

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



TRANSMISIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

IVÁN CARLOS ARONES DONAYRE

PROMOCIÓN

2006-I

LIMA – PERÚ

2010

TRANSMISIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS

La tristeza que me embarga desde tu partida la transformé por un momento en fortaleza y pude terminar este informe. Con mucho amor para ti hermana mía, que Dios te tenga en su gloria.

SUMARIO

El presente informe está orientado al diseño de una red que soporte la implementación de un sistema PACS en un centro médico el cual permite una optimización de tiempos para los pacientes destinados a realizarse exámenes médicos y a su vez evita la saturación de la capacidad de memoria de los computadores de adquisición, situación que generaría pérdida de velocidad en la adquisición y procesamiento de las imágenes médicas.

Inicialmente se hace mención a conceptos correspondientes a las diferentes modalidades de equipos biomédicos tales como los principios físicos que permiten la adquisición de imágenes y los diferentes tipos de estudios que se pueden realizar con estos equipos, ya que cada modalidad está orientada a un tipo de estudio en particular.

Luego se plantea la problemática mencionada: tiempo para la realización de un examen médico y saturación de dispositivos de almacenamiento de imágenes médicas.

Como solución a esta problemática, se plantea la adquisición de un sistema PACS el cual requiere del diseño de una red que permita su correcto funcionamiento.

En la última parte precisamente se orienta al diseño de dicha red y se hace mención de las consideraciones y criterios utilizados para dicho diseño.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPÍTULO I | |
| MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 Adquisición | 2 |
| 1.1.1 Ultrasonido | 3 |
| 1.1.2 Rayos X..... | 4 |
| 1.1.3 Tomografía | 5 |
| 1.1.4 Resonancia Magnética..... | 6 |
| 1.1.5 Medicina Nuclear..... | 8 |
| 1.2 Almacenamiento .. | 9 |
| 1.2.1 Almacenamiento en línea..... | 9 |
| 1.2.2 Almacenamiento Histórico..... | 10 |
| 1.3 Distribución..... | 11 |
| CAPÍTULO II | |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 12 |
| 2.1 Antecedentes y Necesidades..... | 12 |
| CAPÍTULO III | |
| SOLUCIÓN DEL PROBLEMA | 20 |
| 3.1 PACS (Picture Archiving and Communication Systems)..... | 21 |
| 3.1.1 Etapas de un PACS..... | 23 |
| 3.1.2 Estándares en PACS..... | 25 |
| 3.2 HIS (Hospital Information System)..... | 25 |
| 3.3 RIS (Radiology Information System)..... | 26 |
| 3.4 Integración HIS-RIS..... | 27 |
| 3.5 Integración RIS-PACS..... | 27 |
| 3.6 Integración total PACS-RIS-HIS..... | 27 |
| 3.7 Interfaces PACS con HIS y RIS..... | 28 |
| 3.8 EPR (Registro Electrónico de Pacientes)..... | 29 |
| 3.9 Diseño de la red para la implementación del PACS..... | 32 |
| 3.9.1 Sobre el cable UTP..... | 36 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.9.2 | Sobre los Jack RJ 45..... | 36 |
| 3.9.3 | Sobre Face Plate..... | 36 |
| 3.9.4 | Sobre los Patch Cord..... | 36 |
| 3.9.5 | Sobre el Patch Panel..... | 37 |
| 3.9.6 | Sobre los ordenadores..... | 37 |
| 3.9.7 | Sobre el Sistema de Canalización de Cableado Horizontal..... | 37 |
| 3.9.8 | Equipos terminales..... | 37 |
| 3.9.9 | Sobre la elección de los servidores..... | 39 |
| 3.9.10 | Sobre la elección del Switch..... | 39 |
| 3.9.11 | Desarrollo por piso de la infraestructura..... | 41 |
| CAPÍTULO IV | | |
| COSTOS Y TIEMPOS..... | | 51 |
| 4.1 | Estimación de costos..... | 51 |
| 4.1.1 | Implementación de los 26 puntos de red..... | 51 |
| 4.1.2 | Cotización del gabinete..... | 52 |
| 4.1.3 | Cotización de computadoras..... | 53 |
| 4.1.4 | Cotización de equipo switch..... | 54 |
| 4.1.5 | Consideraciones comerciales..... | 54 |
| 4.1.6 | Consideraciones técnicas..... | 54 |
| 4.1.7 | Garantía Cisco..... | 54 |
| 4.1.8 | Recomendaciones..... | 55 |
| 4.2 | Estimación de tiempos..... | 55 |
| CONCLUSIONES..... | | 57 |
| ANEXO A | | |
| ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN..... | | 59 |
| ANEXO B | | |
| CABLEADO ESTRUCTURADO..... | | 62 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 66 |

INTRODUCCIÓN

El avance continuo de la medicina, actualmente va de la mano con el avance tecnológico. Los métodos que se utilizan para poder realizar el diagnóstico de una patología determinada han ido cambiando con el correr del tiempo, tal es así que en la actualidad uno de los métodos más utilizados es el de Diagnóstico por Imágenes Médicas. A través de esta técnica se obtiene información detallada del interior del cuerpo sin necesidad de invadirlo.

De acuerdo a la patología a tratar, se pueden utilizar las diversas modalidades de diagnóstico tales como: Ultrasonido, Resonancia Magnética, Tomografía, etc. Cada una de estas modalidades utiliza una técnica distinta para la generación de imágenes siendo criterio del médico tratante la elección del método más adecuado para el paciente.

En cada uno de los estudios realizados se genera una cantidad de imágenes considerable las cuales pueden ocasionar problemas de saturación de los dispositivos de almacenamiento así como los de acceso a información ya almacenada.

En el presente informe se sugiere una solución a estos posibles inconvenientes y a su vez se ofrece una introducción acerca de las técnicas utilizadas en las diferentes modalidades de diagnóstico médico.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

El volumen de información que se maneja en los centros médicos ha aumentado con el transcurso del tiempo siendo las imágenes que se utilizan para diagnóstico una gran parte de este volumen de datos. La utilización de películas como método de visualización y archivo de estas imágenes genera costos de almacenamiento y manipulación elevados y en ocasiones genera que la información llegue a su destinatario con dificultad, o con pérdidas y retrasos. El desarrollo de la informática y comunicaciones ofrecen medios potenciales para almacenar y distribuir imágenes en formato digital, contribuyendo a mejorar la eficacia de los Servicios de Diagnóstico por Imágenes.

A las imágenes anteriormente mencionadas se les denomina **Imágenes Médicas** las cuales son una representación de la distribución espacial de una o más propiedades físicas o químicas dentro del cuerpo humano las cuales adquieren características particulares de acuerdo a la patología adquirida por el paciente.

Para la generación de una imagen médica se tienen presentes dos parámetros importantes:

Contraste: Se refiere a lo que se ve en la imagen (se refiere a la diferenciación que se puede percibir entre dos partes muy cercanas de una misma adquisición).

Resolución: Es el grado de detalle o calidad de la imagen. Puede ser espacial y temporal. Se refiere a la cantidad de información que se ha podido recibir de la parte del cuerpo en estudio. Mientras mayor información logre obtener de una misma parte, mayor será la resolución de la imagen.

El manejo de dichas imágenes en la actualidad implica básicamente los siguientes procesos: Adquisición, Almacenamiento y Distribución.

A continuación nos dedicaremos a realizar una descripción general de estos procesos así como mencionar y explicar los elementos que se encuentran involucrados en cada uno de ellos.

1.1 Adquisición

La adquisición de imágenes médicas se realiza a través de los equipos con los cuales están implementados cada uno de los consultorios, salas de operaciones, salas de cuidados intensivos, etc., del centro médico. Dentro de los equipos médicos existen diferentes modalidades, algunas de las cuales son:

1.1.1. Ultrasonido

Los equipos de ultrasonido generan imágenes por computadora y memoria digital a partir de la transmisión y recepción de ondas mecánicas de alta frecuencia (usualmente de 1 a 10MHz) aplicadas a través de un transductor.

Las ondas mecánicas de ultrasonido se extienden por el cuerpo y producen un eco en aquellas zonas donde existen cambios de densidad. Por ejemplo, en el caso del tejido humano, se genera un eco cuando la onda pasa de un tejido adiposo (graso) a una zona de tejido muscular. Los ecos vuelven al transductor donde se convierten nuevamente en señales eléctricas que el equipo transforma en imágenes las cuales son mostradas en la consola del equipo.

Es muy importante generar el mayor acople entre la piel del paciente y el transductor ya que esto asegura una buena calidad de imagen del estudio a realizar. Para ayudar a que este acople sea el mejor posible se hace uso de un gel especial que se coloca en la membrana del transductor que es la parte del transductor que va a hacer contacto con la piel del paciente.

En un estudio a través de la técnica de ultrasonido podemos obtener imágenes tales como la que se muestra en la Figura 1.1.



Figura 1.1. Examen de flujo sanguíneo

En ella se muestra el caso donde el equipo utiliza la técnica de Efecto Doppler para poder verificar que los cambios en la velocidad del flujo sanguíneo sea la correcta. Si se encuentran anomalías generalmente se relaciona con alguna obstrucción en los conductos sanguíneos.

También se pueden obtener imágenes utilizando la técnica 4D; en referencia a las dimensiones de los tres ejes coordenados más el tiempo (Véase Figura 1.2).



Figura 1.2. Ecografía 4D Tiempo Real

En la figura anterior se puede observar el perfil de la cara de un bebé obtenido mediante la técnica 4D. Esta técnica cuenta con una aplicación especial denominada cine la cual, luego de adquirir la mayor cantidad de información de un área determinada y hacer la reconstrucción de las mismas, muestra en pantalla la serie de imágenes adquiridas en movimiento secuencial.

1.1.2. Rayos X

Los equipos de rayos X generan imágenes agrupadas en las que todos los objetos entre la fuente de radiación X y la radiografía aparecen superpuestos.

Al llegar los rayos X a un cuerpo, una parte de esta radiación se refleja (radiación dispersa), otra parte queda dentro del cuerpo (radiación absorbida) y la parte restante pasa a través del cuerpo (radiación transmitida). El porcentaje de la radiación que se dispersa, se absorbe o se transmite depende de las características del material de cada parte con la que la radiación interactúa.

Los tejidos blandos absorben pequeñas dosis de radiación a diferencia de los huesos que absorben más. De acuerdo con ello, en la imagen final los tejidos blandos aparecen oscuros mientras que los huesos aparecen claros.

Los equipos médicos se encargan de regular la cantidad de radiación que se va a emitir teniendo como criterio fundamental que la exposición a la radiación, que debe tener el paciente, debe ser sólo lo necesario como para generar una imagen médica que permita el diagnóstico correcto. En un estudio de Rayos X, podemos obtener imágenes tales como se muestra en la Figura 1.3 en la cual podemos observar que los huesos aparecen

claros debido a que, por ser de mayor densidad que los tejidos blandos, han absorbido la mayor parte de la radiación que incidió en ellos.

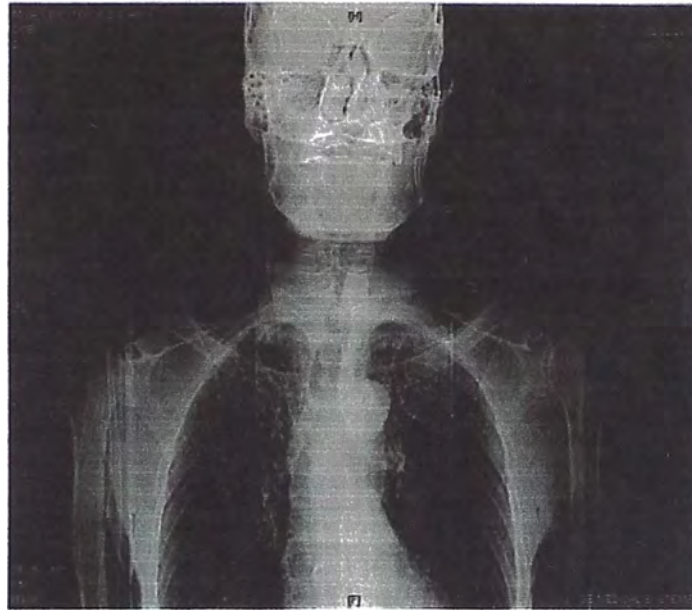


Figura 1.3. Examen de tórax

1.1.3. Tomografía

Esta tecnología genera una imagen de cortes transversales de un objeto sólido.

La imagen 3D es reconstruida mediante un computador a partir de múltiples proyecciones de rayos X realizadas desde diferentes ángulos alrededor del paciente. Realiza la adquisición de varios cientos de proyecciones mediante la rotación de un conjunto de tubo-detectores en 360°.

Tiene una menor resolución que la radiografía pero tiene mejor contraste con lo que se pueden apreciar los tejidos blandos como los músculos. La tomografía computarizada es utilizada principalmente en tres modos:

Modo transmisivo: Utiliza una fuente de radiación X. Los Rayos X se transmiten a través del objeto y se reciben en los dispositivos de detección del equipo de Rayos X. La señal que se recibe en el detector es proporcional a la densidad de los elementos del objeto.

Modo emisivo: Este modo confía en la emisión de una señal detectable del objeto. El objeto se puede excitar directamente o se puede introducir una sustancia que sea excitante. En cualquier caso, los detectores reciben la señal emitida.

Modo reflectivo: Al igual que en el modo transmisivo, una fuente transmite una señal al objeto. En vez de pasar por el objeto, la señal entra en el objeto y es reflejada por los elementos internos del objeto, volviendo al dispositivo detector.

La señal recibida en el detector es proporcional a la densidad de los elementos del objeto.

Cabe señalar que al igual que en los estudios de Rayos X, los huesos aparecerán más claros que las partes blandas debido a la diferencia de densidades y capacidad de absorción de la radiación.

En un estudio de tomografía, podemos obtener imágenes tales como la mostrada en la Figura 1.4.



Figura 1.4. Examen de abdomen

1.1.4. Resonancia Magnética

Los equipos de resonancia magnética generan imágenes en 3D con alta resolución. El principio físico se basa en la medición de las propiedades magnéticas de los átomos de hidrógeno de los distintos tejidos.

El átomo de Hidrógeno posee un spin igual a $\frac{1}{2}$ (dos estados energéticos). En reposo la resultante de todo el spin es cero. Sometidos a un campo magnético B_0 , los spines se orientan en forma paralela o anti paralela al campo presentando un movimiento de precesión alrededor del eje de B_0 .

En los tejidos la resultante longitudinal de la imantación es paralela a B_0 . La resultante transversal es nula, es decir los spin no están en fase en el plano perpendicular a B_0 .

Para la generación de la imagen en resonancia magnética se requieren de 2 fases:

Fase de excitación (emisión del pulso de RF): La interacción entre una onda de radiofrecuencia emitida con los spines en precesión hace resonar los tejidos (por ejemplo, para un campo de 1.5T los átomos de Hidrógeno precesan a una frecuencia de 63.864MHz). La transferencia de energía ocurre sólo si la onda de RF tiene la misma frecuencia que los spines. En este proceso ocurre una disminución de la componente longitudinal y un aumento de la componente transversal. La primera se debe a un cambio

en la orientación de los spines, al estado de mayor energía (anti paralelo) mientras que la segunda a una puesta en fase de los spines en el plano perpendicular a B_0 .

Fase de decaimiento energético (recepción del pulso de RF): Ocurre un retorno al equilibrio de la imantación tisular. Se produce la emisión de una onda de RF que es detectada por la antena de RF. Las constantes de tiempo de la señal son características de los distintos tejidos y son las que dan el contraste a la imagen. Los distintos tipos de contraste en las imágenes se obtienen variando los tiempos entre el pulso de RF y la medición.

La señal de RF medida proviene de todo el cuerpo. Para determinar su origen se hace uso de tres pequeños gradientes de campo magnético según los tres ejes. El campo magnético es levemente diferente en cada posición, lo cual determina frecuencias de resonancia diferentes según la posición. La adquisición entrega una imagen en un espacio de frecuencias. La aplicación de la transformada inversa de Fourier permite obtener la imagen de Resonancia Magnética.

Los estudios realizados a través de la Resonancia Magnética son menos riesgosos para la salud con respecto a los de Rayos X, Tomografía y Medicina Nuclear debido a la no exposición a radiación.

En un estudio de Resonancia Magnética, también podemos obtener imágenes como la que se muestra en la Figura 1.5. En ella se muestra un examen de columna lumbar.



Figura 1.5. Examen Lumbar

La imagen obtenida en este examen lumbar corresponde a una serie coronal utilizada en la adquisición mientras que en la Figura 1.6 se observa que la imagen corresponde a una serie axial de un examen cerebral.



Figura 1.6. Examen cerebral

1.1.5. Medicina Nuclear

En este caso se utilizan cantidades pequeñas de sustancias radioactivas o radio fármacos para examinar la función y estructura de un órgano o tejido. El trazador administrado al paciente se acumula en los tejidos y emite radioactividad captada por los detectores. Las imágenes miden la concentración de la radioactividad. Estas imágenes presentan menor resolución que las de Tomografía Computarizada y Resonancia magnética pero presentan mayor sensibilidad.

Generalmente estas imágenes se toman en conjunto con una imagen anatómica para poder localizar las zonas de alta concentración.

Se tienen dos mecanismos de generación:

Emisores Gamma: El retorno de un núcleo de un estado excitado o meta estable a su estado estable, genera la emisión de un fotón Gamma. Este método es utilizado en cintigrafía y en SPECT (tomografía computarizada por emisión de fotón único).

Emisor de positrones: Transformación de un protón en un neutrón y un positrón seguida de la aniquilación del positrón con un electrón del medio. Este método es utilizado en PET (tomografía por emisión de positrones). En un estudio de Medicina Nuclear, podemos obtener imágenes. (Véase Figura 1.7).

Luego de haberse generado la imagen médica por cualquiera de las modalidades antes mencionada, dicha imagen es transmitida hacia la PC de adquisición donde el radiólogo (y algunas veces los médicos) la visualiza para revisar la calidad de la misma. En caso dicha calidad no sea lo suficientemente buena como para permitirle al médico establecer un diagnóstico adecuado, se vuelve a hacer la adquisición. Con respecto a la PC de

adquisición, en ella se pueden hacer modificaciones como adicionar comentarios a las imágenes pero cuando el flujo de pacientes es alto, se necesita de una Workstation para poder hacer las modificaciones antes mencionadas.

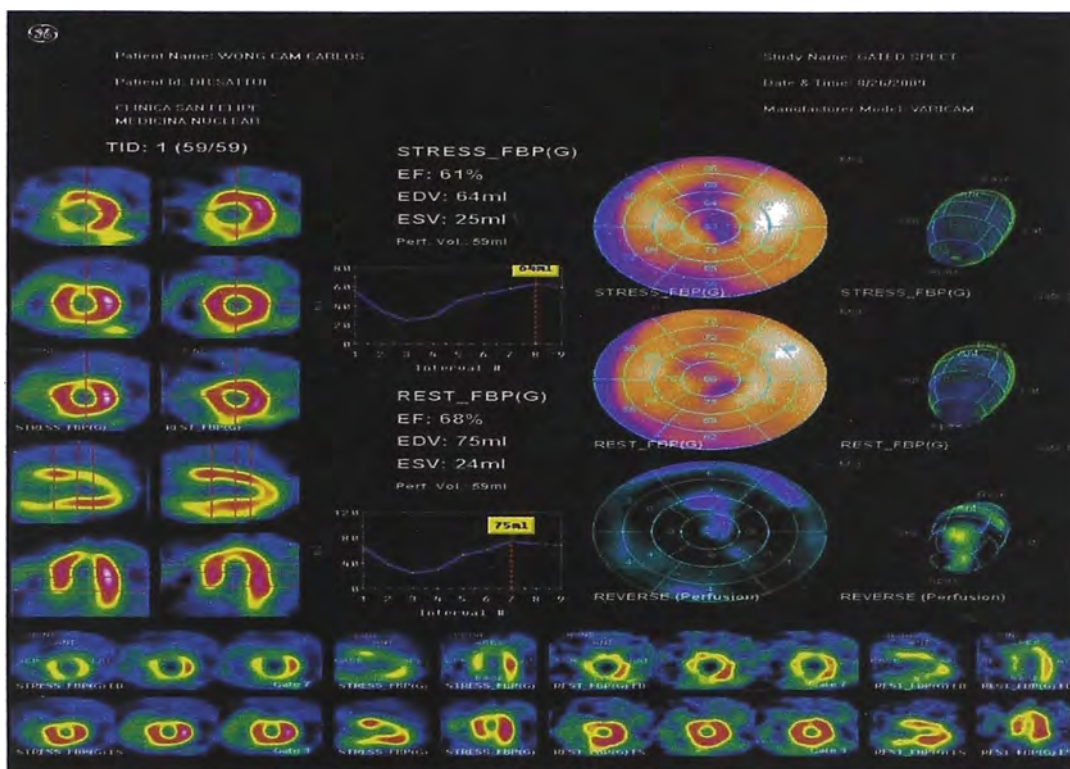


Figura 1.7. Examen cardíaco

1.2. Almacenamiento

Una vez adquirida la información digital, ésta se transmite hacia una estación de trabajo (Workstation) en la cual se pueden hacer modificaciones sobre la imagen y a su vez se almacena utilizando bases de datos adaptadas al manejo de imágenes.

En general, las imágenes recientemente adquiridas se consultan con mucha frecuencia en los minutos siguientes a su adquisición y su frecuencia de consulta disminuye con el tiempo.

Existen dos tipos de almacenamiento: en línea y el histórico.

1.2.1. Almacenamiento en línea

Contienen la información de los estudios recién generados o aquellos que el radiólogo necesita para realizar un diagnóstico o una revisión.

El almacenamiento en línea tiene las siguientes características:

Decenas de GB.

Transferencia de alrededor de 50 imágenes por minuto.

De 1 a 15 días de almacenamiento, luego de este período pasan al archivo histórico.

La Figura 1.8 muestra una estación de trabajo GE para medicina nuclear.



Figura 1.8. Estación de trabajo XELERIS (Medicina Nuclear)

1.2.2. Almacenamiento Histórico

No posibilitan un acceso inmediato, sino que necesitan un período de tiempo para recuperar el estudio. Esta tarea puede requerir intervención humana o ser un proceso automático. Este tipo de almacenamiento tiene las siguientes características:



Figura 1.9. Servidor de almacenamiento histórico

Capacidad de varios Terabytes.

Capacidad de almacenamiento de dos a cinco años de información.

Empleo de cinta e imágenes comprimidas para almacenamiento a plazos mayores.

La compresión de imágenes se puede emplear para multiplicar el espacio en el disco, y para reducir el tiempo de transferencia.

1.3. Distribución

Una vez almacenadas las imágenes, se requiere consultarlas en diferentes áreas del centro médico con la finalidad de realizar la interpretación, diagnóstico o alguna revisión. Para ello, se requiere una red de comunicación la cual es responsable de la transmisión de imágenes desde los dispositivos de adquisición hacia los de almacenamiento y luego hacia las estaciones de visualización (distribución), por lo que es esencial un rendimiento óptimo de la imagen en el ambiente clínico.

Se debe tener en cuenta que la comunicación de imágenes médicas involucra altas tasa de datos por transacción y la transmisión de estos difiere a la transmisión convencional.

El ancho de banda es un concepto sumamente importante para el diseño de la red de comunicación, debido a la gran cantidad de información que se maneja.

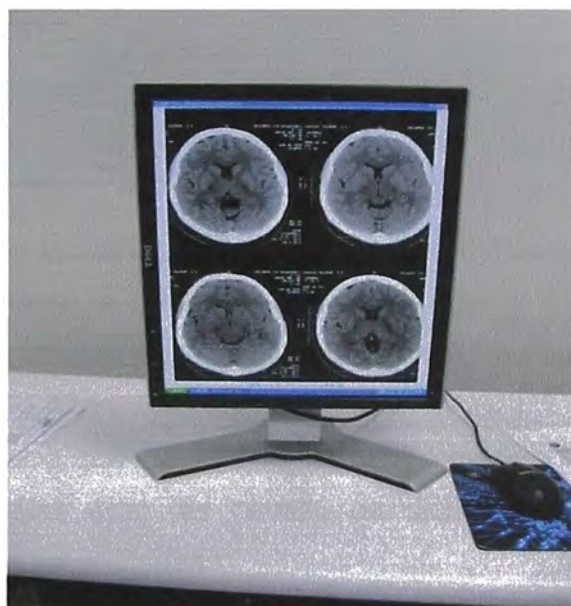


Figura 1.10. Estación de visualización de estudios de resonancia

Debemos considerar que independientemente del medio que se utilice para construir la red, existen límites para la capacidad de la red para transportar información. Además, si bien es cierta la posibilidad de adquirir equipos para una red de área local (LAN) capaz de brindar un ancho de banda casi ilimitado durante un período extendido de tiempo. Para conexiones de red de área amplia (WAN), hace falta comprar el ancho de banda de un proveedor de servicios. En ambos casos, comprender el significado del ancho de banda, y los cambios en su demanda a través del tiempo, pueden ahorrarle importantes sumas de dinero a un individuo o a una empresa.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes y Necesidades

El centro médico brinda los servicios de Ultrasonido, Rayos X y Tomografía Axial Computarizada (TAC). Estos servicios los brinda desde enero del 2001 y le permitieron en su momento ser una de las más concurridas por pacientes de toda clase social.

El flujo diario de pacientes en el centro médico por modalidad y por año lo podemos visualizar en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Flujo de pacientes en el centro médico entre los años 2001 y 2008

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TAC | 20 | 20 | 18 | 18 | 15 | 12 | 10 | 8 |
| Rayos X | 15 | 15 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 10 |
| Ultrasonido | 20 | 20 | 18 | 18 | 15 | 15 | 15 | 12 |

Esta cantidad de pacientes diario le permitió recuperar totalmente la inversión realizada para fines del 2005, instante a partir del cual empezaron a percibir las ganancias proyectadas, pero como podemos visualizar en la Tabla 2.1, la cantidad de pacientes fue disminuyendo gradualmente año tras año.

Esto trajo como consecuencia que los dueños del centro médico ingresen a una etapa de análisis sobre cuál o cuáles eran las causas de dicha disminución, la cual afectó directamente las ganancias proyectadas.

De dicha etapa concluyeron que los factores que influyeron sustancialmente en la disminución del número de pacientes atendidos por día eran 2:

1° El costo de los servicios brindados por el centro médico eran altos comparados con otros centros de la zona. Esto hizo que clientes que se vieron afectados económicamente con el tiempo recurran a centros en los cuales si bien la calidad de los estudios es menor, el costo también lo era.

2° El tiempo de funcionamiento del centro médico es de 8 años, tiempo en el cual la tecnología de cada una de las modalidades de servicio que brinda ha sido mejorada considerablemente. Ello permitió que aquellos centros médicos en expansión y con reciente inversión brinden a sus pacientes una buena calidad en los exámenes por un

precio similar al fijado por el centro médico involucrado en el presente informe.

Ante estas conclusiones, los dueños del centro médico han reparado en que el avance tecnológico mencionado hace que la competencia cada vez sea mayor, razón por la cual se requiere establecer una diferenciación con el resto de centros que brindan servicios similares.

Como primer paso, dicho centro se prepara para hacer una inversión considerable con la finalidad de adquirir equipos médicos en las modalidades de: Medicina Nuclear, Tomografía Espiral Multicorte (TEM), Resonancia Magnética, Rayos X digital y Ultrasonido.

Los equipos de **Medicina Nuclear** están destinados a desarrollar pruebas funcionales de diferentes órganos del cuerpo. En la Figura 2.1 se puede visualizar el equipo de Medicina Nuclear (Cámara Gamma) Millenium VG (Varicam) el cual cuenta con dos cabezales los cuales permiten rapidez al momento de realizar una adquisición.

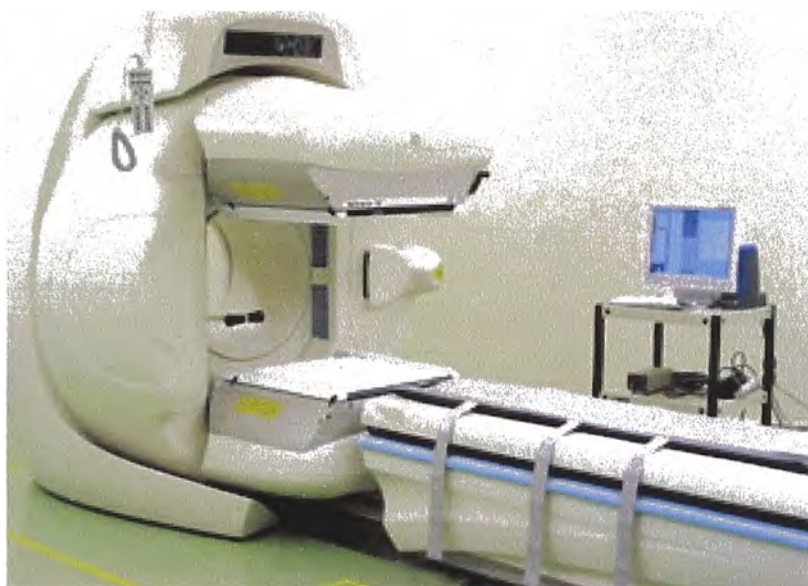


Figura 2.1. Equipo Millenium VG (General Electric)

Los equipos de **Tomografía Computarizada** se encargan de realizar pruebas para la visualización del estado de ganglios, huesos, etc. utilizando los rayos X. La Figura 2.2 muestra un equipo de tomografía computarizada modelo Light Speed de 16 cortes.

Los equipos de **Resonancia Magnética** son utilizados principalmente en medicina para observar alteraciones en los tejidos y detectar cáncer u otras patologías. Los elementos utilizados en la adquisición de las imágenes tienen ciertas características en función al valor de la inducción magnética de cada equipo. En la Figura 2.3 encontramos el resonador Signa HDx 1.5T el cual genera imágenes de muy buena calidad debido al alto valor del campo magnético.



Figura 2.2. Equipo LigthSpeed (General Electric)



Figura 2.3. Equipo Signa HDx 1.5 Tesla (General Electric)

Los equipos de **Rayos X Digital**, además de sus utilidades típicas como la detección de enfermedades del esqueleto, diagnóstico de enfermedades de los tejidos blandos como la neumonía, cáncer de pulmón, etc., realiza procedimientos en tiempo real, tales como la angiografía o estudios de contraste. El equipo de rayos X digital (Cineangiógrafo) Innova 2100 es mostrado en la Figura 2.4.

Los equipos de **Ultrasonido** adquiridos son destinados a realizar ecografías a fin de hacer un seguimiento de la evolución del feto dentro de la madre así como la

visualización de ciertas características de la parte interna del cuerpo. Los equipos de ultrasonido se pueden dividir en radiológicos y cardiológicos según la aplicación para la cual han sido diseñados. La Figura 2.5 muestra el equipo de ultrasonido Logiq 3 de la marca General Electric.

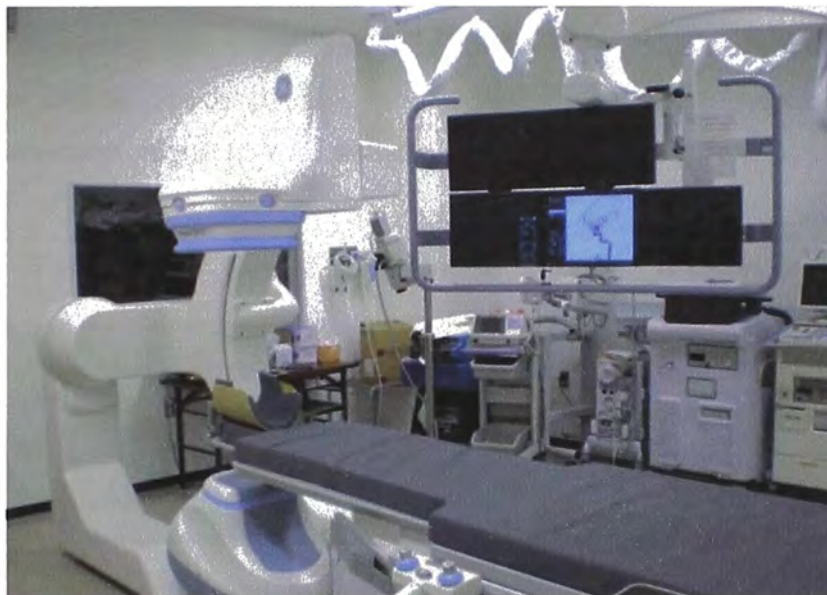


Figura 2.4. Equipo Innova 2100 (General Electric)



Figura 2.5. Equipo de Ultrasonido Logiq 3

Con la adquisición de estos equipos, no sólo el centro se encontrará a la vanguardia del avance tecnológico sino que también podrá brindar sus servicios a dos tipos de cliente. En primer lugar, la adquisición de nuevos equipos no implica deshacerse de los anteriormente utilizados, sino que estos equipos antiguos serán destinados a brindar

servicio a sectores con mediana capacidad económica lo cual hará que el centro siga obteniendo ganancias de dicha inversión y a su vez le permitirá apoyar al sector antes mencionado.

En segundo lugar, los nuevos equipos estarán destinados a brindar servicio a aquel sector al que inicialmente estuvo orientado el centro, es decir, a aquellas personas con una capacidad económica alta manteniendo así el estatus logrado anteriormente.

La proyección del cliente con respecto a estas adquisiciones es que el número de clientes por modalidad sea como sigue (previo estudio de mercado):

Tabla 2.2. Sector de mediana capacidad económica

| MODALIDAD | NÚMERO DE PACIENTES |
|-------------|---------------------|
| TAC | 20 |
| Rayos X | 20 |
| Ultrasonido | 30 |

Tabla 2.3. Sector de alta capacidad económica

| MODALIDAD | NÚMERO DE PACIENTES |
|----------------------|---------------------|
| TEM | 10 |
| Resonancia Magnética | 10 |
| Rayos X | 10 |
| Ultrasonido | 15 |
| Medicina Nuclear | 5 |

Este incremento en el número de pacientes generaría un tiempo de recuperación de la inversión mucho menor al anterior pero a su vez implicaría también un incremento considerable en la cantidad de información que se va a manejar, esto se considera desde la cantidad de registros, el número de exámenes médicos, el número de imágenes médicas entre otros.

En cuanto a los registros, el proceso realizado en la actualidad desde que el paciente llega al centro médico hasta que obtiene el resultado de su examen médico (antes de la instalación del Picture Archiving and Communication Systems - PACS); es muy extenso lo cual implica una inversión considerable de tiempo por paciente así como una pérdida valiosa en el tratamiento dado el caso del diagnóstico. (Véase Figura 2.6)

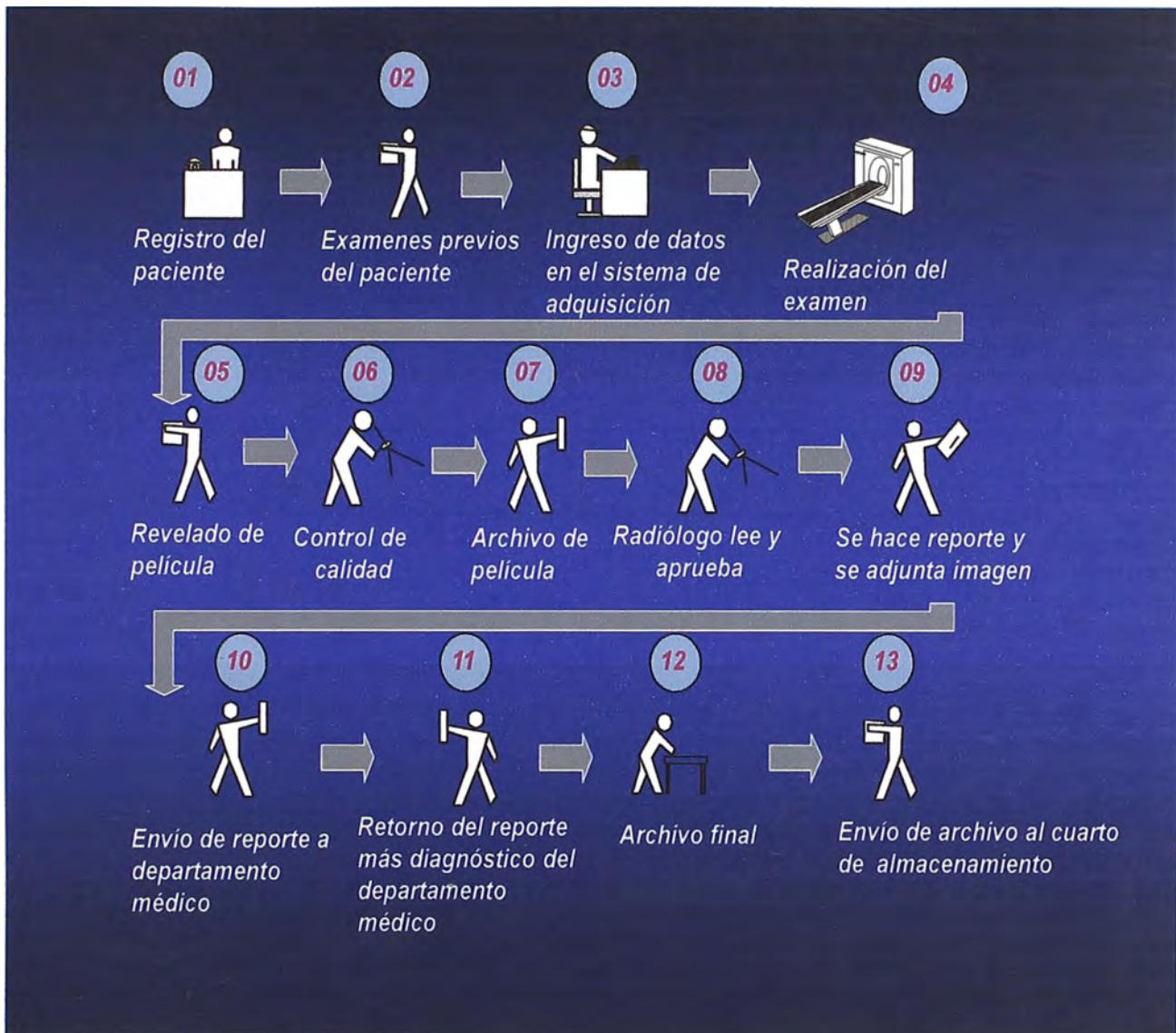


Figura 2.6. Trámite realizado por el paciente antes de instalación del PACS

Esta situación generaría posiblemente disconformidad en el paciente y a su vez un incumplimiento de las proyecciones hechas por el centro médico en lo que respecta a la cantidad de pacientes a atender por día así como del tiempo de recuperación de la inversión.

Ante esta situación podemos deducir que el cliente requiere entonces un sistema que acorte los plazos y beneficie tanto al centro médico como al cliente. Al centro médico, ya que si se reducen tiempos en la atención a los clientes se podrán realizar mayor cantidad de estudios. Al cliente, ya que mientras menor sea el tiempo invertido mayor la conformidad con el servicio.

Con respecto a los exámenes médicos, la densidad (capacidad que se ocupa en memoria) de las imágenes médicas generadas en cada estudio desarrollado con los nuevos equipos médicos es tal como se muestra en la Tabla 2.4.

Si unimos las Tablas 2.3 y 2.4, obtendremos la cantidad de información que se proyecta a manejar en el centro médico por día y por modalidad. Este resultado lo podemos visualizar en la tabla 2.5.

Tabla 2.4. Capacidad promedio ocupada por cada imagen médica en disco

| MODALIDAD | 1 ESTUDIO |
|--------------------------|-----------|
| Tomografía Computarizada | 80MB |
| Resonancia Magnética | 80MB |
| Rayos X | 50MB |
| Ultrasonido | 50MB |
| Medicina Nuclear | 50MB |

Tabla 2.5. Capacidad de la información adquirida en el centro médico por día

| MODALIDAD | Nº DE ESTUDIOS | CAPACIDAD EN DISCO |
|----------------------|----------------|--------------------|
| TAC | 10 | 800MB |
| Resonancia Magnética | 10 | 800MB |
| Rayos X | 10 | 500MB |
| Ultrasonido | 15 | 750MB |
| Medicina Nuclear | 5 | 250MB |

Generalmente, los equipos médicos cuentan con una PC cuya capacidad es de 40GB a 70GB (dependiendo del proveedor). Según el cuadro anterior, la capacidad total de la PC sería ocupada en su totalidad en un tiempo promedio de:

Tabla 2.6. Tiempo estimado de saturación de la capacidad del disco de cada PC de adquisición

| MODALIDAD | TIEMPO (MESES) |
|----------------------|----------------|
| TEM | 4 |
| Resonancia Magnética | 4 |
| Rayos X | 5 |
| Ultrasonido | 4 |
| Medicina Nuclear | 10 |

Los tiempos que figuran en el cuadro anterior son muy cortos ya que al llenar la memoria de cada PC, para poder hacer más estudios se tendría que borrar estudios anteriores.

Esto no es conveniente debido a que, cuando un paciente vuelve al centro médico generalmente se tiene la necesidad de recurrir a estudios realizados con anterioridad para poder auxiliarse al dar un diagnóstico. La comparación entre un estudio anterior con uno nuevo, permite visualizar la evolución o deterioro de cierta patología.

Una solución a este problema sería realizar un respaldo diario de la información procesada a fin de evitar el agotamiento de la capacidad de las PCs lo cual traería consigo lentitud en el proceso de adquisición de imágenes o manipulación de imágenes en la estación de trabajo.

Esta solución tampoco es la más conveniente ya que, si bien es cierto se lograrían tener almacenados los estudios de todos los pacientes "antiguos", no siempre es posible la realización del respaldo básicamente porque el almacenamiento de imágenes en CD o DVD es un proceso que toma un tiempo prolongado. Dicho tiempo, en algunos casos, no sería utilizado en la realización de estudios por lo que disminuiría el número de pacientes a realizar.

Por lo expuesto hasta ahora, podemos visualizar que la inversión a realizar por el centro médico, trae consigo dos problemas bien marcados:

1. Tiempo transcurrido desde que el paciente ingresa al centro médico.
2. Capacidad de almacenamiento de las imágenes médicas obtenidas en los estudios realizados por cada modalidad de equipo médico.

CAPÍTULO III. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Por lo mencionado anteriormente, se requiere de un sistema que permita almacenar la información en un lugar que evite la saturación de las PCs y con ello dificultades en la adquisición y procesamiento de las imágenes médicas.

De acuerdo con los datos obtenidos del cliente, podemos calcular la cantidad de información que se proyecta a manejar el cliente por día. Esto lo podemos observar en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Capacidad de información proyectada por día en el centro médico

| MODALIDAD | Nº DE ESTUDIOS | CAPACIDAD EN DISCO |
|---|----------------|--------------------|
| TAC | 10 | 800MB |
| Resonancia Magnética | 10 | 800MB |
| Rayos X | 10 | 500MB |
| Ultrasonido | 15 | 750MB |
| Medicina Nuclear | 5 | 250MB |
| Capacidad total de información por día | | 3.1GB |

Según mencionamos en el capítulo anterior, cuando un paciente vuelve al centro médico generalmente se tiene la necesidad de recurrir a estudios realizados con anterioridad para poder auxiliarse al dar un diagnóstico. Debido a ello es necesario que la información adquirida sea almacenada por un período de tiempo suficiente tal que permanezca en el centro médico hasta que los médicos ya no le sea necesaria al paciente (se estima un período de 3 a 5 años). Considerando la Tabla 3.1, podemos obtener la cantidad de información que se proyecta a manejar el centro médico en un año. Esta situación la podemos observar en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Cantidad de información proyectada por año

| Cantidad de información por día | Días trabajados por año | Información en 1 año |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 3.1GB | 300 | 930GB |

Luego, requerimos un sistema que pueda almacenar esta cantidad de información por un período no menor de 3 años. Esto implica que la capacidad de almacenamiento de este

sistema debe ser como mínimo de 3.0TB (aproximadamente) con la finalidad de cumplir los requerimientos del centro médico.

Adicionalmente recordemos que dicho sistema deberá permitir una reducción en los pasos que se siguen desde que el paciente se registra en el centro médico hasta que obtiene sus resultados. Esto implica que el sistema debe ser capaz de manejar la información del paciente (tanto hospitalaria como radiológica) a fin de que sea suficiente ingresar sus datos personales para que el sistema programe automáticamente el estudio y una vez realizado el mismo, los resultados sean directamente almacenados en él.

Otras especificaciones con las que debe contar el sistema son:

- El sistema requerido va a recibir información de diferentes modalidades por lo que debe ser capaz de recibir imágenes en formato DICOM (*.dcm) provenientes de las áreas de Tomografía, Resonancia Magnética, Medicina Nuclear, Rayos X Digital y Ultrasonido.
- El sistema requiere un subsistema de almacenamiento en línea (Workstation) con una capacidad mínima de 70GB para cada modalidad a fin de poder procesar las imágenes sin necesidad de hacer uso de la PC de adquisición.
- El sistema debe ser capaz de establecer comunicación DICOM con múltiples equipos (Workstation o equipos de diferentes marcas) para gestionar la lista de trabajo (DICOM Worklist).
- El almacenamiento del sistema debe ser del tipo DICOM con compresión basada en el estándar DICOM (*.dcm) aprobado por ACR y NEMA, adicionalmente podrían permitir transmisión y almacenamiento en formato *.JPEG, *.Avi, *.Wav u otro algoritmo que permita la descarga del estudio realizado al paciente para ser revisado en una PC convencional.
- Con la finalidad de poder revisar los estudios en los consultorios del centro médico, el sistema debe contar con estaciones de visualización con pantallas que cuenten como mínimo con las siguientes características: LCD de 19", una resolución de 2 Megapíxeles (1600x1200), contraste 700:1.

De acuerdo a las necesidades establecidas para el centro médico, se sugiere al cliente la adquisición de un sistema integrado **PACS & RIS & HIS**.

3.1. PACS (Picture Archiving and Communication Systems)

Es una tecnología de información que permite La transmisión y almacenamiento de imágenes médicas digitales.

Constituye una poderosa combinación de Hardware y Software que permite almacenar y distribuir imágenes médicas y su información colateral. Mediante esta técnica los médicos radiólogos y los clínicos, pueden en forma rápida y eficiente acceder y manipular dichas imágenes olvidándose del viejo y tradicional método de las placas, logrando que múltiples

usuarios en distintas partes, logren ver dichas imágenes dentro de un PACS simultáneamente.

Las ventajas que un sistema PACS ofrece sobre el manejo de imágenes son:

Se tiene una **probabilidad de pérdida prácticamente nula**, al establecer un esquema de respaldo en la información en donde intervienen discos magnéticos, discos ópticos y unidades de cinta, como dispositivos de almacenamiento.

Se **ahorra tiempo** en los procesos de recuperación de imágenes.

Se obtiene una **organización eficiente** en estudios que requieren varias imágenes (por ejemplo, almacenándolas en un solo archivo).

Se **facilita la consulta** de imágenes, de tal forma que, una imagen puede ser observada por varios usuarios en lugares distintos al mismo tiempo.

Se **facilita el trabajo de diagnóstico**, si los datos de una imagen pueden ser mejorados realizando algún tipo de procesamiento.

Se puede **visualizar remotamente** un estudio mediante una red de telecomunicación.

Se puede **mantener en el sistema imágenes** con mucho tiempo de antigüedad, con un esquema de almacenamiento apropiado para el sistema.

Se tiene la posibilidad de hacer **comparaciones de imágenes** de diferentes pacientes, con el mismo tipo de patología.

Se puede **incorporar la información** de diagnóstico a las imágenes.

Se puede **integrar el sistema PACS a otros sistemas de información** del hospital, tales como: el sistema de información hospitalario HIS (Hospital Information System) o el sistema de información de radiología RIS (Radiology Information System).

Se tiene la **posibilidad de consultar bancos de imágenes con patológicas similares** con la finalidad de poder apoyarse al momento de realizar un diagnóstico así como también apoyar la capacitación y la enseñanza de radiólogos en formación. Se hace más sencillo diagnosticar si se ha visto un caso similar anteriormente.

Podría pensarse que la instalación de un sistema PACS es inalcanzable, debido a la gran cantidad de recursos que requiere. Sin embargo, la relación costo/beneficio del sistema es rentable a largo plazo por el ahorro que podría obtenerse en otros rubros como por ejemplo en el proceso de impresión y el personal asignado a éste, entre otros.

Para poder brindar todas las ventajas mencionadas anteriormente, los sistemas **PACS**, utilizan varios componentes (hardware y software) con funciones específicas. Estos componentes son:

Estaciones de trabajo.

Estaciones de consulta.

Medios de almacenamiento óptico y magnético.

Servicios de impresión.

Infraestructura para servicios de red.

Servidores de imágenes.

Servidores de bases de datos.

Estos componentes se integran en un esquema **Usuario/Servidor** en una red, para ofrecer los diferentes servicios demandados por el área de radiología de un hospital y así cumplir con sus requerimientos operativos. Además, dichos componentes permiten al PACS seguir un flujo específico de la información según el esquema que se muestra en la Figura 3.1.

En la sección 3.1.1 nos dedicaremos a describir brevemente cada uno de los componentes del PACS mencionados y esquematizados en la figura 3.1 los cuales se inician en la adquisición de la imagen por el equipo médico y finalizan en la publicación de dichas imágenes en la red.

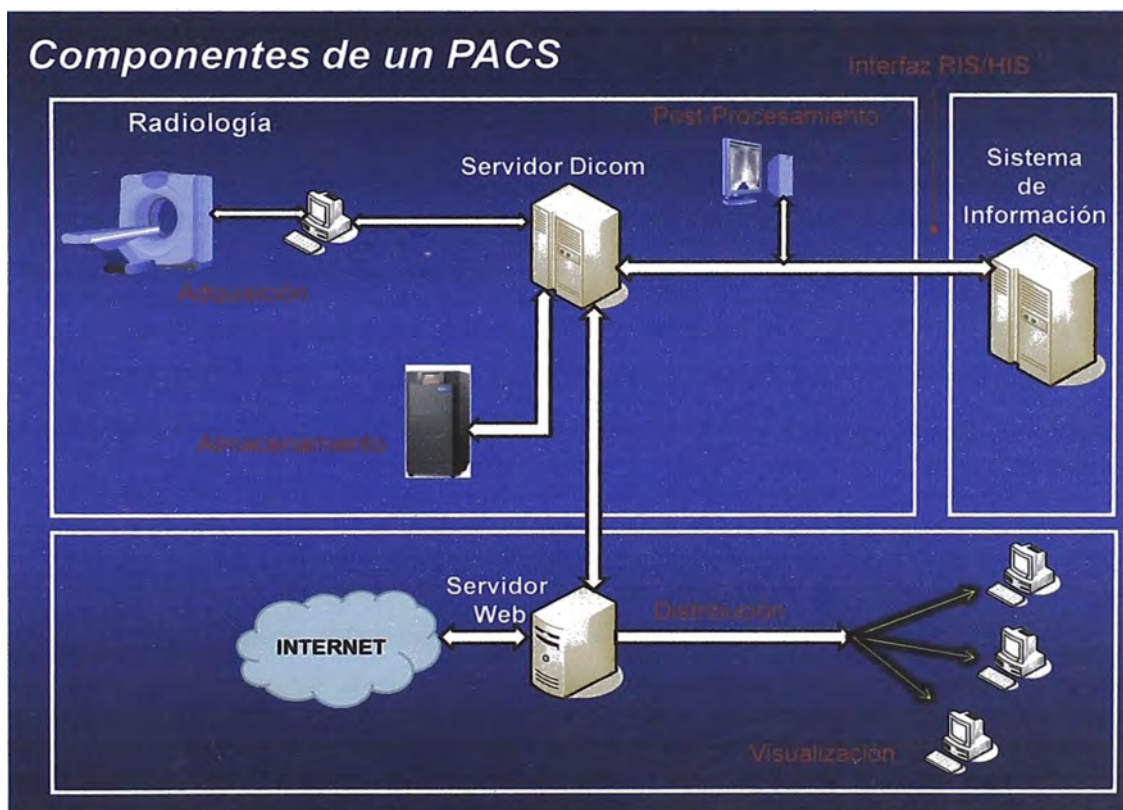


Figura 3.1. Componentes del sistema PACS-RIS-HIS

3.1.1. ETAPAS DE UN PACS

3.1.1.1. Adquisición de imágenes

Varias modalidades son de naturaleza digital (Tomografía Computarizada, Rayos X digital, Ultrasonido, Resonancia Magnética, Medicina Nuclear, entre otras). Sin embargo

existen modalidades cuya información es analógica y por ende requiere de digitalizadores especiales (Rayos X analógico por ejemplo).

Cada una de estas modalidades tiene una forma particular de generar sus imágenes, pero luego de la generación todas pasan a estar en el formato de estandarización para imágenes médicas DICOM (Digital Imaging & Communication in Medicine).

3.1.1.2. Almacenamiento de Información.

Una vez obtenida la información digital, se requiere almacenarla utilizando bases de datos adaptadas al manejo de imágenes. Debe contemplarse además, el almacenamiento de datos asociados (información del paciente o de los estudios realizados). Este trabajo se puede realizar en ambientes centralizados o distribuidos.

3.1.1.3. Transferencia Local de Imágenes

Desde el lugar donde se producen las imágenes, se requiere consultarlas en diferentes áreas del centro médico con la finalidad de realizar su interpretación, diagnóstico o alguna revisión adicional. Para ello, se requiere una red de comunicación que por un lado, integre a los diferentes dispositivos involucrados y por el otro, permita el envío de imágenes a las diferentes áreas del centro.

3.1.1.4. Visualización

Las imágenes necesitan visualizarse con propósitos de revisión, interpretación y diagnóstico. En cada situación, se deben utilizar dispositivos apropiados. Los casos más delicados son la interpretación y el diagnóstico, ya que requieren de estaciones de trabajo con posibilidades gráficas importantes que conserven los detalles de una impresión normal en placa.

También, se debe contemplar la posibilidad de resaltar algunos aspectos de las imágenes con el fin de facilitar el trabajo del radiólogo o especialista que lo requiera. Esto se logra utilizando procesamientos específicos de las imágenes.

Para el caso de la revisión, debe existir la posibilidad de mostrar también los resultados del diagnóstico e interpretación para cada imagen y, si es el caso, sincronizar la voz con el despliegue secuencial de las imágenes.

3.1.1.5 Registro de resultados.

El resultado de la interpretación y diagnóstico debe integrarse a las imágenes y a su vez al sistema PACS, ya sea a través de voz o texto.

3.1.1.6. Interfaz con otros sistemas

Los sistemas más antiguos en los hospitales son el HIS y en ocasiones el sistema RIS. Estos sistemas tienen definido cierto tipo de información que también es utilizado por los

PACS. Para evitar redundancia en la información, se debe contemplar una interfaz entre ellos. Con esta interfaz, se puede optimizar la utilización de recursos, mejorar la calidad de servicios al paciente, minimizar la dependencia en la impresión de imágenes y dar facilidades a la investigación y soporte a la educación médica.

3.1.1.7. Transferencia remota de imágenes

Esta es una situación que se debe contemplar en el desarrollo de un sistema PACS.

Existe la posibilidad de intercambiar información entre centros médicos. Por ejemplo, cuando un paciente es trasladado de un centro a otro se podrían consultar sus estudios realizados, en forma remota, para no exponerlo a más radiación. Esto requiere de la utilización de un mecanismo de conexión entre redes.

Otra posibilidad es el hecho de que hay ocasiones en las que la opinión de un solo médico no basta y se hace necesaria la apreciación de especialistas de otros países para poder llegar a un diagnóstico que sea lo más certero posible. Para ello es suficiente con enviar un enlace al especialista extranjero y un código para que pueda acceder el sistema. Con estas herramientas, el especialista podrá acceder remotamente a las imágenes y a su vez hará la observación requerida con respecto al estudio mencionado.

3.1.2. Estándares en PACS

Los estándares son necesarios para que los sistemas se puedan comunicar de forma sencilla y efectiva.

DICOM: Es un formato de imagen y un protocolo de red. Digital Imaging and Communication in Medicine. Este estándar fue desarrollado en los años '80 por un comité de la ACR-NEMA. Especifica cómo intercambia comandos e información un equipo de imágenes médicas.

HL7: Es un Protocolo que permite transferir información de pacientes entre productos de distintos fabricantes.

Para un mejor alcance acerca del funcionamiento del HL7 en el Picture Archiving and Communication Systems (PACS), véase la Figura 3.2, donde se muestra el diagrama de integración.

3.2. HIS (Hospital Information System)

Este sistema almacena en forma digital toda la información relativa a los pacientes: su historial médico, la atención recibida en la institución, así como los exámenes y sus resultados. Esto hace que la información médica sea accesible fácil y rápidamente.

Inicialmente los HIS eran sistemas de contabilidad y administración del hospital. Con el tiempo, las organizaciones de la salud se han dado cuenta de la conveniencia de disponer de la información media en forma digital, por lo que se han añadido funciones al

3.4. Integración HIS-RIS

Los datos del paciente los proporciona el HIS y la clave del éxito de la integración de sistemas es encontrar un mecanismo que nos permita introducir los datos al sistema de forma transparente. La apuesta actual de evolución es conseguir que, con la utilización de los estándares adecuados, los sistemas de información funcionen empleando el “dato único” con el objeto de evitar duplicidades de registros y la captura repetida de información ya disponible.

La comunicación HIS-RIS permitirá que, dado un número de historia clínica, podamos obtener los datos administrativos y de identificación del paciente e incluso su ubicación en el hospital en el caso de que el paciente esté ingresado.

En sentido inverso, desde el HIS, deberemos de poder conocer los estudios radiológicos realizados a cada paciente y el informe asociado a dichas exploraciones.

3.5. Integración RIS-PACS

Como ya hemos visto, el RIS es el programa que gestiona las tareas administrativas del departamento de radiología: citaciones, gestión de salas, registro de actividad e informes. El PACS no es un ente aislado que recibe y distribuye imagen. La interacción con el RIS es fundamental para el mejor aprovechamiento de las capacidades del PACS. El RIS proporcionará al PACS toda la información sobre las citaciones existentes, esto implica que cualquier estudio que queramos almacenar en el PACS ha de tener una cita previa en el RIS. A su vez el PACS notificará al RIS que el estudio ha sido realizado y completado para posteriormente proporcionar al radiólogo las imágenes de la exploración realizada de forma que éste pueda elaborar el informe correspondiente en el RIS.

Una vez finalizado éste, el RIS envía una copia al PACS y la notificación de que el informe ha sido realizado.

Todo este intercambio de información se puede realizar gracias a la utilización de los protocolos estándares HL7 y DICOM.

3.6. Integración Total PACS-RIS-HIS

Esta opción implica un nivel mayor de integración. Ya no sólo estamos hablando de un intercambio de información entre sistemas, sino que el PACS-HIS-RIS funciona de forma conjunta de tal forma que en las estaciones clientes del PACS podemos acceder tanto a las imágenes como a toda la información referida a los estudios.

Esta integración es la más demandada por los radiólogos, y supone que en una sola estación (un solo mouse y un solo teclado) se puede seleccionar un estudio en el monitor del RIS para su informado y en el o los monitores del PACS aparecen las imágenes correspondientes a ese estudio; y viceversa, si hemos elegido en el PACS las imágenes

de un estudio cualquiera, en la pantalla del RIS aparece la información del paciente correspondiente.

En la Figura 3.3 se muestra un esquema de los procesos que se realizan entre estos sistemas.

3.7. Interfaces PACS con HIS y RIS

Hay tres métodos de transmisión de datos entre los sistemas de información.

Estos son:

a. Emulación de estaciones de trabajo

Este método permite a una estación de un sistema de información emular una estación de otro sistema. Como resultado, los datos del segundo sistema de información pueden ser accedidos por el sistema inicial. Por ejemplo, un una estación de trabajo de PACS puede estar conectado al RIS con un simple programa computacional que emule la estación trabajo RIS.

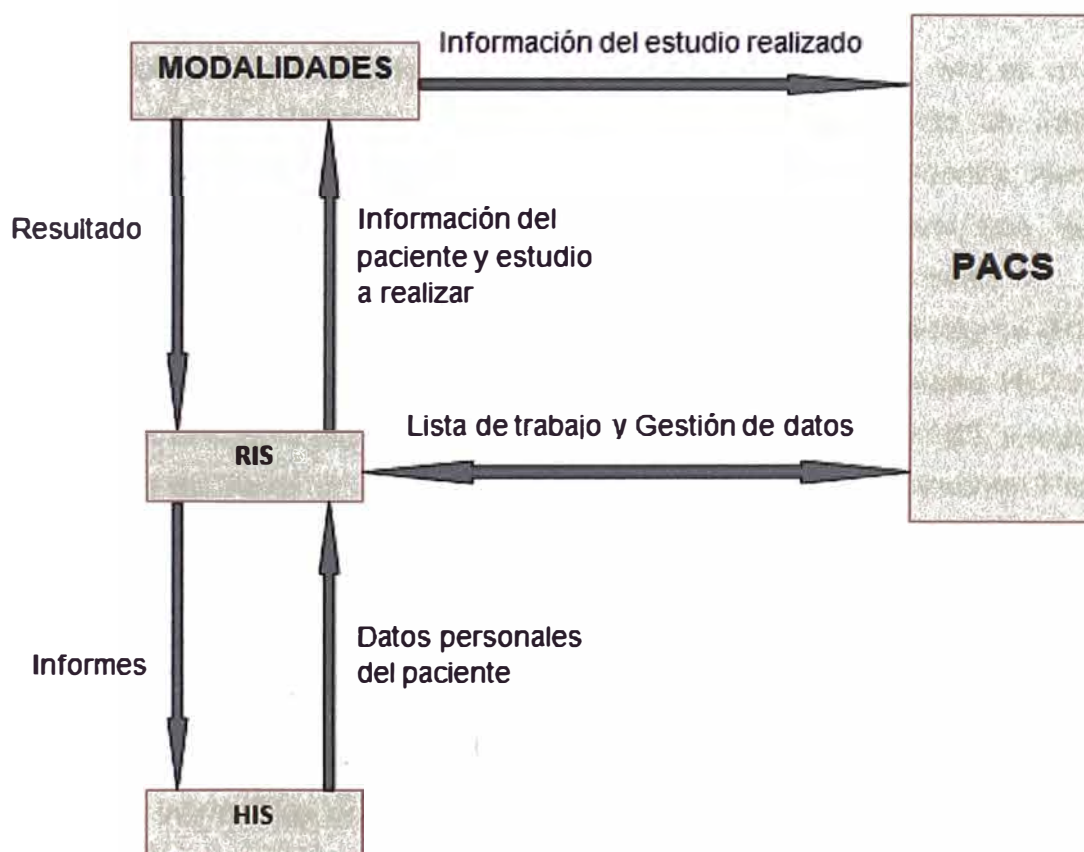


Figura 3.3. Diagrama de la integración PACS-HIS-RIS

Desde la estación de PACS, los usuarios pueden realizar cualquier función del RIS como establecer el horario para una nueva exanimación, grabar el movimiento de una película,

y revisando los reportes de diagnóstico. Sin embargo este modelo presenta dos desventajas: Primero no existe un intercambio de datos entre el RIS y PACS y segundo, el usuario debe conocer cómo utilizar ambos sistemas. Además, las estaciones RIS y HIS no pueden ser utilizadas para emular una estación PACS.

b. Transferencia de base de datos

La transferencia de base de datos permite a dos o más redes informáticas compartir un conjunto de datos, almacenando estos en un área local común. Por ejemplo, los datos ADT del HIS pueden ser reformateados al estándar HL7 y periódicamente ser enviados a cierta base de datos local en el HIS. Una comunicación TCP/IP puede ser utilizada entre el HIS y RIS, permitiendo al HIS introducir la base de datos local y enviar los datos ADT al RIS a través de una operación pull o push (El proceso de Pull recupera los datos de la base de datos y los almacena. El proceso de Push actualiza los cambios producidos en la base de datos). Este método es comúnmente utilizado para compartir información entre el HIS y el RIS.

c. Interfaz por medio de un equipo

Esta interfaz proporciona un único medio para acceder a los datos distribuidos en un sistema de información heterogéneo. Al momento de la operación, ésta se muestra al usuario utilizando una base de datos integrada desde su estación de trabajo. Un protocolo de consulta es responsable para analizar la información requerida, identificar la base de datos requerida y presentar al usuario. Estos procesos son realizados transparentemente al usuario. DICOM Bróker es un ejemplo de este modelo.

El PACS Bróker es un interfaz entre el sistema de información radiológica (RIS) y los PACS. El PACS Bróker actúa como un interfaz para procesar mensajes HL7 recibidos (formato que los PACS no pueden interpretar) por diferentes sistemas RIS, y organiza los datos en tablas de bases de datos que se pueden personalizar fácilmente. Para luego procesar los requerimientos realizados por los componentes de PACS y proporcionar los datos requeridos con el formato adecuado.

La Figura 3.4, muestra la arquitectura y las funciones de un PACS bróker.

3.8. Registro Electrónico de Pacientes (EPR)

El Registro Médico Electrónico (EMR) o Registro Electrónico de Pacientes (EPR) es el último sistema informático en el cuidado de la salud. El registro del paciente (EPR) contiene toda la información relacionada con los cuidados de salud concernientes a una persona tales como: médicos tradicionales, estomatólogos, psicoterapeutas, etc. El EPR por tanto se enfocará en el paciente y contendrá información procedente de un centro de cuidados de salud o de varios. En otras palabras el EPR combina varias bases de datos, pertenecientes a diferentes centros asistenciales, concernientes a un paciente.

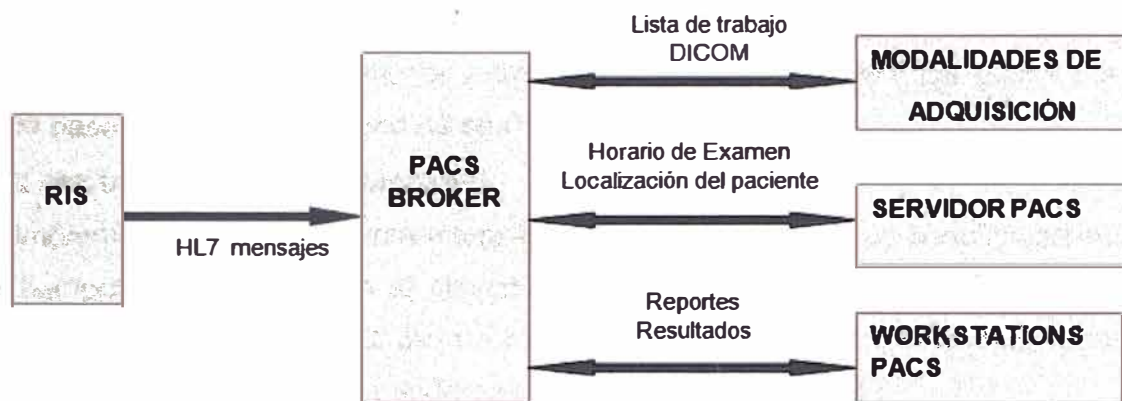


Figura 3.4. Arquitectura de un PACS Bróker

Con esta información ensamblan un registro que va más allá del período de retención de la base de ese centro de salud, permitiendo a los proveedores, los pacientes y los contribuyentes interactuar de manera más eficiente.

La importancia práctica del EPR radica en los siguientes aspectos:

1. Estos registros contribuirán a ser más efectivos y eficientes los cuidados del paciente.
2. El análisis de la información clínica, recogida a través de los diferentes centros de salud.
3. Distribución de la información bajo diferentes plataformas y sistemas informativos de la salud.
4. La automatización disminuirá los errores y mejorará la eficiencia y los cuidados que brindan los diferentes servicios de salud.
5. Se brindará a los médicos la oportunidad de seguir un paciente (caso) a lo largo de todo el sistema de salud, independientemente del nivel de atención en que se trate.

No obstante estas evidentes ventajas, esta implementación es compleja en cualquier lugar del mundo, tanto por motivos económicos como organizativos.

Con todo lo expuesto, los problemas anteriormente mencionados quedarían resueltos ya que con la integración PACS-RIS-HIS no habría problema en la transmisión, almacenamiento y distribución de imágenes médicas y además el flujo de trámites que debía seguir el paciente desde que se registraba hasta que obtenía sus resultados va a ser mucho menor.

A continuación se muestra una comparación de esquemas del flujo que debe seguir el paciente para obtener sus resultados, antes y después de haber sido implementado el Sistema PACS-RIS-HIS:

Antes de implementar el Sistema:

El trámite es muy tedioso en lo que se refiere al trámite y períodos de tiempo, esto puede repercutir directamente en el flujo constante de clientes generando así una pérdida de

estos; al notar que la inversión de tiempo para el desarrollo del examen y obtención de resultados es considerablemente mayor. La Figura 3.5 muestra los pasos por los que debe pasar el paciente cuando no se cuenta con el PACS.

Una vez implementado el sistema:

La implementación del Sistema Integrado PACS-RIS-HIS es muy beneficiosa en cuestión de tiempos y facilidad para el cliente al cual se le brinda el servicio; acortándose los procesos. Tal es así que el cliente obtendrá el resultado con celeridad, facilitando su diagnóstico. Esta situación la podemos visualizar en la Figura 3.6

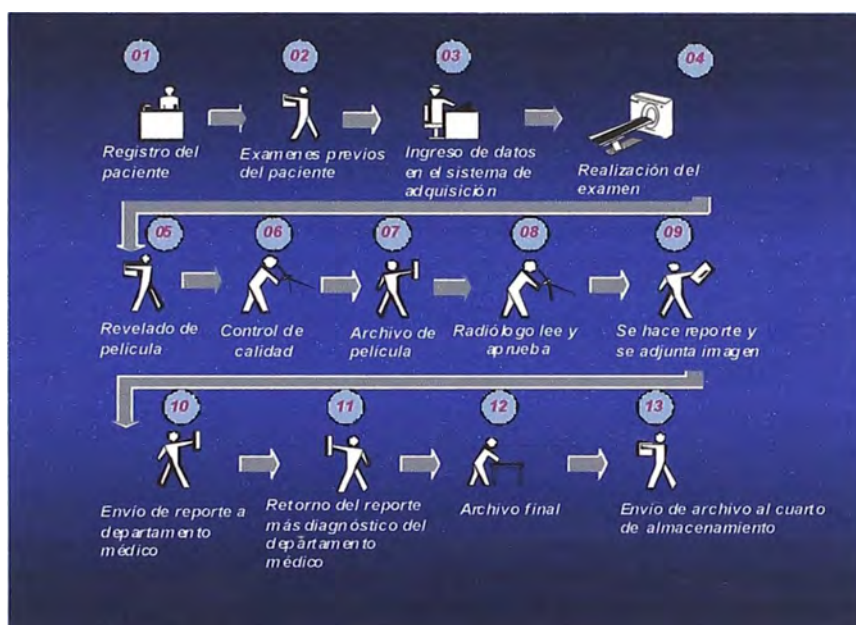


Figura 3.5 Trámite realizado por el paciente antes de instalación del PACS

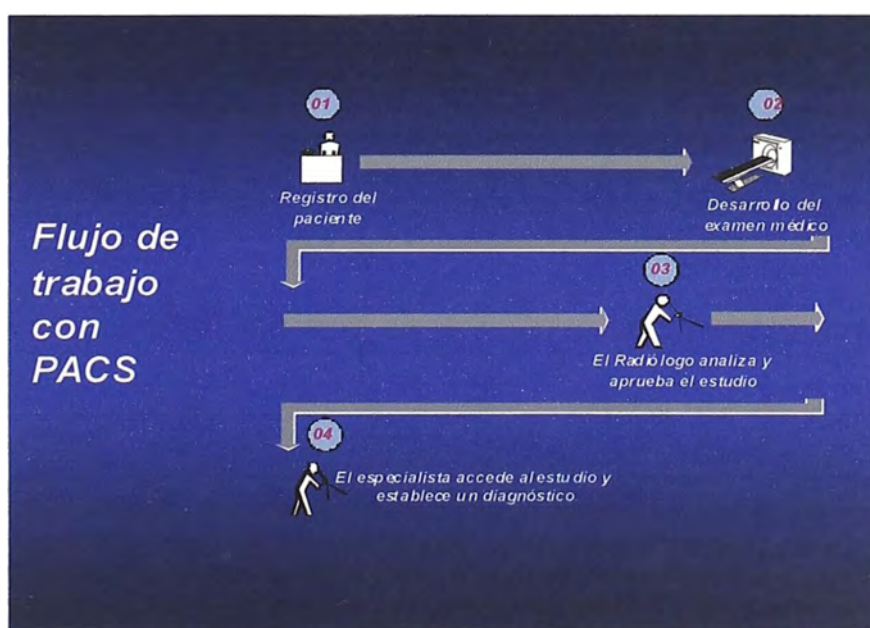


Figura 3.6 Trámite realizado por el paciente después de instalación del PACS

Actualmente, la celeridad en los procesos resulta de vital importancia, especialmente en el sensible caso de la medicina. Por lo que; en el caso del centro médico, se ha decidido la adquisición del PACS que brinda cierta empresa del rubro.

Nuestro objetivo ahora es tener preparada toda la infraestructura desde el punto de vista de comunicación (red) para su correcto funcionamiento y poder así lograr los resultados esperados con la adquisición del PACS. El desarrollo de la infraestructura deberá considerar el volumen de información a manejarse en la red.

A continuación nos dedicaremos a desarrollar el planeamiento de la red a utilizar para nuestro nuevo Sistema Integrado PACS-RIS-HIS:

3.9. Diseño de la red para la implementación del PACS

Este diseño parte de la estructura del edificio, de los ambientes sugeridos por el cliente y las necesidades para los diferentes procesos.

Teniendo en cuenta que en cableado estructurado para armar una red se debe evitar en lo posible mayor cantidad de curvas posibles, también conociendo las diferentes normas se da una ubicación de los puntos de red y sistema de canalización sugerido en cada piso. Recordemos que “Toda implementación nace de la necesidad de un cliente.”

PISO 1

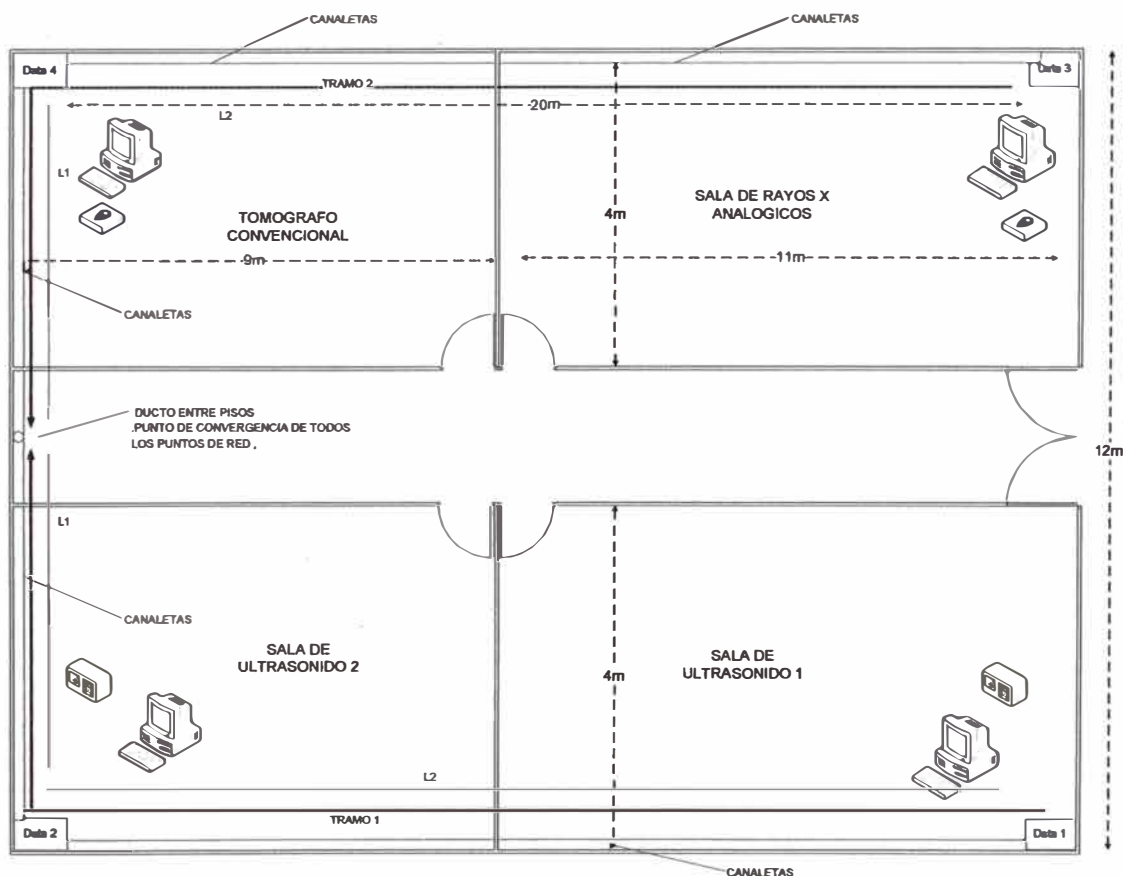


Figura 3.7. Piso 1 del centro médico

PISO 2

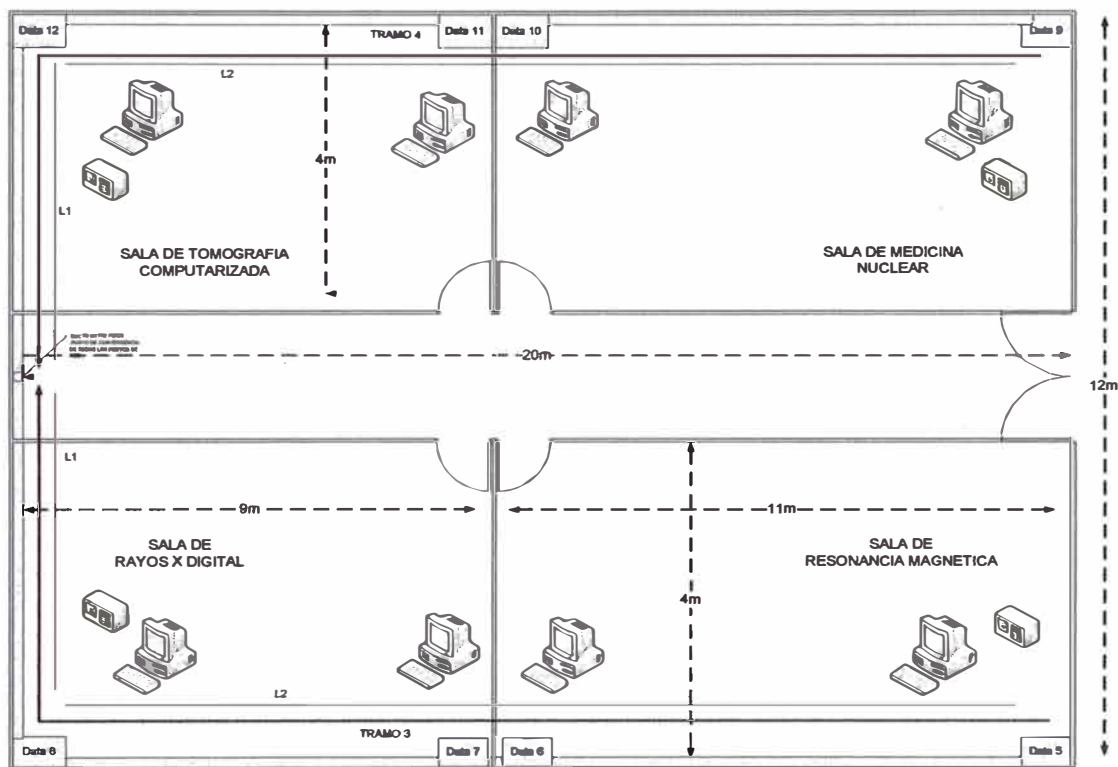


Figura 3.8. Piso 2 del centro médico

PISO 3

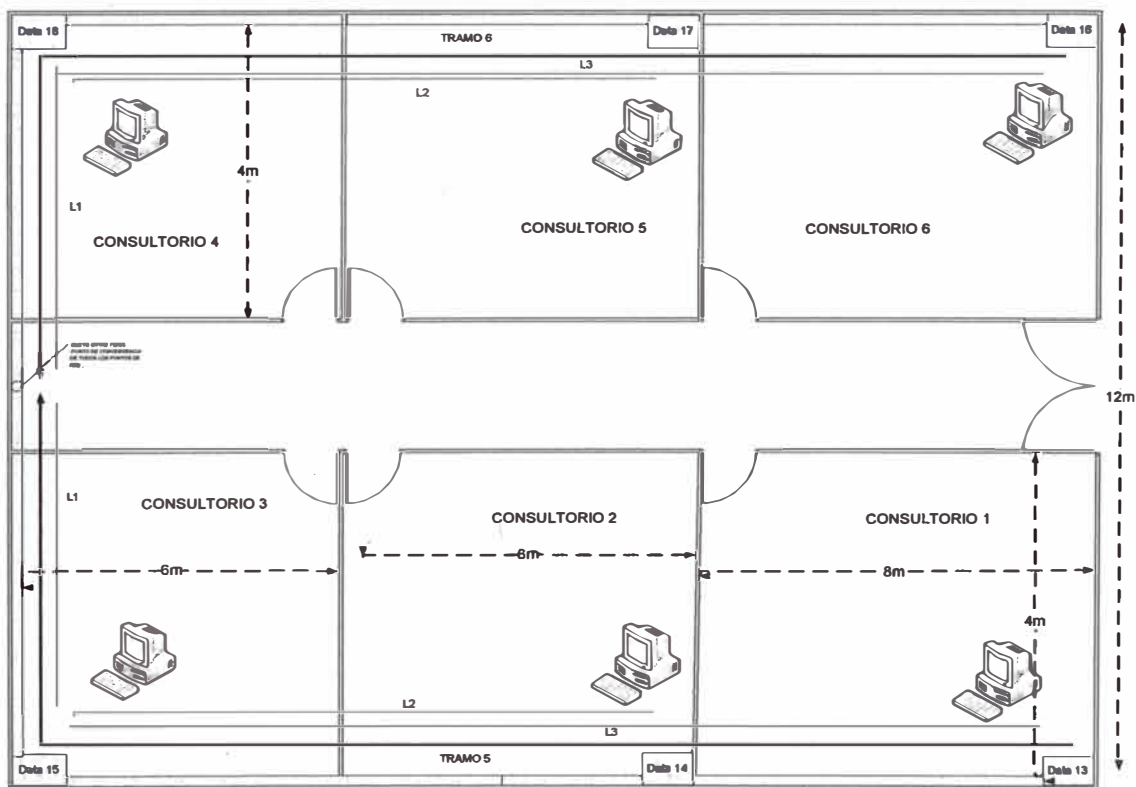


Figura 3.9. Piso 3 del centro médico

PISO 4

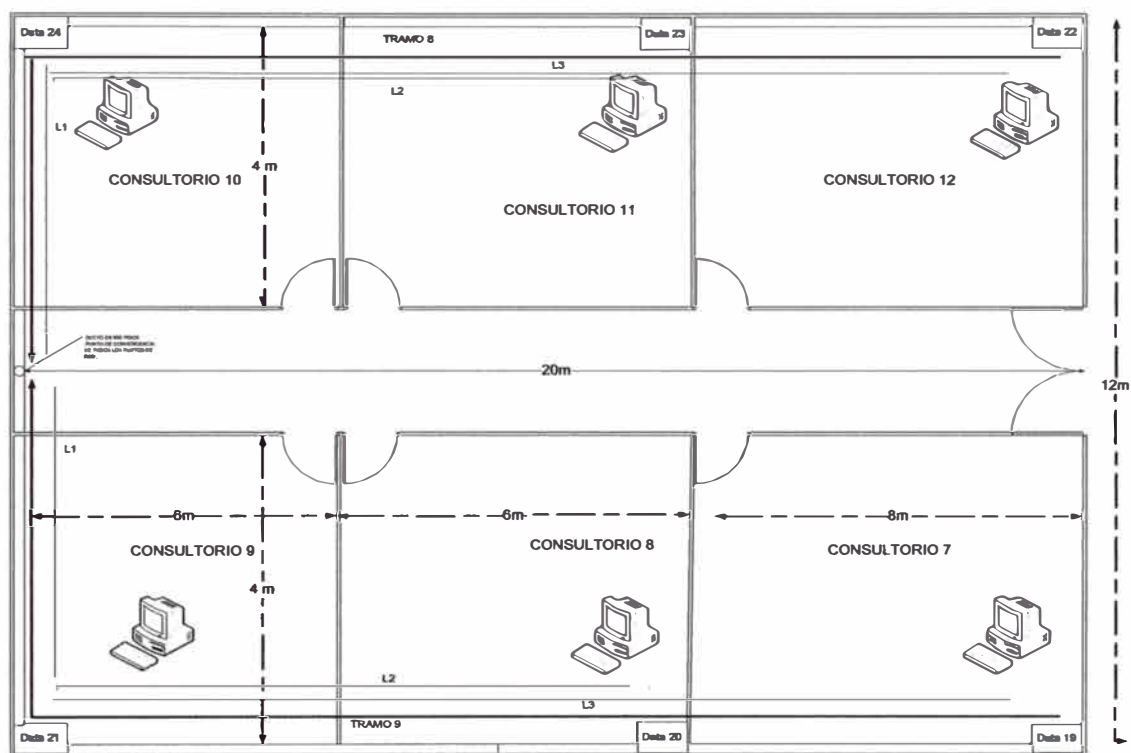


Figura 3.10. Piso 4 del centro médico

PISO 5

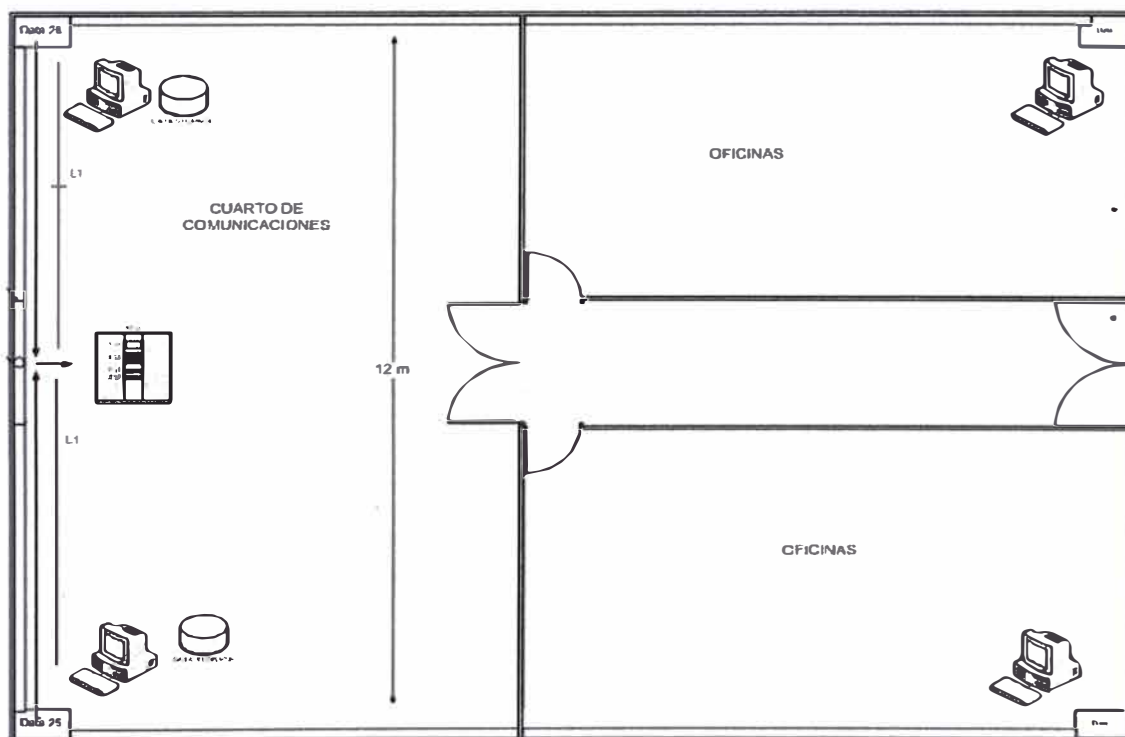


Figura 3.11. Piso 5 del centro médico

En una infraestructura de PACS, las redes de comunicaciones son las responsables para la transmisión de imágenes desde los dispositivos de adquisición a los gateways, controladores y estaciones de visualización, por lo que es esencial un rendimiento óptimo de la imagen en el ambiente clínico. Se debe tener en cuenta que la comunicación de imágenes en un sistema de PACS involucra altas tasa de datos por transacción y la transmisión de estos difiere a la transmisión convencional. La Tabla 3.3 describe los requerimientos de velocidad para la transmisión de imágenes en PACS.

Tabla 3.3. Velocidad de transmisión entre componentes del PACS

| | Equipo médico a PC de adquisición | PC de adquisición al sistema PACS | Sistema PACS a Workstation |
|---------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Velocidad | Lento | Medio | Rápido |
| Requerimientos | 100kBps | 200-500kBps | 4MBps |
| Tecnología | Ethernet o Fast Ethernet | Fast/Gigabit Ethernet | Fast/Gigabit Ethernet |
| Velocidad de señal | 10 ó 100Mbps | 100 ó 1000Mbps | 100 ó 1000Mbps |

Luego, podemos observar en la Figura 3.12 las características de la transmisión de imágenes en las diferentes etapas de la red.

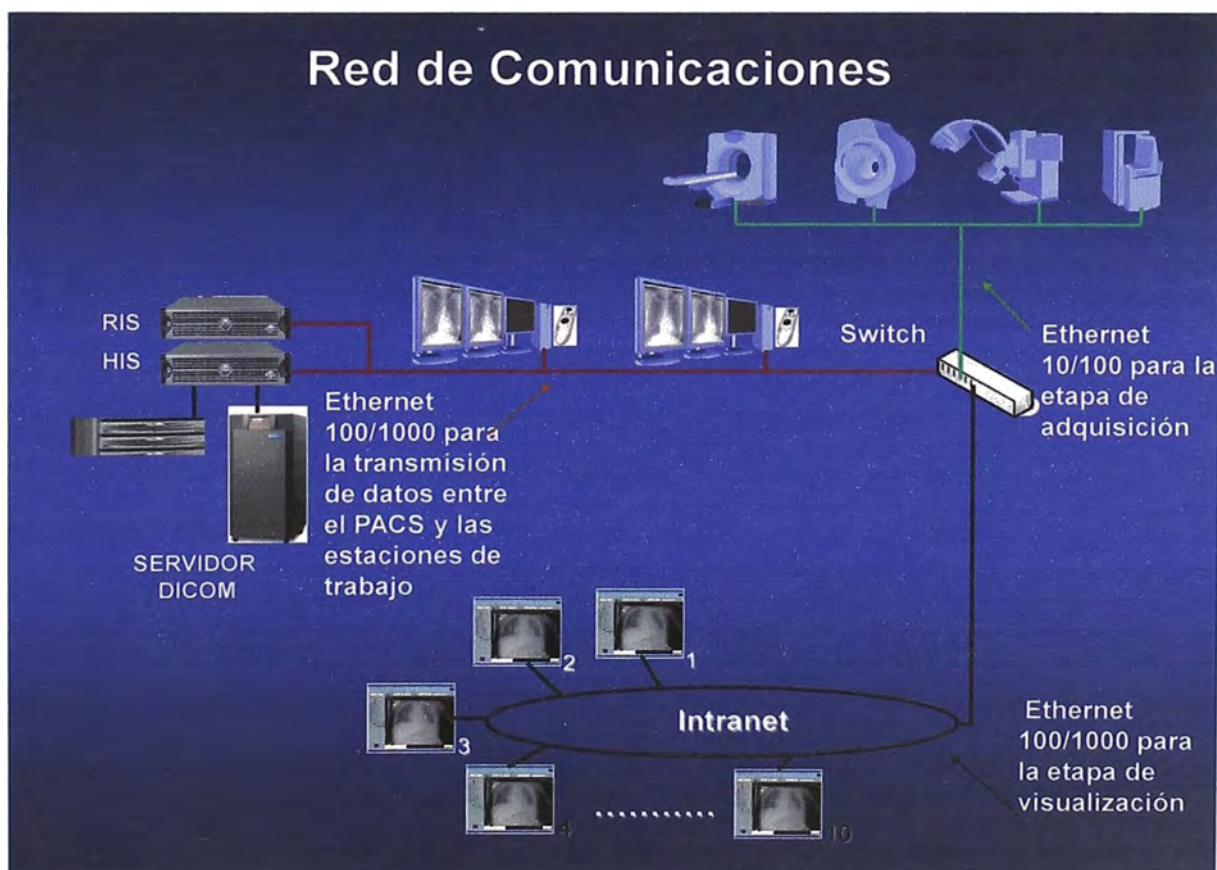


Figura 3.12. Características de la transmisión de datos en las etapas del PACS

Analizando los requerimientos de velocidad de la red, podemos establecer las especificaciones que deben cumplir los elementos de la misma. Estas especificaciones son:

3.9.1. Sobre el cable UTP

Con respecto al cable UTP cabe mencionar que debe cumplir con la performance de la ANSI/EIA/TIA 568B.2-1 e ISO/ IEC 11801; 2002 edición 2 de la Categoría 6 /Clase E certificados por laboratorios independientes UL o ETL. El cable debe tener aislante de polietileno de alta densidad y la chaqueta del cable UTP debe ser de PVC, del tipo No Plenum, con marcas secuenciales sobre el forro y separador de cruceta central para amortiguar los efectos del NEXT, el tipo de cable debe ser del tipo CMR o superior.

3.9.2. Sobre los Jack RJ 45:

Para estos elementos de la red se considera que deben soportar como mínimo 200 inserciones de plug RJ45 de 8 posiciones, y más de 200 reconexiones en los contactos IDC, sin degradar sus características de transmisión, los cuales se detallan con documentos oficiales del fabricante, la conexión de los contactos IDC será del tipo presión o con el uso de herramientas tipo 110, debe cumplir con las pruebas de performance de la ANSI/EIA/TIA 568B.2-1 Categoría 6 certificados por laboratorios independientes UL o ETL. El plástico usado en la fabricación del Jack deber ser de alto impacto, retardante de flama. Con flamabilidad UL clase 94V-0. El Jack debe permitir una fuerza de retención suficiente para evitar la desconexión, tanto del plug RJ45 como del cable sólido instalado en él, además del tipo angular 45.

3.9.3. Sobre Face Plate:

El Face Plate como parte del Outlet o toma de oficina en la cual se ubica el Jack RJ45, debe ubicarse sobre una caja como parte del sistema de canalización. El plástico usado en el Face Plate debe ser de alto impacto, retardante a la flama, que cumpla con la norma de flamabilidad de UL clase 94V-0. Deben incluir tornillos de sujeción y un Bisel para la colocación de etiquetas de identificación para cada puerto del Face Plate, con cobertor de policarbonato o plástico transparente y moldeado.

3.9.4. Sobre los Patch Cord:

El Patch Cord o cable de conexión intermedia, debe estar conformado solamente por cable de cobre multifilar Unshield Twisted Pair de 4 pares trenzados de 100 ohmios, con Plug modular RJ45 de 8 posiciones en cada extremo, preservando así el radio de giro de 1" del cable multifilar, que asegure un excelente limitador de curvatura.

Los Plug RJ45, deben contar con un sistema que no permita dificultades para el

movimiento, adiciones y cambios futuros en la red. Debe estar confeccionada y probada integralmente por el fabricante en configuración pin a pin según el esquema ANSI/EIA/TIA 568B Categoría 6 y certificados por laboratorios UL o ETL. El Patch Cord debe usar también clavijas modulares que excedan los requisitos de las normas FCC CFR47 parte 68 sub parte F e IEC 60603 y tener como mínimo de 50 micro pulgadas de chapa de oro sobre contacto de níquel.

3.9.5. Sobre el Patch Panel:

El Patch Panel debe ser de 19 pulgadas ensamblado de fábrica para ser montado sobre los bastidores de los gabinetes.

Cada Jack del Patch Panel debe cumplir con las pruebas de performance de la ANSI/EIA/TIA 568B.2-1 categoría 6 certificados por laboratorios UL o ETL, debe contar con un sistema de identificación frontal, debe soportar como mínimo 200 inserciones de Plug RJ45 y más de 200 reconectorizaciones en los contactos IDC deben también cumplir las normas FCC CFR47 parte 68 sub parte F e IEC 60603-7 y tener como mínimo de 5 micro pulgadas de chapa de oro sobre contacto de níquel

3.9.6. Sobre los ordenadores:

Todo el sistema de sujeción de los cables UTP se realizara utilizando cintas del tipo Velcro, se debe incluir ordenadores horizontales de 19" frontal posterior del tipo canaleta ranurada con base plástica que permitan mantener un orden de los Patch Cords utilizados en los gabinetes.

3.9.7. Sobre el sistema de canalización de cableado horizontal:

Este sistema debe estar conformado por canaletas de plástico PVC. Deben incluir sus respectivos accesorios de unión, terminación y derivación necesarios. Se debe garantizar una holgura mínima del 20% adicionales al 40% de llenado exigido según la ANSI/TIE/EIA – 569-B. Todo el sistema de canalización debe soportar una temperatura de operación sin perder características entre 0° – 40 °C, debe cumplir con las normas de resistencia a los golpes UL5A o NFC 68-102, flamabilidad UL 94 nivel V0.

3.9.8. Equipos Terminales

Teniendo en cuenta lo anterior elegimos los elementos de la red en cada parte de la trayectoria. Más adelante explicaremos los elementos como Switch, Router, PC (Workstation, servidores) que utilizaremos con la característica correspondiente de cada una y la cantidad que utilizaremos para armar la red completa.

Los elementos de red a utilizar son:

1. Gabinete de 45 RU, el cual estará compuesto de:

Sistema de ventilación

Barra de cobre

Bastidores de 19" estándares y 65cm de profundidad

Ordenadores verticales tipo canaleta ranurada

Regleta de tomacorrientes

2. Jack RJ45 angular 45°

3. Face Plate

4. Cajas Toma Data

5. Patch Cord usuario

6. Patch Cord gabinete

7. Patch Panel de 48 puertos

8. Ordenadores de 2RU

9. Cable UTP categoría 6

10. Canaletas + Accesorios para canaletas

11. Etiquetas de identificación para los cables Patch Cord

12. Etiquetas de identificación para los Face Plate

Para poder elegir las PCs de las estaciones de trabajo y de los consultorios así como servidores, nos basaremos en los siguientes datos:

Una imagen de alta capacidad pesa en promedio 0.8MB, pero en cada estudio se adquieren varias imágenes tal es así que por estudio completo hay una capacidad máxima aproximada de 80MB.

La conexión es PC/servidor ya que se accede a las imágenes desde los consultorios y estaciones de trabajo.

La capacidad de los servidores viene especificada por quien vende el PACS.

En los consultorios se puede revisar la información de los servidores (imágenes guardadas).

Se necesita que la velocidad de transferencia de datos sea alta, ya que puede haber más de un consultorio que requiera una información del servidor.

Se requiere que la calidad de imagen en los consultorios sea de la mejor calidad posible.

3.9.8.1 Para las PCs de Consultorios:

En este caso elegiremos:

Una tarjeta de red Giga Ethernet para todas las PCs.

Una memoria RAM de por lo menos de 2GB de capacidad.

Un procesador por lo menos Core 2 duo de 2GHz o similar.

Una tarjeta de video de 512MB PCI Xpress.

Una Placa madre o Mainboard, esto dependerá exclusivamente del procesador que se utilice.

Un Disco duro no menor de 70 GB.

Un monitor mínimo de 19" LCD por la calidad de resolución.

3.9.8.2. Para las PCs de adquisición:

Al adquirir un equipo médico, éste trae consigo la PC de adquisición ya que los requerimientos de las mismas son información propietaria de la empresa que vende el equipo médico. Es más, en la mayoría de ellos, el software con el que trabaja (Aplicativo) viene instalado ya en la PC.

Debido a lo anteriormente mencionado, éste elemento no es competencia del presente informe.

3.9.9 Sobre la elección de los servidores

Cuando el cliente adquiere un PACS, en él vienen incluidos los servidores por lo que éste elemento no es competencia del presente informe.

3.9.10 Sobre la elección del SWITCH:

Para el presente proyecto, elegiremos un Switch CISCO con conexión de fibra óptica, Este Switch es Administrable, Confiable, tiene Soporte Internacional, se puede colocar en un Rack, Estas son las principales características que necesitamos para nuestra red.

Ahora, como tenemos pocos consultorios y pocos puntos de adquisición habrá que realizar los trabajos con un solo switch Cisco, pero si la envergadura del proyecto fuese mayor, habría que recurrir a más de un Gabinete y más de un Switch Cisco. En este caso se aprovecharía su característica modular de ellos o de apilación (cascada).

De acuerdo a todo lo anterior, debemos tener en cuenta también que toda la red debe ser monomarca para hacer una certificación de parámetros de transmisión establecidos por normas internacionales.

La Tabla 3.4 muestra la distribución de los puntos de red que se van a necesitar en cada piso del centro médico.

Entonces, de estos datos podemos tener todos los materiales que se utilizarán. El metraje dependerá básicamente del edificio en cuestión.

Como ya tenemos los caminos fijados en las figuras, por cada piso se dimensionarán las canaletas a utilizar.

Esto va de acuerdo a la cantidad de cables que va por cada tramo. Para observar el resultado en el primer piso véase la Figura 3.12.

Lo hemos dividido en 2 tramos hasta llegar al punto de convergencia donde se encuentra el ducto que atraviesa todos los pisos hasta llegar al gabinete de comunicaciones.

Como se puede observar en la Figura 3.13, en cada tramo tenemos sólo 2 puntos de data por tramo.

Con una canaleta de 40x40mm aseguraríamos las normas exigidas internacionalmente.

Tabla 3.4. Resumen de puntos de red (por piso) del proyecto

| | | | PUNTOS |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 1er PISO | 4 puntos de red | | |
| | Rayos X analógico | (equipo más digitalizador) | 1 |
| | Tomógrafo convencional | digitalizador + PC de adquisición | 1 |
| | Equipo 1 ultrasonido | equipo | 1 |
| | Equipo 2 ultrasonido | equipo | 1 |
| 2do PISO | 8 puntos de red | | |
| | Resonancia magnética | PC de adquisición + PC de trabajo | 2 |
| | Tomografía computarizada | PC de adquisición + PC de trabajo | 2 |
| | Rayos x digital | PC de adquisición + PC de trabajo | 2 |
| | Medicina nuclear | PC de adquisición + PC de trabajo | 2 |
| 3er PISO | 6 puntos de red | | |
| Consultorios | estaciones de visualización | | 6 |
| 4to PISO | 6 puntos de red | | |
| Consultorios | estaciones de visualización | | 6 |
| 5to PISO | 2 puntos de red | | |
| | Sala de Servidor de almacenamiento | | 1 |
| | Servidor RIS | | 1 |

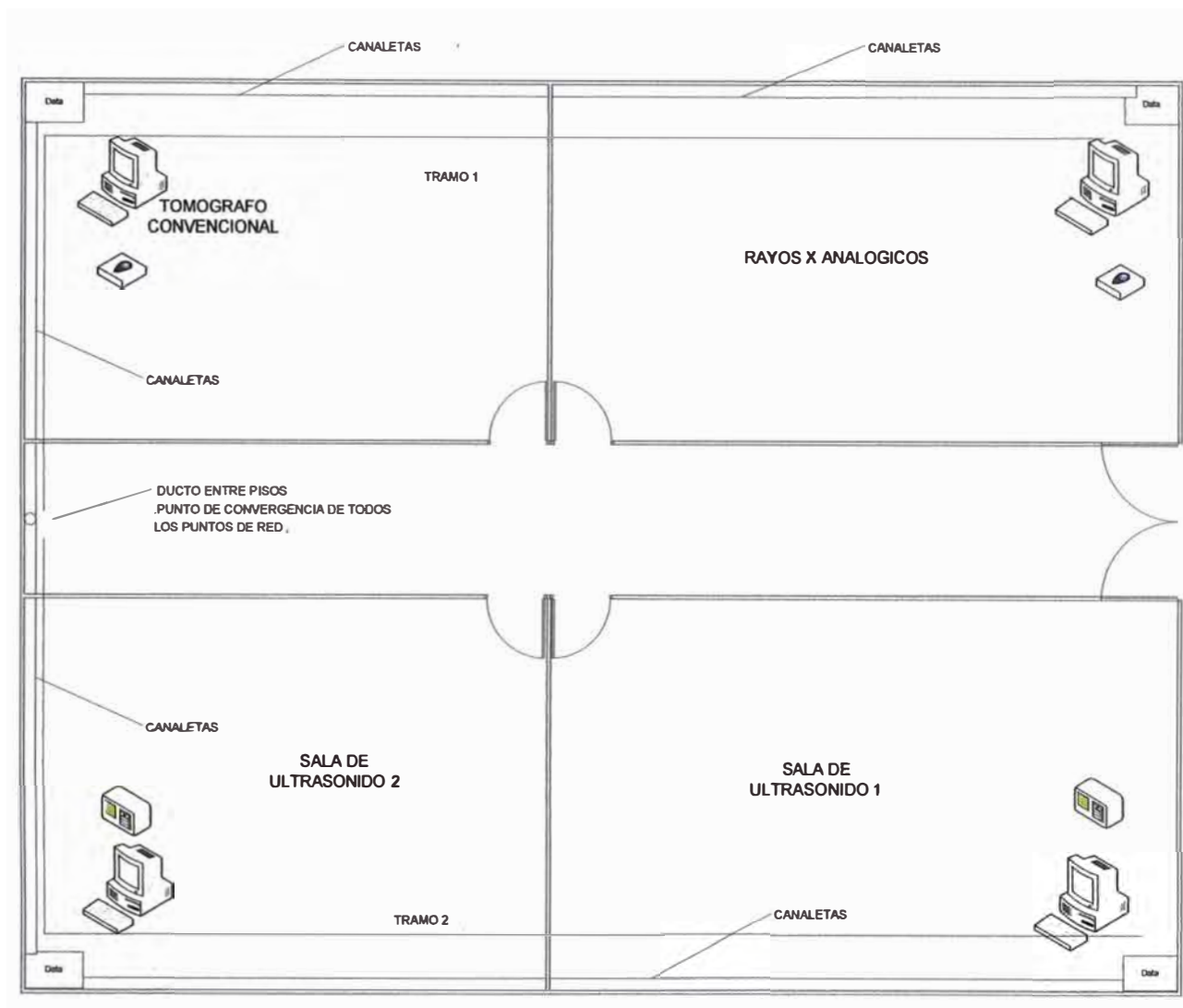


Figura 3.13 Tramos para los puntos de red

Cada punto de DATA está constituido por:

Una Toma Data

Un Face Plate

Un Jack RJ45 cat6

Un Patch Cord de Usuario (7 pies de longitud).

3.9.11. Desarrollo por piso de la infraestructura

La Distancia entre pisos es de 3.5m y es la misma distancia donde se ubicaran las cajas de paso. Las dimensiones del edificio la parte que nos interesa es de 20 m x 12 m

Tenemos 26 puntos de Data:

Cada punto de Data está conectado al Patch Panel en el Gabinete.

Cada Punto de Data compone lo siguiente:

Face Plate de 1 Salida

Jack RJ45

Etiqueta de numeración

Un Patch Cord de usuario (2 metros de longitud).

Caja toma Data o Wallbox.

EL GABINETE estará compuesto por:

Kit de ventilación.

Barra de cobre.

Etiquetas de numeración para el Patch Panel.

Bandejas.

EQUIPOS DENTRO DEL GABINETE

Switch de 48 puertos.

Patch Panel de 48 puertos.

Ordenador de cables.

SISTEMA DE CANALIZACIÓN

Para todo el sistema de canalización tomaremos una medida estándar para mantener la funcionalidad, respetar las normas, la estética y cualquier posible crecimiento de la red.

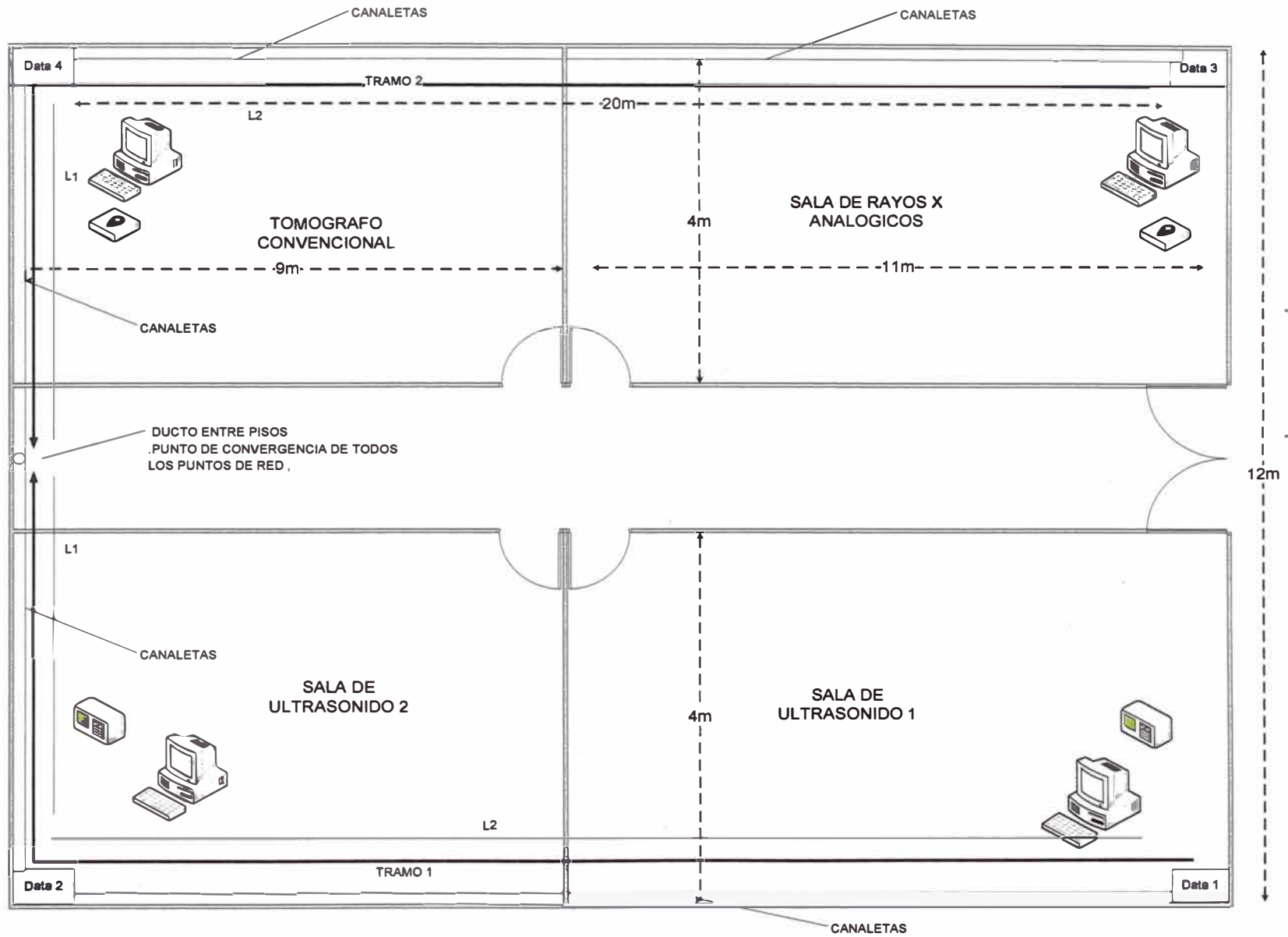
Tabla 3.5. Resumen de todos los materiales para la implementación de la red

| ITEM | DESCRIPCION | Nº |
|------|---|-----|
| 1 | Face Plate de 1 salida | 26 |
| 2 | Jack RJ45 angular 45° | 26 |
| 3 | Cajas Toma Data | 26 |
| 4 | Patch Cord Usuario 7pies | 26 |
| 5 | Ordenadores de 2RU | 1 |
| 6 | Etiquetas de identificación para los Face Plate | 1 |
| 7 | Etiquetas de identificación para los Patch Panel | 1 |
| 8 | Canaletas T45 (base más tapa) | 172 |
| 9 | Accesorios para canaletas T45 | 42 |
| 10 | Cable UTP Categoría 6 | 2 |
| 11 | Patch Panel de 48 puertos | 1 |
| 12 | Patch Cord para gabinete de 3pies | 26 |
| 13 | Otros insumos (Tubos, pegamento, cajas de paso, tarugos, etc.) | |
| 14 | Gabinete de piso | |
| | Gabinete de piso de 45 RU -TIA -942 Cerrado 84.0"Hx31,5"Wx41,0"D | 1 |
| | Bandeja de 01RU | 1 |
| | Barra de energía 15A 250 V 10 tomas IEC C13 | 1 |

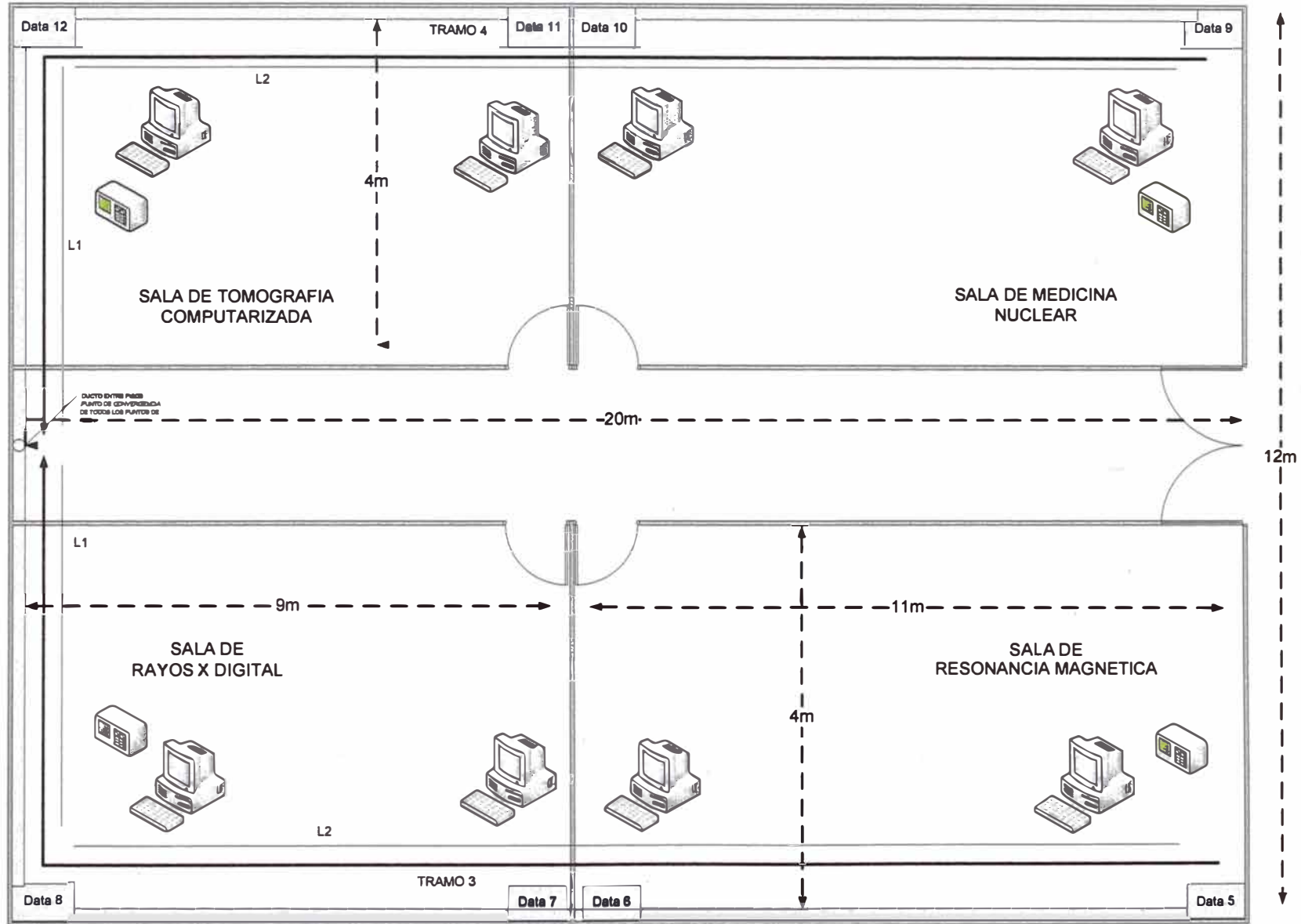
| ITEM | DESCRIPCION | |
|-----------|--|----|
| 15 | Switch | |
| | Cisco Catalyst C3560 -48 PS | 1 |
| | Smart Net (8X5 por un año) | |
| | Instalación y Configuración | |
| 16 | PC de trabajo (16 PCS) | |
| | Tarjeta de video(Tarjeta Geforce 7200GS PCI EXPRESS 512MB) | 16 |
| | Tarjeta de red(Tarjeta de Red PCI 530T 10/100/1000 D-link) | 16 |
| | Disco Duro(Disco Duro Seagate DE 250GB SATA) | 16 |
| | Memoria (DDR2 2GB Kingston BUS 667) | 16 |
| | Case (Case Premium 24 pines, con toberas) | 16 |
| | CPU (INTEL Core2 Duo E7400 2.80, Cache 3MB) | 16 |
| | Mainboard (DP35 SND/RED Core Duo, Quad Core 1333) | 16 |
| | Mouse (Genius) | 16 |
| | Teclado (Genius) | 16 |
| | Monitor (Samsung 19" TFT 933BW) | 16 |

Las siguientes figuras corresponden al diseño de la red detallada piso por piso. Al final de este diseño se indicará la denominación de cada punto de red instalado por piso.

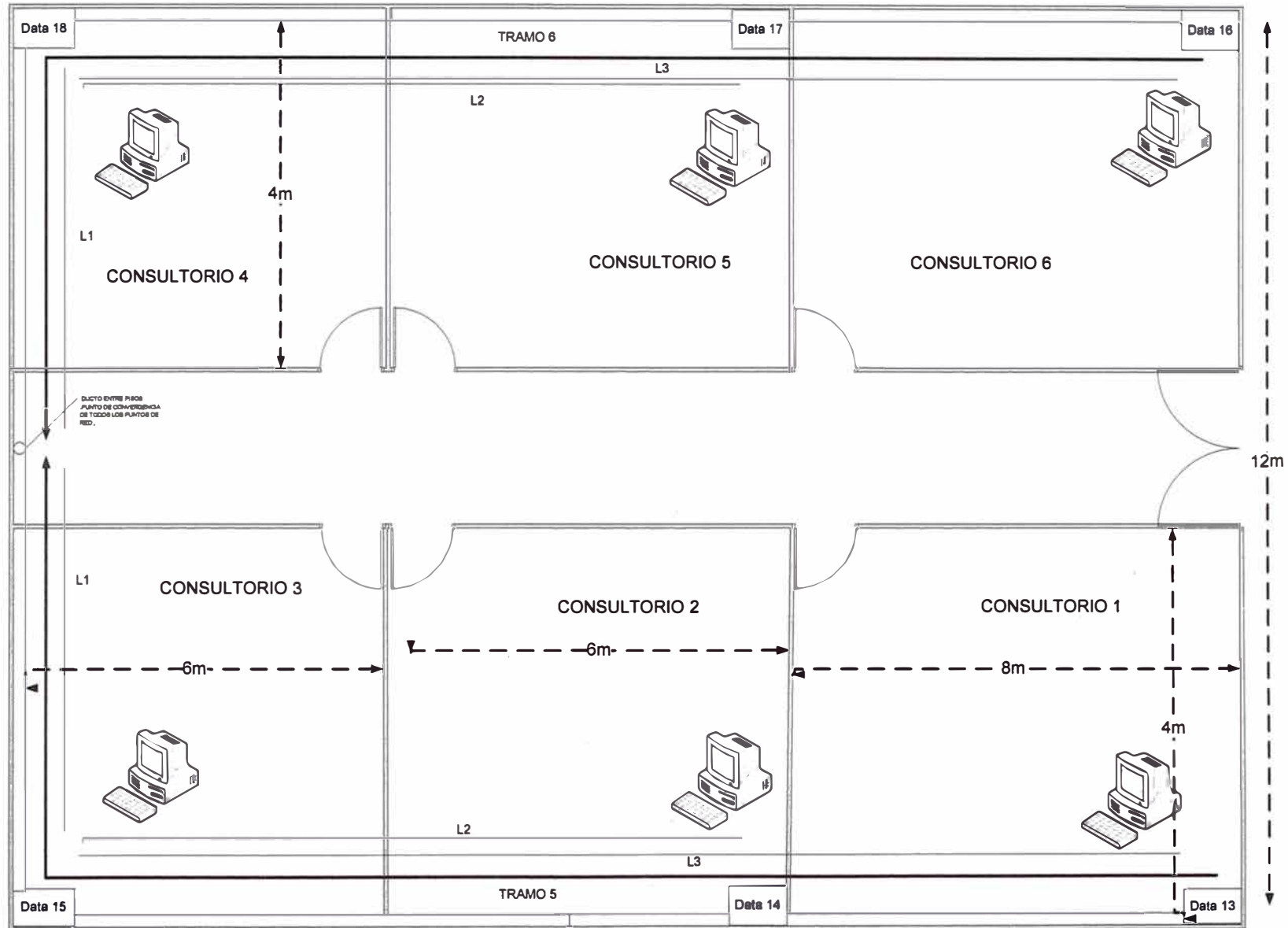
PISO 1



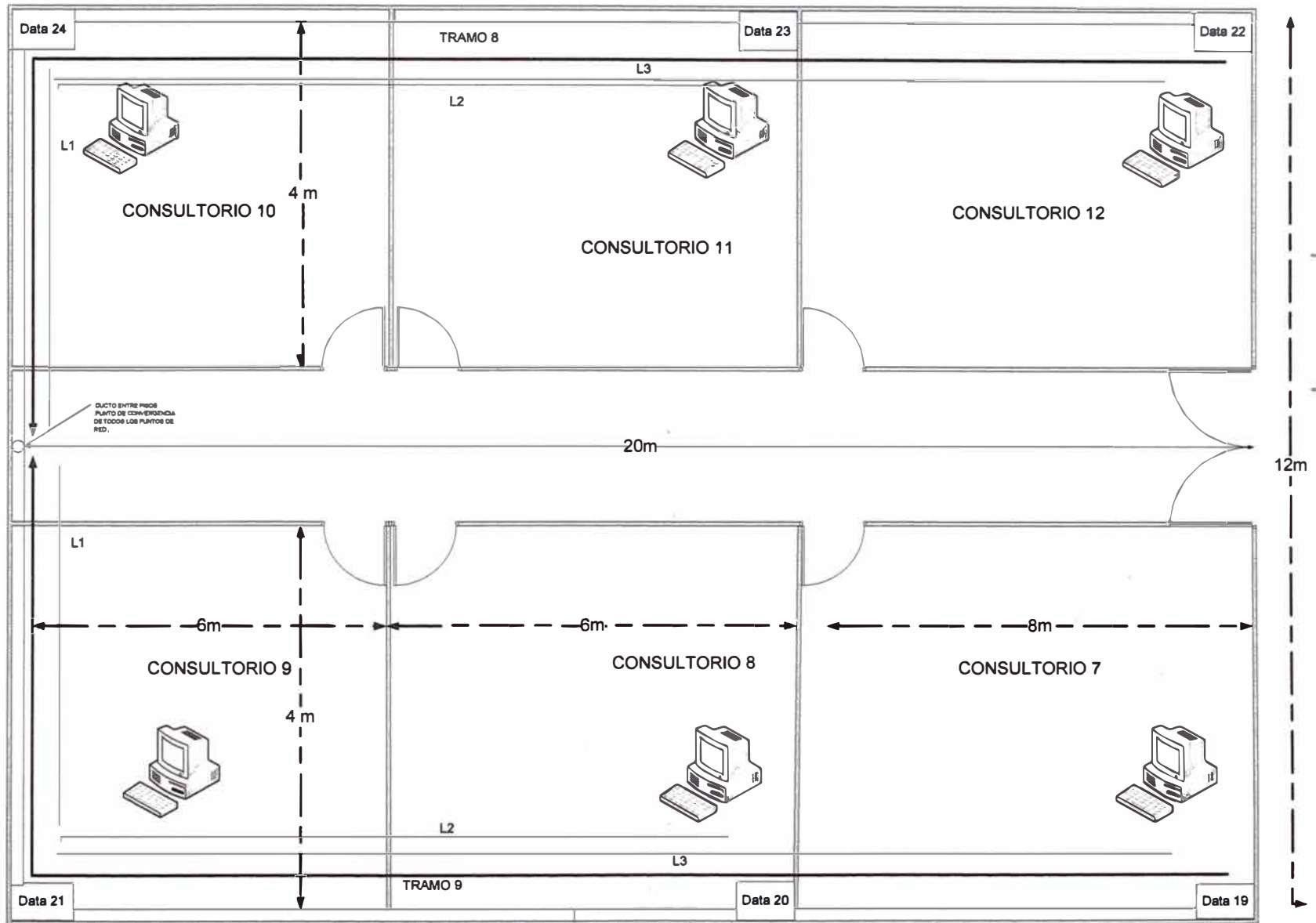
PISO 2



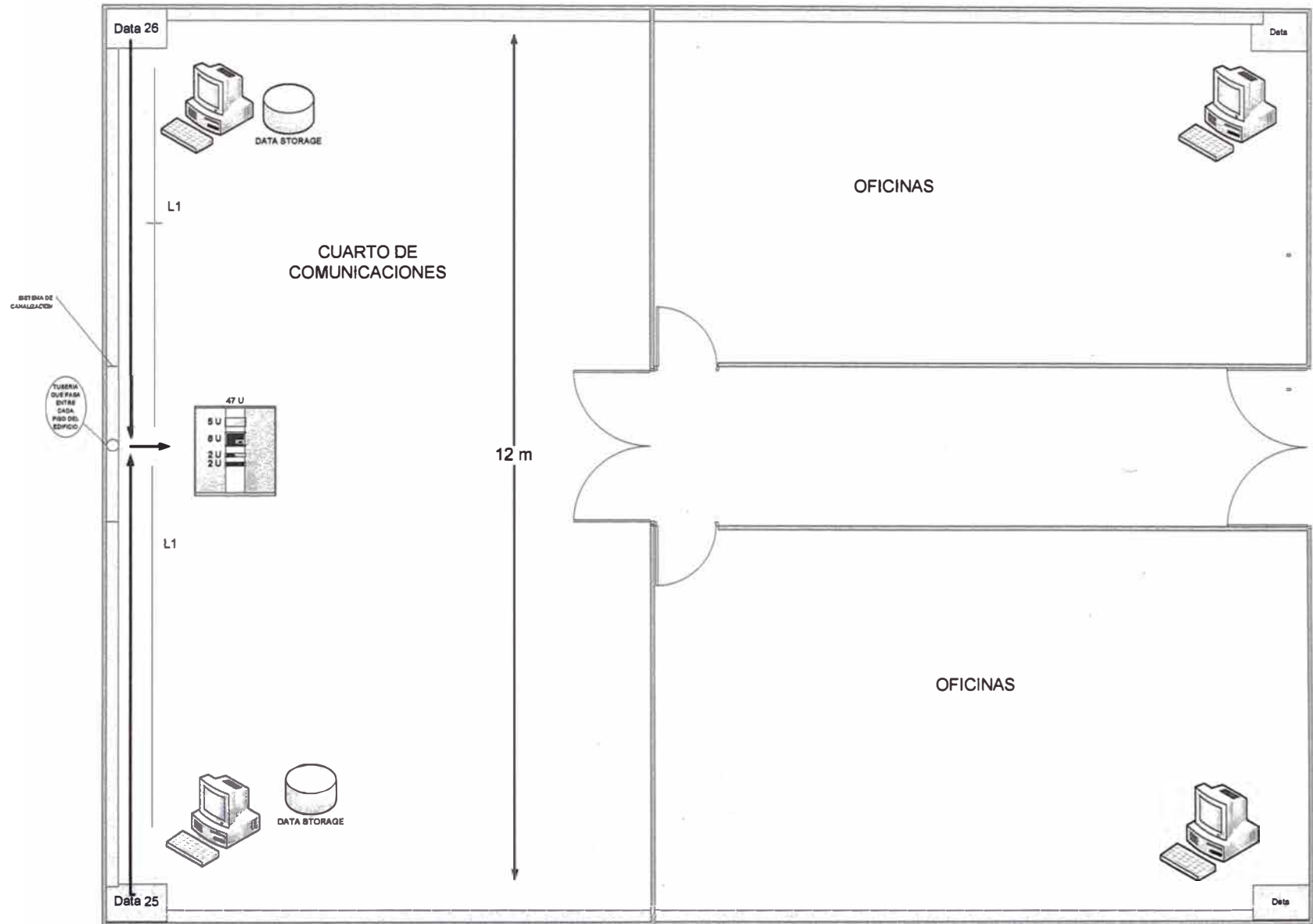
PISO 3



PISO 4



PISO 5



La distribución de los puntos de red habilitados en la instalación por cada piso, se muestra en el siguiente esquema:

Primer piso: tenemos 4 puntos de data la cual hemos dividido en dos tramos para de acuerdo a la infraestructura que son los tramos 1 y 2 respectivamente:

DATA 1
DATA 2
DATA 3
DATA 4

Segundo piso: tenemos 16 puntos de red, distribuidos según el plano:

DATA 5
DATA 6
DATA 7
DATA 8
DATA 9
DATA 10
DATA 11
DATA 12

Tercer piso: tenemos 6 puntos de red:

DATA 13
DATA 14
DATA 15
DATA 16
DATA 17
DATA 18

Cuarto piso: dentro del tramo 7 tenemos 3 puntos de data (puntos de red):

DATA 19
DATA 20
DATA 21
DATA 22
DATA 23
DATA 24

Quinto piso: tenemos 2 puntos de red que son nuestros servidores:

DATA 25
DATA 26

De los planos, vemos que hemos diseñado unos tubos que pasan de piso a piso, y en cada piso debe haber una caja de paso o punto de convergencia, según sea el caso. La dimensión de los tubos estará dada por la altura de piso a piso y el diámetro de acuerdo a la cantidad de cables que pasarán por ellos. Como sabemos, la altura entre cada piso es aproximadamente 3.5 metros. El diámetro sería para el total de 2 1/2" lo cual es suficiente

para que cubra todas las normas.

La altura de la colocación de las canaletas esta referenciado siempre a 45 cm con respecto de las tomas de electricidad. Para nuestro caso las ubicaremos a 15 cm del piso como referencia.

Nótese que en los planos de infraestructura en cada piso hemos colocado unos tramos con sus respectivas dimensiones, esto solo es para efecto de cálculo de la cantidad de metros a utilizar en cada punto de red, en este caso lo hemos hecho en forma didáctica para el cálculo; en proyectos de mayor envergadura se utilizan otros métodos de cálculo.

CAPÍTULO IV. COSTOS Y TIEMPOS

4.1. Estimación de Costos

A continuación se le brinda al cliente una estimación de la inversión que requiere realizar a fin de implementar la red para la instalación del sistema PACS&RIS&HIS.

Con la finalidad de establecer un esquema de cotización adecuado, se han dividido los costos de la siguiente manera:

Costo del servicio

Costo de los materiales por punto de data.

4.1.1. Implementación De Los 26 Puntos De Red

Tabla 4.1. Implementación De Los 26 Puntos De Red

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNITARIO (s/.) | P. TOTAL (s/.) |
|------|---|----------|-------------------|----------------|
| 1 | El costo de implementación por cada punto de red (incluido materiales). | 26 | 702.80 | 18,272.80 |
| 2 | Implementación del gabinete de comunicaciones | 1 | 700.00 | 700.00 |
| 3 | Configuración del equipo Switch cisco 3560-48 | 1 | 810.00 | 810.00 |
| 4 | Configuración de los equipos terminales (21 PC) | 21 | 70.00 | 1,470.00 |
| 5 | Obras civiles complementarias | 5 | 300.00 | 1,500.00 |
| | | | Total = | 22,742.80 |
| 6 | Opcional: Certificación de cada punto de red | 26 | 51.00 | 1,326.00 |

En la Tabla 4.1 podemos verificar en forma detallada la inversión que significará implementar los 26 puntos de red en el centro médico.

Como se puede observar, se están considerando tanto los materiales como la mano de obra a utilizar en cada uno de los puntos de red del diseño realizado.

A continuación mostraremos la Tabla 4.2; donde encontraremos la descripción de los materiales a utilizar en la implementación de los 26 puntos de red antes mencionados.

Tabla 4.2. Descripción De Los Materiales

| ITEM | DESCRIPCIÓN | MARCA |
|------|--|----------|
| 1 | Face Plate de 1 salida | PANDUIT |
| 2 | Jack RJ45 angular 45° | PANDUIT |
| 3 | Cajas Toma Data | PANDUIT |
| 4 | Patch Cord Usuario 7 pies | PANDUIT |
| 5 | Ordenadores de 2RU | PANDUIT |
| 6 | Etiquetas de identificación para los Face Plate | PANDUIT |
| 7 | Etiquetas de identificación para el Patch Panel | PANDUIT |
| 8 | Canaletas T45 (base más tapa) | PANDUIT |
| 9 | Accesorios para canaletas T45 | PANDUIT |
| 10 | Cable UTP Categoría 6 | PANDUIT |
| 11 | Patch Panel de 48 puertos | PANDUIT |
| 12 | Patch Cord para gabinete 3 pies | PANDUIT |
| 13 | Otros insumos (tubos, pegamento, cajas de paso, tarugos, etc.) | GENÉRICO |

4.1.2. Cotización De Gabinete**Tabla 4.3.** Cotización De Gabinete

| GABINETE DE PISO | MARCA | CÓDIGO | Nº | P. UNITARIO (s/.) | P. TOTAL (s/.) |
|---|---------|----------|----|-------------------|----------------|
| Gabinete de piso 45 RU -TIA - 942 CERRADO 84.0"Hx31,5" Wx41,0"D | PANDUIT | CN1 | 1 | 18,385.94 | 18,385.94 |
| Bandeja de 01RU | PANDUIT | SRM19FM1 | 1 | 177.58 | 177.58 |
| Barra de energía de 15A 250V, 10 TOMAS IEC C13 | PANDUIT | CMRPSH15 | 1 | 461.25 | 461.25 |
| | | | | TOTAL | 19,024.77 |

Características:

1. Normalizado en 19".
2. Altura interna 6UR (Área efectiva)
3. Fabricado 100% en acero laminado en frío.

4. Los gabinetes están preparados para fijarlos en batería (uno al costado del otro)
5. Cuatro (4) Rieles de montaje perforados con forma cuadrada y serigrafiados con las medidas RU, paso estándar de agujeros de paso 5/8" - 5/8" - 1/2" norma EIA/TI.
6. Tornillos con Tuercas enjauladas y arandela plástica para montaje de equipos.
7. Ajustadores de posición de columnas de montaje con 4 guías laterales.
8. Carga máxima de soporte 50Kg.

Todas las piezas que lo requieren se someten a procesos de desengrasado, fosfatizado y zincado electrolítico asegurando el cumplimiento de las normas A.S.T.M. de impacto, flexibilidad y adherencia así como de resistencia al medio ambiente. Terminación en pintura electrostática (Electro Posición Catódica) en polvo Poliéster Epóxica de máxima adherencia, alta resistencia mecánica y química. Ofrece una resistencia cinco veces mayor al óxido y ralladuras que los sistemas tradicionales de pintura. Acabado en color Negro.

4.1.3. Cotización De Computadoras

Descripción de la computadora o PC de trabajo:

Tarjeta de video (Tarjeta Geforce 7200GS PCI EXPRESS 512MB)

Tarjeta de red (Tarjeta de Red PCI 530T 10/100/1000 D-link)

Disco Duro (Disco Duro Seagate DE 250GB SATA)

Memoria (DDR2 2GB Kingston BUS 667)

Case (Case Premium 24 pines, con toberas)

CPU (INTEL Core2 Duo E7400 2.80, Cache 3MB)

Mainboard (DP35 SND/RED Core Duo, Quad Core 1333)

Mouse (Genius)

Teclado (Genius)

Monitor (Samsung 19" TFT 933BW)

Tabla 4.4. Descripción de la computadora o PC de trabajo

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|---|----------|----------------|------------------|
| Computadora más monitor e instalación de sistema operativo Linux Red Hat. | 26 | 2,311.96 | S/. 36,991.36 |

4.1.4. Cotización De Equipo Switch

Tabla 4.5 Cotización De Equipo Switch

| SWITCH | MARCA | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|-----------------------------|-------|----------|---------------|---------------|
| Cisco Catalyst C3560 -48 PS | CISCO | 1 | S/. 15,539.20 | S/. 15,539.20 |
| Smart Net (8X5 por un año) | | | S/. 910.00 | S/. 910.00 |
| Instalación y configuración | | | S/. 810.00 | S/. 810.00 |
| | | | TOTAL | S/. 17,259.20 |

4.1.5. Consideraciones Comerciales

Los precios están expresados en nuevos soles.

La forma de pago es 50% con la orden de compra, el saldo contra entrega.

El pago es en Nuevo Soles con el tipo de cambio vigente a la fecha de pago de la factura.

Los precios no incluyen gastos por transferencias bancarias.

La presente tiene una validez de diez (20) días.

Los precios son válidos para las cantidades requeridas. Cualquier cambio en las condiciones ofertadas deberá ser cotizado.

La entrega del producto será en un periodo aproximado de cuarenta y cinco (45) a sesenta (60) días contados a partir de la recepción de la orden de compra. Tiempo sujeto a reconfirmación de fabrica/stock al momento de recibir la Orden de Compra. La Empresa no se responsabiliza por retraso debido al fabricante.

La entrega de los servicios de instalación y configuración será cinco (5) a diez (10) días útiles después de la llegada de los productos. La Empresa no será responsable por retrasos ajenos a su responsabilidad.

No incluye los servicios de capacitación ni gestión.

4.1.6 Consideraciones Técnicas

La solución propuesta es el resultado de la evaluación de requerimientos e información provista por el cliente.

La Empresa es un integrador de productos y servicios, y su responsabilidad se limita a las funcionalidades proporcionadas por los fabricantes/proveedores.

4.1.7 Garantía Cisco

La garantía estándar es de un (01) año para equipos wireless y Telefonía IP, cinco (05) años para switches, tres (03) meses para firewalls, un (01) año para routers de la serie 800 y 1700, tres (03) meses para otros routers, tres (03) meses para partes y tiene el

tiempo de reposición entre cuarenta y cinco (45) a sesenta (60) días calendario.

Debemos tener presente que no está cubierto el reemplazo de productos por fallas ajenas al fabricante o la empresa, es decir, aquellas fallas generadas por la operación del equipo.

4.1.8 Recomendaciones

Para garantizar el buen funcionamiento de los productos previstos y prolongar su vida útil se debe seguir las siguientes recomendaciones:

Uso obligatorio de un UPS o Estabilizador para alimentar los equipos.

Tener un sistema de puesta a tierra con una resistencia menor de cinco (05) ohmios.

Mantener los equipos en un ambiente adecuadamente ventilado, lejos de fuentes de calor, humedad, polvo, motores, equipos de radiocomunicación, etc.

4.2 Estimación de Tiempos

Luego de haber hecho la estimación del costo que implica la implementación de la red para la instalación del PACS, se debe esperar la aprobación de dicha estimación por parte del departamento de logística.

Una vez recibida la aprobación de dicho departamento, se recibe la orden de compra y se procede a la estimación del tiempo de ejecución de la implementación de la red.

El tiempo de ejecución depende de la envergadura del proyecto y del tiempo en que el centro médico desea que se concluya la obra. Para esto el área técnica en conjunto con las de áreas de logística y comercial estudia el proyecto, la viabilidad los tiempos, las facilidades técnicas, los tiempos de compra de los materiales, las gestiones correspondientes para los accesos a la instalación, parámetros que necesariamente debe evaluar antes de emitir la aprobación del proyecto.

Adicionalmente a lo anteriormente mencionado, un parámetro importante a considerar es el tiempo en que se ha pactado la instalación del PACS con la empresa proveedora de dicho sistema.

Debemos recordar, que las empresas que ofrecen este sistema son internacionales por lo que los servidores y el software deben ser importados, lo cual implica que la entrega del sistema está supeditada además del tiempo de transporte, al tiempo que demore el trámite logístico para poder retirar de aduanas dicho producto.

Teniendo en cuenta lo anterior y en contraste con el tiempo que la empresa contratante, se realiza la propuesta en la cotización del proyecto.

Para el presente proyecto, proponemos que la implementación de la red sea de de 10 días calendarios los cuales justificaremos en el cuadro que se muestra a continuación:

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS

| Actividad | Descripción | Día |
|---|--|----------------|
| Recepción de orden de compra o de servicio | En este día el área comercial de la empresa pone en conocimiento a todas a las áreas implicadas en la cotización del proyecto. Envía las órdenes de compra correspondientes a los materiales e insumos con la confirmación del stock de materiales. | Día 1 |
| Transporte de materiales | El área comercial y logística gestiona el recojo y traslado de los materiales e insumos de los proveedores. El área técnica gestiona en las instalaciones, la coordinación con el área respectiva para el inicio y ejecución, permisos horarios de trabajo del personal en el local a trabajar. | Día 2 |
| Implementación del sistema de canalización | Implementación de las canaletas, tubos, instalación de los wallbox. Implementación de los cables a través del sistema de canalización. Realización de obras civiles. | Día 3-7 |
| Gabinete, puntos de red y equipos de PC | Instalación del gabinete. Implementación del gabinete. Implementación de cada punto de data. Comprobación y corrección de cualquier falla de conexión de la red (físico). Implementación de los equipos de PC con la configuración correspondiente de los equipos. | Día 8 |
| Etiquetado, configuración y pruebas | Colocar las etiquetas correspondientes y comprobación de los puntos de red. Configuración de las especificaciones del cliente en coordinación con el área de sistemas de la empresa contratante para hacer las pruebas de conformidad | Día 9 |
| Entrega de obra | El área comercial en conjunto con el supervisor del proyecto realizan las gestiones de cierre de obra y liquidación del proyecto. Se firma la carta de conformidad entre ambas partes. Fin del servicio. | Día 10 |

CONCLUSIONES

De acuerdo al desarrollo del presente trabajo, podemos considerar que se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La tecnología de equipos para aplicaciones médicas está en constante crecimiento lo cual sugiere que se deben tomar diferentes consideraciones antes de decidir la compra de uno de ellos.
2. En los centros médicos existen equipos de diferentes fabricantes los cuales muchas veces se van a comunicar entre sí. En función a ello se requiere un estándar para todos los equipos médicos a fin de poder establecer correctamente dicha comunicación. Como se ha visto en el presente informe, dicho estándar es el DICOM.
3. El manejo de imágenes médicas no se limita al centro médico donde se generan sino que pueden ser compartidas con otros centros a fin de tener más de una opinión al momento de dar un diagnóstico.
4. Cuando en el centro médico existe una cantidad considerable de equipos y a raíz de ello se genera una gran cantidad de imágenes, con la finalidad de no saturar las estaciones de trabajo de cada equipo, se requiere de un sistema de archivo adicional con una gran capacidad de memoria y que esté interconectado con todas las áreas del centro médico para poder acceder desde cualquier punto a dichas imágenes. Según lo que se ha desarrollado en el presente informe, dicho sistema es el PACS.
5. Los sistemas PACS, si bien es cierto permiten un archivo más eficiente de los estudios, si se interconecta con los sistemas RIS y HIS permitirán además reducir el tiempo que transcurre desde que un paciente ingresa al centro médico hasta que obtiene los resultados del estudio que se haya realizado. Esta situación beneficiará al centro médico ya que al enterarse los pacientes que en dicho centro el tiempo mencionado es corto, optarán por dicho centro al momento de requerir un examen.
6. Los sistemas PACS requieren de una implementación previa la cual consiste en el tendido de la red que va a permitir la conexión entre dicho sistema y los equipos del centro médico. Dicha implementación la realiza el mismo centro médico a través del Área de Ingeniería, la cual se encarga de obtener los datos necesarios a fin de que la red funcione correctamente.

7. La empresa que se encarga de la venta del PACS, antes de instalar los servidores, realiza una inspección a fin de establecer si la red implementada por el centro médico va a permitir el correcto funcionamiento del sistema. En caso encuentre alguna parte defectuosa, estará en la potestad de no instalar el sistema hasta que no se cumplan con todos los requerimientos establecidos.

ANEXO A
ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN

En las unidades de radiología de los hospitales, es muy común encontrarse con equipos de varios fabricantes.

Para las diferentes modalidades de imágenes que se generan; el tratar de integrar todos ellos en un sistema que los manipule es prácticamente imposible. En base a esto, surgió la necesidad de estandarizar el manejo y transmisión de imágenes médicas digitales. Este trabajo se inició en 1983, con la integración de un comité formado por el "**American College of Radiology**" (*ACR*), representando a la comunidad de radiólogos y la "**National Electrical Manufacturers Association**" (*NEMA*), representando a la industria en el área de radiología, de acuerdo a los procedimientos establecidos por *NEMA*. Los objetivos iniciales fueron trabajar con los diferentes problemas de compatibilidad, con el fin de crear una interfaz para los ambientes propietarios de las diferentes modalidades de imágenes.

Específicamente:

- Promover la comunicación entre imágenes digitales independientemente del fabricante que las produjo.
- Ofrecer mayor flexibilidad a los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes.
- Facilitar la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos.

Los estándares fueron evolucionando desde los primeros resultados en los trabajos de estandarización fueron publicados en 1985, **ACR-NEMA Versión 1.0**, en Octubre de 1986 y en Enero de 1988 se realizaron dos revisiones que produjeron una segunda versión, **ACR-NEMA Versión 2.0**, en 1988.

Finalmente en 1993 se dio a conocer la versión **ACR/NEMA DICOM** (Digital Imaging and Communications in Medicine) llamada también **DICOM 3.0**, en la que participaron también varias instituciones de la comunidad internacional como **JIRA** (Japanese Industry Radiology Apparatus) y **CEN** (Comité Européen de Normalisation). Esta versión es considerada como un estándar completo, compatible con las versiones anteriores.

Las principales características de DICOM son:

- 1.-Intercambiabilidad de objetos en redes de comunicación y en medios de almacenamiento a través de protocolos y servicios, manteniendo sin embargo, independencia de la red y del almacenamiento físico. Todo esto a través de comandos definidos por una sintaxis y una semántica, a los que se les asocian datos. Las versiones anteriores sólo ofrecían comunicación punto a punto.
- 2.-Especificación de diferentes niveles de compatibilidad. Explícitamente se describe como definir un determinado nivel de compatibilidad, para escoger sólo opciones

específicas de DICOM. En las versiones anteriores se especifica un nivel mínimo únicamente.

3.-Información explícita de Objetos a través de estructuras de datos, que facilitan su manipulación como entidades autocontenidas. Los Objetos no son únicamente imágenes digitales y gráficas, sino también estudios, reportes, etc.

4.-Identidad de objetos en forma única, como instancias con operaciones permitidas definidas a través de clases.

5.-Flexibilidad al definir nuevos servicios.

6.-Interoperabilidad entre servicios y aplicaciones a través de una configuración definida por el estándar, manteniendo una comunicación eficiente entre el usuario de servicios y el proveedor de los mismos.

7.-Representación de aspectos del mundo real, utilizando objetos compuestos que describen un contexto completo, y objetos normalizados como entidades del mundo real.

8.-Sigue las directivas de ISO en la estructura de su documentación multi-partes. De esta forma facilita su evolución, simplificando la adición de nuevas partes.

Los beneficios obtenidos de estos servicios son el poder crear una interfaz para los diferentes sistemas de información en un hospital, como los Sistemas **PACS** (Picture Archiving Communications System), Sistemas de información de radiología **RIS** (RIS: Radiology Information Systems) y sistemas de información administrativos **HIS** (HIS: Hospital Information Systems). En los sistemas **PACS** es donde su aplicación tiene mayor relevancia, dado que los servicios ofrecidos por DICOM pueden ser utilizados por los diferentes ambientes que generan y utilizan imágenes médicas de diagnóstico, manteniendo interoperabilidad entre ellos.

Para cumplir eficientemente con los requerimientos operativos, cada uno de los componentes del sistema debe especificarse utilizando el estándar DICOM. Para DICOM cada componente de un sistema PACS, debe definir una o más entidades de aplicación (Application Entity: AE), que deben mantener cierto nivel de compatibilidad, de acuerdo a responsabilidades específicas. El objetivo es: evitar problemas de comunicación originados por errores de interpretación en la información.

ANEXO B
CABLEADO ESTRUCTURADO

NORMAS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO

Al ser el cableado estructurado un conjunto de cables y conectores, sus componentes, diseño y técnicas de instalación deben de cumplir con una norma que dé servicio a cualquier tipo de red local de datos, voz y otros sistemas de comunicaciones, sin la necesidad de recurrir a un único proveedor de equipos y programas.

De tal manera que los sistemas de cableado estructurado se instalan de acuerdo a la norma para cableado para telecomunicaciones, EIA/TIA/568-A, emitida en Estados Unidos por la Asociación de la industria de telecomunicaciones, junto con la asociación de la industria electrónica.

EIA/TIA568-A

Estándar ANSI/TIA/EIA-568-A de Alambrado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. El propósito de esta norma es permitir la planeación e instalación de cableado de edificios con muy poco conocimiento de los productos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad.

ANSI/EIA/TIA emiten una serie de normas que complementan la 568-A, que es la norma general de cableado:

Estándar ANSI/TIA/EIA-569-A de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. Define la infraestructura del cableado de telecomunicaciones, a través de tubería, registros, pozos, trincheras, canal, entre otros, para su buen funcionamiento y desarrollo del futuro.

EIA/TIA 570, establece el cableado de uso residencial y de pequeños negocios.

Estándar ANSI/TIA/EIA-606 de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.

EIA/TIA 607, define al sistema de tierra física y el de alimentación bajo las cuales se deberán de operar y proteger los elementos del sistema estructurado.

Las normas EIA/TIA fueron creadas como norma de industria en un país, pero se ha empleado como norma internacional por ser de las primeras en crearse. ISO/IEC 11801, es otra norma internacional.

Las normas ofrecen muchas recomendaciones y evitan problemas en la instalación del mismo, pero básicamente protegen la inversión del cliente.

Elementos principales de un cableado estructurado:

El Cableado estructurado, es un sistema de cableado capaz de integrar tanto a los servicios de voz, datos y vídeo, como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta.

El cableado estructurado tiende a estandarizar los sistemas de transmisión de

información al integrar diferentes medios para soportar toda clase de tráfico, controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio.

Cableado Horizontal:

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo de telecomunicaciones (Work Area Outlet, WAO) hasta el cuarto de telecomunicaciones.

Cableado del Backbone:

El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado del backbone incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.

Cuarto de Equipo:

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y/o conmutador de video. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones.

Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo. Los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

Sistema de Puesta a Tierra y Punteado:

El sistema de puesta a tierra y puenteado establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno.

Cuarto de Telecomunicaciones:

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado. El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar,

además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable (CATV), alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones.

Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jaume Gili, "Introducción Biofísica a la Resonancia Magnética en Neuroimagen", 2002.
2. Evert J Blink, "Magnetic Resonance Imaging Physics", 2000.
3. General Electric Healthcare, "Magnet Resonance Basic Course", 2009.
4. General Electric Healthcare, "Nuclear Medicine Basic Course", 2004.
5. General Electric Healthcare, "Ultrasound Principles", 2001.
6. General Electric Healthcare, "Tomography Basic Course", 2008.
7. General Electric Healthcare, "Fluoroscopic Fundamentals Course", 2004.
8. Javier Pascau, "Seminario sobre Almacenamiento y Distribución de imágenes médicas", 2004.
9. Sandy Prieto Reyes, Dennis Salcedo López y Oscar Torres Romero "Central de procesamiento de imágenes médicas", 2005.
10. Marcela Rincón y Alejandra Rodríguez, "Sistemas PACS y El Formato DICOM", Programa de Ingeniería Biomédica de la Escuela de Ingeniería de Antioquia.
11. Salvador Olmos, "Imagen Médica", Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón, 2007.
12. Rafael Sanguinetti, "El Desafío de la Imagen Digital en Medicina".
13. Viviana Rotger, Luis Rocha y Juan Olivera, "Ingeniería Clínica: Digitalización De Imágenes Médicas".
14. Centrity Rispacs General Electric, "Rispacs Server, Installation Manual", 2004.
15. M. Carmen Juan Lizandra, Carlos Monserrat Aranda y José Hernández Orallo, "Síntesis de Imágenes en Imagen Médica".
16. Centrity PACS General Electric, "GE PACS – Basics On Its Architecture", 2005.
17. Centrity PACS General Electric, "PACS, System Overview Manual", 2006.
18. Centrity PACS General Electric, "RIS/PACS, System and Subsystem Pre-Installation Service Manual", 2004.
19. Centrity Pacs General Electricom, "IIS Deep Diving Training", 2005.
20. John Wiley, "Medical Imaging: Principles, Detectors and Electronics" Sons Publications – Estados Unidos, 2009.