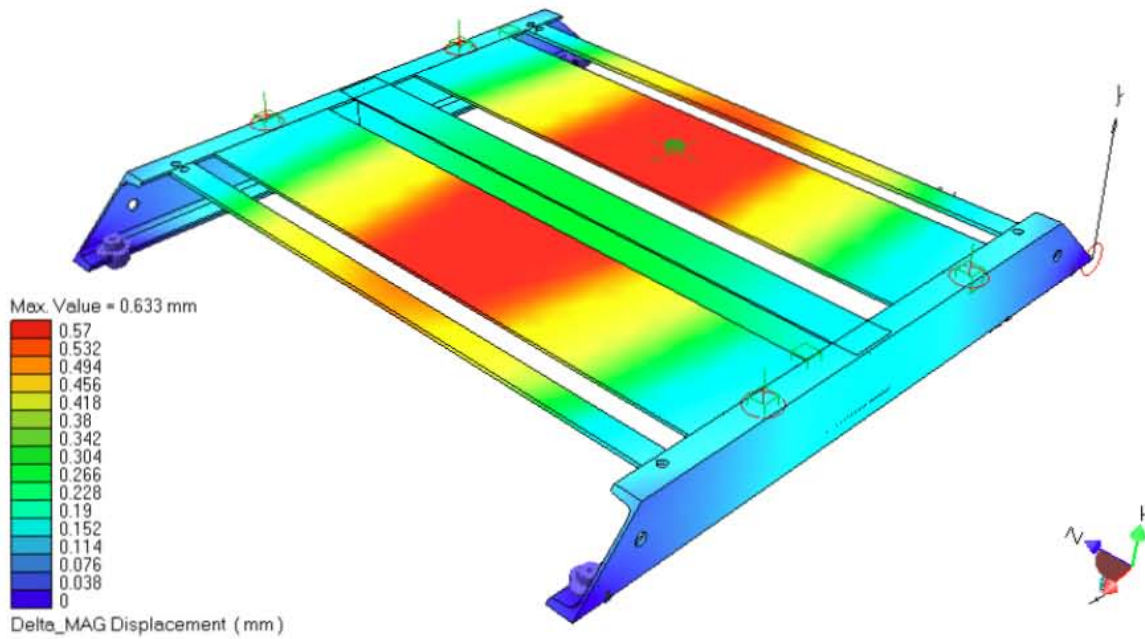
Gráfica de desplazamientos, patín de módulo estándar.



Vista lateral y frontal de los efectos de desplazamientos en la estructura bajo las condiciones de carga asignadas. Escala de la gráfica, 119:1.



Gráfica de desplazamientos, patín para módulo de fuerza.



Vista lateral y frontal de los efectos de desplazamientos en la estructura del patín para modulo de fuerza bajo las condiciones de carga asignadas.
Escala de la gráfica, 119:1.

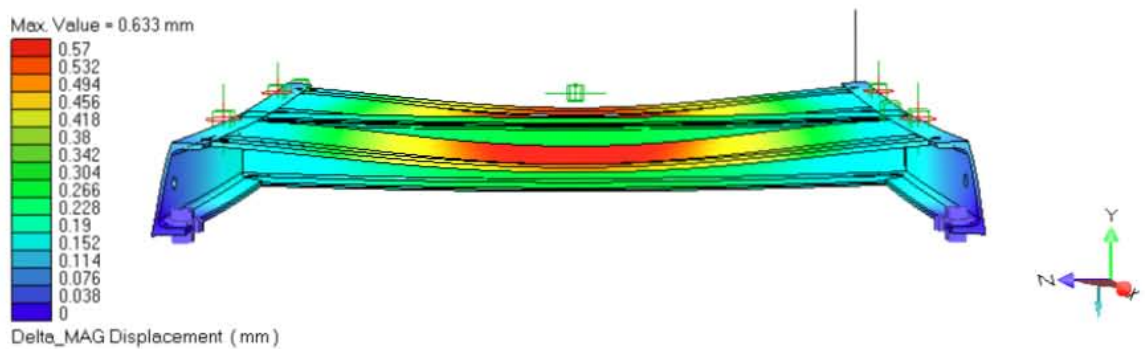
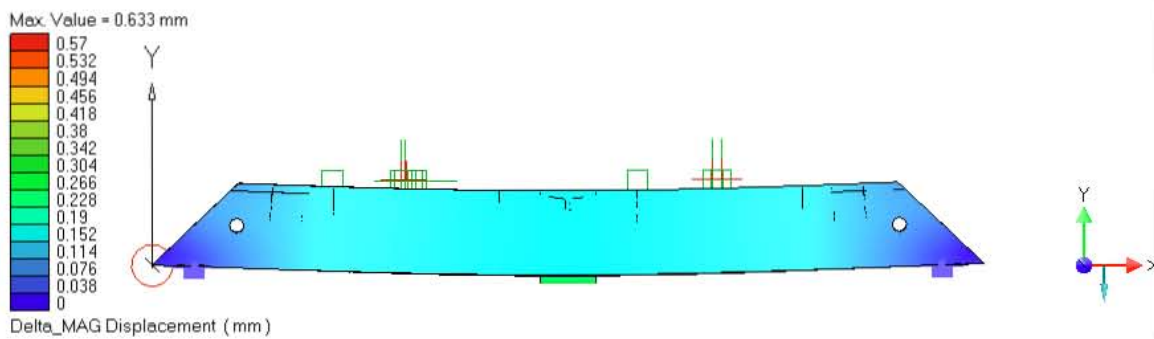


Diagrama de momento flector para el perfil del canal lateral “C” de acero A36, sometido a plena carga uniforme de 11,772 N/m. a lo largo de su sección longitudinal y simplemente apoyado en sus extremos, con el fin de observar su comportamiento mecánico a la flexión suponiendo que deba soportar la carga total a la que será sometida la estructura.

Momento de Inercia Canal lateral	
I_1 [mm ⁴]	1617710
I_2 [mm ⁴]	1481810
S_x [mm]	51.78
S_y [mm]	51.78
A [mm ²]	1020.5

Comportamiento Mecánico a la Flexión de canal lateral			
Moment of Inertia	I_1	[mm ⁴]	1617710
Moment of Inertia	I_2	[mm ⁴]	1481810
Moment of Inertia	I_{eff}	[mm ⁴]	1617710
Max. Border Dist.		[mm]	50.78
Safety Factor			7.5208
Yield Point		[N/mm ²]	228
E-Modulus		[N/mm ²]	19994.8
Material			Steel Structural Common
Max.Deflection	$S1$	[mm]	0.107502 E-15
Max.Bending Moment	$Mb1$	[Nm]	0.0494 E-12
Max.Deflection	$S2$	[mm]	0.199113
Max.Bending Moment	$Mb2$	[Nm]	959.81
Max.Stress	Res.	[N/mm ²]	31.315
Max.Deflection	$Sres$	[mm]	0.199113
Max.Bending Moment	$Mbres$	[Nm]	959.81
Scale for Defl. Line			502.43:1
Scale for Bending Mom. Line			1:4.8

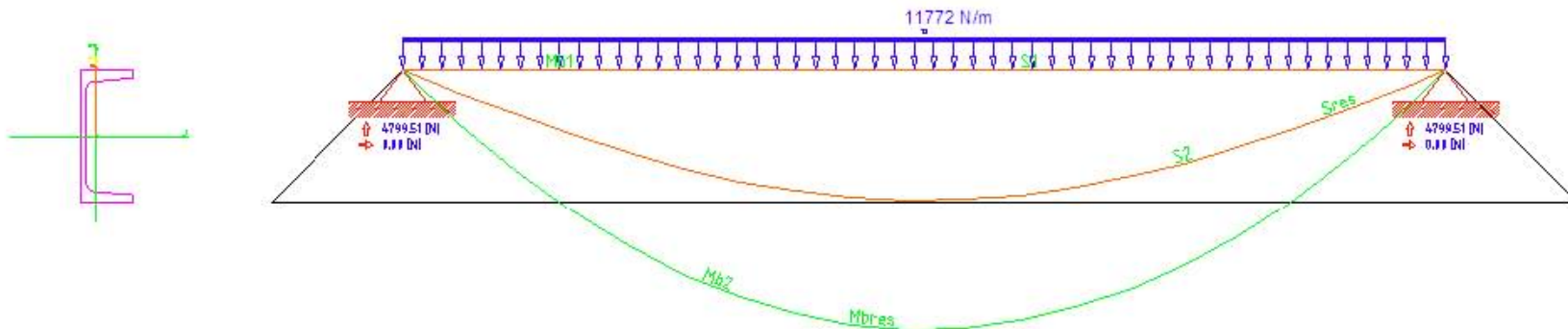
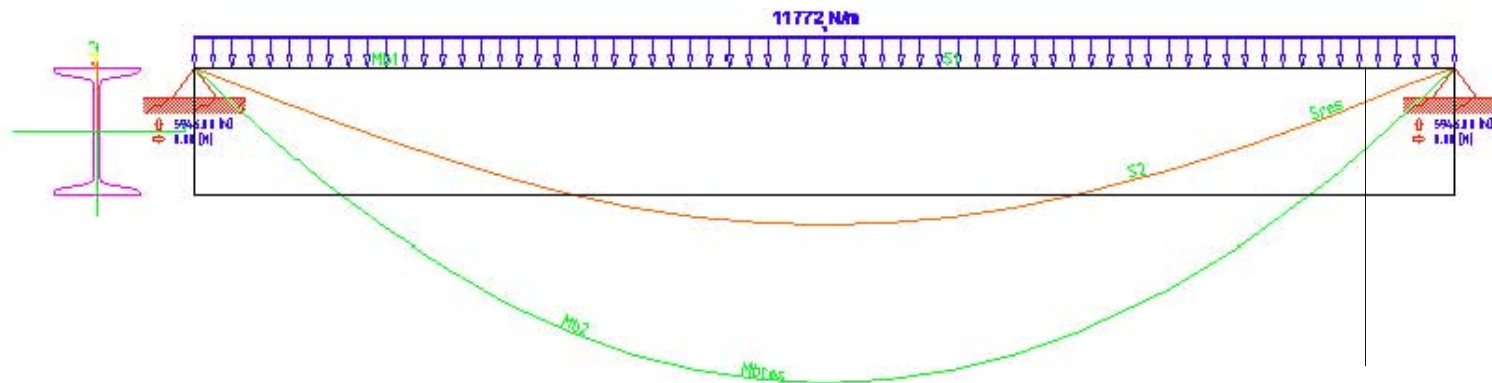


Diagrama de momento flector para el perfil IPS central de acero A36, sometido a plena carga uniforme de 11,772 N/m. a lo largo de su sección longitudinal y simplemente apoyado en sus extremos, con el fin de observar su comportamiento mecánico a la flexión suponiendo que deba soportar la carga total a la que será sometida la estructura.

Momento de Inercia viga transversal NF	
I ₁ [mm ⁴]	2450000
I ₂ [mm ⁴]	307400
S _c [mm ³]	50.77
S _t [mm ³]	50.77
A [mm ²]	1414.7

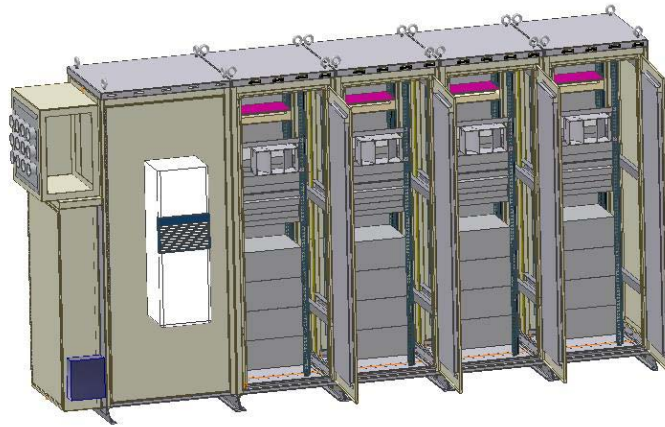
Comportamiento Mecánico a La Flexión Viga principal Mod. de Fuerza			
Moment of Inertia	I1	[mm ⁴]	2450000
Moment of Inertia	I2	[mm ⁴]	307400
Moment of Inertia	Ieff	[mm ⁴]	2450000
Max. Border Dist.		[mm]	50.77
Safety Factor			7.4689
Yield Point		[N/mm ²]	228
E-Modulus		[N/mm ²]	199948
Material			Steel Structural Common
Max.Deflection	S1	[mm]	0.122072 E-15
Max.Bending Moment	Mb1	[Nm]	0.0758 E-12
Max.Deflection	S2	[mm]	0.307632
Max.Bending Moment	Mb2	[Nm]	1473.1
Max.Stress	Res.	[N/mm ²]	30.526
Max.Deflection	Sres	[mm]	0.307632
Max.Bending Moment	Mbres	[Nm]	1473.1
Scale for Defl. Line			402.67:1
Scale for Bending Mom. Line			15.95





Sección. III

PLANOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN



GABINETE MODULAR OUTDOOR

BIBLIOGRAFÍA:

- Diseño de Máquinas.
Robert L. Norton
Prentice Hall – Pearson
Primera Edición
México D.F., 1999

- Autodesk Inventor 6 Essentials.
Banach – Jones – Kalameja
Thomson Delmar Learning
Canada, 2003

- Catálogo general de productos.
D.R. INFRA Products
México, 2004.

- Mark's, Standard Handbook for Mechanical Engineers
Baumeisier – Avallone.
Mc Graw Hill
Octava Edición

- Diseño e Ingeniería para Gabinetes Modulares, (Outdoor Type).
Rodríguez Picazo José Luis.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México D.F, 2004.

CAPITULO IV

RESULTADOS

“Lo que hace sabio al hombre no es saber mucho, sino saber lo que le es útil”.

THOMAS FULLER, M.D.

De acuerdo con las actividades de Diseño, Ingeniería y Producción desarrolladas, se presenta a continuación un resumen de resultados tanto del proyecto como del equipo:

1) Desarrollo de tiempos durante el proyecto:

Departamento:	Duración:	Total de Horas – Hombre Invertidas:
Investigación, Ingeniería y Desarrollo	6 meses	4320
Pruebas y Producción	2 meses	3360
Presentación y Aprobación por parte del cliente	2 meses	960
Instalación y Entrega	3 días	72
Tiempos Muertos	1 mes	N/A
	TOTAL: + 11 meses	TOTAL: 8712

2) Estimación de Gastos de Operación durante el Desarrollo del Proyecto:

Departamento:	Duración:	Total de Horas – Hombre Invertidas:	Costo promedio por hora MN, (USD) ¹	Costo Promedio Total por # de horas invertidas MN, (USD)
Investigación, Ingeniería y Desarrollo	6 meses	4320	\$ 41.70, (\$ 3.97)	\$180,144 (\$17,156.57)
Pruebas y Producción	2 meses	3360	\$ 25.00, (\$ 2.38)	\$ 84,000 (\$ 8,000)
Presentación y Aprobación por parte del cliente	2 meses	960	\$ 83.4, (\$ 7.94)	\$ 80,064 (\$ 7,625.14)
Instalación y Entrega	3 días	72	\$ 25.00, (\$ 2.38)	\$ 1,800 (\$ 171.42)
Tiempos Muertos	1 mes	N/A	N/A	
TOTAL	+ 11 meses	8712		\$ 346,008 (32,953.14)

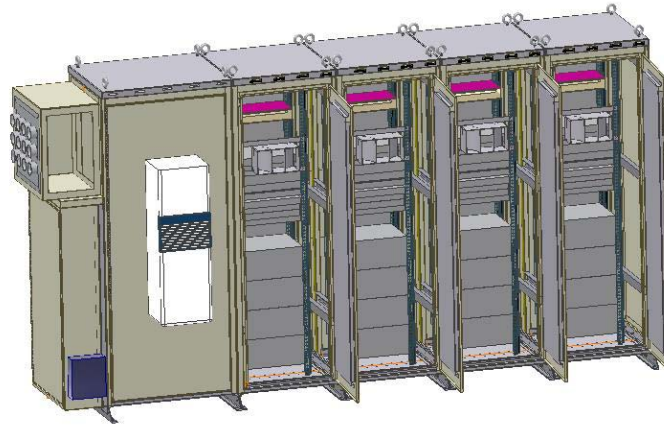
¹ Basado en tipo de cambio promedio a la venta de 10.5 pesos por dólar.

3) COSTOS DE MATERIA PRIMA PARA MANUFACTURA DE GABINETE MODULAR OUT-DOOR

Módulo Estandar (Tecnología)	Costo Unitario		Número de Sub-ensambles	Costo Total	
	MN	USD		MN	USD
<u>Costo de lámina de Aluminio 5052H32 1/8"</u>	5270.92	501.992381			
<i>Costo de perfil estructural acero A36 para patines</i>	850.54	81.00380953			
<i>Accesorios estructurales y de ensamble</i>	7691.87	732.5590476			
<i>Costo de tornillería y elementos de fijación</i>	173.3	16.50476191			
<i>Aplicación de pintura electrostática</i>	1300.96	123.9009524			
<i>Costo total unitario por módulo estándar</i>	15287.59	1455.960952	4	61150.36	5823.84381
<u>Módulo de Fuerza (Planta C.D y B. de Baterías)</u>					
Costo de lámina de Aluminio 5052H32 1/8"	6843.01	651.7152381			
Costo de perfil estructural acero A36 para patines	1204.26	114.6914286			
Accesorios estructurales y de ensamble	7792.09	742.1038095			
Costo de tornillería y elementos de fijación	173.3	16.50476191			
Aplicación de pintura electrostática	1941.43	184.8980952			
<i>Costo total unitario por módulo de fuerza</i>	17954.09	1709.913333	1	17954.09	1709.913333
<u>Bahía de Servicios (Centro de Carga)</u>					
Costo de lámina de Aluminio 5052H32 1/8"	2224.48	211.8552381			
Costo de accesorios Eléctricos	19298.19	1837.922857			
Costo de tornillería y elementos de fijación	131.1	12.48571429			
Aplicación de pintura electrostática	591.69	56.35142857			
<i>Costo total unitario por gabinete de servicios</i>	22245.46	2118.615238	1	22245.46	2118.615238
<u>Gabinete para Portarrestor (Acometida Transmisión)</u>					
Costo de lámina de Aluminio 5052H32 1/8"	1203.39	114.6085714			
Costo de tornillería y elementos de fijación	120	11.42857143			
Costo de accesorios requeridos	3301.61	314.4390476			
Aplicación de pintura electrostática	552.49	52.61809524			
<i>Costo total unitario por gabinete de portarrestor</i>	5177.49	493.0942857	1	5177.49	493.0942857
Kit para sistema de izaje	3686.59	351.1038095	1	3686.59	351.1038095
Kit e Instalación de sistema de alarmas	12,300	1171.428571	1	12300	1171.428571
Materiales y accesorios para sistema de tierras	2202.8	209.7904762	1	2202.8	209.7904762
Accesorios y elementos de fijación p/ensamble final	1888.94	179.8990476	1	1888.94	179.8990476
Unidad de HVAC de 12,000 BTU's	21548.82	2052.268571	3	64646.46	6156.805714
<i>Costo total unitario por accesorios adicionales</i>		3964.490476			
GRAN TOTAL:		199		\$ 191,252.19	\$ 18,214.49



COMPARATIVO TECNO-ECONÓMICO



GABINETE MODULAR OUTDOOR

*Resultados del producto terminado
(Equipo)*



INDICE

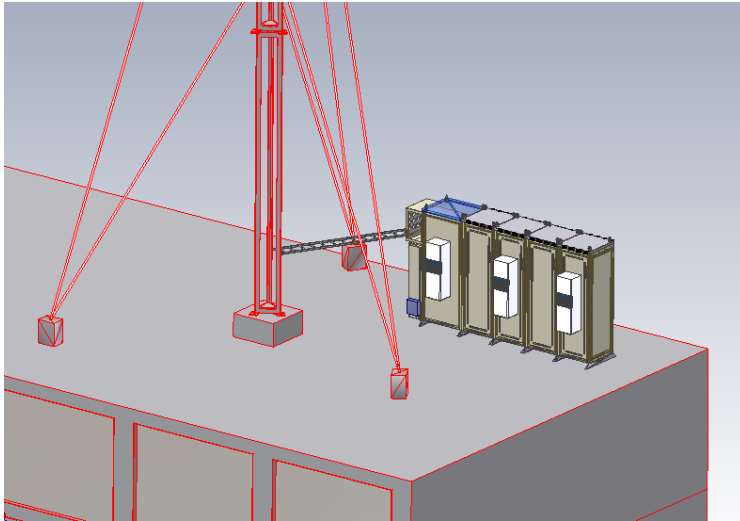
- Propuesta de Gabinete Modular
 - a1. Gabinete-Montaje en Azotea y Terreno
 - a2. Costos de Gabinete Modular
 - a3. Costos de Mantenimiento Gabinete Modular

- Infraestructura Actual
 - b1. Shelter Actual - Componentes
 - b2. Montaje - Azotea y Terreno
 - b3. Costos de Shelters Actuales
 - b4. Costos de Mantenimiento Shelters Actuales

- Comparativo Económico
 - c1. Shelters Vs. Gabinete Modular
 - c2. Ventajas adicionales y opciones de instalación - Calidad.

INFRAESTRUCTURA NUEVA

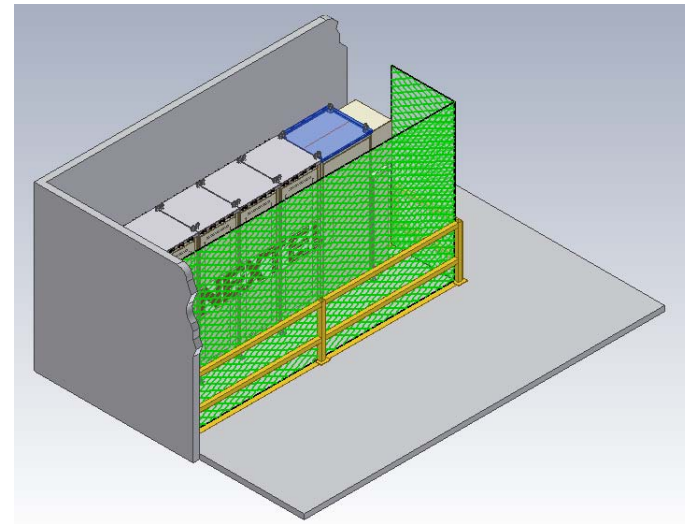
A1- MONTAJE- AZOTEA Y TERRENO (NP)



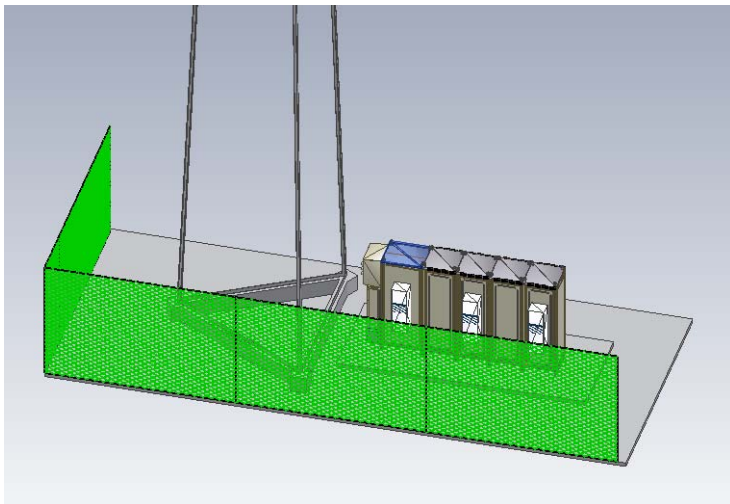
Gabinete Azotea-Torre Arriestrada



Gabinete Azotea Antenas Sobre Edificio



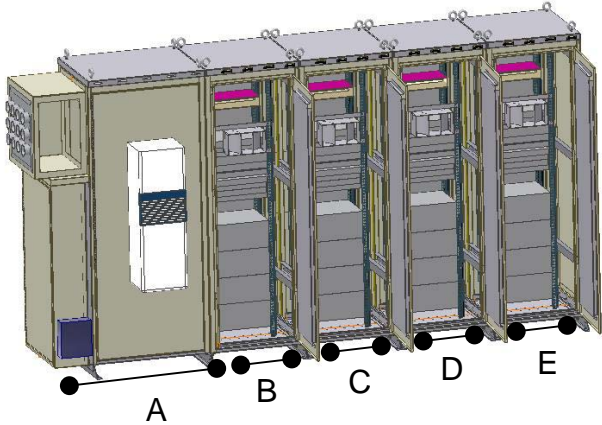
NUEVA OPCION:
Espacio de Estacionamiento fuera o dentro de edificio (torre o antenas en azotea)



Gabinete en Terreno con Torre Autosoportada

INFRAESTRUCTURA NUEVA

A2- COSTOS GABINETE MODULAR



<u>Componente</u>	<u>Costo</u>	<u>Marcas</u>
Gabinete completo A-E	18,500.00	TPM
Electricos- INCL.	-	SPEC. CLIENTE-TPM
Puerta- INCL.	-	TPM
Lamparas- INCL.	-	Ligting
Barras Tierra- INCL.	-	TPM
Escalerillas- INCL.	-	TPM
Climas y Controlador	6,450.00	Kooltronic
Alarmas - INCL.	-	SPEC.CLIENTE-TPM
Tierras Halo - INCL.	-	TPM
Pasamuros - INCL.	-	Valmont
Antisismico - INCL.	-	TPM
Total USD \$	24,950.00	

<u>MODULO</u>	<u>Costo</u>	
A - Fuerza c/clima	12,450.00	} Modulo Mínimo
B - Equipo s/clima	2,050.00	
C - Equipo c/clima	4,200.00	
D - Equipo s/clima	2,050.00	
E - Equipo c/clima	4,200.00	
Total USD \$	24,950.00	

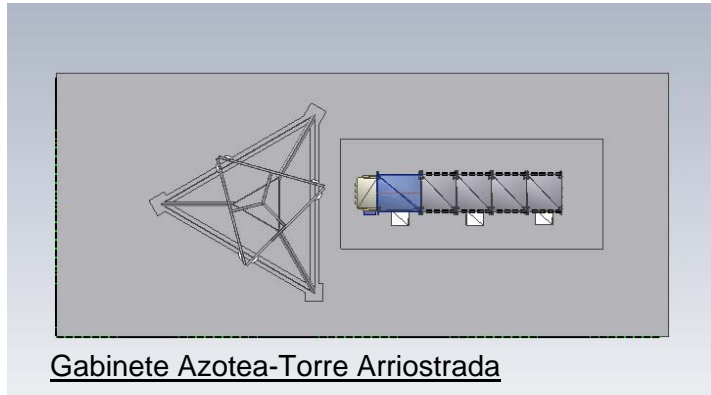
Notas:

- Precio de Gabinete basado en concepto. Puede variar una vez terminado el prototipo.
- Precio presentado por una unidad. Precios por volumen se aplicaran dependiendo en cantidad.
- No es necesario integrar estructura metálica como en shelters.
- En Sitios a NP, se requiere plataforma de concreto, malla o muros al perímetro del predio.
- En todos los sitios se requiere medidor adicional de C.A y sistema de tierras externo.
- Los costos presentados NO INCLUYEN costos de instalación, grúas, transporte, etc..
- No se incluye Equipo de Fuerza C.D, Banco de baterías, Equipo de RF, ni supresor de picos, torres ni antenas.

INFRAESTRUCTURA NUEVA

A3- COSTOS DE MANTENIMIENTO GABINETE

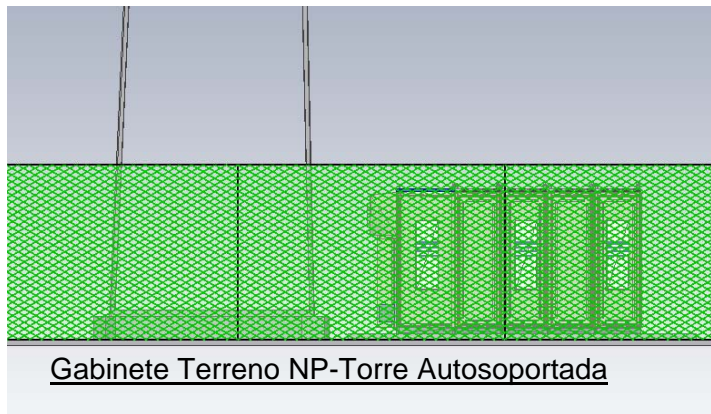
SITIO AZOTEA



Gabinete Azotea-Torre Arriostrada

Componente	Costo Anual
Filtros Climas (Lavables)	-
Limpieza - Pintura- Varios	150.00
Rep. Minimias - Elctricos	200.00
Renta Promedio *	15,900.00
Elctricidad**	4,536.00
Total USD \$	20,786.00

SITIO TERRENO NP



Gabinete Terreno NP-Torre Autosoportada

Componente	Costo Anual
Filtros Climas (Lavables)	-
Limpieza - Pintura- Varios***	150.00
Rep. Minimias - Elctricos	200.00
Renta Promedio *	3,240.00
Elctricidad**	4,536.00
Total USD \$	8,126.00

Notas:

* Renta promedio en ciudad (Azotea). En terreno es mas económico (Zona Rural). Área Aprox. requerida: 75M² en azotea y 90 M² en terreno NP.

** Basado en consumo de equipo de 200A mas climas a \$0.05 USD por KWH (10.5 KW/hr)

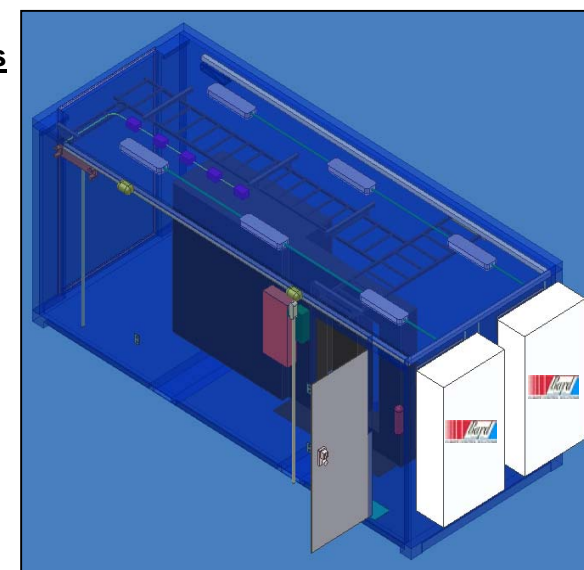
*** En sitios en terreno se incluye limpieza de terreno (desyerbar, etc..).

INFRAESTRUCTURA ACTUAL

B1- SHELTER ACTUAL-COMPONENTES

COMPONENTES GENERALES DE SHELTER

<u>Componente</u>	<u>Tipo</u>	<u>Especificacion</u>	<u>Marcas</u>	<u>Notas</u>
Shelter	Aluminio o Knockdown	6 x 3 x 3 mts	TPM	1
Climas	Vertical	4 tons	Bard	2
Puerta	Seguridad	NP418	Mesker o Mul-T-Lock	3
Lamparas	C/Polvo	2 x 38W	Beghelli	
	C/Polvo Emergencia	3 x 38W	Beghelli	
Escalerillas	Tubular 1/12" x 3/8	Acero	TPM	4
Alarmas	Varios	Gral.	Contratista del cliente	5
Electricos	Tableros, Contactos		Contratista del cliente	6
Tierras	Halo y Barras		Contratista del cliente	7
Pasamuros	4 x 4	Acero	Valmont	8
Supresor			Transector	9
Antisismico	Acero	Varios	TPM	10



* SUPERFICIE SHELTER APROX. 18M²

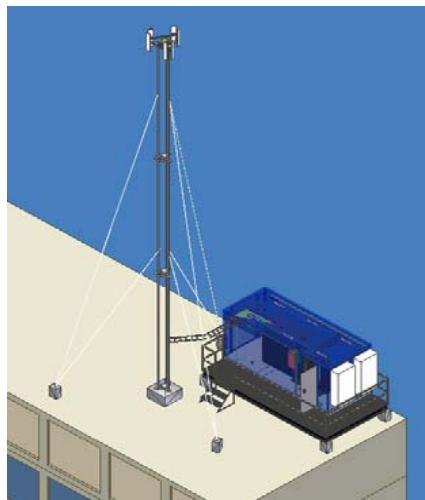
Notas:

- 1 Aluminio usado primordialmente en sitios Terreno NP. Knockdowns en azoteas.
- 2 Marca de Climas Bard utilizada actualmente. Incluye Controlador TEC20
- 3 Puerta incluida en Shelter. Fabricante la compra al proveedor sugerido por el cliente.
- 4 Se suministran a integrador o se instalan directo en planta
- 5 Alarmas con detección de varios parámetros
- 6 Eléctricos adquiridos por el cliente e Instalado por integrador
- 7 Ídem No. 6
- 8 Pasamuros suministrado por Nextel
- 9 Supresor marca Transector suministrado por Nextel
- 10 Ídem No. 4

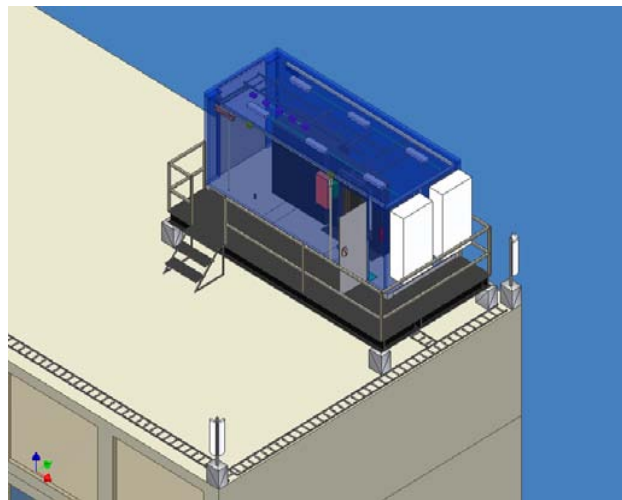


INFRAESTRUCTURA ACTUAL

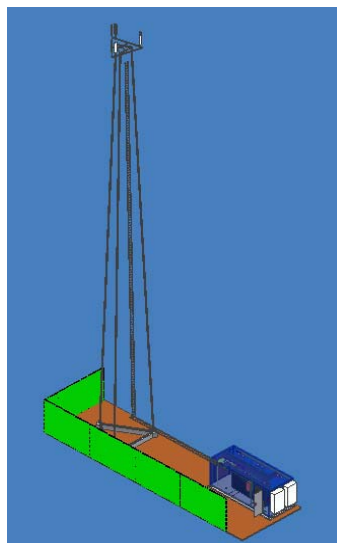
B2- MONTAJE- AZOTEA Y TERRENO (NP)



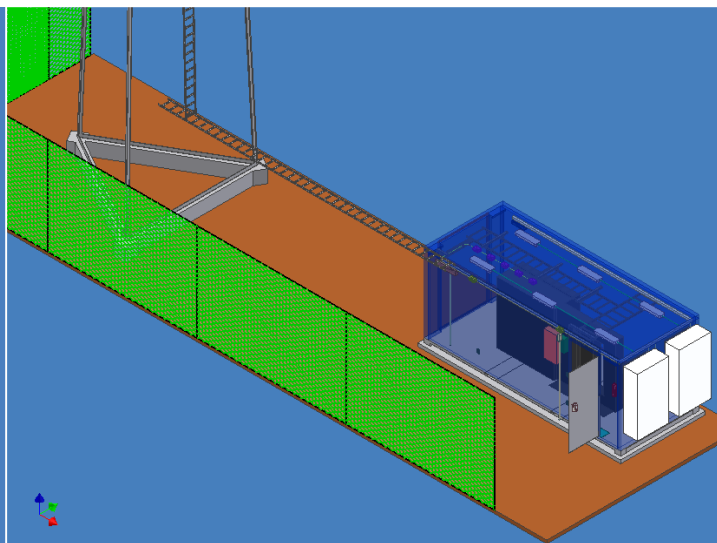
Shelter Azotea-Torre Arriostrada



Shelter Azotea Antenas Sobre Edificio



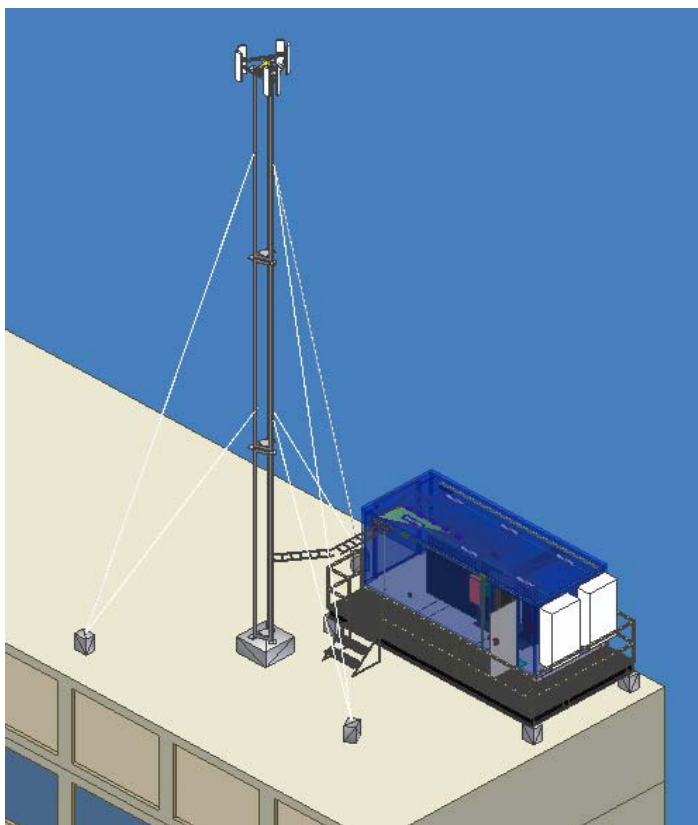
Shelter en Terreno con Torre Autosoportada





INFRAESTRUCTURA ACTUAL

B3- COSTOS SHELTERS ACTUALES



COSTOS GENERALES DE SHELTER

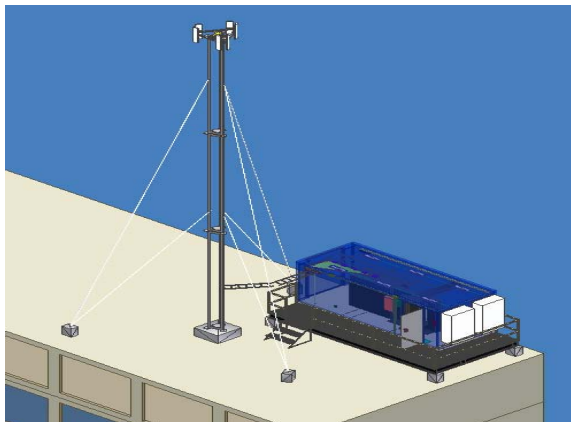
<u>Componente</u>	<u>Costo</u>	<u>Marcas</u>
Shelter	19,555.80	TPM
Electricos- INCL.	-	Contratista Cliente
Puerta- INCL.	-	Mesker
Lamparas-INCL.	-	Beghelli
Barras Tierra-INCL	-	Beghelli
Escalerillas	684.00	TPM
Climas	4,448.00	Bard-TPM
Alarmas	1,057.00	Contratista Cliente
Tierras Halo	440.00	Contratista Cliente
Pasamuros	355.00	Valmont
Antisismico	175.00	TPM
Total USD \$	26,714.80	

Notas:

- Los precios de los materiales no suministrados de fábrica son aproximados a los que paga el cliente, por separado.
- En ciertos sitios en azotea se utiliza estructura metálica que soporta el Shelter. Costo adicional aprox. \$9,000.00 USD
- En Sitios a NP, se requiere plataforma de concreto, malla o muros al perímetro del predio.
- Para Shelters en azotea se requiere un estudio estructural del edificio. Costo aprox. \$1,000.00 USD
- En todos los sitios se requiere medidor adicional de C.A y sistema de tierras externo.
- Costos presentados NO INCLUYEN costos de instalación, grúas, transporte, etc..
- No se incluye Equipos de Fuerza, banco de baterías, RF ni supresor de picos, torres, ni antenas.

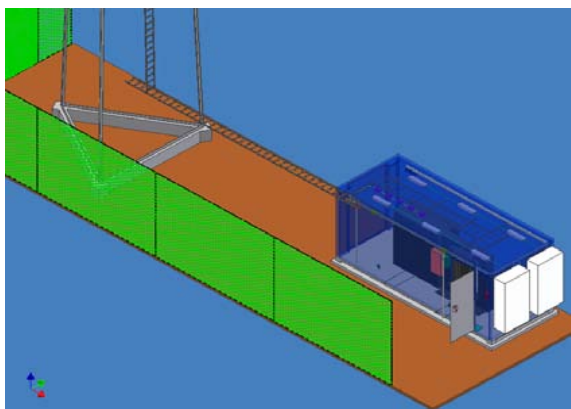
INFRAESTRUCTURA ACTUAL

B4- MANTENIMIENTO SHELTER ACTUALES



SITIO AZOTEA

<u>Componente</u>	<u>Costo Anual</u>
Filtros Climas (Lavables)	-
Limpieza - Pintura- Varios	200.00
Rep. Minimias - Elctricos	200.00
Renta Promedio *	21,000.00
Elctricidad**	4,536.00
Tot al USD \$	25,936.00



SITIO TERRENO

<u>Componente</u>	<u>Costo Anual</u>
Filtros Climas (Lavables)	-
Limpieza - Pintura- Varios***	200.00
Rep. Minimias - Elctricos	200.00
Renta Promedio *	4,320.00
Elctricidad**	4,536.00
Tot al USD \$	9,256.00

Notas:

* Renta promedio en ciudad (Azotea). En terreno es mas económico (Zona Rural). Área Aprox. requerida: 99M² en azotea y 120 M² en terreno.

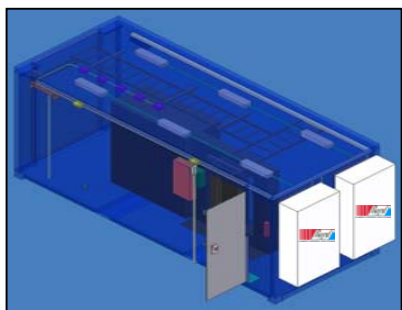
** Basado en consumo de equipo de 200A mas climas a \$0.05 USD por KWH (10.5 KW/hr)

*** En sitios en terreno se incluye limpieza de terreno (desyerbar, etc..)

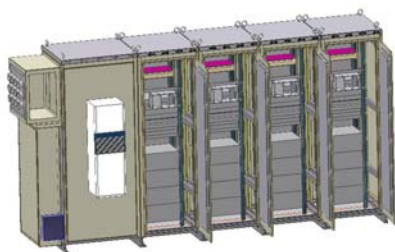


ALTERNATIVAS DE INFRAESTRUCTURA

C1- COMPARATIVO ECONOMICO



**INFRAESTRUCTURA
ACTUAL**



INFRAESTRUCTURA NUEVA

<u>Equipo</u>	<u>Costo</u>	<u>ahorro</u>
Gabinete completo ⁽¹⁾	24,950.00	
Shelter Completo	26,714.80	-1,764.80 -6.61%
<u>Mantenimiento</u>	<u>Costo Anual</u>	<u>ahorro</u>
Gabinete azotea ⁽²⁾	20,786.00	
Shelter Azotea	25,936.00	-5,150.00 -19.86%
Gabinete Terreno ⁽²⁾	8,126.00	
Shelter Terreno	9,256.00	-1,130.00 -12.21%
<u>Espacio de Inst. requerido</u>	<u>M²</u>	<u>ahorro</u>
Area sugerida para Gabinete ⁽³⁾	75.00	
Area sugerida para Shelter ⁽³⁾	99.00	

Notas:

- 1 EL GABINETE SE PUEDE INSTALAR PARCIALMENTE EN MODULOS Y CRECER SEGÚN SUS NECESIDADES. EL PRECIO INICIAL PUEDE SER MAS BAJO SEGÚN CRECIMIENTO.**
- 2 EL CONSUMO DE ENERGIA VARIA DEPENDIENDO EN CRECIMIENTO.**
- 3 EL ESPACIO ESTA BASADO EN LA INFRAESTRUCTURA PARTICULAR DE CADA TERRENO O AZOTEA.**



INFRAESTRUCTURA NUEVA

C2- OPCIONES DE INSTALACION, VENTAJAS ADICIONALES Y CALIDAD

INSTALACION Y MANUFACTURA:

- Los gabinetes son más ligeros que un shelter y pueden ser instalados en sitio en módulos. **Ahorro de gastos y tiempo de instalación (Grúas, Camiones, etc..).**
- Precios iniciales más económicos vs. Shelter .
- No se requiere proyectar o instalar plataformas metálicas o estructuras especiales.
- Sus características de diseño y ensamble permiten aumentar la capacidad de manufactura y producción (por semana), en comparación contra un shelter típico prefabricado.

MANTENIMIENTO Y LOCALIZACION DE SITIOS:

- Espacios requeridos menores (menor renta y mayor accesibilidad de sitios).
- No se requiere de plataformas metálicas o estructuras especiales en sitio.
- Dependiendo de la construcción, posiblemente no se requiera hacer estudios estructurales en edificios.
- Gabinete (Envolvente) 100% de aluminio, Patines de anclaje en Acero estructural A36 galvanizado por inmersión, accesorios y herrajes adicionales acabados en galvanizado electrolítico o en acero inoxidable.
- No requiere de mantenimientos preventivos recurrentes.

VENTAJAS ADICIONALES Y CALIDAD:

- Un solo proveedor responsable.
- Mejor calidad en sitios, ahorro de espacio, estética y mejor distribución de equipos o sub-sistemas.
- Gabinete pre-ensamblado, calibrado y probado en fabrica
- Gabinete modular – instalación a 180° (recto) o 90° (angular). Permite mayor accesibilidad en sitios.
- **Por su tamaño reducido, es posible ubicarlos en lugares de estacionamiento (rentados) en exterior o estacionamientos techados y su enlace a torre o RF en azotea.**
- **Ergonomía y adecuada accesibilidad a equipos.**

CUADROS COMPARATIVOS ENTRE INFRAESTRUCTURA ACTUAL (SHELTERS) Y LA NUEVA TECNOLOGÍA EN GABINETES MODULARES.

a) *Aspecto estructural y de diseño:*

- Tipos de Shelter (Contenedores),

CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LOS CONTENEDORES							
Tipo de Contenedor	Nema 4	Corrosión	Blindaje	Resistencia Estructural al Izaje (2)	Estabilidad Estructural (3)	Peso Neto Estructural [Kg]	Peso Neto (Equipado) [Kg]
Estructural	SI	Moderada	Opcional (1)	Alta 2500 Kg/m ²	Excelente	2000 - 2500	3250 - 3750
Knock Down	SI	NO	NO	N/A	Buena	1500 - 2000	2750 - 3250
Under-ground	SI	NO	Ligero	Media 2000 Kg/m ²	Buena	1000 - 2000	2250 - 3250
Polimérico (PVC)	SI	NO	NO	Media 2000 Kg/m ²	Buena	1000 -1500	2250 - 2750

- Versus - Gabinete Estacionario y Modular Out-Door.

CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE GABINETES							
Tipo de Contenedor	Nema	Corrosión	Blindaje (1)	Resistencia combinada al Izaje (2)	Estabilidad Estructural (3)	Peso Neto Estructural [Kg]	Peso Neto (Equipado) [Kg]
Gabinete estacionario Out-Door de lámina de acero Cal.14.	4	Moderada	ligero	1500 Kg/m ² Aprox.	Excelente	1150 Aprox ¹ .	2400
Gabinete Modular Out-Door	4X	NO	ligero	2500 Kg/m ² Aprox.	Excelente	1079 Aprox.	2329

Se puede observar que el gabinete modular tiene importantes ventajas sobre los diferentes tipos de contenedores incluyendo sobre el de tipo Knock Down y polimérico en donde a pesar de que se tiene una gran similitud en cuanto a peso, se tienen ventajas ante el nivel de blindaje y estabilidad estructural.

En cuanto al gabinete estacionario, se puede observar que el gabinete modular cuenta con mayores beneficios contra los efectos de la intemperie, mayor resistencia combinada al izaje y un peso estructural ligeramente menor al de su homólogo estacionario de acero.

¹ De acuerdo a lo solicitado por el cliente, sin blindaje (más común), ligero o regular.

² Basada en el promedio común solicitado por varios usuarios en sus requerimientos técnicos o RFQ.

³ Referido a la estabilidad y resistencia ante los efectos del izaje, viento y sismos.

b) *Aspecto de transporte, manejo y maniobrabilidad.*

Tipo de Contenedor	Tipo de transporte	Manejo	Maniobra	Capacidad de expansión a futuro
Estructural, Underground y Polimérico.	Plataforma de cama baja con tracto-camión. (Low-boy)	Manejo y embarque con grúa y montacargas.	Grúa telescópica de 60-80 Ton. minimo.	Planeación con Posibilidad Limitada
Gabinete estacionario Out-Door de lámina de acero Cal.14.	Plataforma abierta con tracto-camión o camión de 3.5 Ton.	Manejo con montacargas, embarque con grúa.	Grúa telescópica de 60 Ton.	NO
Gabinete Modular Out-Door	Camión con caja abierta o cerrada de 3.5 Ton.	Manejo con patines y/o fuerza humana, el embarque asistido con montacargas.	Izaje modular individual o en conjunto con grúa telescópica de 60 Ton.	Planeación con mayor capacidad.

Como se puede observar, el gabinete modular presenta mayores ventajas para transporte y maniobra ya que puede ser embarcado en dos o mas partes sin necesidad de usar grúa y plataforma de grandes dimensiones, su ligero peso y modulación le permite ser embarcado mediante el uso de la fuerza humana asistido con un montacargas. Así mismo para su instalación en sitio puede ser movido fácilmente con patines para su anclaje a nivel de piso o subirlo en partes por el elevador de servicio o montacargas para su instalación en azotea.

En caso de que se requiera maniobrar el gabinete completo, se requerirá solo de una grúa telescópica de 60 toneladas, para casos especiales en donde se tenga que librar alturas mayores a 20 metros, dependiendo del caso, se tendrá que utilizar una grúa de mayor capacidad, tomando siempre en cuenta que la capacidad de ésta puede reducirse hasta en un 90% con todo su brazo extendido.

Su capacidad de modulación en forma lineal o incluso esquinada, le permite planear una mayor capacidad de expansión de equipos para aumentar la disponibilidad de líneas en el futuro.

La siguiente imagen muestra la capacidad de modulación del gabinete.

The drawing illustrates the modularity of the cabinet system. It shows three different configurations of the cabinet: a long row, a shorter row, and a single unit. An exploded view on the right details the components, including the terminal cover, neoprene seals, thermal cap, lifting prisms, standard module, power module, lifting and anchoring base, and the terminal cover. A specific HVAC unit is also shown being integrated into a standard module.

Labels in the exploded view:

- Copete Térmico
- Prismas de Izaje
- Caja para Portarrestor
- Gabinete para Centro de Carga
- Módulo de Fuerza
- Patin de Anclaje y de Izaje
- Tapa Terminal
- Módulo de Acoplamiento "L"
- Unidad HVAC Kooltronic 12,000 Btu's
- Módulo Estándar
- Juntas de Neopreno (Bulbo) para sellado entre módulos
- Módulo Estándar

Technical Specifications Table:

INGENIERIA DEL PRODUCTO					FLEXCOM CONSULTORES S.A de C.V.		TPM Construcciones		Tele Productos Mecánicos		
REVISIONES					CLIENTE	FECHA	PROY.	MATERIAL	TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIKEN OTRAS		TITULO
01	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	ING. J.L.R.P.	26/12/04	ING. A.M.L.	Varios	FRAC. ± 1/16" AVD. ± 0.25"		Explosivo y posible modulación "L" Outdoor Nextel
02					ING. W.S.B.	26/12/04		P. Electrostatica	ACUMULADOR (SOLO PARA DISIPABLES DESTRUCTIVOS)		
03									MATERIAL: 1.00 1.01		
04									MATERIAL: 01 ensamblado		

NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

c) *Aspecto Económico:*

Tipo de contenedor	Precio de venta (USD) ¹	Costos de transporte y maniobra (USD) ¹	Costos de Instalación y Entrega (USD) ¹	Costos aproximados anuales de operación y mantenimiento por sitio. (USD) ¹	
				Sitio Azotea	Sitio Nivel de Piso
Shelter prefabricado	\$ 27,000	+1,200 ⁽²⁾ + grúa	\$ 230 +viáticos	\$ 26,000	\$ 9,300
Gabinete modular	\$ 25,000	1,200 ⁽³⁾	\$ 172 +viáticos	\$ 21,000	\$ 8,200

Notas:

1. Se toman los precios y costos de referencia con respecto a 2004. El tipo de cambio fue tomado a 10.5 pesos por dólar.
2. Referido a un costo mayor debido a la necesidad de ser un transporte de cama baja y abierta con mayor capacidad de carga, preferentemente con grúa de brazo integrada lo que implica un mayor costo con respecto a la referencia indicada.

Se requiere además agregar el costo por renta y manejo en sitio de una grúa telescópica de por lo menos 60 Ton. o de la capacidad que requiera la maniobra.

3. Costo de referencia para un transporte con capacidad de 3.5 Ton. Y un recorrido de 800 Km. Aprox.



PRODUCTO TERMINADO

**PRESENTACIÓN DE PROTOTIPO A
CLIENTE EN MÉXICO
DICIEMBRE 2004**









PRODUCTO TERMINADO

**INSTALACIÓN EN SITIO “CENTRO SALTILLO”
SALTILLO COAHUILA**



A la izquierda, se puede observar el edificio en donde se proyectó la instalación del prototipo del gabinete modular tipo outdoor (Sausage). El edificio se encuentra sobre la calle Allende #202 Col. Centro, Saltillo Coahuila, tiene 7 pisos más planta baja y una altura con referencia a nivel de piso terminado en azotea de 22.49 m. y a nivel de rejilla Irving sobre la que se instaló en gabinete de 23.09 m.

Arriba se puede observar las características físicas del cubo de la escalera, sus dimensiones son estrechas lo que hace difícil el acceso de cada módulo a través de éstas. Por lo que se decide realizar maniobra de izaje con grúa telescópica de 60 Toneladas.

A la derecha se puede observar la distribución actual de los equipos existentes del sitio compartido ubicado en la azotea del edificio, se observa en la parte inferior derecha de la fotografía la malla ciclónica que limita una subestación de 75 KVA y en la parte inferior izquierda, la zona donde será instalado en gabinete sobre la rejilla Irving.

En la fotografía inferior, se puede observar parte de los mástiles para antenas de RF que se encuentran instalados sobre la barda de la azotea, los cuales dificultan en parte la maniobra aérea sobre el sitio.





Gabinete instalado en sitio y anclado a rejilla Irving mediante espárrago de acero galvanizado de 3/8" con tuerca y contra-tuerca.



Vista frontal de acceso a equipos Motorola *IDEN* de RF y control.



Como se observa en las siguientes fotografías, a pesar del limitado espacio disponible, cabe la posibilidad de agregar una expansión lineal de hasta una bahía adicional de tecnología con solo desmontar la tapa terminal y acoplar el nuevo módulo instalando la tapa en su nuevo lugar correspondiente.



Gabinete instalado en sitio. Se puede observar que el espacio disponible para su maniobra e instalación no es muy grande en relación con el espacio compartido con los otros gabinetes, por lo que sería imposible instalar un contenedor (Shelter) tradicional en este sitio.



Vista panorámica del gabinete modular instalado en sitio.
Se puede observar que el espacio en pasillos es suficiente para acceso por ambos lados.



PRODUCTO TERMINADO

**ALCANCES Y PROYECCIÓN A FUTURO DEL
PROYECTO**

ALCANCES.

Los alcances del proyecto son amplios ya que debido al éxito obtenido en la instalación del prototipo en el sitio “Centro Saltillo” en cuanto a maniobra, instalación y funcionamiento cumplieron con las expectativas y objetivos para lo cuál fue diseñado. Entre los principales puntos satisfactorios del proyecto, destacan los siguientes:

- Maniobra satisfactoria, aunque complicada debido al limitado espacio y obstáculos aéreos que hubo que librar. Aunque hubiera sido prácticamente imposible introducir un contenedor tradicional de dimensiones y peso estándar.
- Espacio disponible suficiente para instalación del gabinete con posibilidad de incrementar su capacidad instalada en forma lineal, agregando un módulo estándar adicional.
- Su tamaño y peso relativamente reducido permiten una maniobra y ajustes en piso de manera más sencilla y rápida.
- Su funcionamiento y operación electromecánica y de equipos HVAC, así como su estabilidad estructural y resistencia al medio ambiente no han presentado fallas a la fecha después de casi un año de operación continua y mínimo mantenimiento.
- Su apariencia física destaca a la vista debido a sus atractivos acabados en pintura y logotipos, además de su particular geometría y dimensiones en comparación con un gabinete (BTS) tradicional.

Estos puntos permitieron proyectar la instalación del producto en lugares donde se cuenta con un espacio de maniobra e instalación limitado así como que requieran de un menor peso sin sacrificar resistencia, pero sobre todo en lugares turísticos y/o exclusivos en donde la apariencia y dimensiones de un contenedor tradicional desentona con las políticas de servicio y atención a los clientes o residentes.

Por tal motivo, se proyectaron instalaciones para ampliación de cobertura en los siguientes sitios ya instalados (incluyendo prototipo):

- Sitio “Centro Saltillo”, instalado en sitio compartido con dimensiones y acceso limitado, ubicado en azotea de edificio con siete niveles. Marzo 2005.
- Sitio “San Isidro” Torreón Coahuila, instalado en la azotea de un prestigiado hotel y con último nivel de acceso mediante montacargas. Instalado en Agosto de 2005.
- Sitio instalado en la zona centro Torreón Coahuila. Septiembre de 2005
- Sitio “Maya Caribe” Instalado en la marina del Club Náutico #3 sobre Paseo Kukulcán, en la zona hotelera de Cancún. Octubre de 2005.

- Proyección de instalaciones adicionales en sitios con características de accesibilidad y/o requerimientos dimensionales y de apariencia similares a los sitios anteriores.

PROYECCIÓN A FUTURO:

La proyección a futuro de éste proyecto puede tener diversos alcances en cuanto a su versatilidad y flexibilidad de uso e instalación. La primera de ellas está enfocada a la capacidad para desarrollar un módulo de acoplamiento a 90° o en escuadra que permita realizar expansiones de capacidad de equipo (EBTS, control y micro-onda) no solo en forma lineal como se menciona en la ficha técnica correspondiente, si no también que puedan realizarse dichas expansiones de forma “perpendicular” y hasta “lateral” en caso de ser necesario. A éste estudio preliminar se le conoció durante su desarrollo como “distribución dominó” que podría ser viable en lugares muy específicos y proyectados con la planeación estratégica necesaria.

Cabe mencionar que el desarrollo conceptual de dicho acomodo ya ha sido efectuado y ha sido calificado como “viable”, sin embargo la ingeniería básica y de detalle para su manufactura y construcción aún se encuentra en proceso de desarrollo.

El segundo alcance a futuro puede estar enfocado a la capacidad de desarrollar un nuevo producto novedoso que basado en las bondades dimensionales, peso y versatilidad del gabinete “Sausage” permitan desarrollar un híbrido entre “Gabinetes modulares Outdoor” y “SOW’s” (Shelters on Wheels), con el fin de crear una nueva tecnología que sea capaz no solo de transportar una célula completa con equipo tan robusto como lo es el *IDEN*, Torre telescópica desplegable y Planta de fuerza, si no que sea además sea autosuficiente a través de la integración de algún sistema de fuente alterna de energía (de tipo solar por ejemplo), que permita alimentar durante el día la radio base, asistida durante la noche o días nublados con la planta de fuerza y el banco de baterías; dando posibilidad de aumentar servicios de cobertura incluso en lugares donde no se tiene acceso a una línea confiable de alimentación eléctrica o incluso donde solo se tiene acceso a una sola fase de alimentación comercial. Esto podría no solo disminuir los gastos de operación y mantenimiento, sino incursionar en un área de desarrollo “auto sustentable” para el desarrollo de las telecomunicaciones de radio y celulares.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES

*“El límite no está en el cielo, ni más allá de las estrellas,
el límite somos y se encuentra dentro de cada uno de nosotros”*

JOSÉ L. RODRÍGUEZ PICAZO.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el proceso de diseño con respecto al producto terminado y al proyecto durante la construcción e instalación del mismo, se puede concluir lo siguiente:

- En lo que respecta al proyecto, se puede concluir que a pesar de que el proceso de investigación, ingeniería y desarrollo fue largo (alrededor de 11 meses, ya que se había contemplado inicialmente un proceso de desarrollo de 6 meses), se concluye que el costo-beneficio fue satisfactorio debido al éxito obtenido durante el proceso de instalación y operación del prototipo.

En resumen, los puntos más destacables del proyecto son los siguientes:

- a) Se logró optimizar dimensiones y por lo tanto manejo y maniobrabilidad tanto en su embarque y transporte, como en su instalación en sitio.
 - b) Se logró disminuir su costo en aproximadamente 7%, con respecto al costo de la infraestructura promedio actual.
 - c) Se logró disminuir los costos anuales de operación en aproximadamente 20%, con respecto al promedio del costo más alto referido a la instalación de sitios en azoteas.
 - d) En general el beneficio global se ve realmente reflejado en el éxito operativo de los sitios que se han instalado a la fecha con ésta tecnología y más aún en el potencial de crecimiento con el que puede ser proyectado durante el proceso de crecimiento de la cobertura demandada (600 sitios aprox.)
- En lo que respecta al equipo, los resultados durante la evaluación y desempeño en la operación del producto tienden a ser benéficos desde el punto de vista tecn-económico, ya que la inversión inicial en el costo de adquisición del producto terminado se justifica mediante un ahorro en los costos de instalación y mantenimiento. Tal como se pudo observar en el estudio correspondiente.

- La sencillez del diseño y ensamble del equipo, permite programar, dependiendo de la capacidad instalada, producciones en serie de mayor capacidad con producto terminado ya listo para embarque y entrega, comparado contra los tiempos de fabricación de un contenedor prefabricado (Shelter estructural).
- Cumplió y superó las expectativas técnicas solicitadas: NEMA 4x, ensamble modular, ligero y maniobrable así como resistencia y estabilidad estructural son algunos de los puntos más destacables.
- La versatilidad y flexibilidad en la capacidad para realizar expansiones modulares, permite planear y organizar su disposición en sitio y crecimiento a futuro.
- Sus dimensiones reducidas y ergonomía permiten proyectar su instalación en lugares con poco espacio disponible, sin sacrificar el acceso y operación a los equipos de transmisión y fuerza.
- Su geometría y acabados en pintura y accesorios permiten dar un aspecto físico más atractivo y menos voluminoso con la flexibilidad de ajustarlos al tono de color y detalles que se requieran con el fin de poder realizar su instalación en lugares exclusivos o que requieran cierto camuflaje.

En resumen, los puntos más destacables del producto terminado son los siguientes:

- a) Se logró cumplir con el 100% de las especificaciones de diseño y construcción solicitadas, que igualaron o superaron las originalmente plateadas.
- b) Se logró disminuir el peso del producto, en un 38% en comparación con un Shelter pre-fabricado y en un 3% comparado con un gabinete estacionario de acero, ambos de infraestructura actual.
- c) Se logró obtener la capacidad de modulación solicitada, tanto para ser aprovechada durante el izaje, manejo e instalación del equipo en sitio, como para aumentar su capacidad de expansión a futuro.
- d) Se logró un balance funcional entre, dimensiones, ergonomía y estética en comparación con un shelter o gabinete estacionario tradicional, que lo hace viable para ser instalado en cualquier terreno con nivel de piso terminado, estacionamientos, azoteas y en lugares exclusivos que requieran discreción en apariencia y acabados.

Finalmente, con base en los puntos anteriores y en los estudios y resultados expuestos en el presente trabajo, se concluye que el Gabinete Modular Outdoor (*GAMO Sausage*), ha cumplido con todas las expectativas técnicas y comerciales que fueron requeridas, convirtiéndose en una opción potencialmente viable para ser instalado en sitios que así lo requieran.

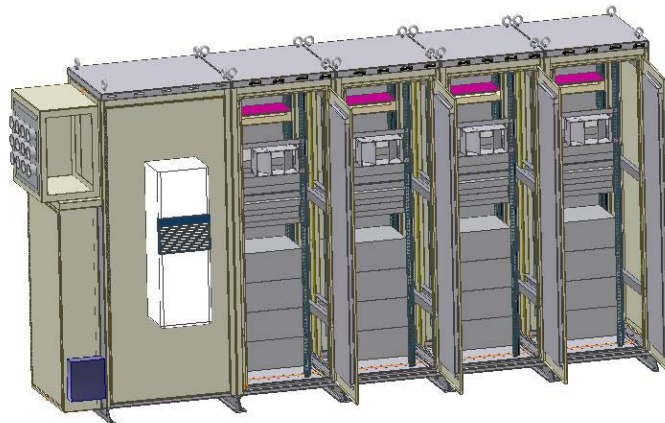
A la fecha, se han instalado formalmente cuatro sitios con esta tecnología que forman parte de redes de reciente cobertura con este tipo de comunicación celular de tipo “Trunking” de conexión directa nacional e internacional, lo que ha logrado que el producto haya sido considerado como una tecnología innovadora con potencial de ser considerado y homologado para incrementar la capacidad instalada y de cobertura actual en otros lugares.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de nuevos diseños e ingeniería adicional basados en este producto pueden tener varios enfoques y alcances que pueden ser viables para crear tecnología que permita un desarrollo auto-sustentable de operación en el área de las telecomunicaciones y que queda abierto tanto al criterio, experiencia y necesidades del usuario final, como a los futuros pioneros y desarrolladores interesados en incursionar en esta área.



Anexos

MANUALES Y DATOS TÉCNICOS



GABINETE MODULAR OUTDOOR

NS: TPM035-002-114-000
MARZO, 2004

En esta sección se presentan los manuales de algunos de los sistemas más importantes que conforman la instalación electromecánica del Gabinete Modular Outdoor, con el fin de dar a conocer las características de los equipos que lo conforman así como también los cuidados de instalación y mantenimiento de los mismos y del propio gabinete.

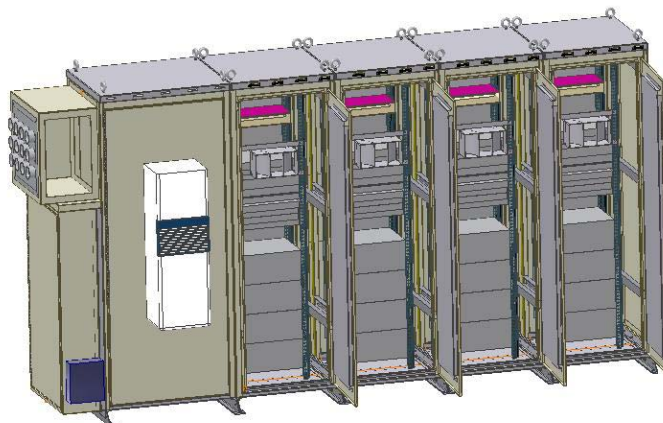
Entre los manuales de los diferentes equipos integrados en el presente anexo, se encuentran los siguientes:

- a) Manual de mantenimiento de Gabinete Modular Outdoor.
- b) Manual de referencia para pruebas realizadas en recubrimientos orgánicos de acuerdo con las normas ASTM. (Pintura electrostática).
- c) Manual y ficha técnica de aplicación para la pintura en polvo Tiger DryLac.
- d) Manual de operación y mantenimiento para equipos de Aire Acondicionado Kooltronic serie RP47 Advantage.
- e) Pruebas y mediciones de temperatura en sitio.



ANEXO A

MANUAL DE MANTENIMIENTO



GABINETE MODULAR OUTDOOR

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO.
MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA GABINETE MODULAR OUT-DOOR.**

EQUIPO: Gabinete Modular Out-Door.

Número de Serie: TPM-035-002-114-000

Nota : Ultimo Número – Numero asignado al Producto (gabinete).

Se recomiendan los siguientes puntos para la correcta operación del equipo descrito:

- **MANTENIMIENTO GENERAL:**

Todo mantenimiento esta basado primordialmente en las condiciones de operación, condiciones climáticas del área de uso y en la frecuencia de operación del equipo.

La buena operación y el seguimiento a un plan de mantenimiento le tendrá como resultado un más largo y seguro tiempo de vida de su unidad y componentes.

El desarrollo del mantenimiento preventivo en los módulos que conforman el Gabinete Modular Out-Door “Sausage”, consistirá en la aplicación de las rutinas con las actividades y tareas que se establecen en siguientes puntos:

1) Estado de funcionamiento mecánico.

Inspección.

Revisión de los elementos que forman la puertas, pilares, bastidores, paredes, techos etc., verificar que las aperturas y abatimiento se efectúan sin atascos, descuelgues, interferencias, arrastres, etc.

Comprobación del funcionamiento y estado de sujeción de los mecanismos de apertura y cierre en:

- Puerta de acceso: Cerrojos, manijas, Varilla de cierre múltiple.
- Comprobación de revisión de la existencia de golpes, abolladuras, desprendimientos, torceduras, puertas y accesorios.

Acción.

Cuando las puertas y accesorios se encuentran en condiciones normales de funcionamiento o no se observen anomalías ni degradación aparente:

- a) Reapriete ó ajuste de fijación y reglaje de todos los elementos de apertura, cierre y sujeción de las puertas y accesorios.
- b) Sustitución de elementos de fijación y de pequeños accesorios tales como pasadores, tiradores, bisagras etc., que a simple vista presenten deterioro evidente.
- c) Limpieza, engrase y aceitado de cerraduras, muelles, bisagras etc., de las puertas candados y demás mecanismos de apertura cierre y acceso incluyendo, de ser necesario, trabajos y acciones de desmontaje y montaje de elementos o equipo que no alteren la integridad estructural o del ensamble en conjunto.

2) Estado de ensamble y acabados.

Inspección:

Comprobación del estado de las soldaduras de unión entre vigas, apoyos o pilares que forman la bandada metálica de caseta, equipo de intemperie, etc., verificando que no existen fisuras o desprendimiento de los cordones de soldadura.

Revisión del estado de las uniones y fijaciones mecánicas mediante tornillos , entre vigas, anclajes, placa base, plataforma, etc. Que integren el ensamble de la estructura así como la fijación contra la plancha en el piso.

Estado de la impermeabilización o protección anticorrosiva en los puntos de anclaje, patas, encuentro de pilares, recrecidos, etc.

Estado del acabado sobre la estructura o envolvente principal del gabinete, verificar que no existan rayones, raspones o desprendimiento de la pintura.

Estado de los bulbos de neopreno para sellado tanto en puertas como en uniones entre módulos, se debe verificar que el bulbo no presente ruptura ni agrietamiento así como cristalización o degradación excesivos debidas al efecto de rayos UV u oxidación por ozono.

Verificar que las juntas de uretano agregadas en toldo, tapones de izaje, pasamuros y perímetro de Unidades HVAC permanezcan intactas o no presenten deterioro excesivo.

Acción.

Cuando el ensamble y acabados se encuentre en condiciones normales de operación, asegúrese de retocar cualquier desperfecto ya sea sobre el patín estructural mediante galvanizado en frío, así como cualquier detalle visible sobre la pintura del gabinete.

Preferentemente manténgase libre de polvo y manchas causadas por lluvia o estancamientos la superficie del gabinete ya que éstas partículas pueden contener altos contenidos de sales minerales y azufre que pueden dañar y opacar la pintura. Se recomienda un mantenimiento preventivo mayor 1 vez cada 6 meses limpiando con agua clara la superficie y aplicando un protector sintético u orgánico sobre la pintura, así como algún aditivo orgánico o sintético para retardar la oxidación y degradación de juntas de neopreno.

3) Estado por niveles de deterioro.

Niveles para reporte de estado:

- Nivel A: El gabinete y estructura se encuentran sin defectos aparentes.
- Nivel B: algunos tornillos se encuentran flojos. Algunos elementos estructurales se encuentran arqueados y/o desnivelados. Se observa parte de la impermeabilización estropeada y desprendida, pero no se observan infiltraciones.
- Nivel C: La tornillería se halla floja en más de 50%. Faltan algunos tornillos. El estado de la impermeabilización puede producir goteras y se aprecia desprendimiento de la misma.
- Nivel D: La estructura se encuentra con cordones de soldadura desprendidos y/o con fisuras. El estado de la impermeabilización produce goteras.

Tareas básicas correctivas (todos los niveles):

Re-apretado de toda la tornillería y reposición de los que falten incluidos los accesorios pequeños (grapas, arandelas, tuercas, etc.). Posteriormente se procederá al repintado y marcado mediante pintura como método comprobatorio de que la operación se ha efectuado. La tornillería debe tener al menos arandela sobre tuerca y algún elemento (grower o contratuerca) que impida su aflojamiento. De no existir grower o contratuerca se efectuará un graneteado para impedir su aflojamiento.

En los casos donde se detecte pintura agrietada, desprendida o indicación de fisuras en las soldaduras se limpiará el acabado o pintura (no utilizar medios abrasivos) y se verificará si tiene penetración o no sobre el metal (mediante partículas o líquidos penetrantes) y se efectuará una marcación sobre la misma.

La reparación de la pintura puede ser de hasta una superficie máxima de aplicación en estructuras de 0.5m².

La reparación y sellado en las uniones y juntas modulares del gabinete así como sobre perímetros de juntas de unidades HVAC, pasamuros y tapones de Izaje, se realizará mediante uretano líquido (sicaflex 221) aplicado mediante pistola de inyección manual.

Inspección visual del estado de conservación o deterioro del galvanizado o sistema de protección anticorrosiva (pinturas y galvanizados) de todos los elementos que forman el patín de apoyo y fijación a piso.

Se verificará el estado de degradación del sistema de protección anticorrosiva: adherencia, cuarteo, fragilidad, ampollamientos, también, se verificará el espesor, grado de desbaste, erosión, etc.

Se verificará el nivel de deterioro comprobando la extensión afectada y su intensidad (manchas, herrumbre y picaduras).

Se realizará limpieza y reparación de la superficie oxidada de los perfiles metálicos que forman el patín de anclaje mediante medios mecánicos (cepillos rotativos provistos con lijas) o manuales (lijado a mano), para que una vez limpia se proceda a la imprimación adecuada al grado de exposición.

Nota: Los elementos sobrantes y basuras se llevaran a vertedero correspondiente según normatividad medioambiental.

Periodicidad:

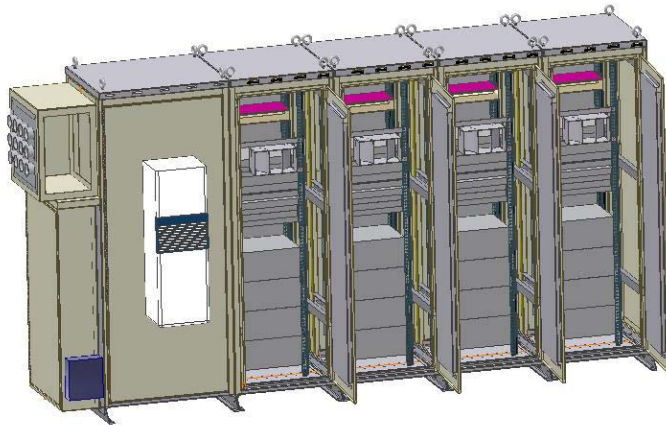
Indice pluviosidad alto o zona con abrasión / Impacto:	Anual.
Indice pluviosidad medio o zona costera/Industrial:	6 Meses.

Verificando los puntos anteriores, el equipo se estará operando de manera correcta y segura.



ANEXO B

MANUAL DE REFERENCIA PARA PRUEBAS ASTM EN RECUBRIMIENTOS ORGANICOS



GABINETE MODULAR OUTDOOR

**MANUAL DE REFERENCIA PARA PRUEBAS REALIZADAS EN
RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS DE ACUERDO CON ASTM.
PINTURA ELECTROSTÁTICA.**

A continuación se presentan las referencias de las pruebas ASTM aplicadas a la pintura electrostática, con el fin de conocer de manera general en que consiste cada una de ellas así como la nomenclatura vigente en su última versión aprobada por el comité correspondiente y su localización bibliográfica ASTM para su consulta específica.

➤ ***ASTM D792: Densidad y Gravedad Específica en plásticos por desplazamiento.***

Estándar activo:	D792-00
Desarrollado por Subcomité:	D20.70
Adaptaciones:	Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM:	08.01

Generales:

Este método de prueba describe la obtención de la gravedad específica (densidad relativa) y densidades de plásticos sólidos diferentes formas ya sea en láminas, partículas, barras u objetos moldeados.

Se describen dos métodos de prueba:

- a) Método de prueba A – Para pruebas de plásticos sólidos en agua.
- b) Método de prueba B – Para pruebas de plásticos sólidos en líquidos diferentes al agua.

Notas:

- Se puede aplicar como método alternativo el D1505 que puede ser aplicado sobre diversas geometrías, así como para películas y laminados delgados.
- Los valores obtenidos son manejados en Sistema Internacional de unidades.
- Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

- Este estándar No es equivalente a ISO 1183 Método A.

Documentos referenciados:

- ASTM D1505 – Método de prueba para densidad de plásticos por gradiente de densidades.
- ASTM D1622 – Método de prueba para densidad aparente de plásticos rígidos.
- ASTM D4868 – Guía para la revisión anual de métodos de prueba y especificaciones para plásticos.
- ASTM D618 – Práctica para acondicionamiento de plásticos y radiación eléctrica.
- ASTM – 891 Métodos de prueba para gravedad específica sobre líquidos químicos industriales.
- ASTM – E12 Terminología relacionada a la densidad y gravedad específica d sólidos, líquidos y gases.

➤ ***ASTM D1186: Medición no destructiva de espesor de película seca de recubrimientos no magnéticos aplicada a una base ferrosa.***

Estándar activo:	D1186-01
Desarrollado por Subcomité:	D01.23
Adaptaciones:	Adoptado por DOD.
Volumen en libros ASTM:	06.01

Generales:

Este método de prueba abarca las mediciones no destructivas del espesor de una película seca de recubrimientos no magnéticos aplicados sobre un material con base ferrosa usando instrumentos comercialmente disponibles. El método de prueba abarca el uso de instrumentos basados solamente en principios de medición magnética. El método de prueba A consiste en medición de película usando “galgas” o calibradores magnéticos y el método de prueba B usa para la medición de película ondas de flujo magnético.

Estos métodos de prueba no son aplicables a recubrimientos que serán sometidos a efectos deformantes por cargas provenientes de instrumentos de medición como los instrumentos de prueba que deben de ser colocados directamente sobre la superficie de recubrimiento para tomar una lectura.

Los valores obtenidos son manejados en el Sistema Internacional de unidades. Los valores en paréntesis se toman de manera informativa.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos referenciados:

- ASTM D609 – Práctica para la preparación de paneles de aceros “Cold Rolled” para pruebas de pintura, barnizado, conversión de recubrimientos y productos de recubrimiento relacionados.
- ASTM D823 – Prácticas para la producción de películas de espesor uniforme de pinturas, barnizados y productos relacionados sobre paneles de prueba.

➤ ***ASTM D523: Método de prueba para brillo especular.***

Estándar activo:	D523-89(1999)
Desarrollado por Subcomité:	D12.03
Adaptaciones:	Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM:	06.01

Generales:

Este método de prueba abarca la medición de brillo especular de especímenes no metálicos para medidor de brillo en geometrías a 60, 20 y 85.

El estado del valor en unidades de pulgada-libra serán tomadas para este estándar. Los valores dados entre paréntesis son solo informativos.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos referenciados:

- ASTM D3964 – Prácticas para la selección de especímenes de recubrimiento para mediciones de apariencia.
- ASTM D4039 – Método de prueba para la reflexión de superficies altamente brillantes.

- ASTM D823 – Prácticas para producir películas de espesor uniforme para pinturas, barnices y productos relacionados sobre paneles de prueba.
- ASTM E430 – Método de prueba para medición de brillo en superficies altamente reflejantes por goniofotometría.

➤ ***ASTM D3363: Método de prueba para dureza de película por prueba de lápiz.***

Estándar activo:	D3363-05
Desarrollado por Subcomité:	D01.23
Adaptaciones:	Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM:	06.01

General.

Este método de prueba abarca el procedimiento para una rápida determinación de la dureza de la película de un recubrimiento orgánico en un substrato guías d dibujos o guías conocidas de dureza de lápiz.

Este método de prueba es similar en contenido (pero no técnicamente equivalente al ISO 15184).

Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

➤ ***ASTM D2794: Método de prueba para la resistencia a los efectos de deformación rápida (impacto) de recubrimientos orgánicos.***

Estándar activo:	D2794-93 (2004)
Desarrollado por Subcomité:	D01.23
Adaptaciones:	Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM:	06.01

General.

Este método de prueba abarca el procedimiento para deformación rápida por impacto de una película de recubrimiento y su sustrato para evaluación del efecto de deformación.

Este método de prueba podría estar restringido a realizarse solo en laboratorio cuando los valores numéricos son usados por la deficiente duplicación del método. Las cláusulas internas de laboratorio son mejoradas cuando una escala de medición directa es utilizada en lugar de valores numéricos.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos referenciados:

- ASTM D1186: Medición no destructiva de espesor de película seca de recubrimientos no magnéticos aplicada a una base ferrosa.
- ASTM D609 – Práctica para la preparación de paneles de aceros “Cold Rolled” para pruebas de pintura, barnizado, conversión de recubrimientos y productos de recubrimiento relacionados.
- ASTM D823 – Prácticas para producir películas de espesor uniforme para pinturas, barnices y productos relacionados sobre paneles de prueba.

➤ ***ASTM D3359: Método de prueba para medición de adhesión mediante cinta adhesiva.***

Estándar activo: D2794-93 (2004)

Desarrollado por Subcomité: D01.23

Adaptaciones: Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.

Volumen en libros ASTM: 06.01

General.

Este método de prueba abarca los procedimientos para determinar la adhesión de una película de recubrimiento sobre sustratos metálicos mediante la aplicación y remoción de cinta a presión sobre cortes hechos sobre la película.

El método A es usado en lugares donde el recubrimiento se encuentra en condiciones de trabajo o servicio, mientras que el método B es viable para su aplicación en laboratorio. También, el método de prueba B es viable para películas con un espesor mayor a 0.005 in.

Notas:

- En los acuerdos entre comprador y vendedor para avalar la prueba, puede utilizarse el método B para películas de mayor espesor si se utiliza una mayor anchura en el espaciamiento de los cortes.
- Este método de prueba es aplicado para determinar si la calidad de la adhesión d un recubrimiento sobre un sustrato tiene en general un adecuado nivel. No se distinguen entre niveles de adhesión más elevados en donde se requiere de métodos más sofisticados de medición.
- En un sistema “multicapa”, la falla de adhesión puede ocurrir entre los recubrimientos, así que el sistema de adhesión del recubrimiento al sustrato no es determinado.
- Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos referenciados:

- ASTM D1000 – Método de prueba para cintas adhesivas de presión usadas para aplicaciones eléctricas y electrónicas.
- ASTM D1730 – Prácticas para preparación de superficies de aluminio y aleaciones de aluminio para pintado.
- ASTM D2092 – Guía para preparación de superficies de acero galvanizado para pintado.
- ASTM 2370 – Método de prueba para propiedades de tensión en recubrimientos orgánicos.
- ASTM D3924 – Especificaciones de ambientes estándar para condiciones y pruebas de pintado, barnizado, lacas y materiales relacionados.
- ASTM D460 – Método de prueba para resistencia a la abrasión de recubrimientos orgánicos.
- ASTM D609 – Práctica para preparación de paneles de acero “cold rolled” para pruebas de pintura, barnizado, conversión de recubrimientos y procesos relacionados.

- ASTM D823 – Prácticas para producir películas de espesor uniforme en pinturas, barnices y productos relacionados en paneles de prueba.

➤ **ASTM D522: Prueba de mandril cónico en recubrimientos orgánicos.**

Estándar activo: D522-93a (2001)
Desarrollado por Subcomité: D01.23
Adaptaciones: Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM: 06.01

General.

Este método de prueba abarca la determinación de resistencia para la ruptura (flexibilidad) en recubrimientos orgánicos colocados en substratos de lámina metálica o materiales con base plástica (elastómeros).

- Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos referenciados:

- ASTM D1005 – Métodos de prueba para medición de espesor en película seca de recubrimientos orgánicos, usando micrómetro.
- ASTM D1186 - Medición no destructiva de espesor de película seca de recubrimientos no magnéticos aplicada a una base ferrosa.
- ASTM D1400 – Método de prueba no destructivo para la medición de espesor de película seca de recubrimientos no conductivos a aplicados a un metal base no ferroso.
- ASTM D823 – Prácticas para producir películas de espesor uniforme en pinturas, barnices y productos relacionados en paneles de prueba.

➤ **ASTM B117: Práctica para la operación para dispositivo de cámara salina (niebla salina).**

Estándar activo: B117-03
Desarrollado por Subcomité: G01.05
Adaptaciones: Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM: 03.02

General.

Esta práctica abarca el procedimiento y condiciones requeridas para crear y mantener la prueba de ambiente de niebla salina.

El dispositivo requerido que puede ser usado es descrito en el apéndice 1X1 de ésta prueba.

Este tipo de práctica no describe el tipo de espécimen de prueba o periodos de exposición a ser usados para un producto en específico, tampoco la interpretación dada a los resultados.

Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos relacionados:

- ASTM B368 - Método para cobrización acelerada con prueba de niebla salina con ácido acético.
- ASTM D1193- Especificación para agua reactiva.
- ASTM D1654 – Método de prueba para evaluación de especímenes pintados o recubiertos sujetos a ambientes corrosivos.
- ASTM D609 – Práctica para la preparación de paneles de aceros “Cold Rolled” para pruebas de pintura, barnizado, conversión de recubrimientos y productos de recubrimiento relacionados.
- ASTM E70 – Método de prueba para pH de soluciones acuosas con electrodo de vidrio.
- ASTM G85 – Práctica para modificar la prueba de niebla salina.

➤ **ASTM D2247: Práctica para la prueba de resistencia de recubrimientos al agua en 100% de humedad relativa.**

Estándar activo: D2247-02
Desarrollado por Subcomité: D01.27
Adaptaciones: Adoptado por DOD y Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM: 06.01

General.

Esta práctica abarca los principios básicos y procedimientos de prueba de resistencia de recubrimientos expuestos a una atmósfera mantenida con 100% de humedad relativa formando condensación sobre los especímenes.

Esta practica se limita a los métodos para obtener, medir y controlar las condiciones y procedimientos de prueba conducidos a través de 100% de humedad relativa. No se especifican preparación de probetas, condiciones específicas de prueba o evaluación de resultados.

Las practicas alternativas para pruebas de resistencia de recubrimientos al agua incluye las prácticas D 870, D 1735 y D 4585.

Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.

Este estándar no proporciona referencias con problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de éste estándar establecer las apropiadas condiciones de seguridad y salud así como determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

Documentos relacionados:

- ASTM D1193- Especificación para agua reactiva.
- ASTM D1654 – Método de prueba para evaluación de especímenes pintados o recubiertos sujetos a ambientes corrosivos.
- ASTM D1730 – Prácticas para preparación de superficies de aluminio y aleaciones de aluminio para pintado.
- ASTM 1735 – Método de prueba para la evaluación de diferencia de color visual con escala de grises.
- ASTM D3359 - Método de prueba para medición de adhesión mediante cinta adhesiva.
- ASTM D3363 - Método de prueba para dureza de película por prueba de lápiz.

- ASTM D4541 – Método de prueba de esfuerzo de tensión de recubrimientos usando medidores de adhesión portátiles.
- ASTM D4585 – Práctica para la prueba de resistencia al agua de recubrimientos usando condensación controlada.
- ASTM D609 – Práctica para la preparación de paneles de aceros “Cold Rolled” para pruebas de pintura, barnizado, conversión de recubrimientos y productos de recubrimiento relacionados.
- ASTM D610 – Método de prueba para evaluar el grado de enmohecimiento en superficies de acero pintado.
- ASTM D714 – Método de prueba para evaluar el grado de abombamiento de pinturas.
- ASTM D823 – Prácticas para la producción de películas de espesor uniforme de pinturas, barnizados y productos relacionados sobre paneles de prueba.
- ASTM D870 – Práctica para prueba de resistencia al agua en recubrimientos sumergidos.

➤ ***ASTM D2248: Práctica para la prueba de resistencia de detergentes sobre acabados orgánicos.***

Estándar activo:	D2248-01a
Desarrollado por Subcomité:	D01.27
Adaptaciones:	Adoptado Códigos de Construcción.
Volumen en libros ASTM:	06.01

General.

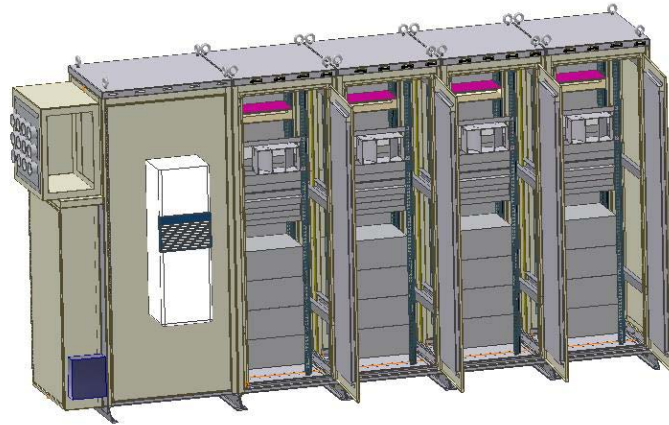
Esta practica abarca de la resistencia a la falla de acabados orgánicos de manera acelerada cuando son sumergidos en una solución con detergente.

Los valores de la prueba están dados en el Sistema Internacional de Unidades.



ANEXO C

MANUAL DE APLICACIÓN Y FICHA TÉCNICA PARA PINTURA EN POLVO

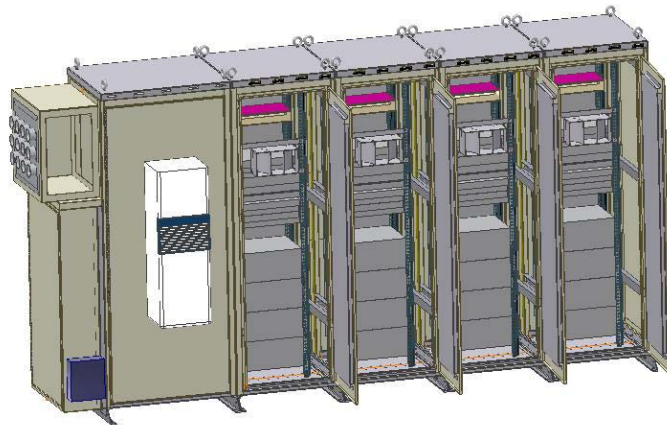


GABINETE MODULAR OUTDOOR



ANEXO D

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO

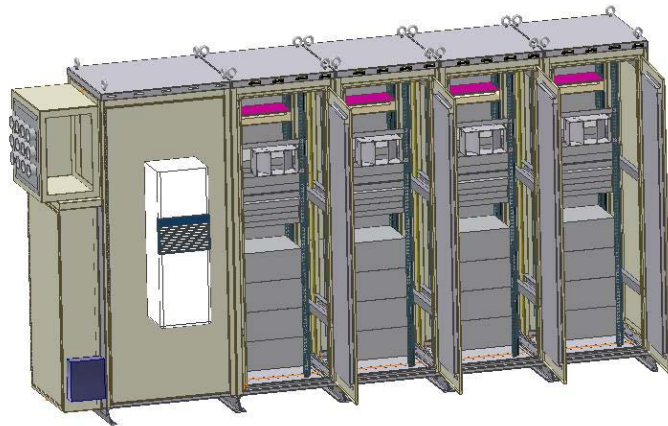


GABINETE MODULAR OUTDOOR



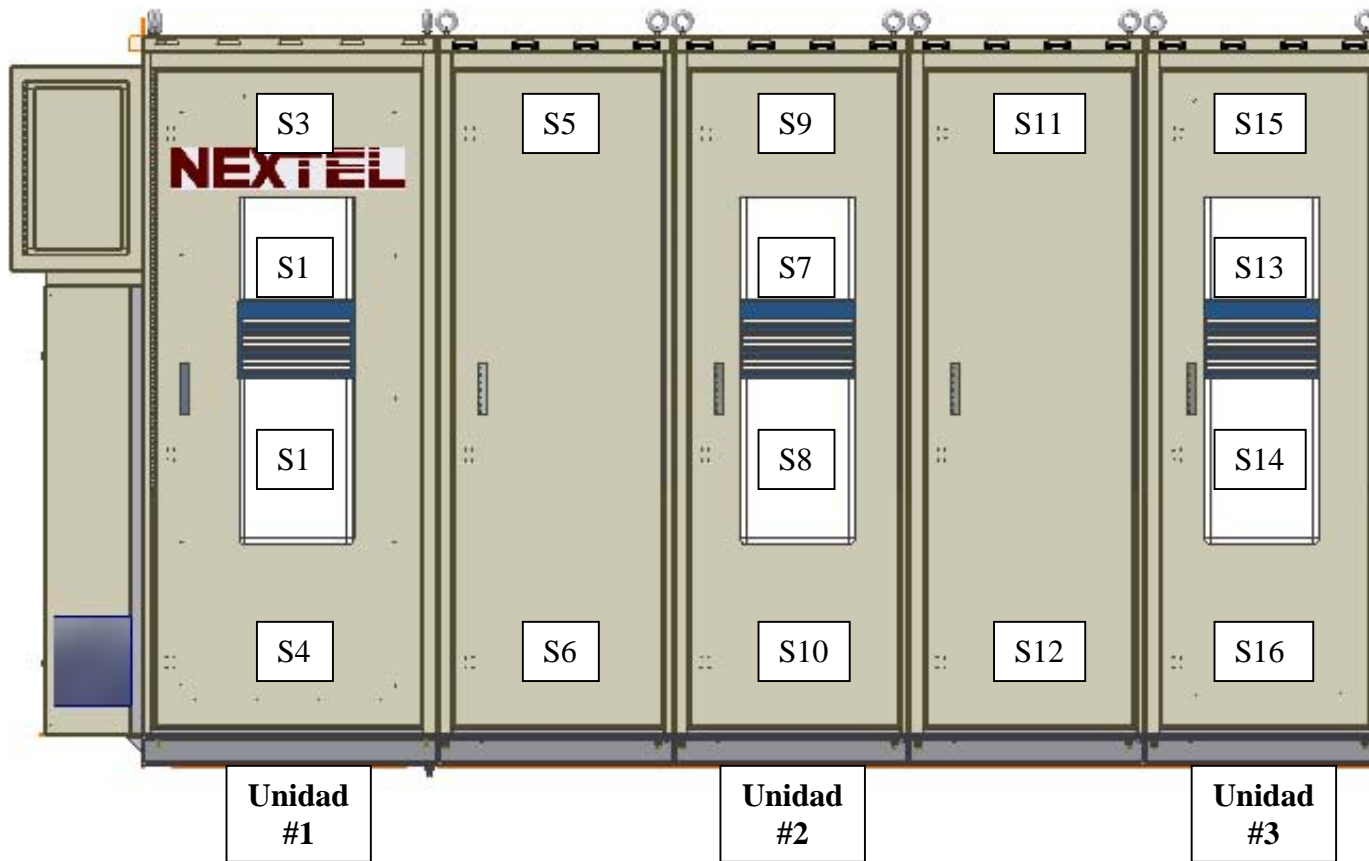
ANEXO E

PRUEBAS Y MEDICIONES DE TEMPERATURA EN SITIO



***GABINETE MODULAR
OUTDOOR***

**PRUEBAS DE TEMPERATURA, GABINETE MOTULAR OUTDOOR
UBICACIÓN INTERNA DE SENSORES DE TEMPERATURA**



Tipo de sensor utilizado:	Termopar digital.
Número de sensores utilizados:	Interiores 16, con medición en inyección y retorno en unidades #2 y #3. Exteriores 1 para medición de temperatura ambiente.
Energía interna a disipar:	7,000 Watts Aprox.
Temperatura prom. Esperada- De operación interna:	25° C Máx.

PRUEBAS DE TEMPERATURA GABINETE MODULAR OUTDOOR																				
Análisis en Unidades 2 y 3 de AA, Kooltonic de 12,000 Btu's C/U																				
Temperatura registrada por sensor (C), Sn= número de sensor																				
FUNCIÓN:	HORA:	DESCANSO	TRABAJO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
		Minutos	Minutos							Inyec.	Ret.					Inyec.	Ret.			Amb.
	HVAC #2																			
Arranque																				
Paro	02:17:15	08':05"		25	24	26	24	21	24	12	26									
Arranque	02:25:20		2':58"	25	24	26	24	22	25	20	27									
Paro	02:28:18	12':51"		25	24	26	24	21	24	9	26	19	20	26	25	30	31	28	29	21
Arranque	02:41:09		03':08"	25	24	26	24	22	25	20	27	22	25	23	25	24	30	24	27	20
Paro	02:44:15	09':13"		25	24	26	24	21	25	9	27	19	24	23	25	25	30	24	27	20
Arranque	02:53:28		03':19"	25	24	26	24	22	25	19	27	22	25	23	25	26	29	24	26	20
Paro	02:56:47	10':28"		25	24	26	24	21	24	9	27	19	24	23	24	27	29	24	27	20
Arranque	03:07:15		03':02"	25	24	26	24	22	25	19	27	22	25	23	24	26	28	24	26	20
Paro	03:10:17			25	24	26	24	21	24	9	27	19	24	23	24	27	29	24	26	20
	HVAC#3																			
Arranque	02:45:30		02':25"	25	24	26	24	21	25	20	27	20	25	23	24	28	29	23	27	20
Paro	02:47:55	10':55"		25	24	26	24	21	25	20	27	21	25	19	24	9	28	20	26	20
Arranque	02:58:50		03':10"	25	24	26	24	21	24	19	27	20	24	24	24	28	29	25	27	20
Paro	03:01:00	16':00"		25	24	26	24	21	25	20	27	21	24	19	24	9	28	20	25	20
Arranque	03:17:00		02':30"	25	24	26	24	21	25	22	27	22	25	24	25	28	29	25	27	20
Paro	03:19:30			24	24	26	24	22	25	22	27	21	25	20	24	10	28	21	25	20

**Keep This Manual
With Air Conditioner**



**AIR CONDITIONER
OPERATOR'S MANUAL
(PRELIMINARY)**

CAUTION

**BEFORE INSTALLING AND
USING THIS AIR CONDITIONER,
IT IS IMPORTANT THAT THIS
MANUAL BE READ AND
UNDERSTOOD THOROUGHLY**

**KOOLTRONIC, INC.
30 Pennington-Hopewell Road
Pennington, NJ 08534
609•466-3400
FAX: 609•466-1114**

TABLE OF CONTENTS

		Page
I.	Introduction	2
II.	Incoming Inspection	3
III.	Product Handling	3
IV.	Product Identification Label	4
V.	Principles of Operation	5
VI.	Pre-Installation Testing	6
VII.	Specific Model Data	7 - 10
	Mounting	
	Drawings and Dimensions	
	Standard Features	
	Wiring Schematics	
VIII.	Maintenance	11-12
IX.	Trouble Shooting	13
X.	Accessories	14
XI.	Warranty	15

I. Introduction

Kooltronic Air Conditioners are designed to provide a cool, dehumidified environment for your electronic components. There are models to fit virtually all sizes and shapes of electronics enclosures, in capacities ranging from 1,000 to 60,000 BTU/H. Our "closed-loop" design also ensures that your components will not be exposed to hot, dirty operating conditions.

This Manual provides you with the necessary general information for properly installing and operating standard Kooltronic Air Conditioners. Technical data and mounting instructions are presented on pages 7 through 10.

II. Incoming Inspection

Kooltronic Air Conditioners are designed, built and packaged to withstand the shock and vibration normally associated with shipment by common carriers. Occasionally improper handling during shipping causes damage. Such handling could include unbanding of palletized shipments, failing to respect "**This Side Up**" arrows, rough handling, falling off conveyors, excessive vibration, crushing, etc. Therefore, a thorough inspection should be done upon receipt of all shipments. Any carton tears, dents, scratches, loose articles or evidence of oil are signs of damage and should be noted on the Freight Bill. Cartons should be opened promptly and the units inspected for CONCEALED DAMAGE.

An immediate claim **MUST** be filed with the freight carrier and an inspection requested. Retain all packing materials. Kooltronic cannot assume responsibility for Consignee's failure to file a timely freight claim.

III. Product Handling:

- 1) Do not attempt to operate your Kooltronic Air Conditioner until you read and thoroughly understand this Manual. See section **VI PRE-INSTALLATION TESTING**.
- 2) Before operating the Kooltronic Air Conditioner be certain that it is placed in its correct mounting position. **All Air Conditioners containing an M, P, or V as part of the model number are designed to operate in a vertical position only. All Air Conditioners containing an H in the model number are designed to operate in a horizontal position only.** This placement must be done a minimum of 5 minutes prior to operating in order to allow the compressor oil to drain to the compressor sump area.

CAUTION

Kooltronic Air Conditioners must be operated in their proper mounting position. If attempts are made to operate a unit that is not in its designed mounting position, permanent compressor damage will occur. This action will void the warranty.

- 3) Before operating this unit, all electrical wiring must be checked to assure the proper connection to the correct power source. Minimum circuit ampacity should be at least 125% of the amperage found on the air conditioner label for the corresponding voltage. Do not exceed the maximum fuse size found on the label.
- 4) **PROCEDURE FOR PROPER PACKING AND SHIPMENT OF KOOLTRONIC AIR CONDITIONERS:**
 - Keep Air Conditioner in proper upright position indicated by arrow markers.
 - Pack Air Conditioner in an appropriate carton (preferably original carton if possible), with adequate internal protective packaging, making sure carton is marked and is kept in correct upright position.
 - For local, controlled transportation, strap carton to a secure part of truck to prevent falling or sliding, minimize vibration, etc.
 - For common carrier shipment, band unit(s) securely to a pallet. Unpalletted shipment risks severe damage which voids the warranty.

IV. Product Identification and Labels

Each Kooltronic Air Conditioner includes an identification label. This label provides:

- ① Model Number
- ② Serial Number
- ③ Electrical power characteristics
- ④ Maximum and minimum ambient operating temperatures
- ⑤ Cooling capacity
- ⑥ Type and amount of refrigerant required for recharging
- ⑦ Design Pressure
- ⑧ Underwriters Laboratories Inc. Listed or Recognized Marks and NEMA ratings

We recommend you copy this information from your unit.

MODEL NO.			SERIAL NO.		
①			②		
VOLTS.	FREQ.	PH.	COOLING F.L.A.	AMBIENT TEMP. MIN. °F	MAX. °F
③	③	③	③	④	④
COOLING BTU			REFRIGERANT		
⑤			⑥		
DESIGN PRESSURE P.S.I.G.			MAX. FUSE SIZE		
LOW	HIGH		③		⑧
⑦	⑦				

SERVICE AIR FILTERS REGULARLY
ALLOW 5 MIN. BEFORE RESTARTING AFTER SHUTDOWN
UNAUTHORIZED SERVICE OR MODIFICATION VIOLATES WARRANTY
ALL MOTORS ARE THERMALLY PROTECTED

THIS PRODUCT IS PROTECTED BY ONE OR MORE OF THE FOLLOWING PATENTS: 3,019,965 3,120,166 3,211,360 3,559,728 3,807,493 AND OTHER PATENTS PENDING

MANUFACTURED BY:
KOOLTRONIC, INC. PENNINGTON, NJ VENTURA, CA

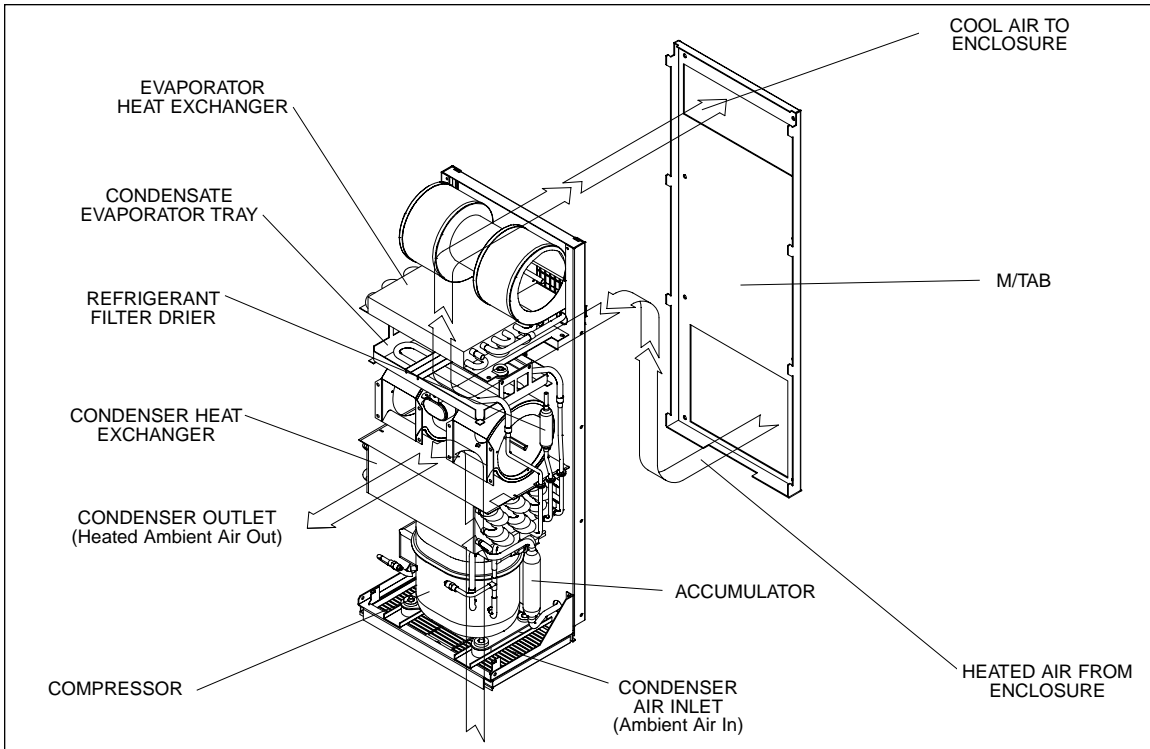
① ② When ordering parts, specify the Model Number and Serial Number.

③ Before operating, be sure that the power source matches these requirements.

④ Make sure that these parameters are met. Failure to do so may result in permanent damage to the unit

⑥ Use of incorrect type or amount of refrigerant will adversely affect performance and may damage the unit.

V. Principles of Operation



Kooltronic Air Conditioners are required when the equipment operating temperature must be kept near or lower than the ambient room temperature, and/or the cabinet must be sealed from dust, fumes, oil, corrosives and other contaminants. This Air Conditioner utilizes a "Closed-Loop Cooling System" to ensure optimum performance of the installed components.

Closed-Loop cooling seals the electronics enclosure from hostile elements in the environment. Two separate circulation systems are employed. The internal system cools and dehumidifies the air inside the cabinet, totally isolating the sensitive electronics and other components from the environment. The external system uses circulating ambient air or water to discharge the heat removed from the electronics. The heat is dissipated from the enclosure by means of the vapor compression refrigeration cycle. This takes place in a hermetically-sealed refrigeration system, utilizing either an air-cooled or water-cooled condenser heat exchanger. The warm air inside the enclosure is drawn through the evaporator coil where it is cooled, dehumidified and returned.

Any enclosure moisture accumulated on the evaporator coil is collected and evaporated in the condensate evaporator tray and released to the ambient air by the condenser blower. If latent heat exceeds 25% of the total cooling capacity excess condensate is released to the ambient through the drain tube.

The heat removed through the evaporator coil is transferred by the compressed refrigerant to the condenser coil. Ambient air or water is then passed through the condenser coil, where it absorbs the heat and is then discharged to the environment.

Kooltronic Air Conditioners are designed to operate continuously in order to eliminate compressor cycling, which shortens compressor life and causes line transients. The unit is equipped with a Low Temperature Thermostat to prevent the evaporator coil from freezing and must not be set below factory setting of 75°F (16°F differential). If necessary the thermostat may be adjusted to increase the temperature within the cabinet. Unlike thermostats that are commonly found in household air conditioners that control the room temperature, the thermostat found on the RP47 monitors the return air from the enclosure to prevent the evaporator from freezing. In conditions of low ambient temperature and low enclosure load, the thermostat regulates the return air temperature from 75°F to 91°F. If the unit is equipped with an optional non-adjustable high temperature alarm, it will activate when the return air temperature reaches 130°F.

VI. Pre-Installation Testing

Before mounting the air conditioner to the enclosure, test for proper operation. This will verify the shipping integrity of the system. Please follow the steps below prior to installation.

CAUTION

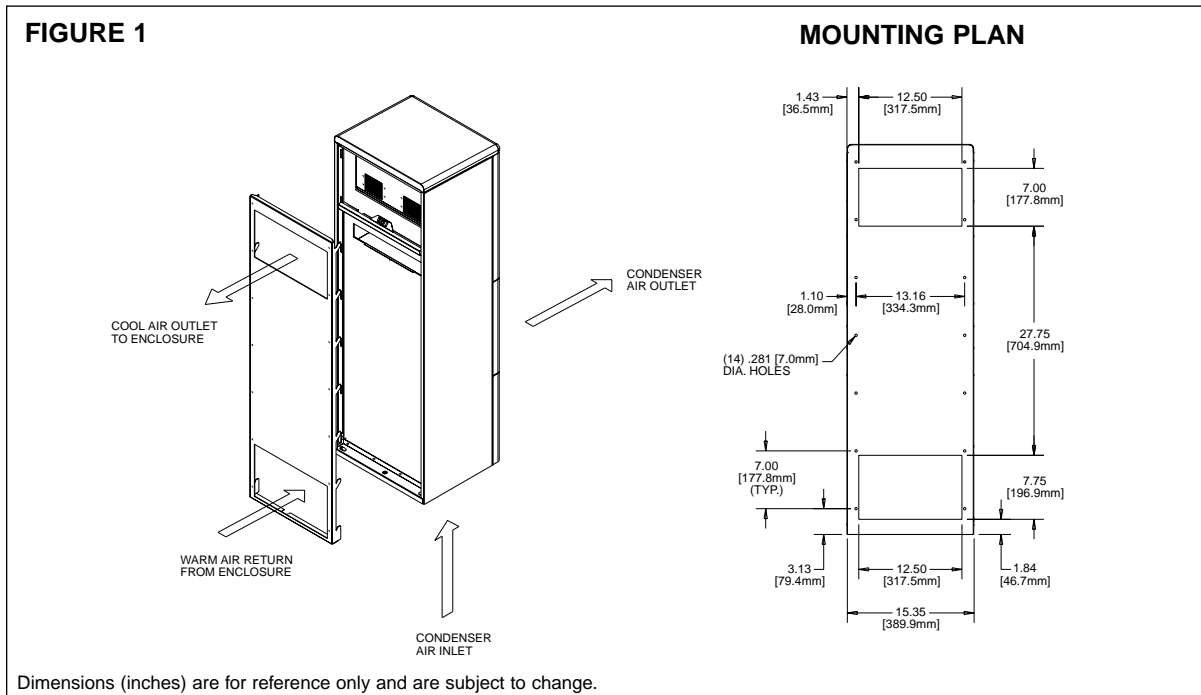
The Air Conditioner must be standing in its proper mounting position for a minimum of five (5) minutes prior to testing. Failure to follow this procedure will cause permanent damage to the compressor.

1. Allow the unit to sit in a upright position at a room temperature of 65°F minimum, allowing the system to warm-up particularly in winter months.
2. Refer to the identification label for proper electrical voltage and current requirements. Then connect the power cord to a properly grounded and fused electrical supply. Leave the electrical power off.
3. Note the factory thermostat setting is 75°F.
4. Heat up sensor bulb in evaporator compartment to 90°F using heat pipe or light bulb.
5. Turn electrical power on.
6. Verify that the evaporator blower or fan is running.
7. The compressor should start. On units equipped with a short cycle protector, the compressor will have a delayed start of 6 minutes from the time power is applied to the unit.
8. Verify that the condenser blower or fan is running. Note, the start of the condenser fan or blower will be delayed until the system pressures rise.
9. Operate the air conditioner for approximately ten (10) minutes. During this period no unusual noise or vibration should be evident. Both the evaporator and condenser fans or blowers should be delivering air through their respective discharge ports. The cool air should be discharged should be less than 70°F when the room temperature is between 70 and 80°F.
10. Turn off the electrical power source, and disconnect the air conditioner from the power source.
11. If any cover plug is removed to adjust the unit, make certain to put back in place to maintain the integrity of the closed-loop airflow system.

NOTE: Before shipment all Kooltronic, Inc. Air Conditioners are subjected to a performance test.

VII. Specific Model Data

Mounting



Kooltronic Air Conditioners have been engineered to be installed easily. To avoid damaging your Air Conditioner, please read the following information before installation:

1. Loosen two screws on the bottom of the unit.
2. See Figure 1 for proper M/TAB orientation. Place the M/TAB flush against the outside of the enclosure to locate cutouts and mounting holes.
3. Mount the M/TAB to the outside of the cabinet using all the mounting hardware supplied by Kooltronic ($1/4$ -20 screws/nuts/washers). NOTE: Make sure the screws are inserted with heads on M/TAB side. Tighten nuts securely.
4. Route the power cord through the top cut out in your cabinet. Mount the unit to the M/TAB by sliding the slots located on the front panel on the hooks of the M/TAB.
5. Tighten two screws on the bottom of the unit and seal the unit against the enclosure.
6. Attach overflow drain hose supplied to the drain exit in bottom of the unit.

NOTE: The installer has the option of mounting the Air Conditioner to the M/TAB using torx temper screws instead of hex head screws. The (2) torx temper screws are supplied by Kooltronic in the hardware bag.

CAUTION

If the Air Conditioner is mounted to the cabinet door you must be sure that the door hinges will support the additional weight of the Air Conditioner. Also be certain that when the door is opened fully, the cabinet does not become unbalanced. The actual weight of the unit can be found in the performance specifications.

Standard Features

Built-in Condensate Evaporator

CFC-Free

Digital Temperature Display

EMI/RFI Suppressor

Low Temperature Control Thermostat

M/TAB Mounting System

NEMA 3R Rating

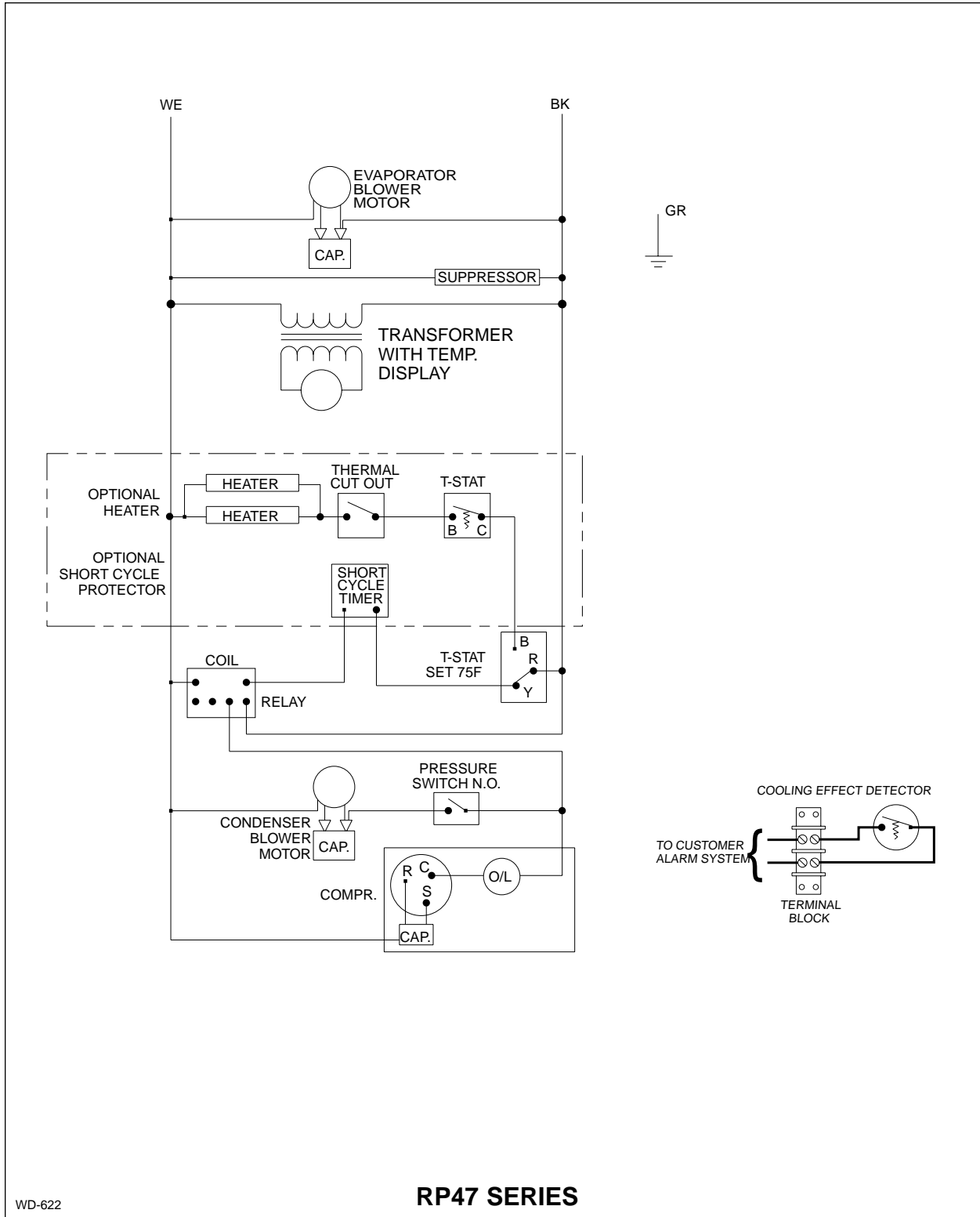
Head Pressure Control Switch

Major Component Replacements

Part	KA3C_RP7R	K2A3C_RP47R
	4,000-8,000 BTU/H	4,000-8,000BTU/H
	Part Number	Part Number
Compressor	0665-71	0665-72
Compressor Capacitor	0452-54	0542-12
Condenser Blower Motor	0261-08	0261-54
Condenser Blower Motor Capacitor	0452-03	0452-03
Evaporator Blower Motor	0261-08	0261-54
Evaporator Blower Motor Capacitor	0452-03	0452-03
Filter	9622F	9622F

Part	KA3C_RP7R	K2A3C_RP47R
	9,000-12,000 BTU/H	9,000-12,000BTU/H
	Part Number	Part Number
Compressor	0665-76	0665-70/0665-77
Compressor Capacitor	0452-54	0542-32
Condenser Blower Motor	0261-149	0261-150
Condenser Blower Motor Capacitor	0452-03	0452-03
Evaporator Blower Motor	0261-08	0261-54
Evaporator Blower Motor Capacitor	0452-03	0452-03
Filter	9622F	9622F

Wiring Schematic



VIII. Maintenance

Kooltronic Water-Cooled Air Conditioners require no maintenance. Air-Cooled Air Conditioners are designed to require only the routine cleaning of air filters to assure unimpeded air flow through the condenser heat exchanger. It is not possible to recommend specific filter cleaning intervals since the level and the nature of airborne particulate matter differs widely with each installation. It is generally sufficient to remove and wash the reusable aluminum mesh air filters when the outer surfaces of these filters appear covered with a thin layer of dust or lint. Filter recoating adhesive is recommended. Appropriate disposable filters are available from Kooltronic.

If filter service is neglected or delayed, the air conditioner will not perform at its design capacity. The first indication of excessively clogged air filters is usually a gradual increase of temperature within the equipment cabinet. If operation is continued under these conditions, the compressor will be shut off by the thermal overload device. The compressor will restart when its external temperature drops below the protector threshold setting and the compressor will continue to cycle on and off. Continued operation under these conditions will cause damage, shorten compressor life and void the warranty.

A. Filter Removal and Service

Kooltronic Air Conditioners feature an easily removable inlet filter to facilitate necessary cleaning.

CAUTION

Do not operate the Air Conditioner for extended periods of time with the filter removed. The condenser coil may become clogged with dust or lint from the air entering the face. A clogged condenser coil is not readily detected and will give the same reaction as a clogged filter. A clean filter is the best protection.

- 1) Loosen the screw on the bottom of the filter holder.
- 2) Push the filter holder forward and move it down.
- 3) Remove the filter from the filter holder.
- 4) After removal, the filters should be flushed under warm running water with the clean side up, driving contaminants out the dirty side of the filter. If the accumulated dirt is oily, washing in a detergent bath is recommended, followed by a warm water rinse as above.
- 5) The filters may be sprayed with **Kooltronic A-16 Filter Recoating Adhesive** to trap fine airborne contaminants, or they may simply be dried and reinstalled as strainer type filters. **Recoating is recommended for best results.**
- 6) Reinstall the filter: Insert the filter inside the filter holder, push the filter holder forward, move it up into place and replace the screw on the bottom of the filter holder.

B. Blowers

The design life of the blowers employed in all Kooltronic Air Conditioners is substantially in excess of 20,000 hours. All Kooltronic condenser and evaporator blowers are equipped with UL/CSA permanently-lubricated precision ball-bearing motors, with automatic-reset thermal overload protectors.

CAUTION

Before opening the Air Conditioner, disconnect all power.

If field replacement of a blower motor is necessary, most blower assemblies, including mounting plate, are readily removable. Each of the blower mounting plates is held to the air conditioner cabinet structure by screws and nuts. For installation of the replacement blower, electrical connections may be broken at the terminal block, or power leads may be cut and appropriately spliced together.

C. Compressor

All Kooltronic compressors are approved by UL and CSA, and require no maintenance. They are hermetically sealed and charged at the factory, and equipped with automatic-reset thermal overload protectors.

If the compressor or the hot gas bypass valve fails, it is strongly recommended that the Air Conditioner be returned to Kooltronic for service.

D. Refrigerant Loss

Kooltronic Air Conditioners are subjected to a series of tests to detect refrigerant leaks, during and after manufacture. It is possible that shipping or other damage, or microscopic leaks over a long period, may result in the need for replenishment of refrigerant charge. **When it has been verified by a qualified professional that a refrigerant shortage does exist, the leak must be repaired. Then the unit may be evacuated and recharged in the field by qualified service people only.**

CAUTION

Refer to the data on the unit name plate which specifies the type of refrigerant and the amount of charge in ounces.

E. Relocation

If your Kooltronic Air Conditioner has to be moved to another location by truck, the following precautions should be taken:

- De-mount Air Conditioner from equipment, controller or enclosure.
- Conform to the applicable provisions of PROCEDURE FOR PROPER PACKING AND SHIPMENT OF KOOLTRONIC AIR CONDITIONERS in this manual under *Section III. "PRODUCT HANDLING"*.

IX. Trouble-Shooting

Each Kooltronic Air Conditioner is engineered for performance and built for reliability. They are designed to require no routine maintenance other than the cleaning of ambient air filters. If your air conditioner should require service, we have compiled a trouble-shooting chart to assist your service personnel. If additional assistance is required contact Kooltronic at 609 • 466-3400.

Problem	Cause	Solution
Unit not Cooling	No Power	Check Power Source and Electrical Connections
	Loss of Refrigerant	Locate and repair leak
	Evaporator or Condenser Blower not operating	Replace Motor, Capacitor or entire Assembly
	Filter clogged	Clean or replace Filter
	Clogged Evaporator or Condenser Coil	Clean Coil
	Low Temperature Control (Thermostat) improperly set	Lower setting until unit starts
	Low Temperature Control (Thermostat) defective	Replace Thermostat or Relay when applicable
	Failed Compressor	Replace Compressor
Ice on Evaporator Coil	Insufficient Heat Load or Unit Oversized for Application	Contact Kooltronic
	Failed Evaporator Blower	Replace Evaporator Blower Motor or Assembly
	Clogged Evaporator Coil	Clean Coil
Condensate draining continuously	Enclosure not properly sealed	Check and seal all openings
	Excessive opening of Enclosure	Eliminate the frequency of door opening
Excessive vibration	Defective Motor in Blower	Replace Motor
	Defective Wheel in Blower	Replace Wheel
	Compressor Loose	Tighten Mounting Bolts
Compressor Inoperative	Low line Voltage	Check Nameplate Voltage against supply
	Loss of Compressor Oil	Replace Compressor
	Loss of Refrigerant	Locate and repair leak
	Failed Compressor Capacitor	Replace Capacitor
	Thermal Overload	Contact Kooltronic
	Power interruptions	Allow Compressor time to reset
Refrigerant or Oil leaks	Crack or pin hole in tubing or brazed joint	Replace tubing or rebraze joint
Condensate on the outside surface of the Enclosure	Insufficient Heat Load or Unit oversized for application	Contact Kooltronic

This page intentionally left blank

XI. Warranty

KOOLTRONIC products are warranted to be free of defects in workmanship, materials and components. The following warranty periods apply:

- Air moving devices and components: 20,000 hours continuous duty
- Hermetic system components: Two years continuous duty
- Non-operating parts, except filters: 5 years

The above warranty applies when the equipment is operated under the following conditions:

- Ambient temperature not in excess of 125°F (52°C) in normal atmosphere or as stated on product nameplate
- Voltage variation no greater than ±10% from nameplate rating
- Frequency variation no greater than ±3Hz from nameplate rating
- Maximum cooling load no higher than air conditioner nameplate rating
- Waiting five minutes before restarting air conditioner after intentional or accidental shutoff
- Compliance to all other installation, maintenance and operating instructions, as supplied

KOOLTRONIC cannot assume responsibility for misapplication of its products or the erroneous selection of an inappropriate product by a non-KOOLTRONIC person. KOOLTRONIC applications engineers will gladly assist in the selection of the proper product, provided all required details of the application are furnished.

THIS EXPRESS WARRANTY CONSTITUTES THE ENTIRE WARRANTY WITH RESPECT TO THE PRODUCT AND IS IN LIEU OF ALL OTHERS, EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY AND WARRANTY OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND IN NO EVENT IS KOOLTRONIC RESPONSIBLE FOR ANY CONSEQUENTIAL DAMAGES OF ANY NATURE WHATSOEVER.

RETURN AUTHORIZATION (RA) PROCEDURE

- All returns require a Return Authorization number whether the return reason is for warranty, rotation, damage or any other type. Returns without an RA number will be refused.
- Customer must call the Kooltronic Customer Service Department at Pennington, New Jersey (609•466•3400) or Ventura, California (805•642•8521) to obtain an RA number and the names of authorized carriers who offer discounted rates.
- The following information is required when an RA is requested:
 - Original customer Purchase Order number and date or the party from whom the unit was purchased
 - Date product was received by customer
 - Number of parts to be returned
 - Product description, model and serial number
 - Reason for return
 - Action requested
 - Contact name, telephone and FAX numbers
- All returns must be packed securely (in original shipping cartons where possible) to prevent shipping damage.
- All shipping cartons must be clearly marked with the RA number on the outside.
- Freight charges on all returned products shall be paid by the consignor.

KOOLTRONIC assumes no liability beyond the repair or replacement of its own product, returned transportation prepaid. This Warranty does not cover:

- Labor or reimbursement for labor for removal, installation, or cost of any warranted part, except at a KOOLTRONIC facility
- Use of equipment for other than its designed purpose or operating conditions
- Operation in harsh, oily, corrosive or other abnormal environmental conditions, without the proper filtration, sealing, protective coatings and/or weather protection
- Damage to hermetic system resulting from continuous operation with dirty or clogged air filters
- Use of refrigerant other than designated
- Customer modification or abuse
- Shipping damage or other accident

Cracked or broken hermetic tubing or brazed joints result from shipping damage or mishandling and are not covered under the Warranty.

Claims for shipping damage are the responsibility of the Consignee. Timely claims must be filed with the freight carrier.

- Any and all conditions resulting from noncompliance with the preceding operating conditions

The purchaser assumes the responsibility of grounding the unit and installing it in accordance with local electrical and safety codes, as well as the National Electric Code (NEC) and OSHA.

BEAT THE HEAT!



Basic and Packaged Blowers -
Basic units and packaged units for 19" EIA Rack; w/Grille, Filter and Guards. Capacities from 130 cfm to 1250 cfm.



Heat Exchangers -
Air-to-Air and Water-to-Air models in a variety of sizes with capacities up to 91 Watts/°F



Basic and Packaged Fans -
Compact designs and packaged units. Capacities from 200 to 1310 cfm.

NEW!



Advantage Air Conditioners and Heat Exchangers -
Ready For Indoor or Outdoor Installation Right Out of the Box! With rounded edges; no visible hardware and a textured baked powder finish to blend easily with contemporary enclosure designs. Integral weather protection eliminates unsightly weather hoods and a patented sealing system maintains both a NEMA 12 and a NEMA 3R interface with the enclosure.



Integrity NEMA 4/4X Air Conditioners and Heat Exchangers - Only by Kooltronic! Designed for applications that require washdown or are subject to outdoor conditions.
Air Conditioners from 1,000 to 10,000 BTU/H.
Heat Exchangers up to 65 W/°F.

NEW!



Motorized Impellers -
Delivers high CFM rates in a minimum amount of space.



Air Conditioners -
Traditional, TrimLine, Mini, Rack-Mount and Top-Mount models. Available in capacities from 1,000 to 30,000 BTU/H.



KoolTray II - 19" width fan cooling units. Available in 1, 2 and 3 row configurations. Custom/Special units available.

Free comprehensive Design Guide / Catalog for selecting the proper Air Conditioner, Heat Exchanger, Blower or Fan.

 **KOOLTRONIC**
COOLING EXCELLENCE FOR ELECTRONICS

Pennington, NJ
Tel: (609) 466-3400
Fax: (609) 466-1114

Ventura, CA
Tel: (805) 642-8521
Fax: (805) 658-2901

FREE!



Visit us online at:
www.kooltronic.com
E-Mail: sales@kooltronic.com

BIBLIOGRAFÍA

- DIPLOMADO EN TELECOMUNICACIONES.
Módulo II, Medios de transmisión.
Módulo V, Sistemas de comunicaciones personales.
Alcatel University México,
Alcatel de México S.A ce C.V., 2004.

- INTRODUCTION TO COMMUNICATIONS SYSTEMS.
Streemler G. Ferrel,
Addison Wesley.
Massachusetts USA, 1982

- REDES DE COMPUTADORAS,
Black Uyles
Prentice Hall,
Madrid España, 1989

- INTRODUCTION TO DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS
D. Callegari, Microwave
Communication Division
Telettra España S.A

- COMUNICACIONES DIGITALES
TSD Alcatel México
Manual de entrenamiento.

- TELECOM CONCEPTS 2000
Alcatel Company.

- FÍSICA UNIVERSITARIA
Sears, Zemansky, Young,
Addison Wesley Iberoamericana,
Wilmington, Delaware, USA 1988.

BIBLIOGRAFÍA:

- Diseño e Ingeniería para Gabinetes Modulares, (Outdoor Type).
Rodríguez Picazo José Luis.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México D.F, 2004.

- Diseño y Construcción de Shelters y Gabinetes.
Sokol Baldwin W. – Martínez León A. – Rodríguez Picazo J.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México, 2002 – 2005.

- Mark's, Standard Handbook for Mechanical Engineers
Baumeisier – Avallone.
Mc Graw Hill
Octava Edición

- Fundamentos de Transferencia de Calor.
Cervantes de Gortari Jaime.
Fondo de Cultura económica, UNAM
México, 1999.

- Energía y Colectores Solares, Aplicación Práctica.
Rodríguez Picazo J. – Rodríguez Guadarrama O.
Seminario Ing. Mecánica, F.I., UNAM.
México, 2002.

BIBLIOGRAFÍA:

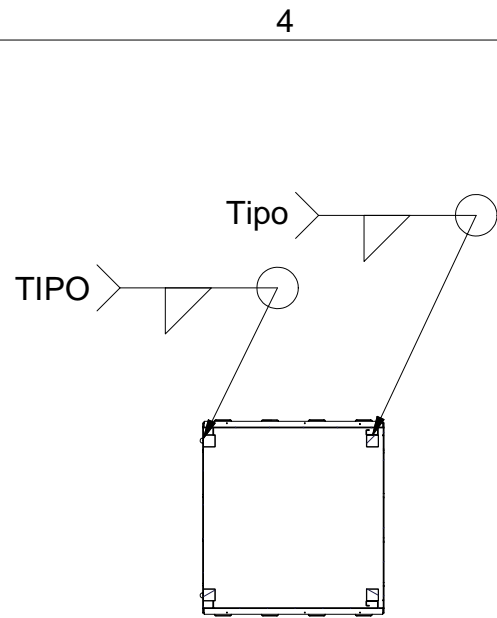
- Diseño de Máquinas.
Robert L. Norton
Prentice Hall – Pearson
Primera Edición
México D.F., 1999

- Autodesk Inventor 6 Essentials.
Banach – Jones – Kalameja
Thomson Delmar Learning
Canada, 2003

- Catálogo general de productos.
D.R. INFRA Products
México, 2004.

- Mark's, Standard Handbook for Mechanical Engineers
Baumeisier – Avallone.
Mc Graw Hill
Octava Edición

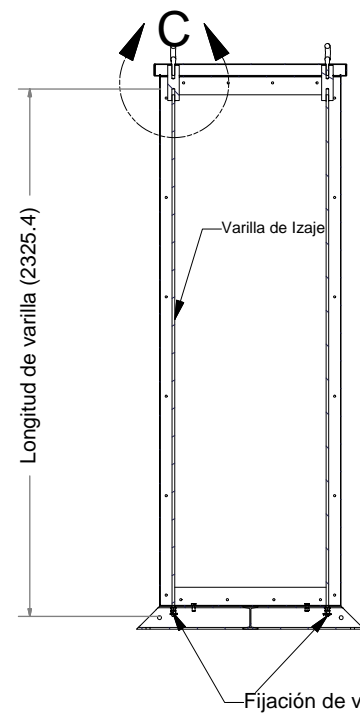
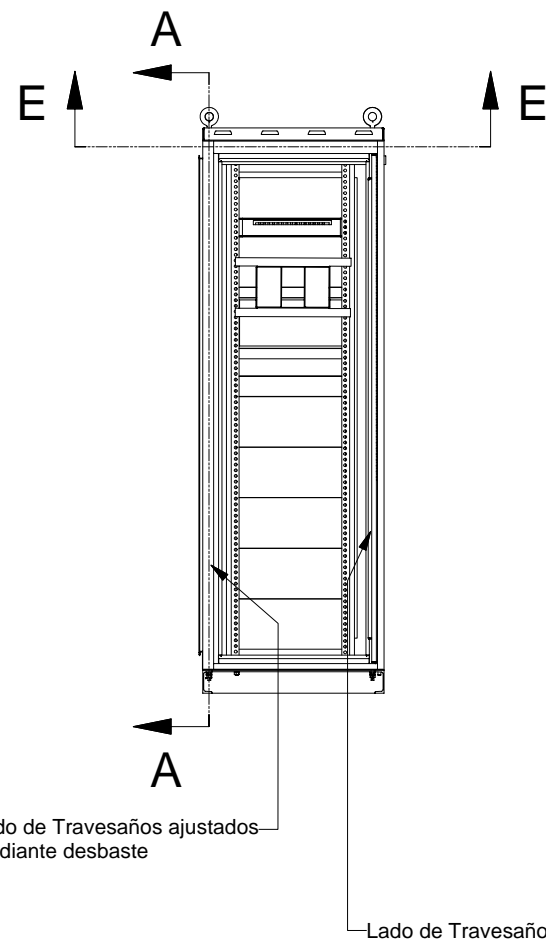
- Diseño e Ingeniería para Gabinetes Modulares, (Outdoor Type).
Rodríguez Picazo José Luis.
D.R. TPM Construcciones S.A de C.V.
México D.F, 2004.



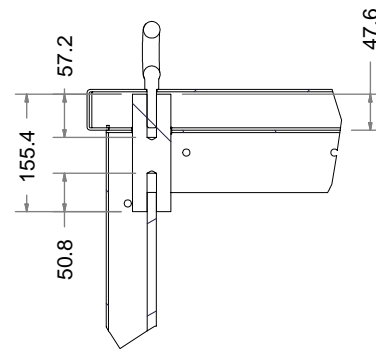
SECTION E-E

NOTA:
Se necesita soldadura perimetral sobre los contornos en contacto sobre postes y travesaños, la posición de cubos queda determinada mediante los saques en el techo falso interior.

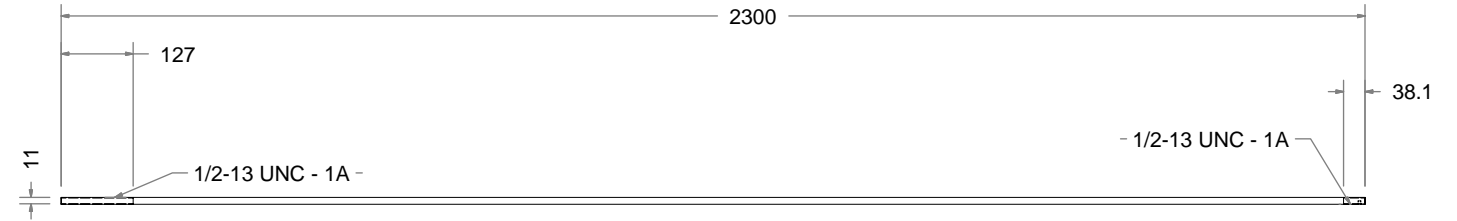
NOTA:
Solo el arreglo de travesaños de un lado del gabinete llevará barrenos para pasar la varilla de tensión hasta el piso a través de ellos, el arreglo opuesto deberá ajustarse mediante desbaste ligero en los extremos de los patines para evitar la interferencia de la varilla contra ellos.



SECTION A-A



DETAIL C



CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA TENSION PARA VARILLAS INTERNAS DE IZAJE:

Material: Varilla de Acero Cold Rolled SAE 1020 ϕ 1/2 " Cuerdas UNC 1/2-13

$$\sigma = F/A$$

$$\sigma_Y = \text{Esfuerzo de Fluencia Acero Cold Rolled} = 448 \text{ Mpa.}$$

$$A = \text{Sección Transversal de cada varilla de izaje.}$$

$$A_T = \text{Area de la sección transversal total esforzada} = 4xA$$

$$F_{\text{max.}} = \text{Fuerza Máxima Permisible.}$$

$$A = 126.677e^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_T = 0.0005067 \text{ m}^2$$

$$\sigma_Y = F/A_T = 448e^6 = F/ 506.7e^{-6}$$

$$F = F_{\text{max.}} = (448e^6) (506.7 e^{-6}) = 227001.6 \text{ [N]} = 227.0[\text{KN}] = 23139.82 \text{ Kg}_f$$

$F_{\text{max.}} \equiv 23 \text{ TON.}$

Resistencia Estimada al Corte (Cuerdas y Soldadura):

$$\tau \equiv 1/2 \sigma_Y$$

$$F_{\tau_{\text{max.}}} = 1/2 F_{\text{max.}} = 23/2 = 11.5 \text{ TON.}$$

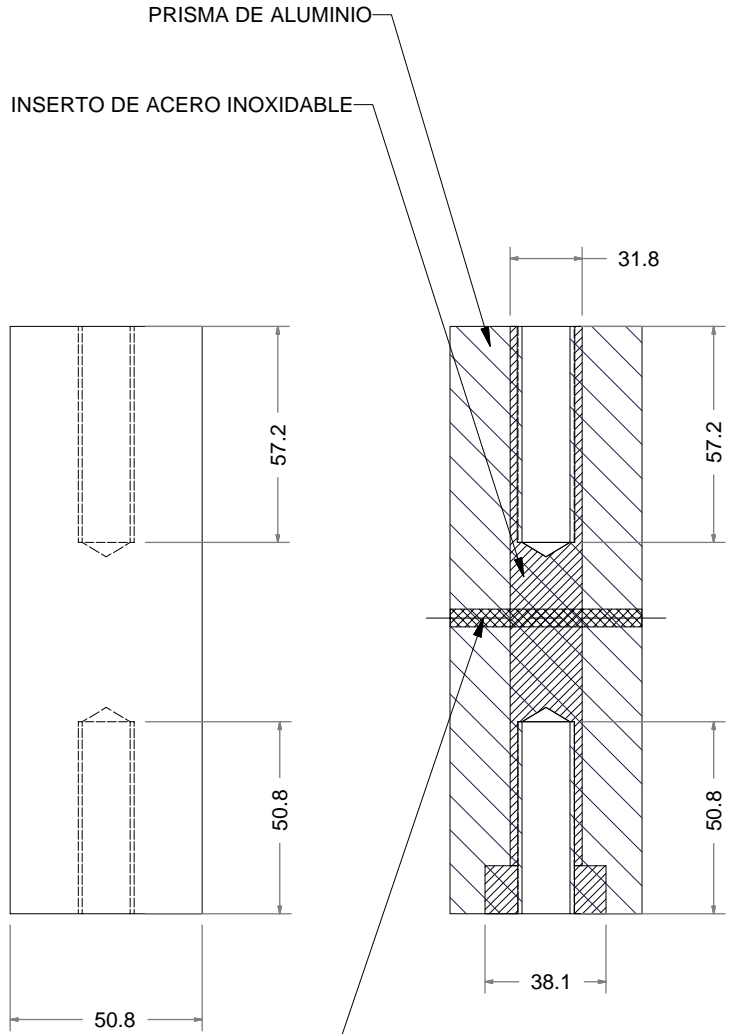
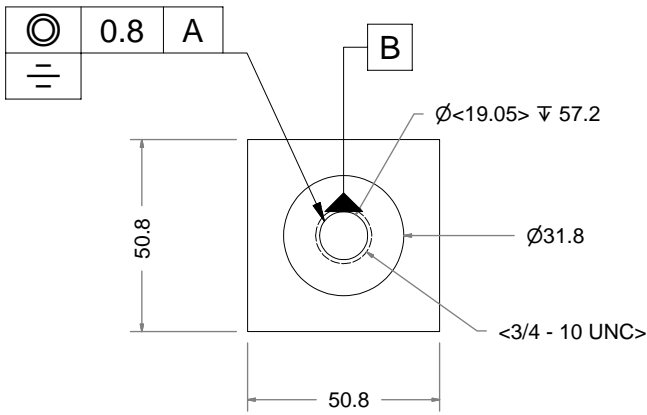
Fuerza Permisible por cada varilla = $11.5 / 4 \text{ TON.} = 2.875 \text{ TON.}$

Para un Factor de Seguridad de N=2:

$$(N) F_{\text{max.}} \text{ Permisible} = F_{\tau_{\text{max.}}}$$

$$F_{\text{max.}} \text{ Permisible} = F_{\tau_{\text{max.}}} / 2 = 2.875 \text{ TON} / 2$$

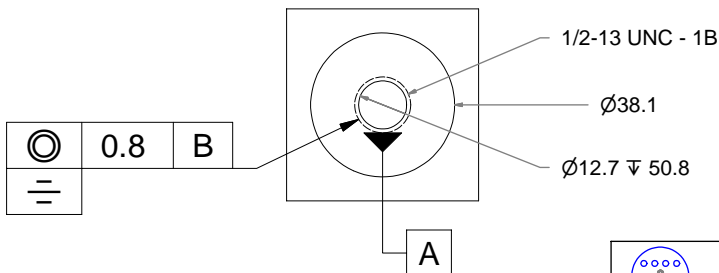
$F_{\tau_{\text{max.}}} = 1.44 \text{ [TON]} \times \text{varilla.}$



**SECTION A-A
SCALE 1 / 2**

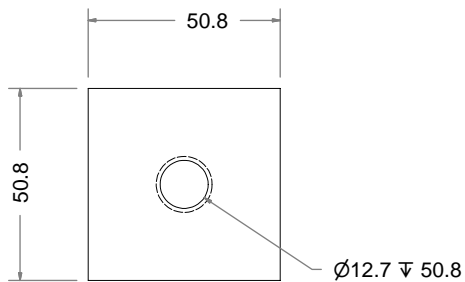
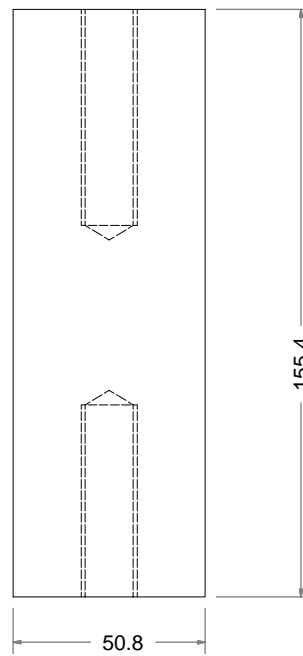
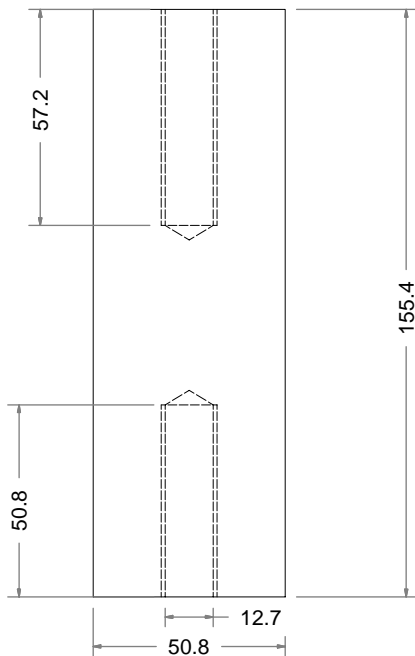
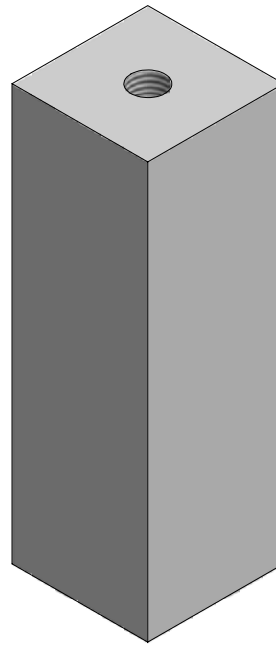
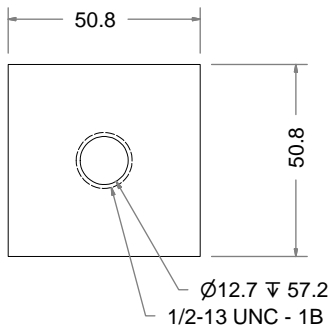
PERNO ESPIROL 3/16"
UBICACIÓN A MEDIA ALTURA
CON RESPECTO AL PRISMA DE IZAJE.

RESISTENCIA MÍNIMA REQUERIDA:
Tensión: 1,250 Kg.
Corte: 625 Kg. Aprox.

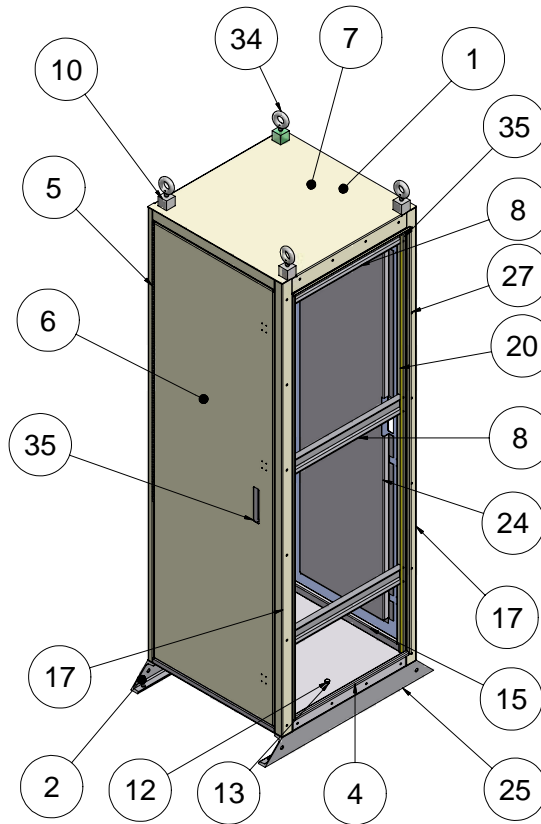
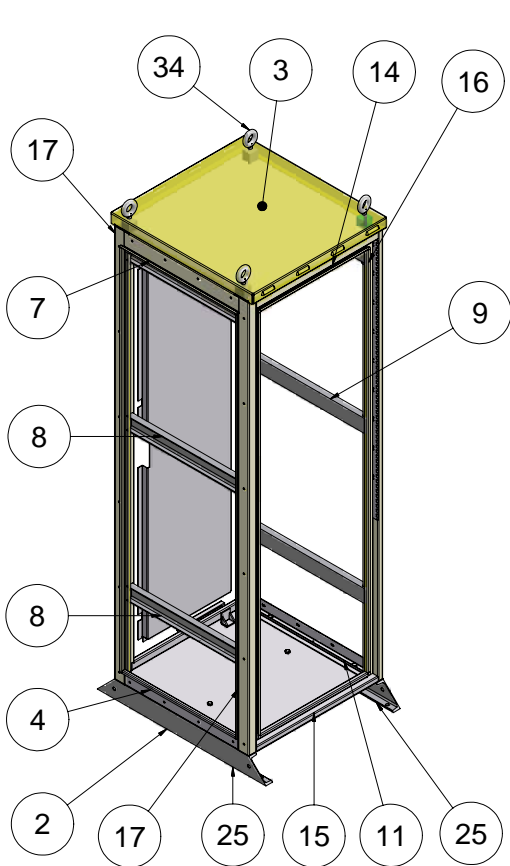


INGENIERIA DEL PRODUCTO					
REVISIONES					
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO
1					
2					
3					
4					

DISEÑO: Ing. J.L.R.P.	FECHA: 23/08/04	FIRMA:	MATERIAL: AL Y ACERO INOX 304.	TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS	
REVISO: Ing. R.R.U.	FECHA: 23/08/04	FIRMA:	ACABADO: NATURAL	TÍTULO: CUBO DE IZAJE PARA MÓDULO DE FUERZA	
APROBO: ING. W.S.B.	FECHA: 23/08/04	FIRMA:		NO ACUMULATIVAS	
ACOT: 	MM	ESC: S/E	HQJA: DE	Nº. DE PIEZAS 04 ENSAMBLES	Nº. DE PLANO: 002-04-OUT22-C



INGENIERIA DEL PRODUCTO												
REVISIONES						DISEÑO: J.L.R.P.	FECHA: 20/07/04	FIRMA	MATERIAL: Perfil sólido de AL 2" x 2"	TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS	TÍTULO: Prisma interno de Izaje	
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	REVISO: R.R.U.	FECHA: 20/07/04	FIRMA	ACABADO: Electrostática Beige			
1						APROBO: ING. W.S.B.	FECHA: 20/07/04	FIRMA		NO ACUMULATIVAS		
2												
3												
4												
						ACOT: 	MM	ESC: S/E	HQJAL: DE	No. DE PIEZAS 04	No. DE PARTE:	No. DE PLANO: 002-04-OUT10-C



MODULO ESTÁNDAR NEXTEL OUTDOOR

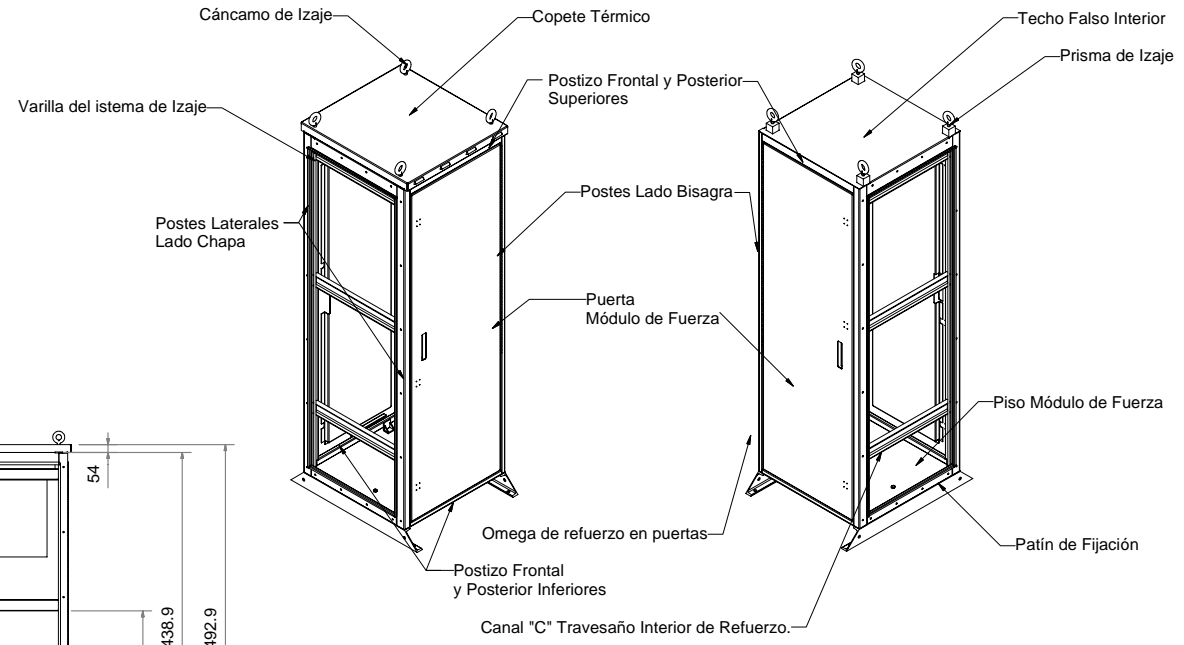
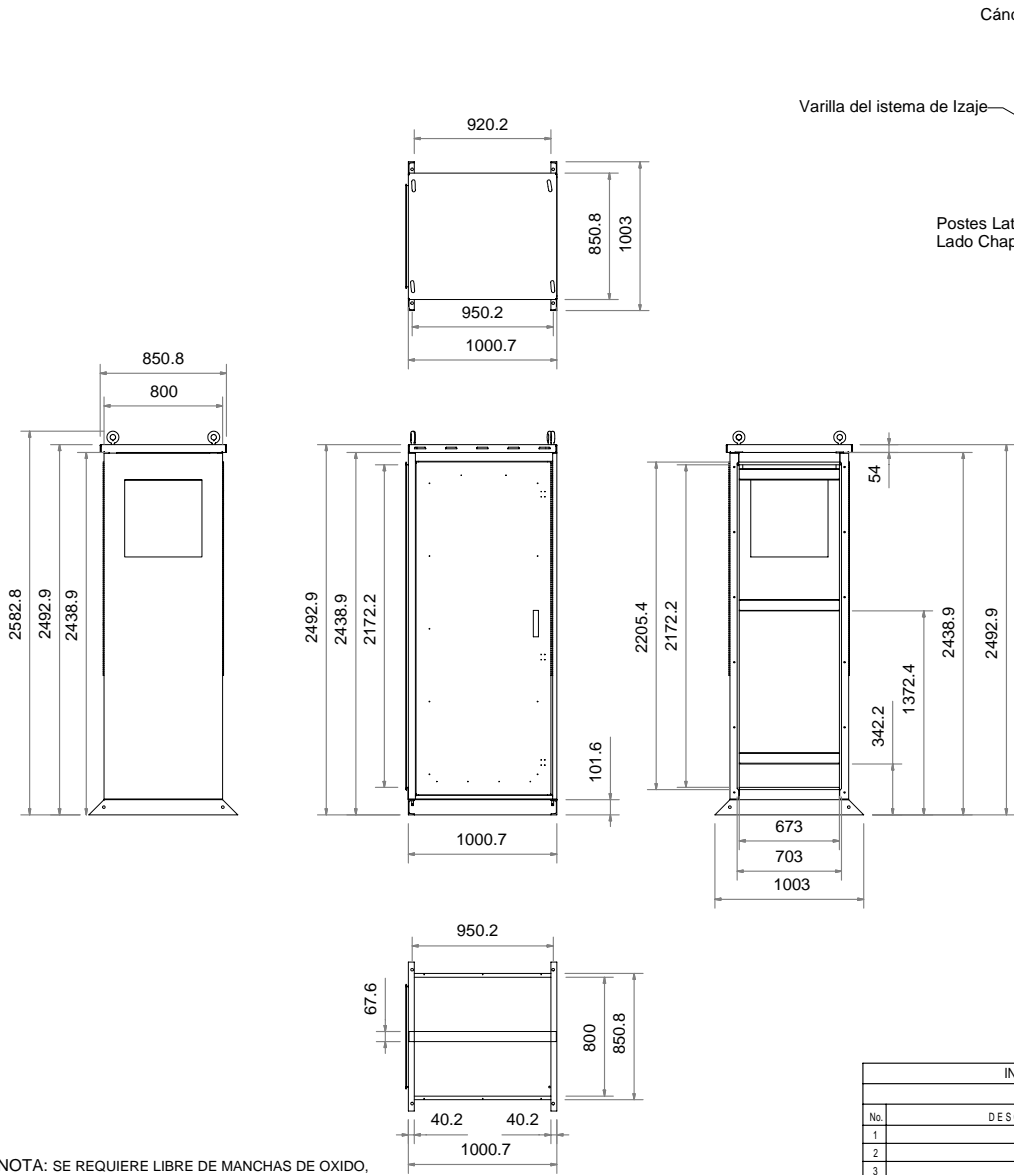
ITEM:	QTY:	PART NUMBER:	CANTIDAD:	DESCRIPCIÓN:
1	1	Escalerilla de 15in	1 Tramo	Esc. Tub. Hom. Nextel gris Telecom
2	1	Patin Soporte	1 Ensamble	2 pzas. Canal "C" + 1pza IPR.
3	1	Copete térmico Modular	1 Pieza.	AI 5052H32 Cal. 10. 0.91 x 0.97 m
4	1	Piso Módulo Estándar	1 Ensamble	AI 5052H32 Cal. 10. 0.959 x 0.8 m
5	2	BISAGRA ACERO INOX H1	2.232 m	Mca. Bariboro 0.060" esp. Xperno 3/16" x 1" paso
6	2	PUERTA	2 piezas	AI 5052H32 Cal. 10. 2.242 x .709 m
7	1	Techo Falso	1 pieza	AI 5052H32 Cal. 10. 0.959 x 0.8 m
8	3	Travesaño de Refuerzo transversal Sin Barrenos	3 Piezas	Canal C de aluminio 63.5mm peralte x 38.1mm patin
9	3	Travesaño de Refuerzo transversal Con Barrenos	3 Piezas	Canal C de aluminio 63.5mm peralte x 38.1mm patin
10	4	Cubo de Izaje	4 Piezas	Prisma de AI 5052 de 6.12" x 2" x 2"
11	1	Postizo Para Sellado Inferior Piso	1 pza	AI 5052H32 .730 x 0.33 m
12	6	ANSI B18.2.1 - 1/2-13 UNC - 1	6 pzas	6 Tornillos de 1" cabeza Hexagonal UNC 1/2-13
13	11	ANSI B18.2.2 - 1/2 - 13	18 pzas.	18 Tuercas Hexagonales UNC 1/2 - 13
14	1	Postizo Superior Frontal y Posterior	2 pza. c/u	AI 5052H32 0.15 x 0.72 m
15	1	Postizo Inferior Marco Frontal y Posterior	2 pza. c/u	AI5052H32 0.723 x 0.12 m
16	1	Poste lado bisagra	2 pza. c/u	AI5052H32 0.233 x 0.17 m
17	1	Poste Lado Chapa	2 pza. c/u	AI5052H32 0.233 x 0.226 m
20	4	ISO 1035/1 - 12 - 2300	4 Barras Solidas	Acero Cold Rolled SAE 1025 x 2.3 m c/u
21	10	ASME B18.21.1 - 1/2 Regular. Carbon Steel	18 pzas.	Roldana hélica de presión de 1/2"
22	4	IF1 - 10.5 - 13	Hex Flange Nut - UNC	
23	4	NF E 27-487 - 4 x 25	Split Pin	Chaveta Estandar 1 1/4" x 3/16"
24	2	Omega para refuerzo de puerta	2 Piezas	AI 5052H32. 2.14 x 0.61 m
25	2	Canal "C" para Soporte	2 tramos	Canal "C" Acero A36 4" de Peralte x 1.6" Patin
26	1	Perfil IPR para travesaño de Patin	1 tramo	Perfil "IPR" de 4" de Peralte x 2.66" Patin
27	20	Tornillo de fijación entre módulos	20 Piezas.	Tornillo de Acero Inoxidable UNC 5/16-18 x1.25"
28	20	Tuerca de apriete entre módulos	20 Piezas.	Tuerca de seguridad hexagonal UNC 5/16"-18
29	20	Roldanas para apriete entre módulos	20 Piezas.	Roldana de Ac. Inox. plana estándar para tornillo 5/16"
30	20	Roldanas para apriete entre módulos	20 Piezas.	Roldana Ac. Inox. De presión est. Para tornillo 5/16"
31	2	Tornillo de fijación entre módulos (patines)	2 Piezas	Tornillo Tropicalizado UNC 5/8-11 x 1.75"
32	2	Roldanas para apriete entre módulos (patines)	2 piezas	Roldana plana trop. estándar para tornillo 5/8"
33	2	Roldanas para apriete entre módulos (patines)	2 piezas	Roldana de presión trop. Est. Para tornillo 5/8"
34	4	Cancamos de Izaje	4 Piezas	Cáncamo de Ac. Forjado de 1/2"
35	2	Sistema de cerradura con chapa	2 piezas	Chapa homologada Southco con posible cilindro MTL

NOTA:

SE DEBE PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A LAS UBICACIONES GENERALES AQUÍ MOSTRADAS PARA MANTENER UN ADECUADO ACOPLAMIENTO ENTRE MÓDULOS, ASÍ COMO EN LA POSICIÓN DE PIEZAS PARA SISTEMA DE IZAJE Y FIJACIÓN SOBRE PATÍN, FAVOR DE REFERIRSE A LOS PLANOS CORRESPONDIENTES.

NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

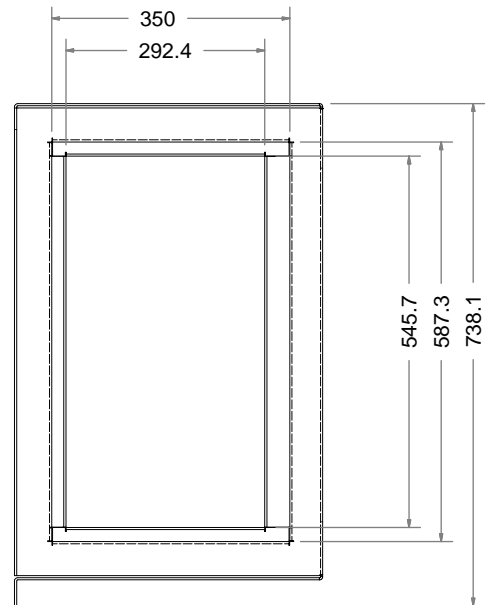
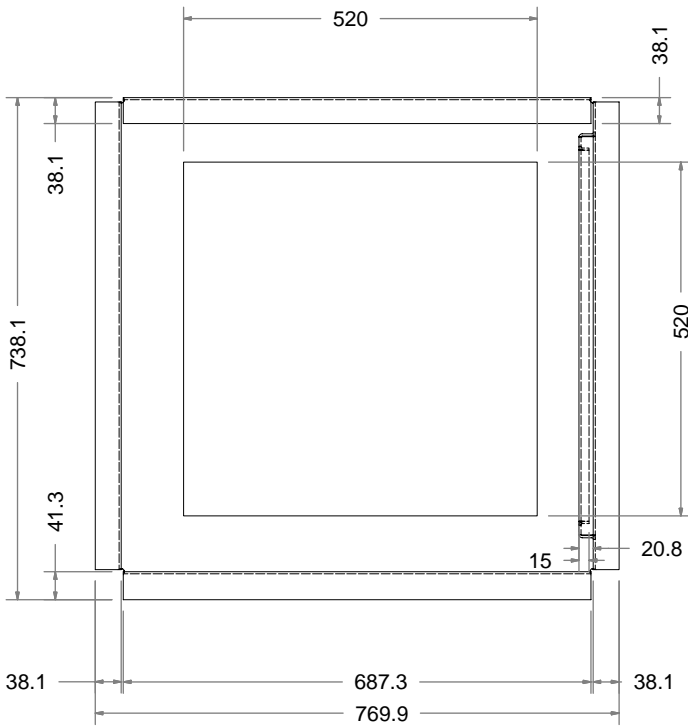
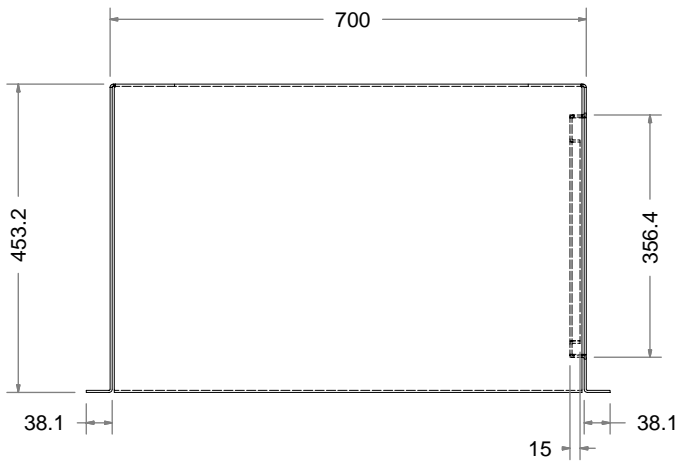
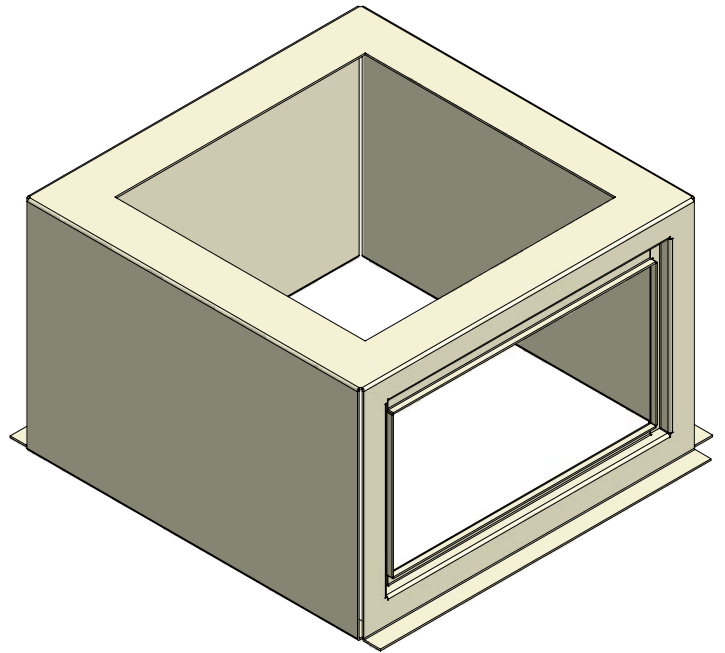
INGENIERIA DEL PRODUCTO					DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIEN OTRAS		TÍTULO:	
REVISIONES					Ing. J.L.R.P.		06/08/04				Varios		FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0° 30"		Ensamble Estructural General de Módulo Estándar Lista General de Partes	
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	Ing. R.R.U.		06/08/04		ACABADO:		ACUMULATIVA (SOLO PARA ENSAMBLE ESTRUCTURAL)		No. DE PLANO		
1						ING. W.S.B.		06/08/04		Pintura Electrostatica Beige				002-04-OUT12-C		
2										ESCALA:		No. DE PARTES:				
3										MM		1 DE 1		04 Ensamblables		
4										ESC.:		No. DE PARTES:				



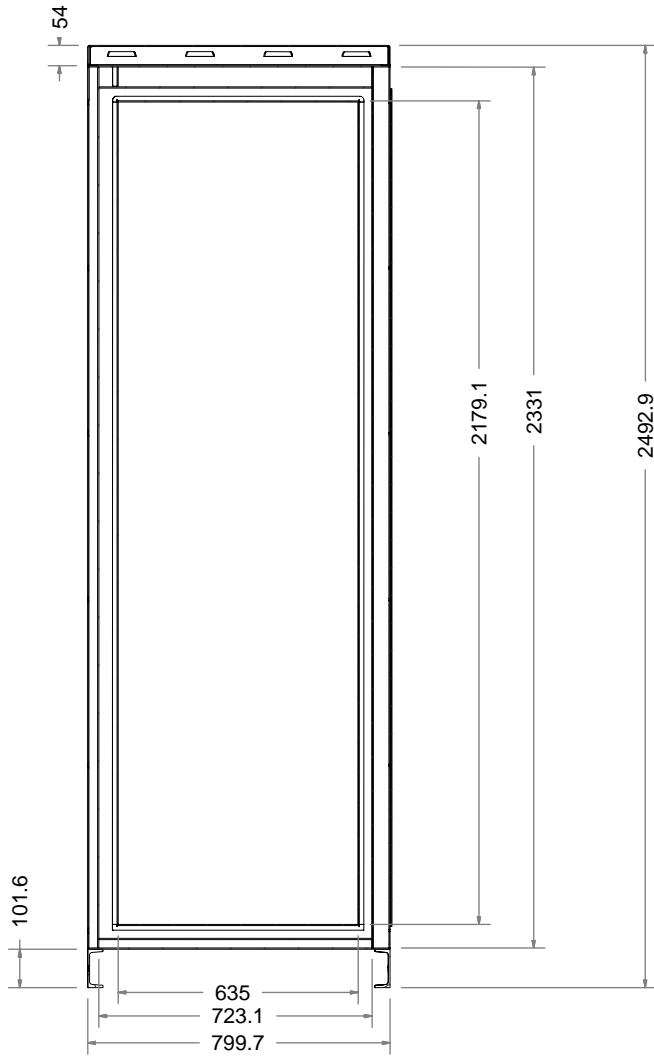
NOTA:
 PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A LAS DIMENSIONES GENERALES AQUÍ MOSTRADAS PARA MANTENER UN ADECUADO ACOPLAMIENTO ENTRE MÓDULOS, ASÍ COMO EN LA POSICIÓN DE PIEZAS PARA SISTEMA DE IZAJE Y FIJACIÓN SOBRE PATÍN EN LOS PLANOS CORRESPONDIENTES.

NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

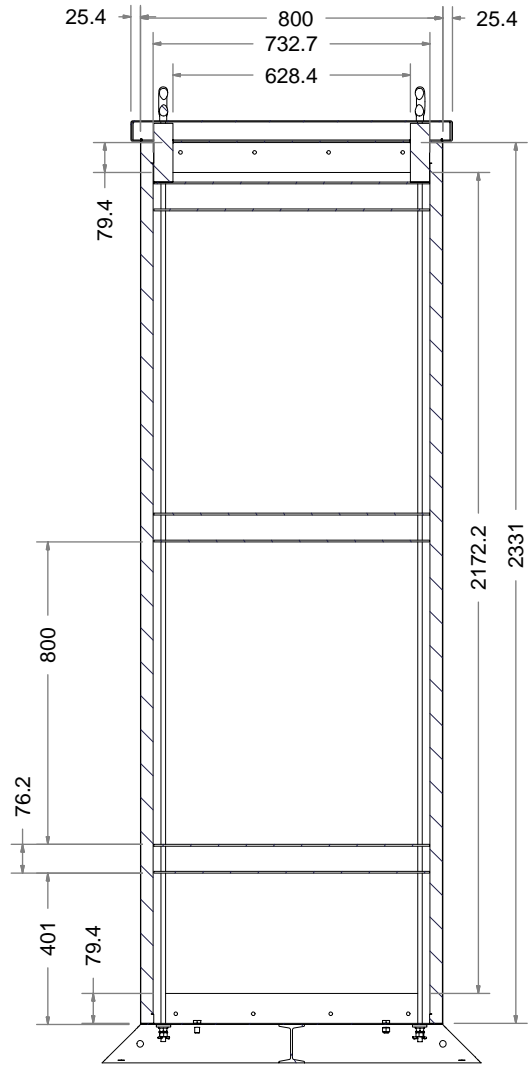
INGENIERIA DEL PRODUCTO					DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TITULO:	
REVISIONES					Ing. J.L.R.P.		06/08/04				Varios		FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0° 30"		Ensamble Estructural General de Módulo de Fuerza Dimensiones Generales	
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	Ing. R.R.U.		06/08/04		ACABADO:		ACUMULATIVA (SOLO PARA ENSAMBLE ESTRUCTURAL)		No. DE PLANO		
1						ING. W.S.B.		06/08/04		Electrostática Beige		No. DE PARTES:		002-04-OUT26-C		
2						ACOT:		MM		ESC:		No. DE PZAS:		1 DE 1		
3										S/E		No. DE PZAS:		04 Ensamblés		
4												No. DE PARTES:				



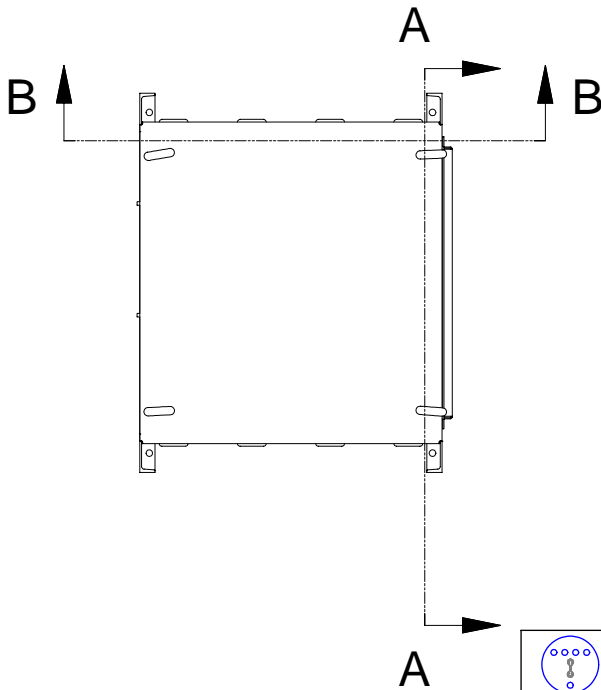
INGENIERIA DEL PRODUCTO						DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TÍTULO:	
REVISIONES						Ing. J.L.R.P.		08/ 10/ 04				AI 5052H32		.X X ± 0.10 FRAC. ± 1/16"		GABINETE DE PORTARRESTER	
No. DESCRIPCION FECHA ELABORO REVISO APROBO						Ing. R.R.U.		08/ 10/ 04				ACABADO:		.XX X ± 0.05 FRAC. ± 1/16"			
1						ING. W.S.B.		08/ 10/ 04				P. ELECTROSTÁTICA		.XXX X ± 0.001 ANG. ± 0° 30"			
2														NO ACUMULATIVAS			
3																No. DE PARTE:	
4																No. DE PLANO:	
						ACOT.		MM		ESC.		S/E		HOJA:		No. DE PIEZAS	
														DE		01	



SECTION B-B



SECTION A-A



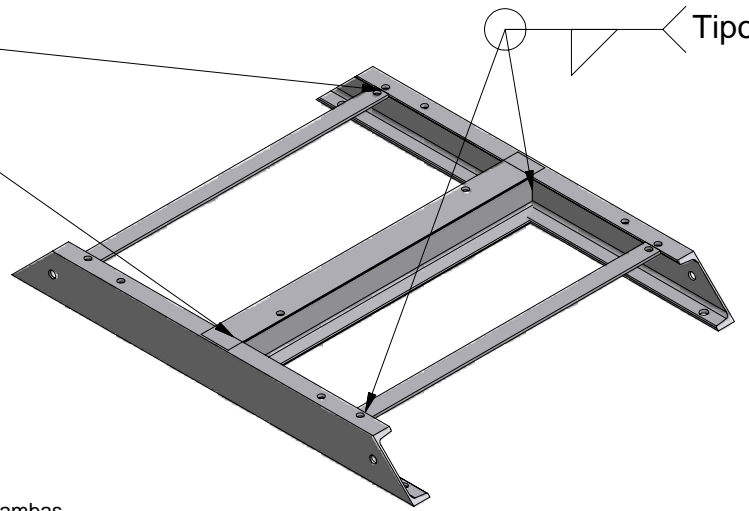
INGENIERIA DEL PRODUCTO						DISEÑO: R. R. U.		FECHA:	FIRMA:	MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TÍTULO: Dimensiones a paño interiores
REVISIONES						REVISO: ING. A.M.L.		FECHA:	FIRMA:	ACABADO:		.X X ± 0.10 .XX X ± 0.05 .XXX X ± 0.001		FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0° 30"
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	APROBO: ING. W.S.B.		FECHA:	FIRMA:			NO ACUMULATIVAS		
1														
2														
3														
4														

Desbaste Plano de cordones (Ambas Caras)

Tipo

Tolerancias para Ubicación de barrenos:

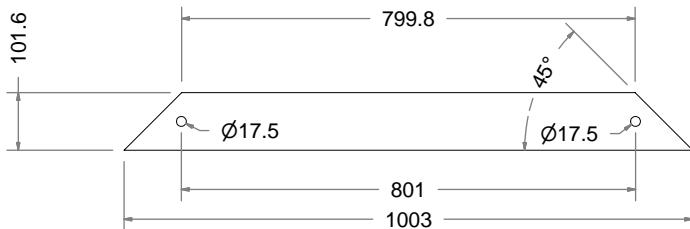
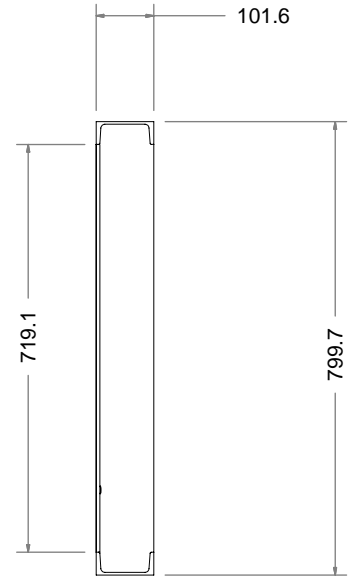
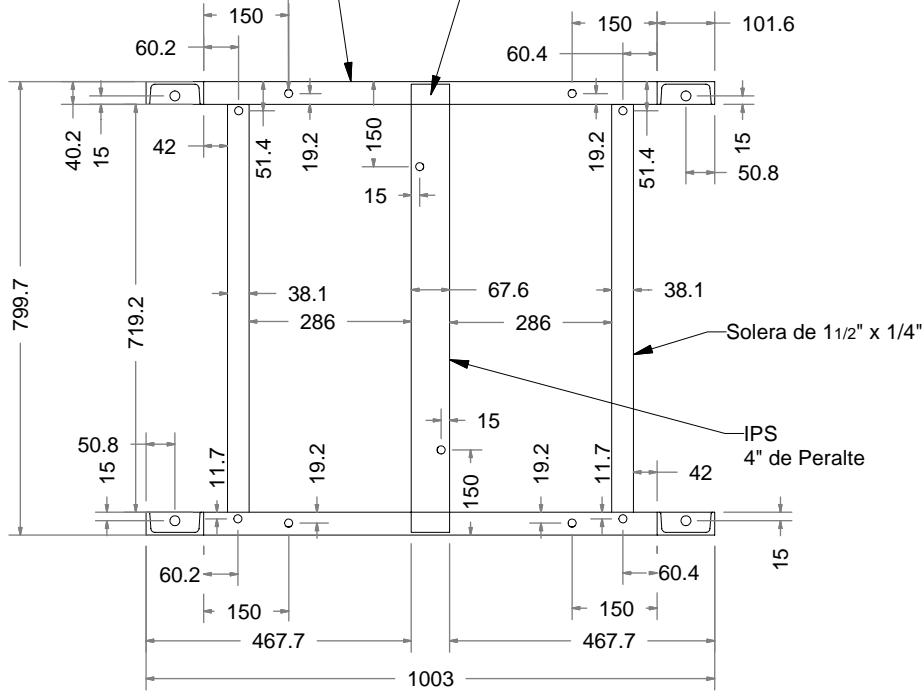
Se deberá conservar una tolerancia no acumulativa de ± 0.5 mm. para todas las ubicaciones a partir de la referencia indicada o a centros de barreno.



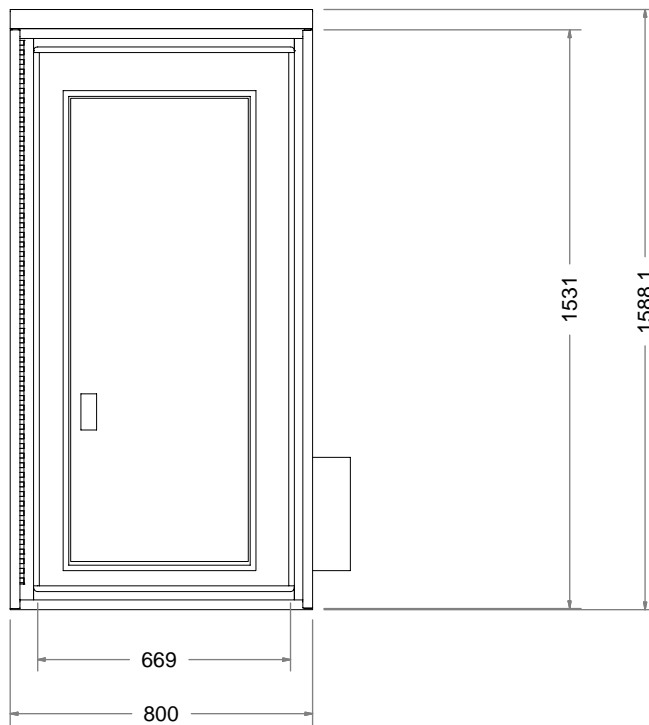
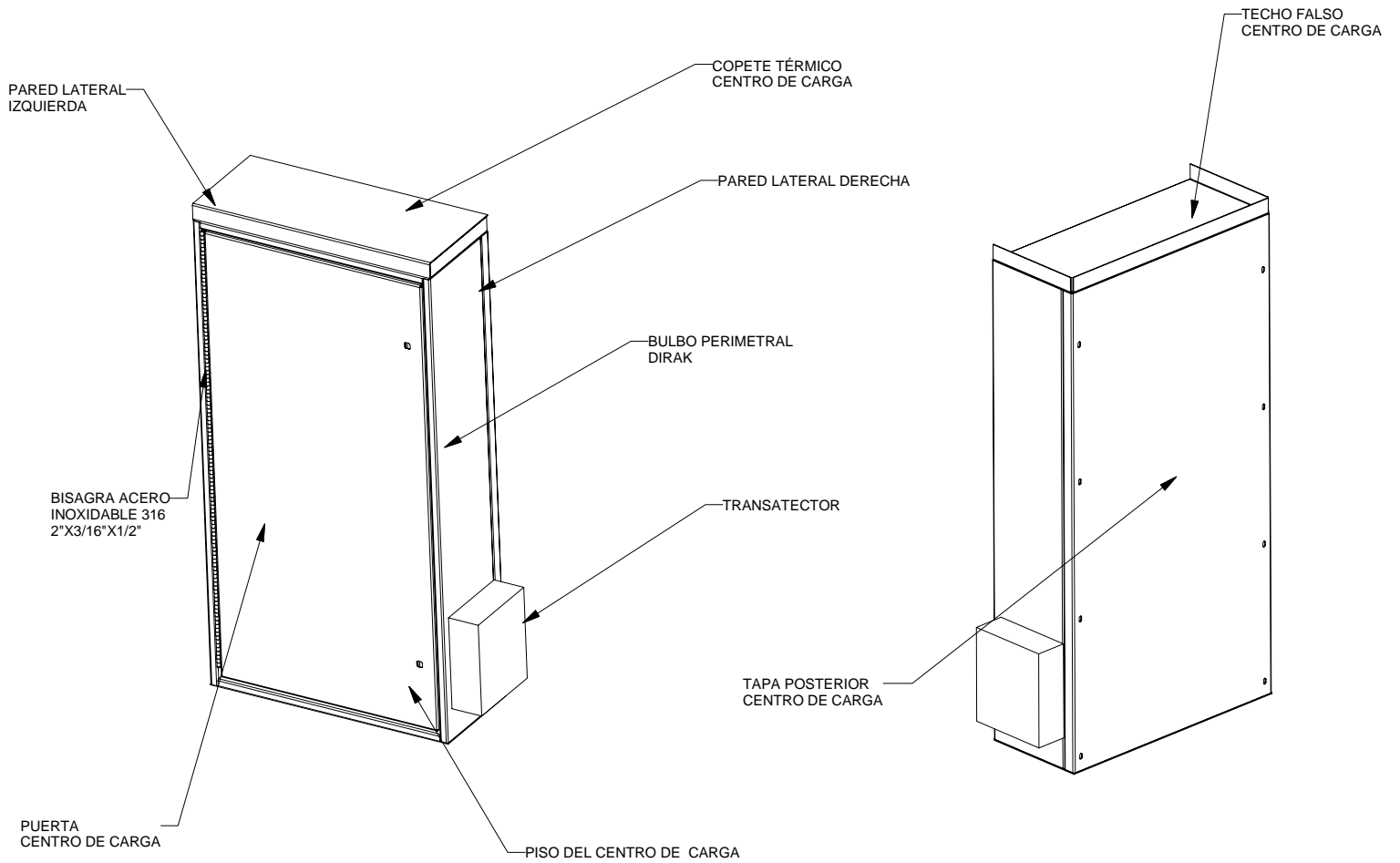
Canal "C"
Perfil Recto (TIPO IPR) de 4" de Peralte

BARRENOS $\varnothing 14.3$ TIPO

Despatinado por ambas caras para ensamble en el canal



INGENIERIA DEL PRODUCTO						DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TÍTULO:	
REVISIONES						Ing. J.L.R.P.		20/07/04				Acero estructural A36		.X X ± 0.10		Patin Soporte	
						Ing. R.R.U.		20/07/04				ACABADO:		.XX X ± 0.05 FRAC. $\pm 1/16"$		Modulo Estándar	
						ING. W.S.B.		20/07/04				Galvanizado por Inmersión		.XXX X ± 0.001 ANG. $\pm 0^{\circ} 30"$			
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	APROBO:		FECHA:		FIRMA:		NO ACUMULATIVAS					
1						ING. W.S.B.		20/07/04									
2																	
3																	
4																	
						ACOT:		MM		ESC:		S/E		HQAJ:		No. DE PIEZAS	
												01 Ensamble		No. DE PARTE:		No. DE PLANO:	
																002-04-OUT11-C	

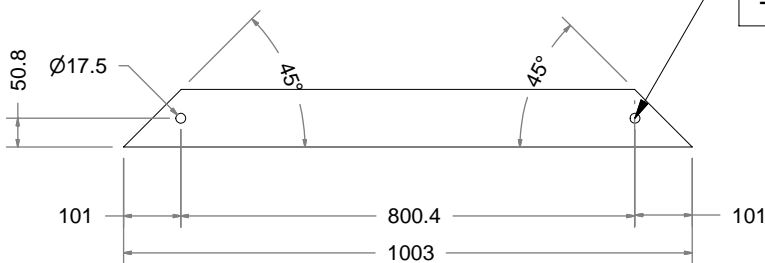
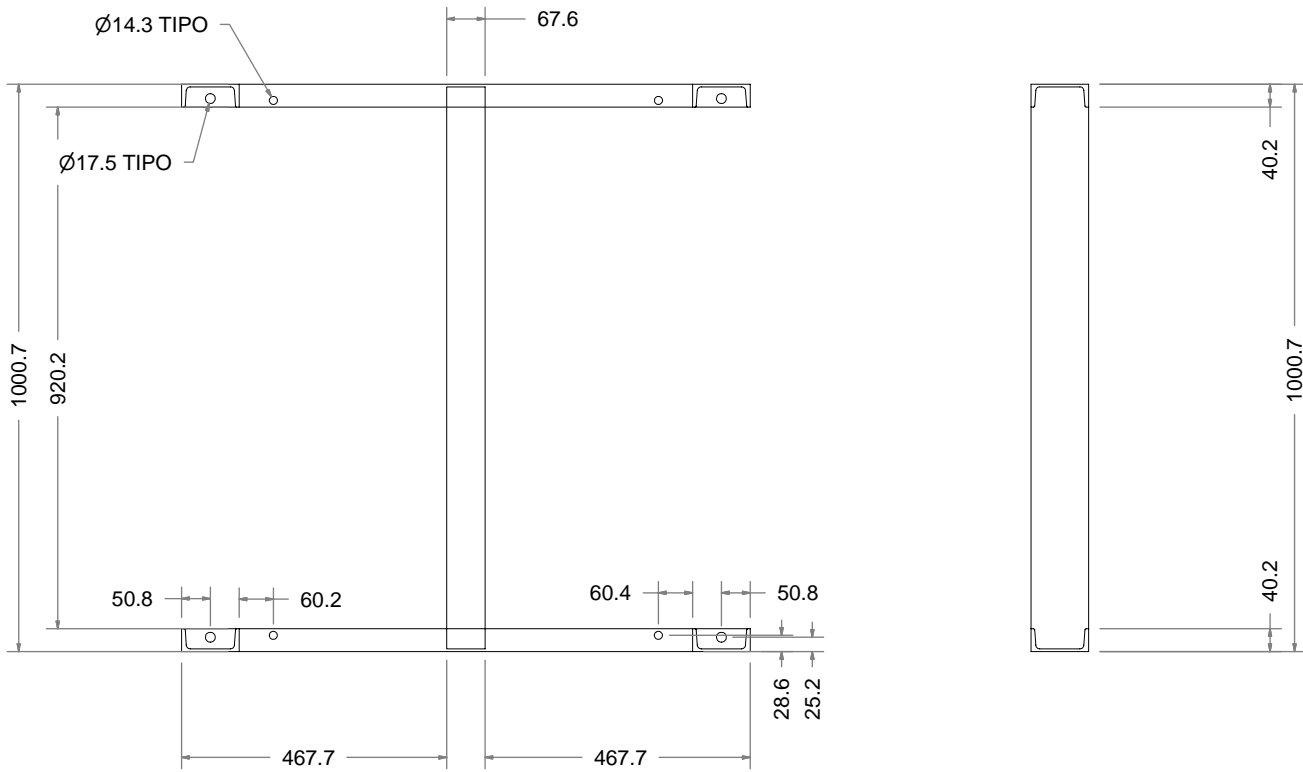
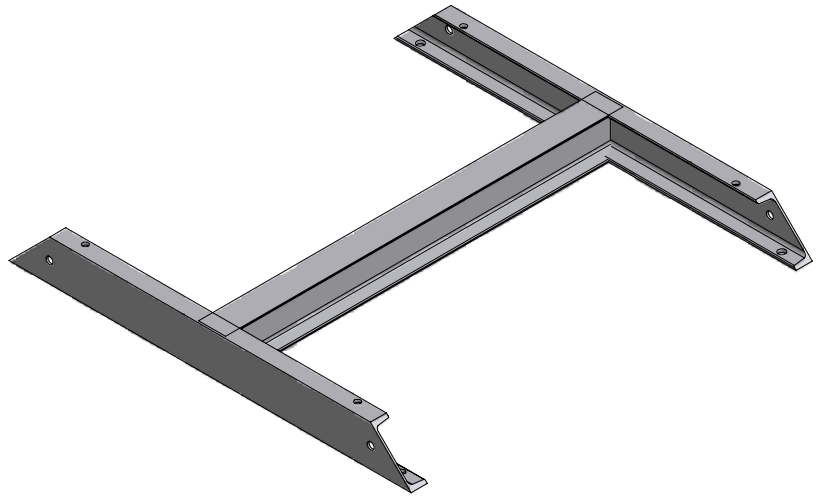


INGENIERIA DEL PRODUCTO					
REVISIONES					
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO
1					
2					
3					
4					

DISEÑO: Ing. J.L.R.P.	FECHA: 13/07/04	FIRMA	MATERIAL: AL 5052 H32 1/8"
REVISO: Ing. R.R.U.	FECHA: 13/07/04	FIRMA	ACABADO: Electrostática Beige
APROBO: ING. W.S.B.	FECHA: 13/07/04	FIRMA	
ACOT: MM	ESC: S/E	HQJA: DE	No. DE PIEZAS 01 Ensamble

TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS
.X X ± 0.10
.XX X ± 0.05
.XXX X ± 0.001
FRAC. ± 1/16"
ANG. ± 0° 30"
NO ACUMULATIVAS
No. DE PARTE:

TITULO: ENSAMBLE DE CENTRO DE CARGA
No. DE PLANO:



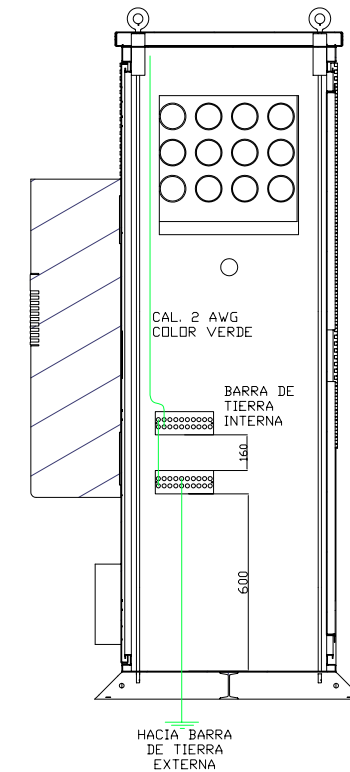
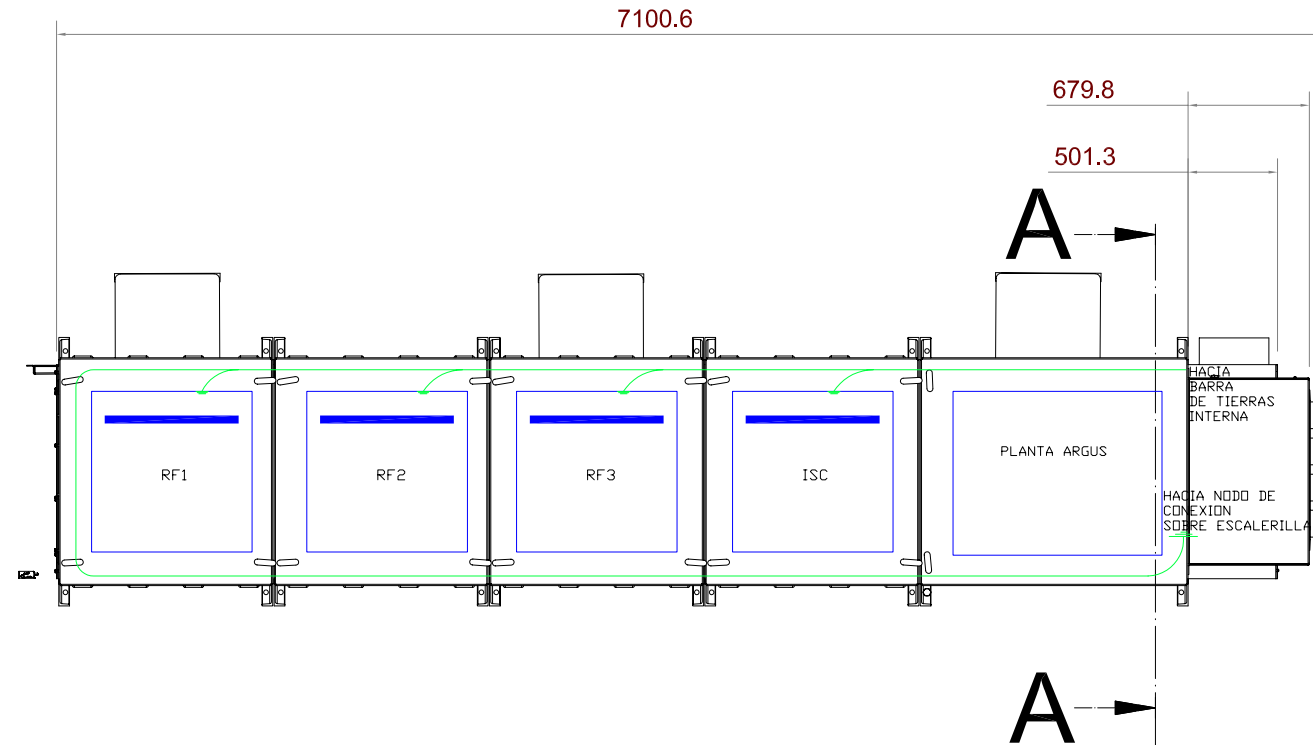
	1.0
	Ø Ambas Caras y lados

SE DEBE CONSERVAR UNA TOLERANCIA NO ACUMULATIVA DE 0.5 mm PARA TODAS LAS DISTANCIAS ENTRE CENTROS O REFERENCIADAS A CERO O SOBRE ARISTAS





INGENIERIA DEL PRODUCTO						DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TITULO:	
REVISIONES						Ing. J.L.R.P		23/08/04				ACERO ESTRUCTURAL A36		.X X ± 0.10 FRAC. ± 1/16"		PATÍN MODULO DE FUERZA	
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	REVISO:		FECHA:		FIRMA:		ACABADO:		.XX X ± 0.05 FRAC. ± 1/16"			
1						Ing. R.R.U.		23/08/04				Galvanizado por Inmersión		.XXX X ± 0.001 ANG. ± 0° 30"			
2						ING. W.S.B.		23/08/04						NO ACUMULATIVAS			
3																	
4																	
						ACOT.		ESC.		HOJA:		No. DE PIEZAS		No. DE PARTE:		No. DE PLANO:	
						MM		S/E		DE		01 ENSAMBLE				02-004-OUT21-C	

CABLEADO DE TIERRAS

A-A (1 : 50)



SIMBOLOGÍA:





-  Juego de conectores polarizados macho-hembra tipo barril, para uso rudo
-  Contacto Doble Polarizado @ 220V 60Hz, para alimentación de unidades HVAC.
-  Contacto Doble Polarizado tipo GFI @ 110V 60Hz, para alimentación de servicio.
-  LINEA DE TIERRAS, CABLE CALIBRE 2 AWG COLOR VERDE.

Notas:

EL CABLEADO SE GUIA PERIMETRALMENTE POR ENCIMA DE LOS CUELLOS DE CADA PUERTA HASTA LA BARRA INTERNA DE TIERRA.

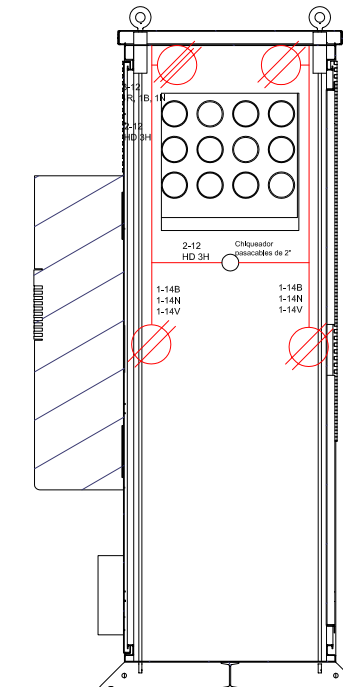
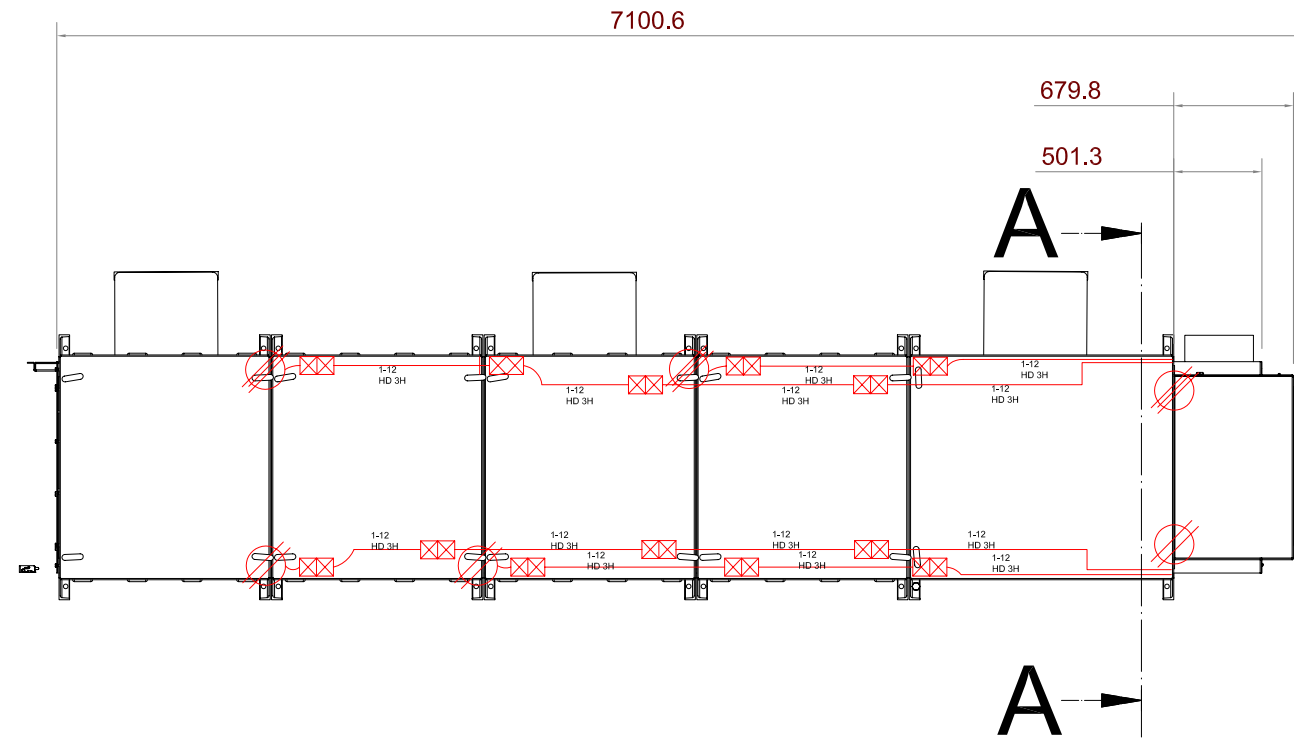
LOS RACKS SON ATERRIZADOS DESDE SU BARRA CORRESPONDIENTE HACIA EL CIRCUITO INTERNO MEDIANTE ZAPATA DE OJILLO SENCILLO.

NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

										
DISEÑO:					FECHA:	FIRMA:	MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS	
J.L.R.P.							KIT_ELÉCTRICO_GAMO		FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0' 30"	
REVISO:					FECHA:	FIRMA:	ACABADO:		ACUMULATIVA (SOLD PARA ENSAMBLE ESTRUCTURAL)	
R.R.U.									Instalación Eléctrica Halo Interno de Tierras 30/07/04	
APROBO:					FECHA:	FIRMA:				
ING. W.S.B.										
					ACOT:	ESC:	HOJA:	01_INST		GAMO_E04
					MM	S/E				

FUERZA Y CONTACTOS

A-A (1 : 50)






Notas:

Todos los contactos se encuentran montados sobre cajas para interperie tipo FS.

La canalización para acometida desde el centro de carga hasta los dos primeros contactos montados sobre la pared lateral del gabinete se realiza mediante canaleta ranurada de 2.5" x 2.5".

El ramaleo de los cables de uso rudo (HD) se guía por el lado exterior de la escalerilla mediante cinchos de sujeción.

SIMBOLOGÍA:

-  Juego de conectores polarizados macho-hembra tipo barril, para uso rudo
-  Contacto Doble Polarizado @ 220V 60Hz, para alimentación de unidades HVAC.
-  Contacto Doble Polarizado tipo GFI @ 110V 60Hz, para alimentación de servicio.

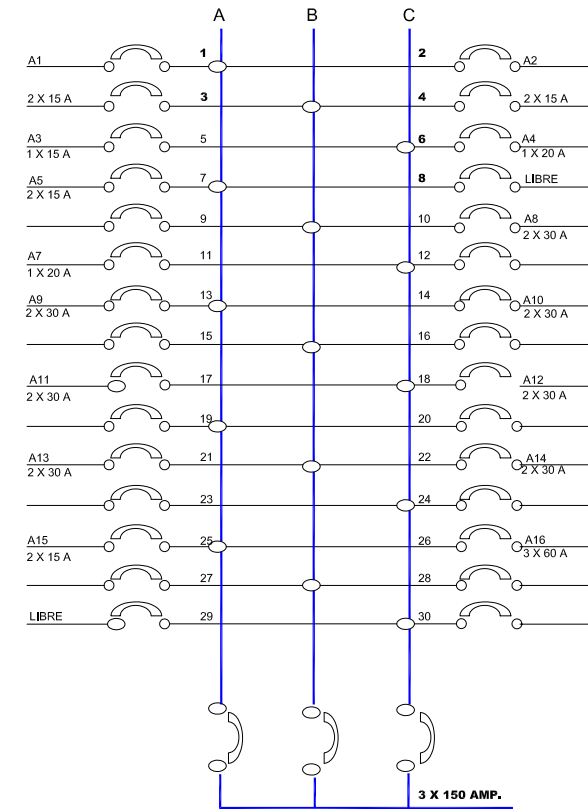
NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO

 DISEÑO: J.L.R.P.	FECHA:	FIRMA:	MATERIAL: KIT_ELÉCTRICO_GAMO	TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0° 30" ACUMULATIVA (SOLO PARA ENSAMBLE ESTRUCTURA)	Instalación Eléctrica Contactos de Servicio 30/07/04
REVISO: R.R.U.	FECHA:	FIRMA:	ACABADO:		
APROBO: ING. W.S.B.	FECHA:	FIRMA:	HOJA:	01_INST	GAMO_E01
	ACOT.: MM	ESC.: S/E			

CUADRO DE CARGAS

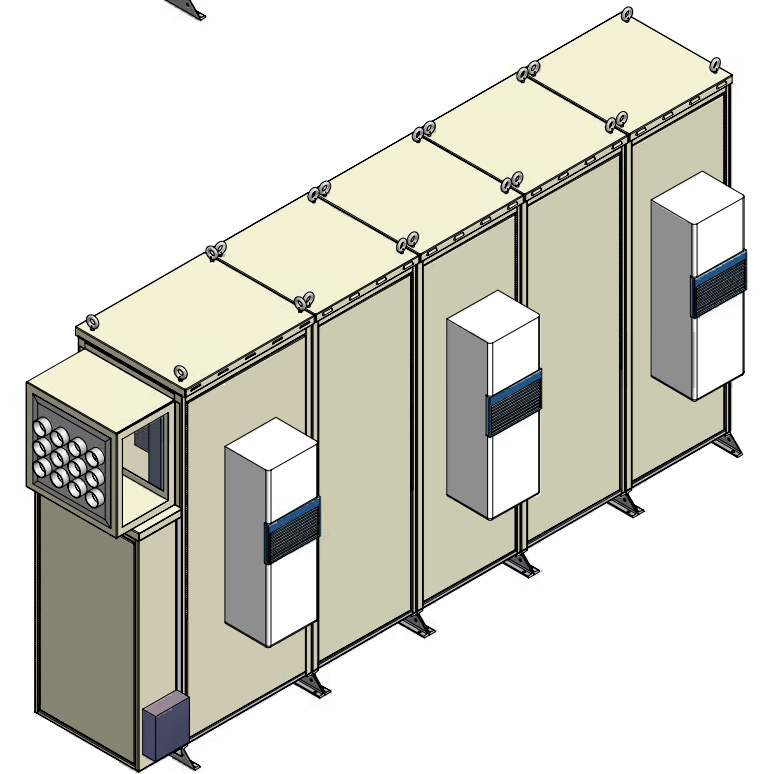
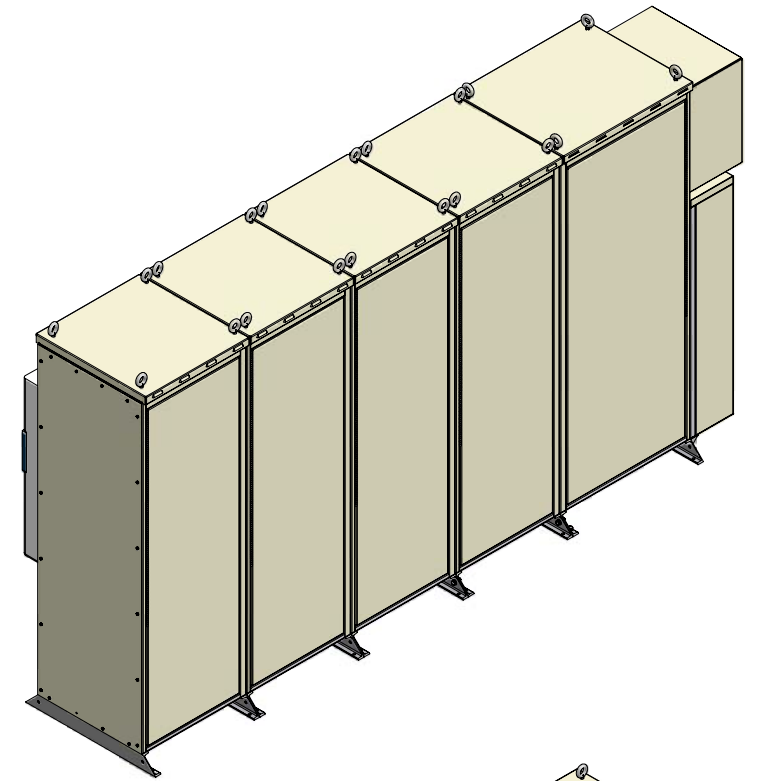
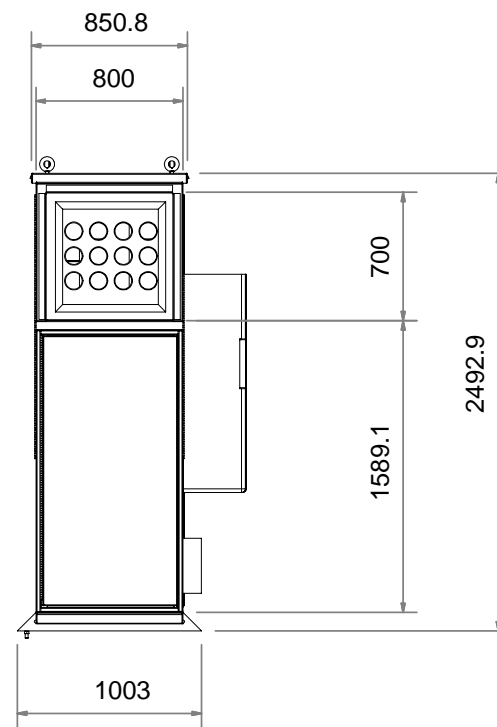
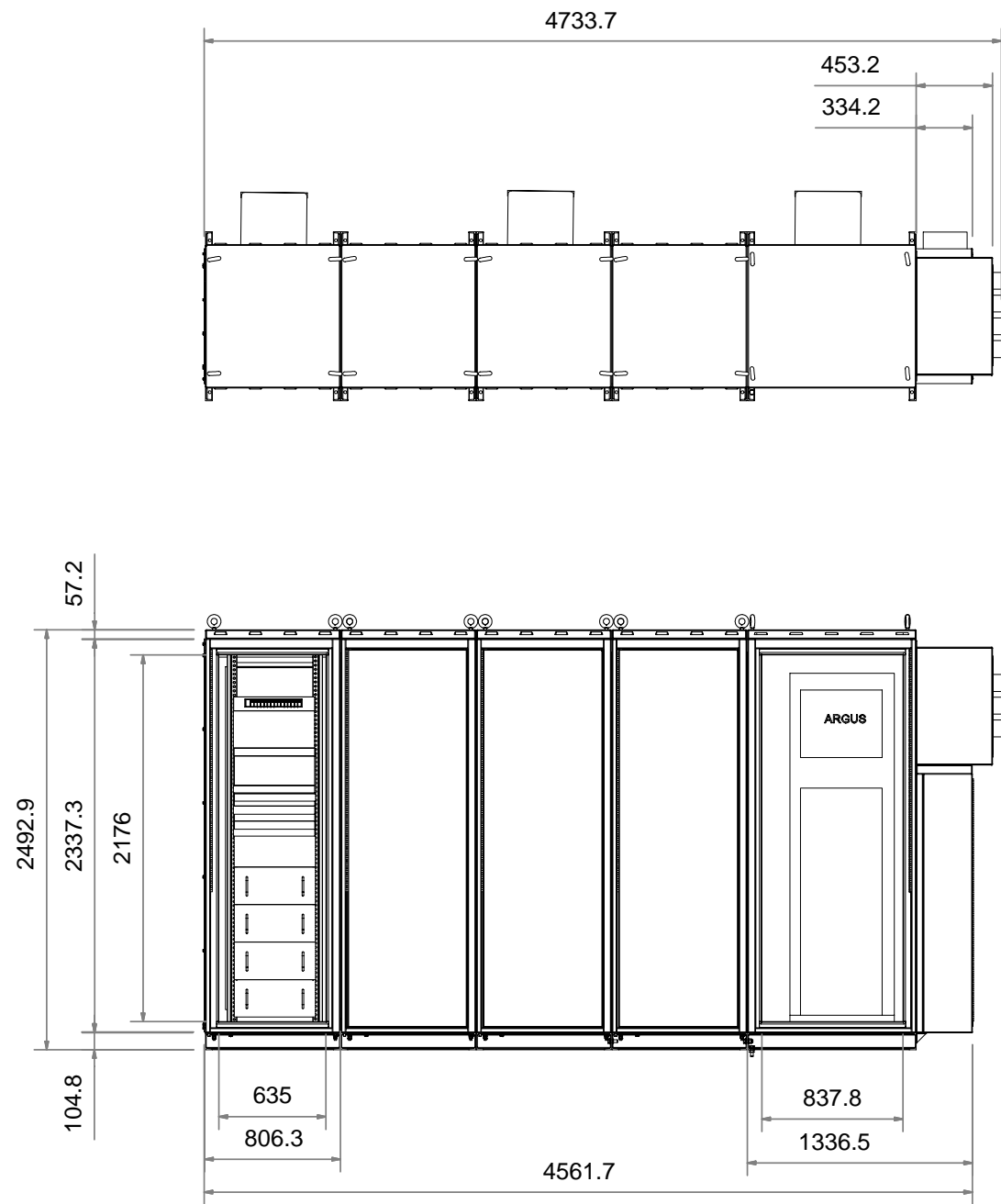
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN *A* 3F-4H 220-127 VCA, CAPACIDAD EN BARRAS 225 AMP, MCA SQUARE'D, N° CAT. NQOD430L22S												
N°	CAPACIDAD DEL INT.	FASES						CARGA TOTAL	CORRIENTE AMP.			
		A	B	C	A	B	C					
A1 ESPACIOS	2X 15 A	1						1001	1001		2002	9,1
A2 ESPACIOS	2X 15 A	1						1001	1001		2002	9,1
A3 ESPACIOS	1 X 15 A									15	15	0,1
A4 ESPACIOS	1 X 20 A				11					88	88	0,1
A5 ESPACIOS	2 X 15 A	1						1001	1001		2002	9,1
A6 ESPACIOS												
A7 ESPACIOS	1 X 20 A			5						2500	2500	11,8
A8 ESPACIOS	2 X 30 A		1						1500,00	1500,00	3000	8,8
A9 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A10 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A11 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A12 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A13 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A14 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A15 ESPACIOS	2 X 30 A		1					1500,00	1500,00		3000	8,8
A16 ESPACIOS	3 X 60 A											
								10503	12003	10103	32609	
DESBALANCEO TEORICO : % F.P. : 0,90 F.D. : 0,80												



- A1 AIRE ACONDICIONADO
- A2 AIRE ACONDICIONADO
- A3 HUMO
- A4 ILUMINACION
- A5 AIRE ACONDICIONADO
- A6 LIBRE
- A7 CONTACTOS
- A8 RECTIFICADOR
- A9 RECTIFICADOR
- A10 RECTIFICADOR
- A11 RECTIFICADOR
- A12 RECTIFICADOR
- A13 RECTIFICADOR
- A14 RECTIFICADOR
- A15 RECTIFICADOR
- A16 SUPRESOR DE PICOS

NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO, RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

DISEÑO: J.L.R.P.				FECHA:				FIRMA:			
REVISO: R.R.U.				FECHA:				FIRMA:			
APROBO: ING. W.S.B.				FECHA:				FIRMA:			
MATERIAL: KIT_ELÉCTRICO_GAMO				TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS				Instalación Eléctrica Cuadro de Cargas 30/07/04			
ACABADO:				FRAC. ± 1/16" ANG. ± 0° 30" ACUMULATIVA (SOLO PARA ENSAMBLE ESTRUCTURA)							
FECHA ELABORO REVISO APROBO				ACOT.: MM				ESC.: S/E			
				HOJA:				01_INST			
								GAMO_E02			



NOTA: SE REQUIERE LIBRE DE MANCHAS DE OXIDO,
RAYADURAS, REBABA Y FILOS CORTANTES

INGENIERIA DEL PRODUCTO						DISEÑO:		FECHA:		FIRMA:		MATERIAL:		TOLERANCIAS EXCEPTO DONDE SE ESPECIFIQUEN OTRAS		TITULO:	
REVISIONES						Ing. J.L.R.P.		12/08/04				Varios		FRAC. ± 1/16"		Gabinete Modular Modificado	
No.	DESCRIPCION	FECHA	ELABORO	REVISO	APROBO	ING. A.M.L.		12/08/04				Electroestática Beige		ANG. ± 0° 30"		30/07/04	
1						ING. W.S.B.		12/08/04						ACUMULATIVA			
2														(SOLO PARA ENSAMBLE ESTRUCTURA)			
3														No. DE PARTE:		No. DE PLANO	
4										MM		S/E		HOJA: 1 DE 1		No. DE PLANO Dim Generales GAMO	