

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
Oficina Regional Sudamericana

PROYECTO REGIONAL PNUD/OACI RLA/98/019
IMPLANTACIÓN DE LA RED DIGITAL SAM (REDDIG)

PRIMERA REUNIÓN DEL GRUPO DE TAREA
(Lima, Perú 4 al 5 de noviembre de 2002)

Asunto 2: **Desarrollo de la Opción 1 identificada por la Reunión RCC/2 para establecer un mecanismo multinacional para la administración de la REDDIG**

Principios para establecer los NCC en la Red Digital REDDIG

(Nota presentada por la OACI)

1. Introducción

1.1 Antecedentes

1.1.1 El objetivo inmediato No. 2 del Proyecto RLA/98/019 SAM REDDIG es el de realizar la gestión inicial de la REDDIG y el establecimiento de un mecanismo multinacional para su administración ulterior.

1.1.2 Con este propósito durante la segunda reunión del comité de coordinación de la REDDIG se examinaron notas de estudio presentadas por algunos Estados, ofreciendo sus instalaciones para ejecutar la gestión futura de la REDDIG, así como una nota de estudio de la secretaría que presentaba un análisis para estudiar las opciones seleccionadas por la Reunión REDDIG/4.

1.1.3 Esta nota de estudio presenta algunos de los elementos técnicos y administrativos que se deberán considerar para la discusión del Grupo de Trabajo para el establecimiento de un mecanismo multinacional definitivo.

1.2 Opciones de Administración

1.2.1 Dentro de las opciones para la gestión de la REDDIG se encontraban las siguientes alternativas para administrar la REDDIG

a) Opción 1: A través de un proyecto de cooperación técnica de la OACI

b) Opción 2: A través de servicios proporcionados por un Estado.

1.2.2 Asimismo, se tomó nota que la Opción 1 podría ser subdividida en:

a) Opción 1a: Mediante un proyecto regional de la OACI en que todos los recursos serían financiados en forma equitativa por todos los Estados participantes; o

b) Opción 1b: Mediante un proyecto regional de la OACI, con una fuerte contribución de los Estados participantes en los recursos del proyecto, tales como personal técnico, oficinas y otras facilidades requeridas u otras;

c) Opción 1c: Otras alternativas

1.2.3 También se tomó nota que la **Opción 1b** podría reducir considerablemente los costos respecto a la **Opción 1 a**.

1.2.4 La reunión decidió que se necesitaban más elementos de juicio para definir el sistema de gestión final y por tanto decidió conformar un Grupo de Tarea para apoyar con recursos humanos y esquemas de consenso en la búsqueda de la solución definitiva.

1.3 **Carácter transitorio de los proyectos de los proyecto de cooperación Técnica de la OACI**

1.5 Es importante resaltar el carácter transitorio de los proyectos de cooperación técnica que deben ser entendidos no como el propósito principal sino como un medio para alcanzar un propósito más amplio. En este sentido el proyecto de cooperación técnica para la Administración de la REDDIG debe ser concebido como un instrumento transitorio para lograr el propósito final que es contar con un mecanismo multinacional para la administración de la REDDIG sin la necesidad de la Cooperación Técnica de la OACI.

2. **Descripción de la operación del sistema de Gestión de Red NMS de la REDDIG**

2.1 Tal como se encuentra indicado en el Pliego de Especificaciones Técnicas de la REDDIG (PET), la Gestión de la red REDDIG, efectuada a través del NMS, se realiza en dos niveles:

- a) Administración global de toda la red;
- b) Administración local del nodo.

2.2 La Administración global de la red es única, y ha sido establecido que ésta función se efectúe desde uno de los nodos NCC. El sistema de Administración NMS proporciona la capacidad para efectuar la supervisión, programación y control del equipamiento en todos los nodos, con excepción a la configuración del manejo de las tramas TDMA y asignación del ancho de banda satelital, la cual se efectúa mediante los NCC. La capacidad del NMS está disponible en todos los nodos de la red, pero solo a uno de los usuarios, se le asigna la autorización para actuar como Administrador global de la red.

2.3 Los NCC del sistema Linkway (modem satelital) incluye un servidor a través del cual proveen a todos los nodos de la red, mediante servicio web y plataforma independiente, acceso e información sobre la operación del segmento satelital y del NCC. El NMS además de proporcionar supervisión y control local en el equipamiento del nodo, proporciona acceso al servicio WEB que ofrecen los NCC.

2.4 A través del WEB, y dependiendo de las funciones habilitadas, estarían disponibles las siguientes ventanas del NCC:

- a) Mapa geográfico de situación operacional de las estaciones VSAT;
- b) Estado detallado, eventos y alarmas de la operación de la red VSAT;
- c) Visualización dinámica del ancho de banda asignado;
- d) Detalles de utilización y facturación;
- e) Visualización de historia de servicio con los eventos de la red VSAT(log file);
- f) Ejecución de pruebas de diagnóstico;
- g) Alarmas; y
- h) Configuración, mantenimiento y visualización de configuración. Sin embargo, por definición, sólo el Administrador global posee los atributos para efectuar cambios en la configuración del NCC.

2.5 Los NCC han sido establecidos en configuración con redundancia geográfica, lo cual significa que solo uno de ellos se encontrará activo a la vez, es decir administrando la trama de información al satélite. Se ha previsto que los nodos NCC operen alternadamente durante el año, con la finalidad de minimizar las transferencias de control entre los NCC.

3. Criterios para la elección de los sitios para establecer los NCC de la REDDIG

3.1 Para establecer los nodos donde serán ubicados los nodos de la REDDIG será necesario tomar en consideración los siguientes aspectos:

- a) Condiciones geográficas de los nodos NCC;
- b) Condiciones climáticas;
- c) País anfitrión y características del edificio y sala del Centro de Control de Red NCC;
- d) Facilidades de comunicación en el Centro de Control de red NCC; y
- e) Aportes de los Estados en lo relativo al requerimiento de personal del NCC;

4. Condiciones geográficas para establecer las ubicaciones de los nodos NCC de la REDDIG

4.1 Los criterios que se obtengan para la ubicación de los nodos NCC, son independientes de cualquiera de las alternativas que pudieran haber sido indicadas por el comité de coordinación de la REDDIG, y sus principios serán aplicables en su totalidad a cualquier caso. La Red REDDIG es una red que emplea la técnica de acceso al satélite conocida como TDMA, en base a la cual una estación designada como estación maestra organiza y optimiza la utilización del segmento satelital entre las estaciones terrestres que componen la red y permite la creación de una arquitectura de red completamente mallada, facilitando la comunicación entre todos sus usuarios. En consecuencia resulta fundamental mantener la operatividad de los nodos NCC para la sanidad de la red.

4.2 La red REDDIG cuenta con dos nodos NCC completamente redundantes con la finalidad de minimizar al máximo la ocurrencia de cualquier falla, sin embargo existe un fenómeno natural que se produce generalmente durante dos períodos cada año y que afecta la capacidad de operación de las estaciones terrenas, este fenómeno es conocido como interferencia solar (sun outage). La fecha de ocurrencia de este fenómeno es predecible con mucha exactitud es posible tomar las medidas de

contingencia necesarias. El efecto de este fenómeno natural es perjudicial a las comunicaciones vía satélite y produce degradación y corte de las comunicaciones satelitales.

4.3 El fenómeno de la interferencia solar se debe fundamentalmente a la posición orbital del satélite de comunicaciones en el plano ecuatorial, y a la variación del plano ecuatorial de la tierra respecto a la dirección del sol. Esta variación anual del plano ecuatorial terrestre esta dada por la siguiente fórmula:

$$ie(t) \text{ deg} = 23.4 \sin(2\pi t/T)$$

donde T es el período anual de 365 días. Este comportamiento da por resultado que durante dos períodos al año, el sol se encuentre sobre el plano ecuatorial durante los equinoccios de primavera (marzo 21) y otoño (21 septiembre) del hemisferio norte; y que el ángulo de inclinación del plano ecuatorial respecto al sol sea máximo (23.4°) durante los solsticios de verano (21 de junio) e invierno (21 de Diciembre) del hemisferio norte.

4.4 Al ocurrir esta variación del plano ecuatorial respecto a la dirección del sol siguiendo la característica de un movimiento de tipo armónico, da origen a que durante dos períodos al año ocurra, en los nodos REDDIG, un alineamiento del sol con el satélite de comunicaciones y con la estación terrestre (nodo) de comunicaciones. Al ocurrir este alineamiento la energía radiada por el sol es tan intensa que incrementa el piso de la señal de ruido recibida en la estación terrena enmascarando la señal del satélite, y haciendo imposible que se pueda recuperar la débil señal de comunicaciones procedente del satélite de comunicaciones.

4.5 La duración de esta interferencia (sun outage) en una estación terrestre es inversamente dependiente del diámetro de su antena, y la duración depende también, aunque en menor medida, de la cantidad de potencia de la señal proveniente del satélite la cual es de potencia limitada. Las antenas empleadas en las comunicaciones vía satélite, son antenas altamente directivas, que son construidas para que solo reciben la señal en el haz principal en la dirección de su eje, mientras que en el espacio restante lateral la recepción es prácticamente nula, sin embargo el ángulo de apertura sobre el cual la antena capta la señal (3db de atenuación) electromagnética, esta dada aproximadamente por :

$$\phi(\text{deg}) = 21.3 / (\text{FGHz} * \text{D mts})$$

4.6 Esta es la razón fundamental por la cual, al ser mayor el ángulo de apertura en una antena de 2.4 m ($\phi=2.21^\circ$) respecto a la de una antena de 3.7m m ($\phi=1.43^\circ$), la duración del sun outage es mayor en una estación que emplea una antena de 2.4 m que en la de 3.7 m. Existen otros parámetros que también influyen sobre la duración del sun outage, tales con la temperatura de ruido de la antena, la degradación G/T, la temperatura de ruido del LNA, etc. Basados en estos factores técnicos, el contratista SEEE presentó durante la 2nda DRM, celebrada en Lima, una tabla donde fácilmente se podía observar los efectos de la interferencia solar en los nodos de la REDDIG. La tabla fue presentada asimismo a la reunión RCC/2 celebrada en Lima este último Agosto, y se encuentra incluida como Apéndice A de ésta nota de Estudio.

4.7 De los resultados observados en la tabla proporcionada por el contratista, resulta evidente que la única manera de proporcionar protección a la red es evitando la ocurrencia simultánea de interferencia solar en los nodos NCC, lo cual solo es factible mediante la separación en latitud de las

Estaciones. Es importante notar que podría equivocadamente establecerse, que solo con separación de longitud entre la estaciones, podría lograrse el mismo efecto dado que la ocurrencia de la interferencia solar no sería simultánea en tiempo. Si bien este concepto pareciera ser correcto, lo que se busca para sanidad de la red es de que en período de interferencia solar se produzca, a lo sumo, solo una transferencia de control entre los centros NCC, lo cual no sería factible en modo alguno de lograr mediante el concepto e implantación de separación geográfica basada principalmente en la separación por longitud, donde se requeriría más de una transferencia de control entre los NCCs durante el período de interferencia solar (sun outage).

4.8 De las observaciones efectuadas a las tablas, y a los datos geográficos de la ubicación de las estaciones de la REDDIG, resulta asimismo evidente que se requiere de más de 20° de separación de latitud entre los nodos designados como NCC para evitar la interferencia solar simultánea.

4.9 Basados en los anteriormente indicado podemos establecer el primer principio para la elección geográfica de los nodos NCC:

Primer Principio: para establecer la separación geográfica de los nodos NCC es necesario que estos se encuentren separados en latitud al menos en 20° geográficos.

4.10 De las observaciones efectuadas a la tabla de sun outage presentada por el contratista SEEE, obtenemos la tabla resumen que a continuación se ha incluido como tabla No 1. En esta tabla las casillas oscuras (rojas) indican que la posibilidad de establecer los nodos NCC entre las estaciones que producen la convergencia sobre la casilla no es posible dado que ocurre una interferencia solar simultanea en el mismo día, y las casillas claras (verde) indican aquellas combinaciones de estaciones entre las cuales pueden ser ubicadas los NCC sin que ocurra el mismo día una interferencia solar simultánea. Los valores contenidos en la casilla verde indican la separación en días de la interferencia solar para el primer y segundo período anual respectivamente. La dos última filas de la tabla indican respectivamente el número de posibilidades que tiene el nodo indicado en la columna de la tabla par aparejar NCCs con otras estaciones, y la última fila da el promedio del tiempo disponible entre eventos de interferencia solar con la estación NCC aparejada.

Tabla No 1: Resumen de los efectos de la interferencia solar

NODOS	SAEZ	SLLP	SBMN	SBRF	SBCT	SCEL	SKED	SEGU	SYGC	SOCA	SGAS	SPIM	SMPM	SUMU	SVMI
SAEZ	N	N	4/4	2/2	N	N	8/8	5/5	9/8	8/8	N	1/0	8/8	N	10/10
SLLP	N	N	N	N	N	N	0/1	N	1/1	0/1	N	N	0/2	N	2/3
SBMN	4/4	N	N	N	0/1	3/3	N	N	N	N	0/0	N	N	5/4	N
SBRF	2/2	N	N	N	N	1/1	N	N	N	N	N	N	N	3/2	N
SBCT	N	N	0/1	N	N	N	4/5	1/2	5/5	4/5	N	N	4/5	N	6/7
SCEL	N	N	3/3	1/1	N	N	7/7	4/4	8/7	7/7	N	N	7/7	N	9/9
SKED	8/8	0/1	N	N	4/5	7/7	N	N	N	N	4/4	N	N	9/8	N
SEGU	5/5	N	N	N	1/2	4/4	N	N	N	N	1/1	N	N	6/5	N
SYGC	9/8	1/1	N	N	5/5	8/7	N	N	N	N	5/4	N	N	10/8	N
SOCA	8/8	0/1	N	N	4/5	7/7	N	N	N	N	4/4	N	N	9/8	N
SGAS	N	N	0/0	N	N	N	4/4	1/1	5/4	4/4	N	N	4/4	N	6/6
SPIM	1/0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	2/1	0/1
SMPM	8/8	0/2	N	N	N	4/5	7/7	N	N	N	4/4	N	N	9/8	N
SUMU	N	N	5/4	3/2	N	N	9/8	6/5	10/8	9/8	N	2/1	9/8	N	11/10
SVMI	10/10	2/3	N	N	6/7	9/9	N	N	N	N	6/6	0/1	N	11/10	N
PARES	9	5	5	3	7	8	6	5	6	6	7	3	6	9	7
TIEMPO	6/6	½	2/2	2/2	3/4	6/6	5/6	3/3	6/6	5/6	3/3	1/1	5/6	7/6	6/7

4.11 Resulta evidente que cuanto mayor tiempo se disponga entre la ocurrencia del evento de la interferencia solar entre las estaciones, el personal de los centros de gestión de los NCCs, dispondrán de mayor tiempo para efectuar los procedimientos de transferencia de control entre los NCCs y corregir cualquier dificultad técnica en caso de presentarse. Un período de al menos 4 días puede ser considerado como satisfactorio. Basados en esta consideración podemos establecer el segundo principio para la selección geográfica de los Nodos NCC:

SEGUNDO PRINCIPIO: Debería seleccionarse los NCC de manera tal, que el período corto que separa la ocurrencia del evento de interferencia solar (sun outage) entre las estaciones NCC sean el mayor posible. Este principio puede darse por satisfecho si el período mencionado es al menos 04 días.

4.12 Otro aspecto a ser considerado en la elección del NCC es que debería seleccionarse el nodo que posea la mayor capacidad para generar combinaciones válidas de estaciones que puedan operar como NCC, y que a la vez los períodos más cortos que separan la ocurrencia del evento de interferencia solar sean lo mayor posibles. La adopción de éste concepto permitiría una gran flexibilidad en la determinación de la estación pareja de NCC, lo cual a su vez facilitaría en el futuro, de ser necesario, la reubicación de la estación pareja NCC. Basado en este concepto podríamos establecer el tercer principio para la selección de uno o más de los nodos NCC:

TERCER PRINCIPIO: Debería seleccionarse como uno de los nodos NCC, a aquel que permita establecer la mayor cantidad de combinaciones de pares de estaciones NCC para el control de la red, y que los períodos cortos, que separa la ocurrencia del evento de interferencia solar (sun outage) entre las parejas de estaciones NCC, sean los mayores posibles.

4.13 Otro aspecto a ser considerado en la elección de los nodos NCC es el referente a la facilidad de acceso traslado del personal y equipamiento a los demás nodos de la red. Este es un principio que en general tiene que ver con la facilidad para proveer asistencia técnica a un nodo de la red en caso de ser necesario. Basado en este concepto, podríamos establecer el cuarto principio para la selección de los nodos NCC:

CUARTO PRINCIPIO: Luego de aplicados los principios anteriores, debería darse preferencia para establecer el nodo NCC, en aquellos lugares que permitan el fácil traslado de material y personal técnico a los demás nodos de la red.

4.14 Basado en los tres primeros PRINCIPIOS anteriores, resulta evidente que los nodos de SAEZ y SUMU resultan ser los más convenientes para ser seleccionados como uno de los nodos NCC. Luego de aplicar el cuarto principio, el nodo de SAEZ resulta ser el más conveniente como primera opción.

4.15 Es importante notar que la elección del nodo SAEZ cumple además con el requerimiento del PET, de establecer uno de los nodos NCC en Lima, y que los mismos (SAEZ y SPIM) no se vean afectados por efecto de la interferencia solar simultánea.

5. Condiciones climáticas

5.1 Otro aspecto fundamental a ser considerado es el referente a la zona climática donde se encuentran emplazadas las estaciones satelital terrestre, y en especial los NCC. Esto debido al efecto de la atenuación de la lluvia en la transmisión y recepción y al incremento del nivel de ruido en la recepción causado por la temperatura de la lluvia.

5.2 A pesar de los márgenes de diseño considerados en los enlaces, la intensidad de lluvia podría superar la intensidad de lluvia máxima considerada para cada una de las zonas hidrometeorológicas (0.01%). Basado en este concepto podríamos establecer el quinto principio para la selección del NCC:

QUINTO PRINCIPIO: Los NCC, preferentemente, deberían ser establecidos en lugares donde la intensidad de lluvia máxima sea inferior al valor de diseño considerada para la red. Como alternativa, los NCC deberían ser establecidos, en lugares donde la duración de la intensidad de lluvia máxima exceda durante el menor tiempo posible el valor máximo de intensidad de lluvia con el cual fue diseñada la red.

5.3 De acuerdo a la clasificación de las zonas hidrometeorológicas de la UIT, los nodos de la REDDIG estarían clasificados de la siguiente manera:

Tabla 2: Zonas hidrometeorológicas, Intensidad de lluvia excedida

NODO	ZONA	Porcentaje de tiempo 1%	Porcentaje de tiempo 0.1%	Porcentaje de tiempo 0.01%
SAEZ	K	1.5 mm/h	12 mm/h	42 mm/h
SLLP	N	5.0 mm/h	35 mm/h	95 mm/h
SBMN	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SBRF	N	5.0 mm/h	35 mm/h	95 mm/h
SBCT	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SCEL	E	2.1 mm/h	6.0 mm/h	22 mm/h
SKED	N	5.0 mm/h	35 mm/h	95 mm/h
SEGU	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SYGC	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SOCA	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SGAS	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SPIM	C	0.7 mm/h	5.0 mm/h	15 mm/h
SMPM	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h
SUMU	K	1.5 mm/h	12 mm/h	42 mm/h
SVMI	P	12.0 mm/h	65 mm/h	145 mm/h

5.4 Tomando en consideración lo establecido anteriormente y lo establecido en el párrafo 4.14 en cual se establece la ubicación de uno de los nodos NCC en SAEZ, resulta ser que los nodos parejas donde puede ser establecidos el segundo NCC serían los siguientes:

Tabla 3: Resumen de posibles nodos en los cuales se pueda alojar el segundo NCC

2ndo NODO NCC	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE SUN OUTAGE	PORCENTAJE DE TIEMPO 0.01% INTENSIDAD DE LLUVIA
SBMN	4/4	145 mm/h
SBRF	2/2	95 mm/h
SKED	8/8	95 mm/h
SEGU	5/5	145 mm/h
SYGC	9/8	145 mm/h
SOCA	8/8	145 mm/h
SPIM	1/0	15 mm/h
SMPM	8/8	145 mm/h
SVMI	10/10	145 mm/h

6. Características del sitio, e instalaciones requeridas para la sala del Centro de Control de Red NCC

6.1 El país anfitrión donde sería instalado un nodo NCC, debería tener una adecuada estabilidad política y social para que no se ponga en riesgo la integridad del funcionamiento del sistema. Asimismo, el país anfitrión debe contar con los suficientes recursos financieros para apoyar la operación del centro de control de red NCC y de su nodo.

6.2 El edificio donde sería ubicada la sala del Centro de Control de Red NCC, ha de ser un edificio moderno. Las características principales del edificio, sala del NCC, y muebles, deberían ser al menos las siguientes:

- a) El edificio debería ser de construcción moderna, con ambientes amplios y claros. De preferencia la ubicación de la sala NCC debe permitir la conexión directa del NCC al equipamiento local de la REDDIG. En caso de ubicación remota del nodo local de la REDDIG, debería de proporcionarse los medios para establecer una comunicación redundante a través de caminos independientes;
- b) El edificio, según corresponda, ha de ser de construcción apropiada para zona sísmica y para soportar las condiciones hidrometeorológicas propias de la zona;
- c) El sistema de alimentación eléctrica debe contar con energía comercial respaldada por Grupo Generador, y acondicionada por UPS. Los tomacorrientes de la sala NCC deben ser polarizados y con conexión a tierra. Debe disponerse asimismo de tomacorrientes de uso general (debidamente identificados) para uso general de la sala;
- d) Seguridad de acceso al edificio y sala de equipos. No debe existir bajo ninguna circunstancia, restricciones al ingreso de las personas autorizadas al edificio y a la sala del NCC;

- e) La sala de equipos debe contar con cableado estructurado, con acceso a las facilidades de comunicaciones públicas;
- f) La sala de acceso debe contar con tomacorrientes alimentados con energía ininterrumpida, tal como la descrita en el ítem c) anterior;
- g) La dimensión de la sala ha de ser aproximadamente de 5x5 m², con la finalidad de facilitar la ubicación del equipo informático y muebles de oficina;
- h) De ser necesario una zona de almacenaje para el equipamiento de repuesto de la REDDIG de al menos 3x2 m². Esta área debe aledaña y contar con control de acceso;
- i) La sala NCC debe contar con equipo de acondicionamiento ambiental, y protección contra el polvo y polución;
- j) La sala NCC debe estar equipada con equipo de detección de incendios, y contar con extinguidor de fuego manual, apropiado para el tipo de fuego, o estar equipado con equipo automático contra incendio.
- k) Los materiales constructivos y decorativos de la sala y muebles deben ser del tipo resistente y/o retardante al fuego.
- l) La sala de NCC debe contar con iluminación apropiada para oficina y para la operación de una sala de equipamiento de tecnología de la información (IT); y
- m) La sala NCC debe contar con servicio de limpieza diario, supervisado por el personal de mantenimiento.

6.3 Los muebles de operación del NCC deben ser del tipo modular y ergonómico que permitan al operador una labor confortable desde su puesto de trabajo. Los muebles han de permitir la cómoda ubicación de dos servidores, dos pantallas y una impresora láser.

6.4 Los muebles de oficina deberían ser los siguientes:

- a) un escritorio y sillón para el jefe del NCC;
- b) un escritorio par el personal de apoyo de secretaría;
- c) una mesa auxiliar;
- d) dos sillas para personal de visita;
- e) botellón de agua y cafetera;
- f) estantes para documentos; y
- g) armario para instrumentos de medición.

6.5 Basado en lo indicado en esta sección podríamos establecer el sexto principio para la selección del NCC:

SEXTO PRINCIPIO: Deben establecerse los nodos NCC en Estados que cuenten con una adecuada estabilidad política y social, y con los suficientes recursos financieros para solventar la operación del nodo NCC facilitando las instalaciones y recursos requeridos por el NCC.

7. Facilidades de comunicación de los Nodos NCC

7.1 Otro aspecto de importancia a ser considerado en la elección del nodo NCC, es el relacionado con las facilidades de comunicaciones existentes a través de redes públicas y privadas diferentes a la REDDIG, que deben estar disponibles en el nodo. En este requerimiento encontramos que serían necesarias establecer comunicaciones de voz y de datos, para efectuar respectivamente las coordinaciones entre el personal técnico de mantenimiento de la REDDIG y/o con el personal técnico del proveedor del segmento satelital; y a la vez mantener el control de la red, en caso de avería del medio principal de transmisión de la REDDIG.

7.2 Al considerar este aspecto habría que considerar las facilidades de comunicaciones digitales para establecer enlaces de datos conmutados de alta velocidad con los demás nodos de la red en caso de avería del medio de transmisión principal de la REDDIG, y de esta manera mantener la función de control de red del NCC en el nodo afectado. Asimismo habría que considerar las facilidades de comunicaciones digitales existentes para establecer enlaces de datos de alta velocidad entre los NCC con la finalidad de que el NCC activo puedan acceder a los recursos del NCC alternativo sin interrupción, así como también prever las facilidades para el acceso remoto del sistema NCC por el fabricante. Basados en estos requerimientos podríamos establecer el séptimo principio para la selección del NCC:

SÉPTIMO PRINCIPIO: Los NCC, deben ser establecidos en lugares donde existan facilidades de comunicaciones digitales que permitan el establecimiento de enlaces de datos conmutados de alta velocidad con los demás nodos de la REDDIG, y enlaces de datos permanentes de alta velocidad entre los NCC, y conexión de INTERNET para el acceso remoto del fabricante. Estas facilidades de comunicaciones deben ser establecidas sobre redes digitales públicas y privadas, independientes del medio principal de la REDDIG. Asimismo debe disponerse de telefonía pública (POTS) para efectuar las coordinaciones con el proveedor del segmento satelital y con los demás nodos de la REDDIG en caso de contingencias.

7.3 La tabla 4, presenta un resumen de las facilidades de comunicaciones disponibles en los nodos REDDIG.

Tabla 4: Facilidades de comunicaciones existentes en los nodos REDDIG

NODO	PSTN	ISDN	Digital Leased Line (DLL)	DLL (DESTINOS SAM)
SAEZ	SI	SI	SI	SLLP, SCEL, SPIM, SUMU
SLLP	SI	NO	SI	SAEZ
SBMN	SI	SI	SI	----
SBRF	SI	SI	SI	----
SBCT	SI	SI	SI	----
SCEL	SI	NO	SI	SAEZ
SKED	SI	SI	SI	SEGU
SEGU	SI	NO	SI	SKED
SYGC	SI	NO	NO	----
SOCA	SI	SI	NO	----
SGAS	SI	NO	SI	SAEZ
SPIM	SI	SI	SI	SAEZ
SMPM	SI	NO	NO	----
SUMU	SI	SI	SI	SAEZ
SVMI	SI	NO	NO	----

8. Requerimientos de personal y calificaciones del personal del NCC

8.1 El personal requerido en el centro de control NCC, el cual por la naturaleza misma de su origen, requiere de componente internacional en su personal, debería cubrir los siguientes puestos:

- a) 01 Gerente Técnico Internacional, horario administrativo y atención situaciones de emergencia;
- b) 01 Asistente de Oficina (personal nacional), horario administrativo;
- c) 04 Técnicos de control de operación por NCC (personal nacional/internacional) con horario rotativo, y atención 7 días x 24horas.

8.2 El Gerente Técnico del centro de control NCC debe gestionar un funcionamiento de absoluta transparencia en la operación y gestión del centro de control de la red REDDIG. Entre las calificaciones principales deberían estar las siguientes:

- a) Conocimiento de la red REDDIG, y de las redes y sistemas de telecomunicaciones de los Estados o sistemas similares;
- b) Conocimiento de las normas y estándares internacionales de telecomunicaciones tales como UIT-T, UIT-R, ETSI, ECMA, y otros;
- c) Conocimiento de los anexos de OACI y de los métodos y técnicas de recomendadas por la OACI, y de los documentos sobre los sistemas CNS/ATM;
- d) Conocimiento de la tecnología informática y de programación;
- e) Grado de Ingeniería, con mas de 10 años de experiencia en el desarrollo y mantenimiento de redes digitales y analógicas;
- f) Idiomas: español e inglés.

8.3 El personal técnico requerido para operar el centro de control de la red REDDIG, debería contar con las siguientes calificaciones:

- a) Conocimiento de la red REDDIG, y de las redes y sistemas de telecomunicaciones de los Estados o sistemas similares;

- b) Conocimiento de las técnicas, normas y estándares internacionales de telecomunicaciones;
- c) Conocimiento de los anexos de OACI y de los métodos y técnicas de recomendadas por la OACI, y de los documentos sobre los sistemas CNS/ATM;
- d) Grado de Ingeniería o técnico, con mas de 05 años de experiencia en la operación y mantenimiento de redes digitales similares a la REDDIG;
- e) Idiomas: español e inglés.

8.4 El personal elegido para el puesto de asistente de Oficina, debería de contar con las siguientes calificaciones:

- a) Conocimientos de manejo de documentos de oficina;
- b) Conocimiento en el manejo de herramientas de informática para la producción de la Oficina;
- c) Idiomas: español e inglés

8.5 Al seleccionarse un lugar para establecer el NCC debería tomarse en consideración las contribuciones de personal nacional que puedan aportar los Estados para dar soporte al Centro de control de la red NCC. Basados en esta consideración podríamos establecer el octavo y último principio para la elección de los sitios para el NCC:

OCTAVO PRINCIPIO: Luego de considerar los principios anteriores, debería darse preferencia para establecer el NCC en aquellos sitios donde el país anfitrión aporte el personal nacional adecuadamente calificado para la operación del NCC.

9. Elección de los sitios para establecer los NCC de la REDDIG

9.1 Tomando en consideración los ocho principios para seleccionar los nodos REDDIG, pareciera ser que el primer nodo a ser seleccionado como NCC sería el nodo de SAEZ, y como mejor pareja de operación NCC resultaría ser los nodos SBMN, y como segunda opción el nodo de SKED. Al establecer la configuración final de los NCC habría que considerar los posibles costos que podría conllevar el traslado del NCC de SPIM a SBMN, al respecto el contratista ha indicado un costo referencial de US\$115,000.

9.2 **RECOMENDACIÓN 01:** Considerando el análisis efectuado para determinar la ubicación de los dos nodos NCC de la REDDIG, la Oficina del Proyecto recomienda que se considere como primera opción los nodos de SAEZ y SBMN.

10. Manuales de Operación y Mantenimiento de la red REDDIG.

10.1 Los manuales de operación y mantenimiento de la red REDDIG han de definir los procedimientos a seguir por el personal técnico que tendrá a su cargo la REDDIG. Los manuales de procedimientos, deberían tomar como base los manuales de los fabricantes y de los operadores de servicios de comunicaciones. Los manuales de procedimientos a ser considerados serían los siguientes:

- a) Procedimientos del NCC con el proveedor del segmento satelital (Manual de operación SNOC-NCC);
- b) Procedimientos del Nodo REDDIG con el proveedor del segmento satelital (Manual de Operación SNOC-NODO);
- c) Procedimientos del NCC y NODO con los portadores públicos e telecomunicaciones (PTT-NCC/NODO);
- d) Procedimientos entre el NCC y nodo REDDIG (Manual de Operación NCC-NODO); y
- e) Los procedimientos domésticos en el nodo REDDIG e interacción con los sistemas de comunicaciones y terminales del CAA, a los cuales la REDDIG proporciona servicio de comunicación.(Manual de Operación NODO-USUARIO).

10.2 Los manuales de operación SNOC-NCC y SNOC-NODO, deben de cubrir básicamente todos los procedimientos a seguir con el proveedor del segmento satelital y su centro de control de operaciones. Los procedimientos cubren principalmente los siguientes aspectos:

- a) Coordinación de las frecuencias de operación de la red;
- b) Coordinación del plan de transmisión;
- c) Registro de la estación para acceder al satélite;
- d) Control de las emisiones radioeléctricas;
- e) Control y monitorización de la transmisión y calidad de la señal;
- f) Control de la interferencia radioeléctrica;
- g) Apuntamiento y ajuste de la polarización y parámetros de transmisión;
- h) Coordinación y autorizaciones para iniciar y terminar la transmisión;

10.3 Los manuales de operación PTT-NCC/NODO, deben de cubrir básicamente los siguientes aspectos:

- a) Comprobación de la calidad del servicio en las líneas; y
- b) Pruebas rutinarias de establecimiento de llamadas en líneas conmutadas;
- c) Procedimientos para solución de averías.

10.4 El manual de operación NCC-NODO, deben de cubrir los siguientes aspectos principales:

- a) El monitoreo y control de las portadoras;
- b) El control de las tramas TDMA y la asignación del ancho de banda satelital;

- c) La definición, asignación, creación y mantenimiento de la base de datos y programación de los circuitos, PVC, y SVC en el equipamiento;
- d) La supervisión y control del equipamiento en los nodos;
- e) La medición y facturación de los servicios;
- f) Los procedimientos de prueba en banda base y en circuito;
- g) Los procedimientos de comprobación del equipamiento de respaldo;
- h) La transferencia de control entre los NCCs.

10.5 El manual de operación NODO-USUARIO, debe comprender todos los procedimientos domésticos que permitan comprobar, identificar, aislar y solucionar fallas en las interfaces de la REDDIG con el equipamiento de usuario, y en el equipamiento propio de la REDDIG. En general debería establecerse en el manual los siguientes procedimientos:

- a) Comprobación y pruebas de las interfaces de usuario de la REDDIG;
- b) Comprobación y pruebas del sistema de conmutación y multiplexado;
- c) Comprobación y prueba del sistema VSAT (Modem, Transceiver, Antena);
- d) Comprobación y pruebas de las interfaces con los circuitos de la PTT;
- e) Comprobación y prueba del equipamiento de respaldo;
- f) Comprobación y uso del sistema NMS; y
- g) Reemplazo de equipamiento REDDIG.

11. Gestión y Mantenimiento de la red

11.1 La Gestión, operación y procedimientos de mantenimiento de la red REDDIG, serán efectuados conforme a lo indicado en las secciones 2 y 9 de esta nota de estudio.

11.2 En general el mantenimiento en los nodos será efectuado por el personal técnico de los CAAs capacitado a través del programa de entrenamiento (que comprende cursos teóricos práctico y entrenamiento durante el trabajo) que será proporcionado por el contratista de la REDDIG. El personal estará capacitado para:

- a) Detectar y corregir problemas en los sistemas de cableado de la instalación;
- b) Operar y reiniciar los sistemas y equipos de comunicaciones de la REDDIG;
- c) Manejar eficaz de la documentación de la REDDIG para la búsqueda y corrección de fallas en los sistemas y equipos, al nivel de equipo o módulo;
- d) Utilizar el sistema de gestión local NMS para efectuar las funciones de supervisión, control, diagnóstico del nodo y del segmento satelital, y emitir reportes;
- e) Utilizar el sistema de gestión global y NCC para efectuar las funciones de supervisión, control, y diagnóstico de los nodos y del segmento satelital, y los principios para el mantenimiento de la configuración y emisión de reportes;
- f) Comprobar el funcionamiento de las interfaces, y efectuar mediciones para comprobar la calidad del servicio; y
- g) Ajuste y apuntamiento de la antena satelital y de los parámetros de transmisión de las portadoras.

- 11.3 Para efectuar un adecuado mantenimiento de la red, serán necesarios instrumentos para la supervisión y comprobación de las portadoras (analizador de espectro), así como de analizadores de protocolos para la comprobación de la operación de los circuitos y calidad del servicio. Asimismo, serían requeridos otros instrumentos de uso común en sistemas de transmisión (generadores de señal y medidor de decibeles). Cada nodo NCC debería de contar con este tipo de instrumentos de comprobación. Asimismo, sería conveniente que los demás nodos de la REDDIG cuenten con un analizador de espectro apropiado para las mediciones de la señal de IF del MODEM satelital en banda L, y equipamiento común para pruebas de transmisión, esto facilitaría en gran medida el mantenimiento de la red.
- 11.4 En lo que respecta a las políticas a seguir con los repuestos, estas podrían ser las siguientes:
- a) Contrato para adquisición de repuestos a demanda;
 - b) Almacén de repuestos centralizado en los nodos NCC;
 - c) Almacén de repuestos distribuidos en los nodos; y.
 - d) Una combinación de las anteriores.
- 11.4.1 La primera alternativa relativa al manejo de los repuestos, estaría sustentada en el hecho de que todo el equipamiento es redundante en los nodos, razón por la cual sería posible establecer un contrato con una empresa que permita mantener las condiciones de garantía en la provisión de repuestos, de manera similar a la que se encuentra indicada en el PET.
- 11.4.2 La segunda alternativa, estaría sustentada por el mismo principio que la anterior, pero a diferencia de la primera se tendría asegurado un stock de repuestos mínimo, almacenados en los nodos NCCs. La ventaja de esta política respecto a la primera consistiría en que los repuestos podrían ser adquiridos a un menor precio, y además se dispondría de manera casi inmediata del repuesto, sin embargo, al igual que en la alternativa anterior, habría que considerar los procedimientos de aduana.
- 11.4.3 La tercera alternativa, permitiría a cada nodo contar con repuestos propios. La ventaja de este procedimiento radicaría en que se dispondría de manera inmediata de los repuestos necesarios en los nodos, lo cual facilitaría las labores de mantenimiento. La desventaja radica en que se requiere de una mayor inversión a nivel global para implantar este tipo de política. Sin embargo debido a los diferentes procedimientos de aduana en cada Estado, así como también a los reglamentos internos de las administraciones, haría atractivo la adopción de esta política.
- 11.4.4 Finalmente, la combinación de la segunda y tercera alternativa permitiría establecer un equilibrio en la inversión de repuestos para cada uno de los nodos y facilitaría además la creación de un banco de repuestos para auxilio de la red.
- 11.5 **Recomendación No. 02:** Con la finalidad de reducir los costos de operación, la Oficina del Proyecto recomienda que se adopte la segunda alternativa en lo que se refiere a la política de

los repuestos, la cual consiste en implantar un almacén de repuestos centralizados en los nodos NCC.

12. Costos de Operación

12.1 En esta sección se discutirá los estimados de los costos recurrentes de la operación de la red REDDIG. Entre los costos recurrentes de operación de la red podemos establecer los siguientes:

- a) Segmento satelital;
- b) Arrendamiento de Oficina para los NCCs, incluyendo servicios básicos;
- c) Líneas de coordinación y de respaldo;
- d) Misceláneos de Oficina;
- e) Personal;
- f) Misiones, visitas técnicas a los nodos;
- g) Repuestos;
- h) Mejoramiento de la red, actualización y outsourcing; e
- i) Imprevistos

12.2 En lo que concierne al arrendamiento del segmento satelital el costo anual del segmento contratado a 10 años es de US\$210,240, a 05 años es de US\$231,264, y a un año es de US\$249,660. Para efectos del análisis de costos se considerará un contrato con una duración a 05 años.

12.3 Con la finalidad de mantener al mínimo los costos recurrentes se espera que los países anfitriones de los nodos NCC cumplan favorablemente el SEXTO PRINCIPIO para la selección de los nodos NCC. En ese sentido los costos de arrendamiento de oficina para los NCC sería US\$0.0. En caso contrario habría que considerar un costo de arrendamiento anual de Oficina para los dos nodos NCC en el orden de **US\$24,000**.

12.4 En lo que concierne a los costos asociados a las líneas de comunicaciones de los NCC habría que considerar una línea POTS, INTERNET, y una línea de coordinación entre los NCCs. Los costos estimados para la línea POTS e INTERNET sería de aproximadamente US\$3,600 anuales para los dos nodos NCC. El costo de la línea de coordinación entre los NCCs se estima en un valor de US\$1,200 mensuales, sin embargo esta línea podría ser proporcionada por los países anfitriones de acuerdo a lo establecido en el SÉPTIMO PRINCIPIO para la selección de los nodos NCC.

12.5 Los costos anuales de misceláneos de Oficina se estiman en US\$6,000. Se espera que estos costos puedan ser cubiertos por los países anfitriones de los nodos NCC como parte integrante del SEXTO PRINCIPIO para la selección de los nodos NCC.

12.6 Con la finalidad de mantener al mínimo los costos recurrentes, se espera que los países anfitriones de los nodos NCC proporcionen el personal técnico en conformidad con el OCTAVO PRINCIPIO para la selección del NCC.

- 12.7 Se ha previsto que podría ser necesario efectuar 04 visitas técnicas para efectuar mantenimiento correctivo por año, y cada visita con una duración promedio de 03 días. El número de visitas ha sido determinado considerando un valor promedio de MTBF de 50,000 horas y la rotación de los NCC. El monto anual estimado para esta actividad sería de US\$6,000.
- 12.8 En lo que concierne al costo anual recurrente de repuestos consumidos para toda la red podríamos tomar el valor indicado en el contrato, el cual es de aproximadamente US\$134,000 para cubrir dos años de operación.
- 12.9 En lo que concierne al mejoramiento y actualización de la red y outsourcing, se estima un costo de aproximadamente US\$36,000 anuales.
- 12.10 En la línea de imprevistos podemos considerar un 10% del monto anual estimado en repuestos.
- 12.11 Considerando todo lo anterior respecto a los costos recurrentes estimados, se describe a continuación las tres opciones para establecer un sistema de administración:
- a) Opción 1: arrendamiento del segmento satelital a 05 años, y ninguno de los costos es asumido por los países anfitriones de los nodos NCC;
 - b) Opción 2: arrendamiento del segmento satelital a 05 años, y que los países anfitriones de los nodos NCC asumen los costos de: arrendamiento de la Oficina; líneas de coordinación y respaldo; y proporciona el personal nacional;
 - c) La Opción 3: es similar a la anterior excepto que los países anfitriones de los nodos NCC proporcionan todo el personal requerido para operar la red.

Tabla No 5: Costos recurrentes estimados de la operación de la Red en un año, incluye el AOS

Línea	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Segmento Satelital	234,733	234,733	234,733
Arrendamiento de Oficina	24,360	0	0
Líneas de coordinación y respaldo	19,800	0	0
Misceláneos de Oficina	6,600	0	0
Personal	371,580	199,980	0
Misiones	12,100	12,100	12,100
Repuestos	73,700	73,700	73,700
Mejoramiento, actualización y outsourcing	39,600	39,600	39,600
Imprevistos	7,700	7,700	7,700
Total	790,173	567,813	367,833

13. Facturación

- 13.1 En esta sección se analizarán las posibles estructuras de compartición de los costos recurrentes de operación de la red. Al considerar este asunto se podrían identificar las siguientes posibilidades:

(*) El número de circuitos ATSD y ATSA toma en consideración los ajustes efectuados con el CAA y contratista.

13.4 La tercera posibilidad de distribución de los costos toma en consideración el tráfico real cursado por los nodos. El sistema NCC proporcionaría la información detallada del tráfico cursado por cada nodo. Basado en la información proporcionada por el NCC podría calcularse el Gran Total de la red mes a mes, y aplicar un cálculo similar al indicado en el párrafo anterior para establecer la contribución mensual de cada nodo. Esta modalidad de compartición de costos permitiría la distribución más equitativa posible, sin embargo su implantación no podría ser inmediata ya que requiere un estudio más detallado de la información reportada por el NCC y el desarrollo de un aplicativo para generar la información requerida para la facturación.

13.5 Considerando lo indicado en los párrafos anteriores de esta sección, la Oficina del Proyecto recomienda la adopción inicial del segundo esquema de compartición de costos mientras se ejecutan las acciones necesarias para implantar el esquema de facturación basado en el tráfico real cursado por los nodos durante el período de administración de la red por el proyecto RLA/98/019.

14. Comité de coordinación y técnico

14.1 Como todo proyecto de cooperación técnica, será necesario mantener la actual estructura del comité técnico y de coordinación. Al respecto, es importante notar, que en los costos recurrentes del proyecto indicados en la sección 11 no han sido considerados los posibles costos que pudieran estar asociados con las reuniones del comité técnico y de coordinación.

15. Otros asuntos relacionados.

15.1 La red REDDIG es una red digital moderna, de tecnología de avanzada que facilitará en el futuro la implantación de los sistemas CNS/ATM y la interconexión con otras redes regionales. En este aspecto es importante notar que la Oficina Regional de la OACI viene coordinando con el grupo de tarea de la MEVA un ambiente de interconexión de las redes, basado en la utilización de tecnología similar y en el uso del mismo satélite de comunicaciones.

15.2 Uno de los motivos más importantes que condujo a la implantación de la REDDIG fue el establecer una moderna plataforma digital para facilitar la implantación de aplicaciones CNS/ATM. En este sentido la futura Administración de la REDDIG en base a un esquema de cooperación técnica de la OACI debería impulsar este asunto en base a aplicaciones CNS/ATM disponibles en el mercado como ser AMHS y AIDC. Al respecto se debería coordinar con el proyecto regional RLA/98/003 para que en base a recursos de este proyecto y de los de la futura administración de REDDIG se empleen para llevar a la practica este asunto.

15.3 Otro asunto de importancia es el relacionado con la contratación del segmento satelital a 05 años. La propuesta recibida de PANMSAT tiene un plazo de validez a diciembre de este año y permite la extensión a 05 años a un costo anual de US\$231,264, y otorga además tres meses de operación sin costo. Este asunto debería ser tratado como asunto de urgencia en la reunión RCC/3 del comité de coordinación de la REDDIG.

16. Conclusiones

16.1 Considerando el estudio efectuado para determinar la mejor ubicación de los nodos NCC y las recomendaciones desarrolladas, se formular la siguiente conclusión:

Conclusión 01 Los centros de control de red NCC de la REDDIG, deberían ser establecidos en los nodos de SAEZ y SBMN. La operación de los mismos debería ser efectuada de manera alternada con la finalidad de minimizar la transferencia de control entre los NCC.

16.2 Considerando las conclusiones de la segunda reunión de coordinación de la REDDIG RCC/2 relativas al esquema futuro de gestión de la red, el análisis y recomendaciones de esta nota de estudio que un solo Estado no podría hacerse cargo de la operación de los dos NCC y que, además, no existe un ofrecimiento en pie, se formulan las siguientes conclusiones:

Conclusión 02 El esquema transitorio de Administración de la REDDIG debe ser efectuado a través de un proyecto de cooperación técnica de la OACI.

Conclusión 03 El objetivo del proyecto de cooperación técnica será el de asistir en la creación de un mecanismo multinacional definitivo para la Administración de la REDDIG y facilitar la operación de la red mientras se desarrolla dicho esquema.

Conclusión 04 Debería adoptarse la opción 2 del esquema de costos recurrentes del Proyecto, la cual considera el arrendamiento del segmento satelital a 5 años, que los países anfitriones de los nodos NCC asuman los costos de arrendamiento de la Oficina, líneas de coordinación y de respaldo, y proporcionen el personal nacional para dar soporte a la operación del nodo. Asimismo, debería adoptarse una política que permita implantar un almacén de repuestos centralizado en los NCC.

Conclusión 05 La contribución inicial de los Estados deberá cubrir los costos del segmento satelital que le permita a la OACI suscribir un contrato por 5 años con el proveedor del segmento satelital, que permita garantizar un servicio continuo a los Estados durante el período completo de arrendamiento del segmento satelital.

Conclusión 06 Que el futuro proyecto de Cooperación Técnica que administre la REDDIG coordine con el Proyecto RLA/98/003 para emplear recursos de ambos proyectos a fin de que aplicaciones CNS/ATM tales como AMHS y AIDC se implanten en la plataforma REDDIG.

17. Acción sugerida

17.1 Se invita a la reunión a discutir la presente nota de estudio y a adoptar las conclusiones formuladas en la Sección 16 de esta nota de estudio para elaborar el material final a ser presentado a la reunión de coordinación de la REDDIG RCC/3.

