

# DICOM PARA PATÓLOGOS, BIÓLOGOS Y TEAP

Marcial García Rojo

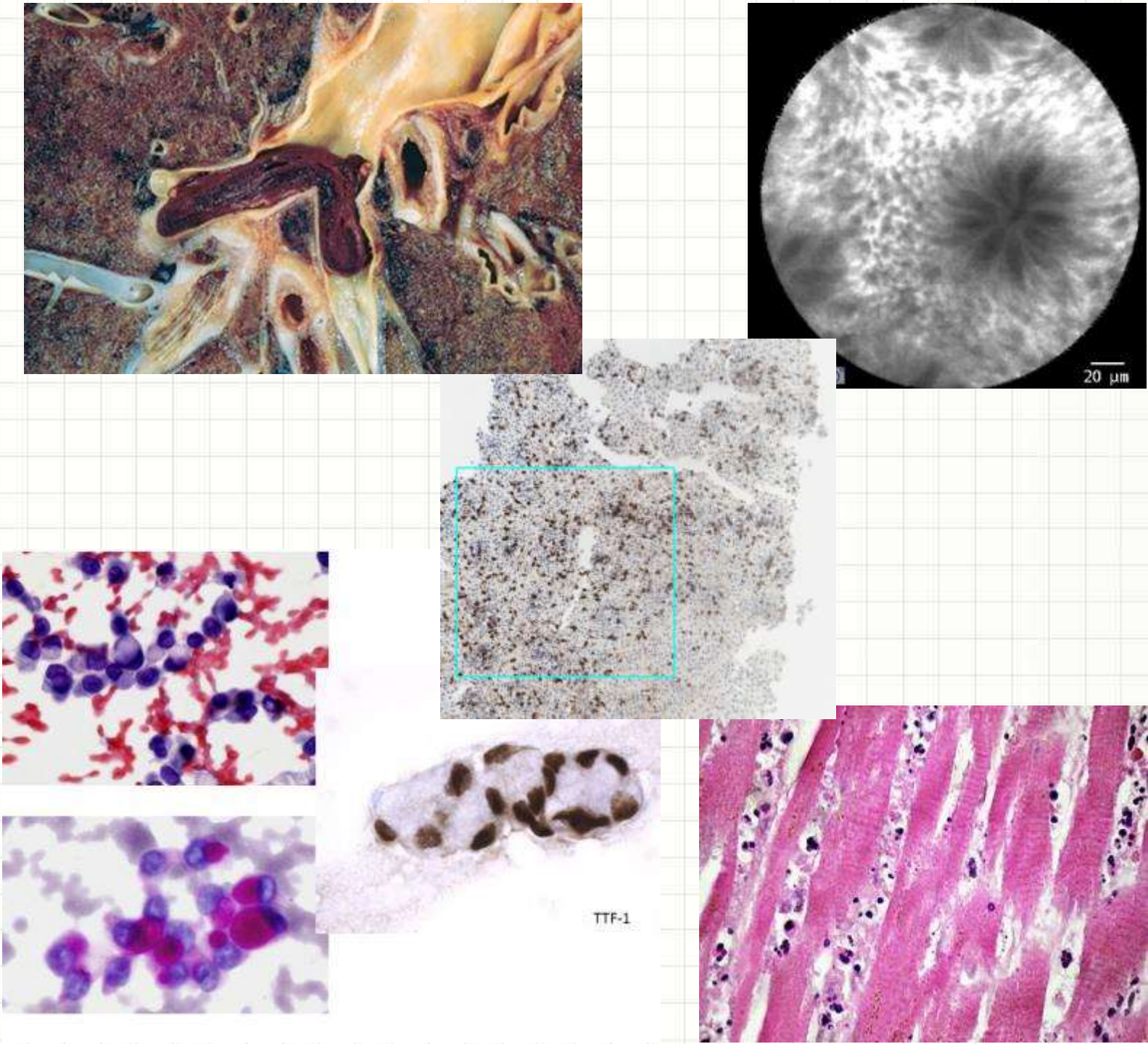
Hospital de Jerez. Cádiz. España

Vicepresidente

Sociedad Española de Informática de la Salud

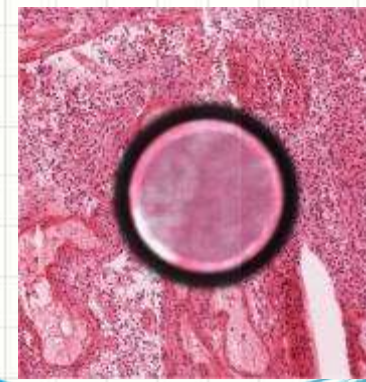


# Múltiples fuentes de imágenes

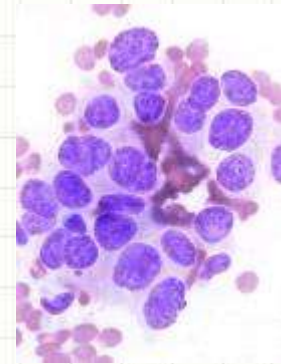
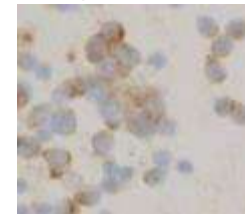




# Retos principales



- Tamaño de las imágenes microscópicas
- Velocidad de escaneado
- Calidad de la imagen
- Formatos de imágenes “propietarios”
- Eficiencia en el uso de análisis de imagen
- Gestión de imagen basada en espécimen
- Falta de experiencia



# ¿Qué es DICOM?

Para realizar un gestión eficiente de imágenes y de las datos de pacientes asociados a las mismas, los grandes repositorios de imagen se basan en un **Picture Archiving and Communication System (PACS)** central, al que nos conectamos a través de la norma DICOM de intercambio de imágenes

<http://medical.nema.org/>





# ¿Por qué DICOM?

Excelentes **resultados** in Radiología

Uso **directo** de “imágenes pequeñas”: macroscopía

Dos **cambios** importantes en DICOM para adaptarlo a patología:

- **Espécimen**, no paciente
- Las imágenes grandes no se pueden guardar directamente (**límite** en filas/columnas) → **dividirlas** en series



# Un PACS para todo

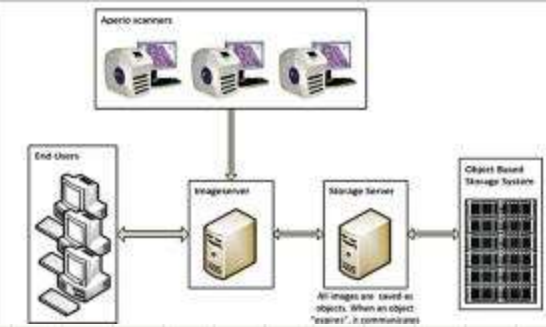


- El PACS **almacena, recupera, distribuye y transmite** imágenes.
- El PCAS acepta imagen de múltiples fuentes (no sólo radiología, como TAC, o radiografía simple, ecografía, sino imágenes de otras especialidades como vídeos de angiografías o de endoscopia).
- **Cada dispositivo capaz de enviar una imagen al PACS de llama "Modalidad"**. En patología:
  - **Cámaras de uso manual (p. ej. Autopsia)**
  - **Sistemas de imagen macroscópica** (macrofotografía o vídeo digital)
  - **Fotodocumentación en patología molecular** (p.ej. geles electroforesis, blotting e hibridación, citogenética, etc.)
  - **Cámara digital acoplada a microscopio** (fotomicroscopía)
  - **Escáner de preparaciones o WSI** (y análisis de imagen)

# Descargar DICOM (texto, no sfw)

- Disponible la versión 2014c de DICOM en FTP de NEMA:
- <ftp://medical.nema.org/MEDICAL/Dicom/current/>
- Página web de David Clunie:
- <http://www.dclunie.com/dicom-status/status.html>

# PACS y DICOM

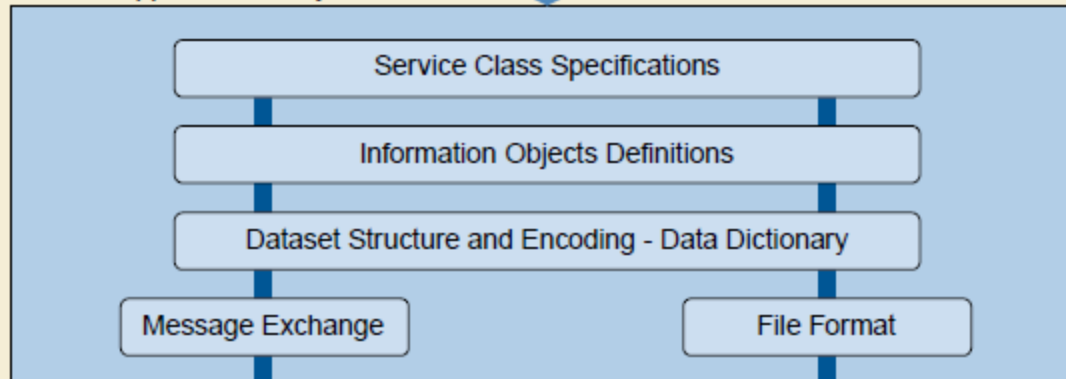


- Para que las distintas modalidades trabajen juntas (en red TCP-IP), hace falta un protocolo común: DICOM, el cual:
  - Asigna **roles** a cada sistema (enviar, recibir,...)
  - Define qué **mensajes** (información) deben intercambiarse:
    - Modality Worklist (MWL)
    - Modality Performed Procedure Step (MPPS)
    - Storage Commitment (STC)



Medical Images  
and related information

DICOM Application Entity



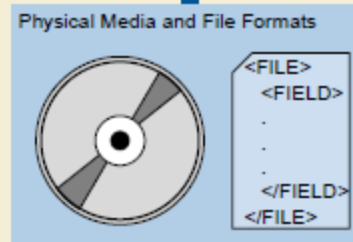
BOUNDARY: DICOM Upper Layer Service

BOUNDARY: DICOM Basic File Service

DICOM Upper Layer

Security Layer  
(Optional)

Security Layer  
(Optional)



TCP/IP Transport Layer

Network Exchange  
On-Line Communication

Media Storage Interchange  
Off-Line Communication

# Partes de la norma DICOM

- PS3.1: Introduction and Overview (this document)
- PS3.2: Conformance
- PS3.3: Information Object Definitions
- PS3.4: Service Class Specifications
- PS3.5: Data Structures and Encoding
- PS3.6: Data Dictionary
- PS3.7: Message Exchange
- PS3.8: Network Communication Support for Message Exchange
- PS3.9: Retired
- PS3.10: Media Storage and File Format for Media Interchange
- PS3.11: Media Storage Application Profiles
- PS3.12: Formats and Physical Media
- PS3.13: Retired
- PS3.14: Grayscale Standard Display Function
- PS3.15: Security and System Management Profiles
- PS3.16: Content Mapping Resource
- PS3.17: Explanatory Information
- PS3.18: Web Services
- PS3.19: Application Hosting
- PS3.20: Transformation of DICOM to and from HL7 Standards

# DICOM, paso a paso: Planificar

1. “Voy a escanear una preparación”. Convertir la información del programa de anatomía patológica (SIAP: paciente, topográfico, número de bloque, tinción, ¿a qué aumento?, ¿toda la preparación?...) en servicios DICOM: mensajes HL7 →
  - a) se formatea a lista de trabajo (“worklist”) DICOM y
  - b) se planifica (“scheduling”)





# Radiología frente a Patología

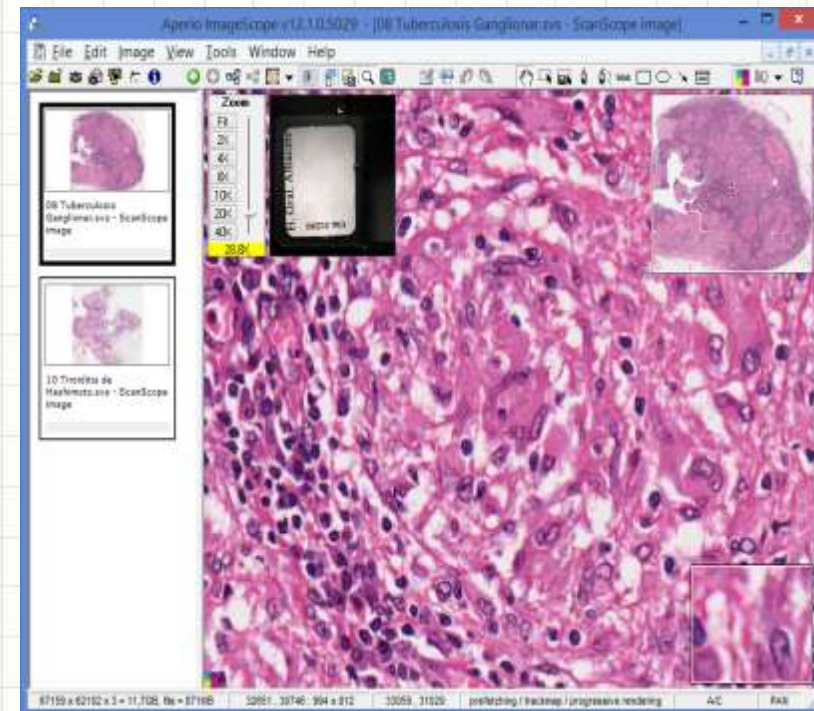
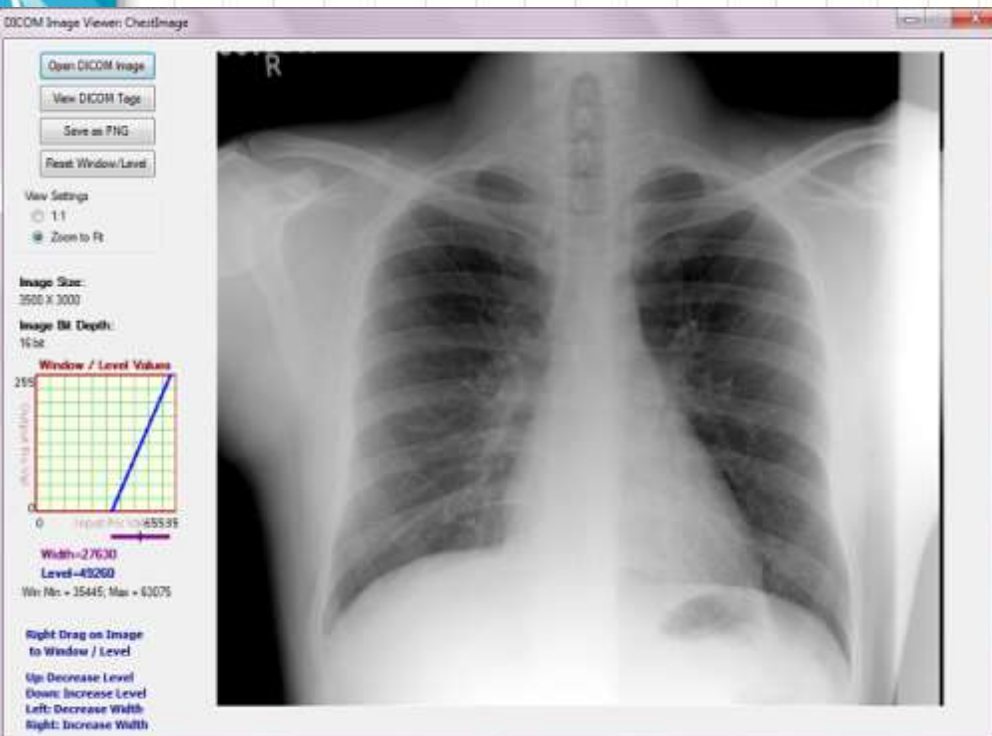
## El sujeto de imagen es

### Radiología: Un paciente

- “Modality worklist” **no** requiere el módulo espécimen

### Patología: Una muestra (espécimen de un paciente)

- “Modality worklist” **sí** requiere el módulo espécimen



# Tipos de modalidades en DICOM

- AU Audio
- CR Computed Radiography
- CT Computed Tomography
- DOC Document
- ES Endoscopy
- MG Mammography
- OP Ophthalmic Photography
- PT Positron emission tomography (PET)
- US Ultrasound
- **GM General Microscopy (para fotos microscópicas)**
- OCT Optical Coherence Tomography
- OT Other
- **SM Slide Microscopy (preparaciones digitales o WSI)**
- XC External-camera Photography



# DICOM paso a paso: confirmar y listado imágenes



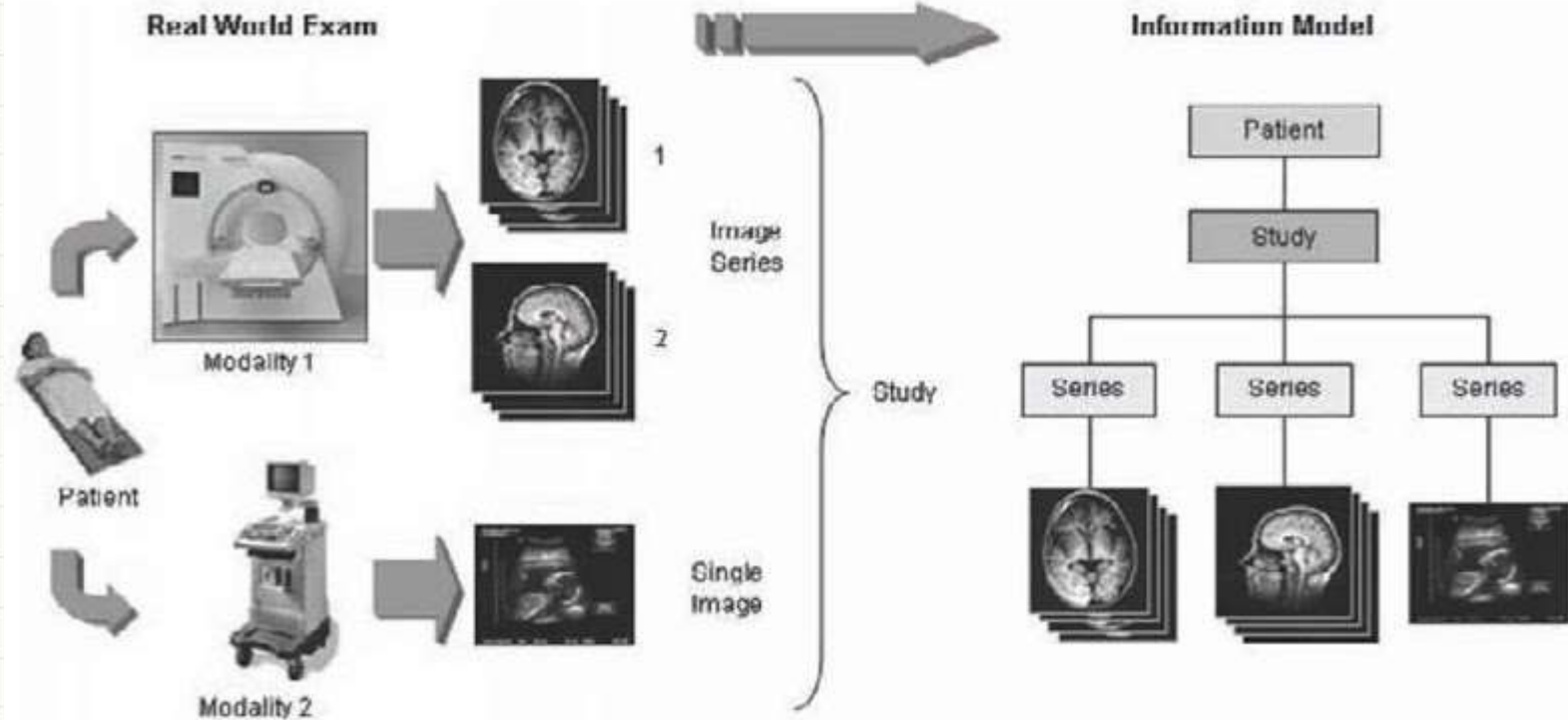
2. Servicio “Modality Performed Procedure Step”
  - a) El escáner envía las imágenes al PACS
  - b) El escáner informa al SIAP que hay imágenes disponibles y envía las características de esas imágenes.
3. El visor de preparaciones obtiene la lista de imágenes de un estudio, una muestra o un bloque (servicio “Image Query”)



# Definiciones de los **Objetos de Información (IOD)**

- Cada IOD es una colección de **módulos**.
- Cada módulo es una colección de **atributos** que definen un objeto (una preparación digital)
- Para WSI, el IOD se llama “Whole Slide Microscopic Image IOD”

# Objetos y clases



Mundo real (objetos reales):  
Entidades de Información  
(IE)

Representación DICOM:  
"Information Object Definitions (IOD's)

# Definiciones de los Objetos de Información (IOD) en Patología

- Visible Light (VL) **photographic image** (fotos macroscópicas)
- VL **Microscopic** Image IOD (fotos microscópicas)
- VL Slide-**Coordinates** Microscopic Image IOD (atributos de coordenadas de foto fija)
- VL **Whole Slide** Microscopy IOD



# Módulos en el VL Whole Slide Microscopy IOD (1 de 2)

Information Entity (IE)	Module	Usage
Patient	Patient	M – Mandatory
	Clinical Trial Subject	U – User optional
Study	General Study	M – Mandatory
	Patient Study	U – User optional
	Clinical Trial Study	U – User optional
Series	General Series	M – Mandatory
	Whole Slide Microscopy Series	M – Mandatory
	Clinical Trial Series	U – User optional
Frame of Reference	Frame of Reference	M – Mandatory
Equipment	General Equipment	M – Mandatory
	Enhanced General	M – Mandatory

# Módulos en el VL Whole Slide Microscopy IOD (2 de 2)

Information Entity (IE)	Module	Usage
Image	Image Pixel	M – Mandatory
	Acquisition Context	M – Mandatory
	Multi-frame Functional Groups	M – Mandatory
	Multi-frame Dimension	M – Mandatory
	Specimen	M – Mandatory
	Whole Slide Microscopy Image	M – Mandatory
	Optical Path	M – Mandatory
	Multi-Resolution Navigation	C – Maybe Required
	Slide Label	C – Maybe Required
	SOP Common	M – Mandatory

# Atributos (algunos ejemplos)

Attribute Name	Descripción del atributo
Image Type	Imagen original o derivada de otra imagen, o se trata de una captura de la etiqueta de la preparación.
Imaged Volume Width	Ancho de toda la imagen (distancia en la dirección de las filas de cada “frame”) en mm.
Focus Method	Método de enfoque (manual/automático)
Number of Focal Planes	Número de planos si hay profundidad de campo
Total Pixel Matrix Columns	Número total de columnas en la matriz de píxeles (ancho de la imagen en píxeles)
Lossy Image Compression	La imagen ha sufrido compresión con pérdida (No: 00; Sí: 01)



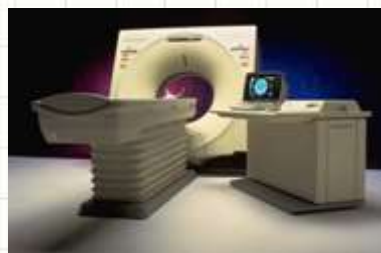
# Servicios DICOM

- Servicios son acciones concretas (p. ej. almacenar)
- Se combina un servicio + un IOD, a eso se llama Clase “Service Object Pair” (SOP)
- Las **aplicaciones deben especificar qué clases SOP cumplen** para conectarse entre sí. Al menos deben tener una clase SOP en común.
- El par servicio-objeto (SOP) debe indicar **qué** acciones va a realizar **y cómo** lo va a hacer

# Ejemplos de servicios DICOM

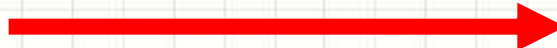
## Roles cliente y servidor

### Modalidad TAC

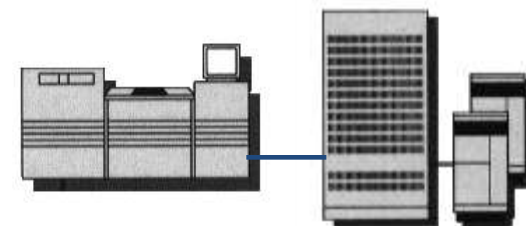


**SCU Almacenamiento**

Pido que se almacene  
este estudio de TAC



### Archivo PACS



**SCP Almacenamiento**

### Modalidad Virtual Slide

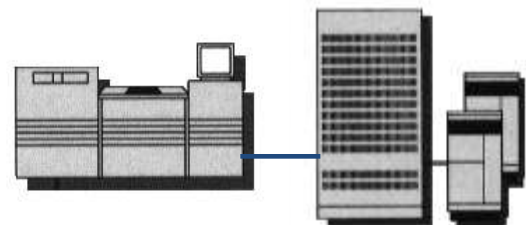


**SCU Almacenamiento**

Pido que se almacene  
Preparaciones digitales



### Archivo PACS



**SCP Almacenamiento**

SCU: Service Class User

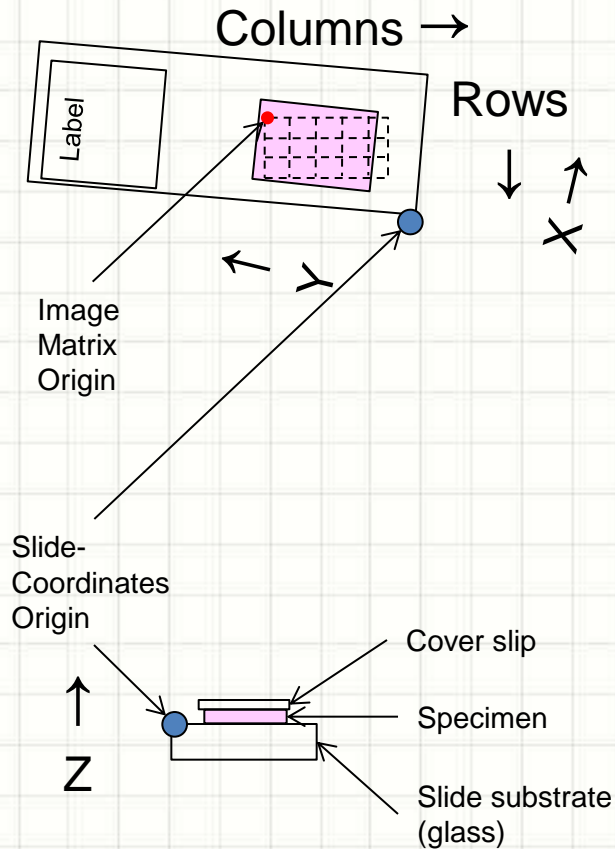
SCP: Service Class Provider

# Ejercicio

Un escáner quiere mandar imágenes al PACS

- ¿El escáner es usuario (SCU) o proveedor (SCP)?
  - **“Service Class User” (SCU)**
- ¿Qué servicio DICOM avisa al SIAP de los atributos de una imagen escaneada?
  - **“Modality Performed Procedure Step”**
- ¿El PACS siempre acepta las imágenes?
  - **No, sólo si escáner y PACS comparten al menos una clase SOP (par objeto-servicio) completa**

# WSI Image Pixel Matrix



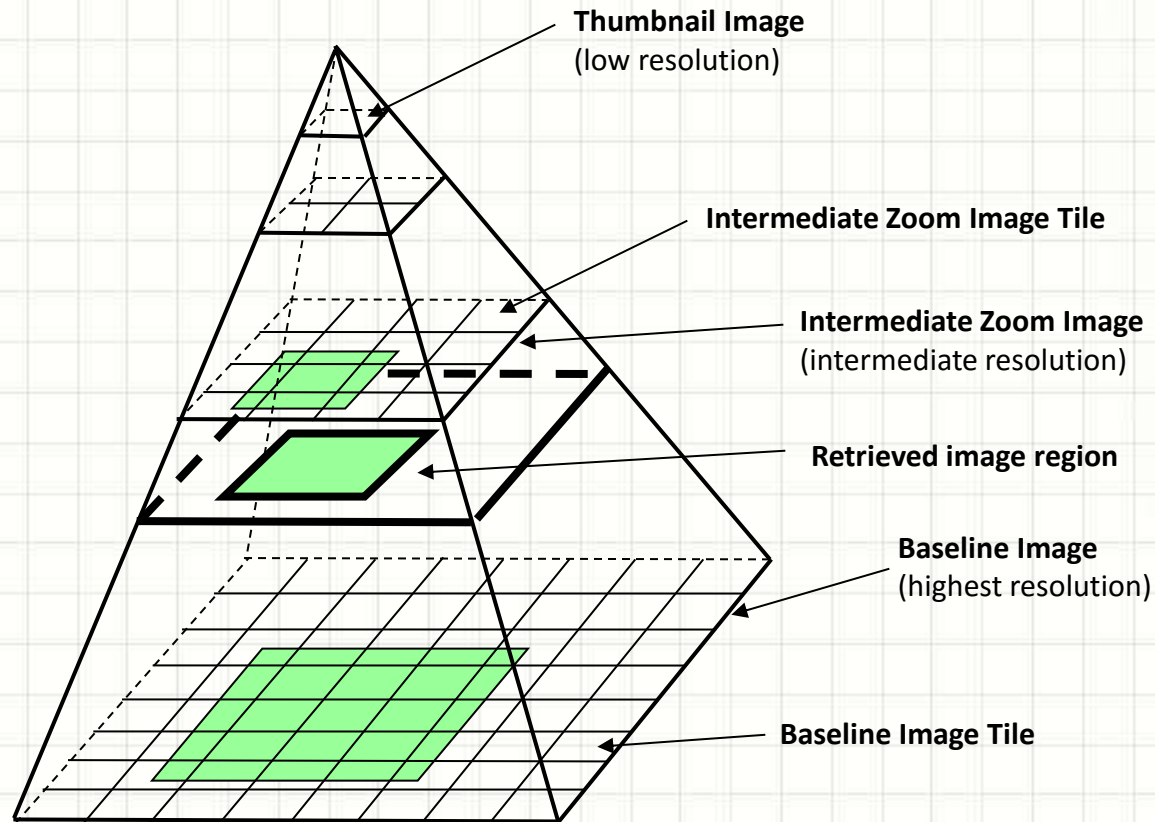
- Image Matrix not necessarily aligned to slide edge, nor to Slide-Coordinates
- Image Matrix origin (top left hand corner) located relative to Slide-Coordinates Frame of Reference origin (X,Y in mm)
- Direction of rows and columns given as cosines in Slide-Coordinates Frame of Reference
- Each tile (frame) TLHC located relative to Image Matrix origin (column, row)
- Each tile *center* located relative to Slide-Coordinates origin (X,Y in mm)



## Description of Problem

# Characteristics of WSI

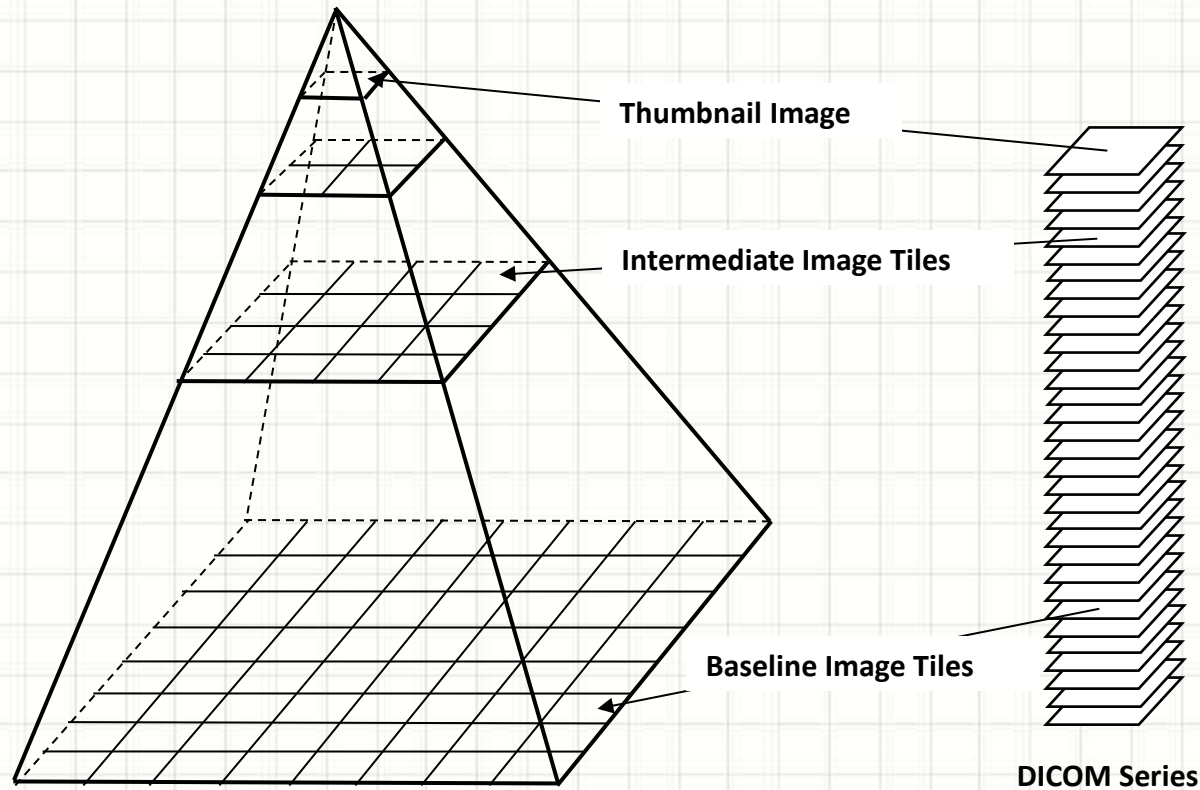
## Pyramid addresses zooming



# Description of Proposed Solution

## Store WSI Pyramid as DICOM Series

Each “tile” of each level of each plane of WSI corresponds to image in series

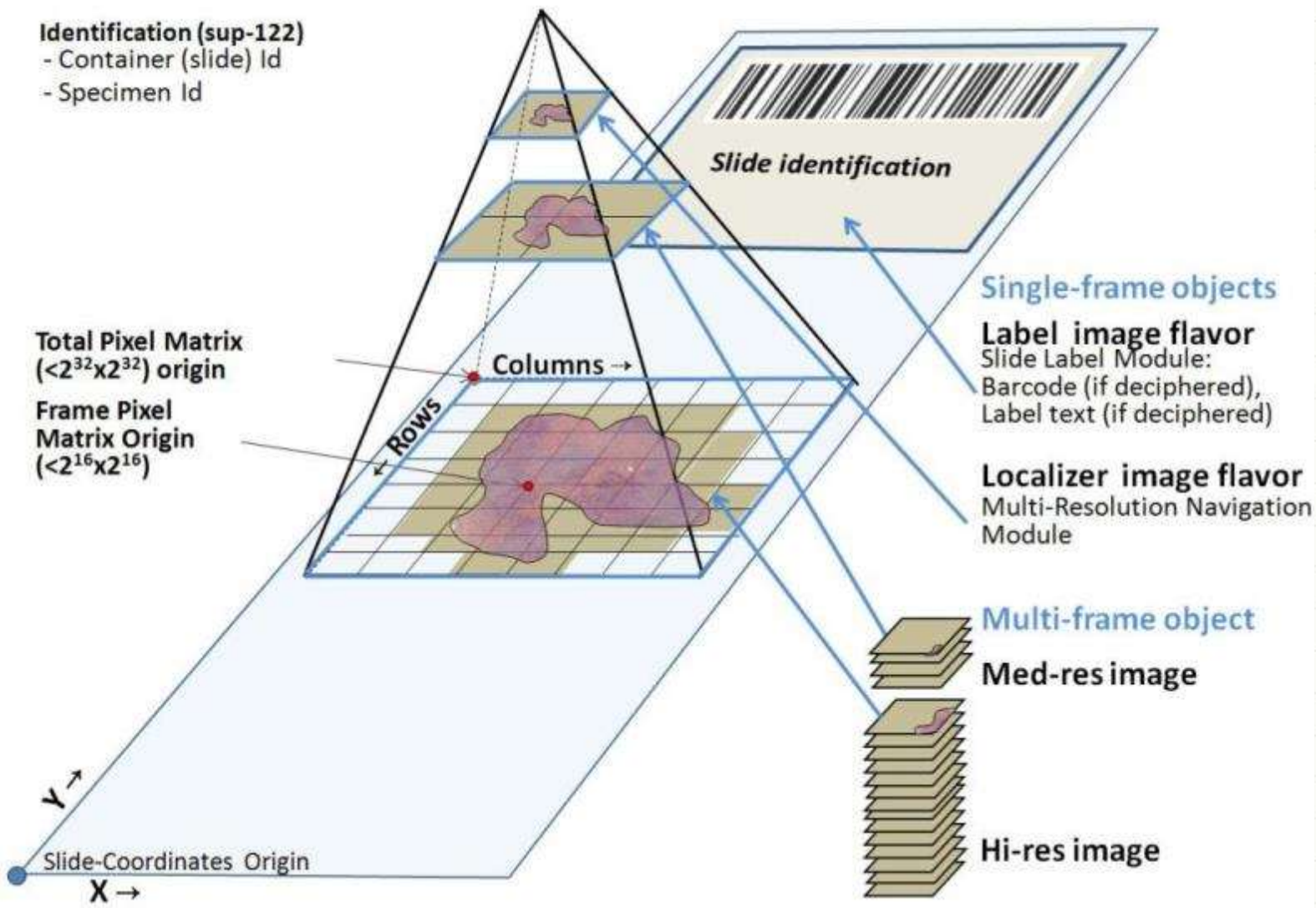


# DICOM supplemento 145



**Identification (sup-122)**  
- Container (slide) Id  
- Specimen Id

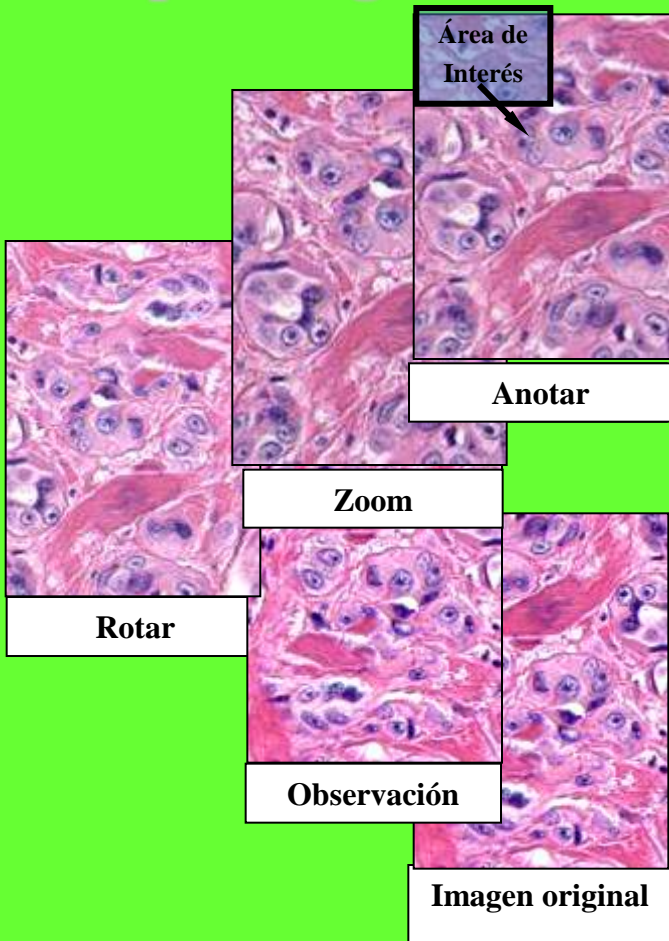
**Total Pixel Matrix**  
( $<2^{32} \times 2^{32}$ ) origin  
**Frame Pixel Matrix Origin**  
( $<2^{16} \times 2^{16}$ )





# Presentación coherente

## El patólogo ve esto:



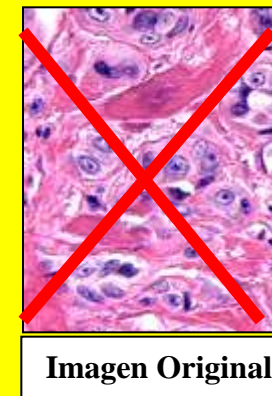
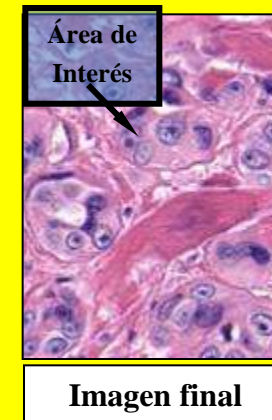
*Imagen Original & Estado Presentación*

Los Cambios realizados por el Patólogo son Guardados

*Imagen Original*

Los Cambios realizados por el Patólogo se Pierden

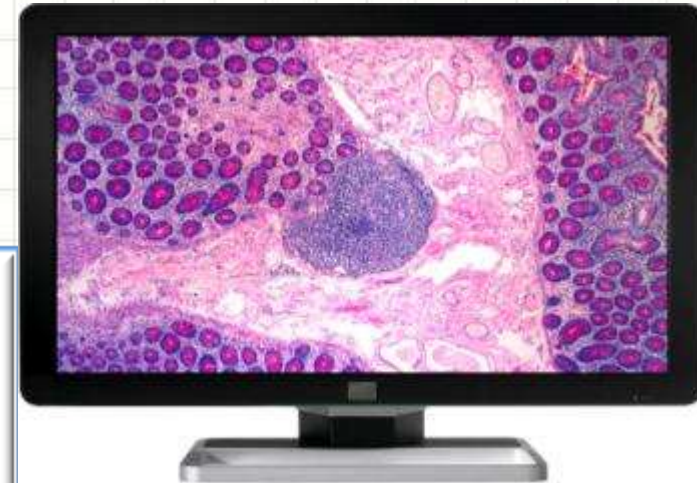
## El clínico ve esto:





# Monitores

- Monitores de **calidad diagnóstica** (aprobados por FDA para mamografía o Rx convencional)
- Coste: 2.000 – 15.000 euros
- Desde 2 MP (61 cm/24,1") hasta 8 MP (79 cm /31,1")
- 4 MP (76 cm/30,0") es óptimo



# Monitores

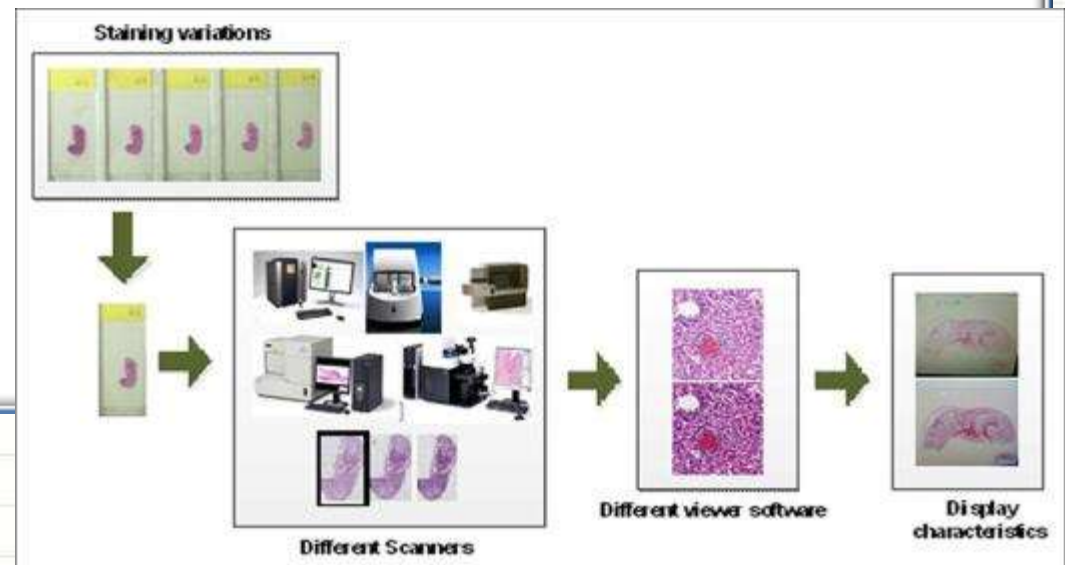
- Calidad técnica del monitor
- Calibración de color:
  - DICOM Parte 14: “Grayscale Display Function (GSDF)”.
  - Los monitores de calidad clínica se calibran en la fábrica
  - Los monitores de consumo y las tarjetas de vídeo también se pueden calibrar siguiendo el DICOM Part 14 GSDF
  - La llamada “lookup table (gamma correction table)” es donde se almacenan los factores de corrección de la calibración DICOM (en el monitor o en la tarjeta de vídeo)

# Perfiles ICC

- Se pueden utilizar los perfiles del Consorcio Internacional de Color (ICC) para normalizar los colores en dispositivos de imágenes , sobre todo cuando hay que intercambiar información de color entre diversos dispositivos. DICOM permite incluir perfiles ICC.

# Importancia de la corrección de color

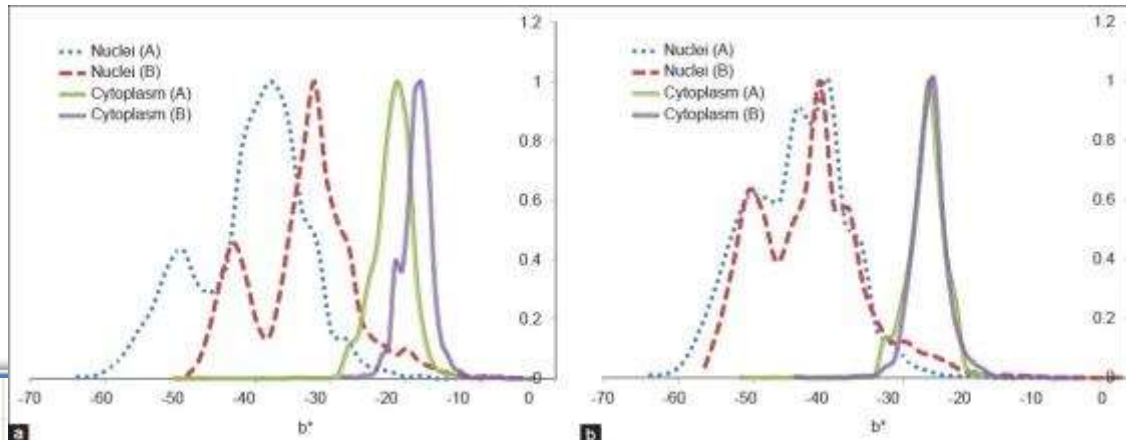
- Los patólogos trabajan mejor con una buena calibración de color
- No hay un consenso en formato de imagen, compresión ni color. Los escáneres y los visores son factores que pueden afectar al color





# Corrección de color

- Se propone utilizar una preparación normalizada para calibrar el color del escáner, el visor y el monitor



# DICOM y anatomía patológica

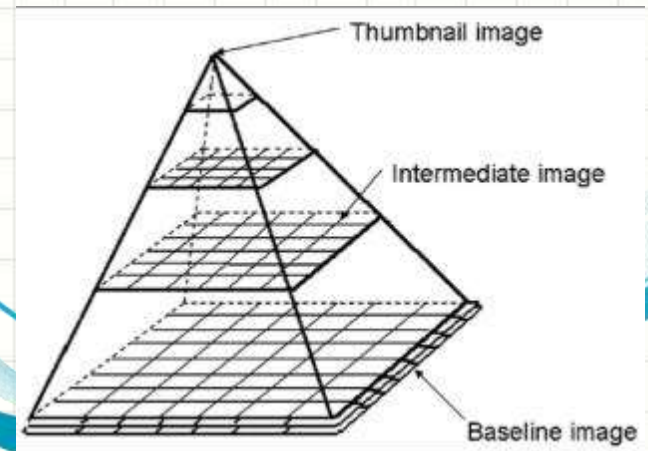
- Suplemento 122 (año 2008). Define atributos para el modelo de espécimen en DICOM → Todos los módulos IOD tuvieron que añadir el módulo “Specimen”
- Suplemento 145 (año 2010). Gestionar preparaciones: Define el IOD de WSI y concepto de “tiling” (fragmentar imagen)
- Suplementos 61 y 105 (JPEG2000) y 106 (JPIP). Implementado en 2005 en SESCAM
- DICOM no incluye recomendaciones sobre formato de ficheros en WSI.

# Patentes en DICOM

Storing and retrieving large images via dicom

US 20120099769 A1

Owner name: LEICA BIOSYSTEMS IMAGING, INC.,  
CALIFORNIA



- All of the regions at the same resolution in the digital slide or other large image are collectively identified as a **DICOM series**
- Several DICOM series, representing multiple resolution levels in a digital slide are collectively identified and stored as a **DICOM study**

Entrevista a Juan Tatay, director general de Kanteron Systems: "El emprendedor nunca debe dar las cosas por establecido y no dejarse llevar"

Juan Tatay, director general de Kanteron Systems: "El emprendedor nunca debe dar las cosas por establecido y no dejarse llevar"

Director General de Kanteron Systems



**¿Qué competencia tiene Kanteron en su ámbito de acción? ¿Qué valor añadido ofrece?**

No tenemos competencia dentro del ámbito de la patología digital DICOM. Ahora mismo, y que nosotros sepamos, somos los únicos que tenemos una solución de almacenamiento de patología respetando el estándar DICOM. Competencia en patología digital hay, lo que es escanear un portaobjetos en alta resolución y poder visualizar esas imágenes ya se hace, lo que no se hace es en el estándar DICOM y lo que no suele ser ya fácil es que esas imágenes, que suelen ser muy grandes, se puedan transferir por Internet, lo que supone que no se pueda acceder por ejemplo a segundas opiniones o que no puedan servir para temas académicos. Ahí es donde estamos focalizando nuestros esfuerzos y donde sí podemos decir que no tenemos competencia.

*Kanteron Systems, Juan Tatay, explica en esta entrevista cuál ha sido su trayectoria desde sus inicios hasta su expansión internacional y qué ha conseguido para recibir importantes galardones a nivel mundial que han reconocido su posición y han reconocido su labor en el terreno de la*



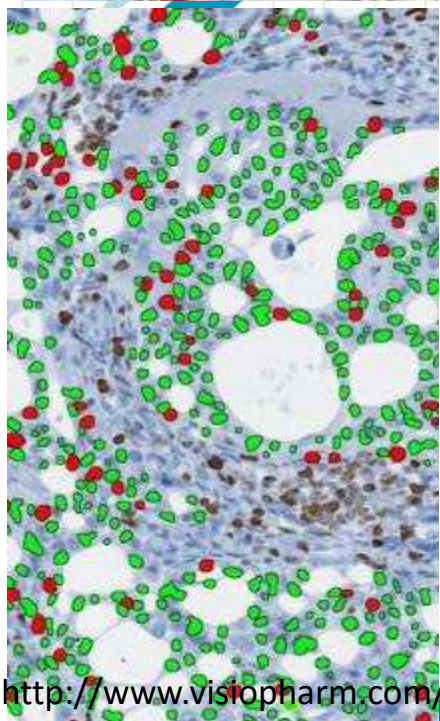
# Cambios necesarios en el SIAP

- Our LIS could not implement SUP 122 without major changes
- This is not about DICOM, this is about our LIS systems
- The study showed serious limitations in the information model and implementation of our LIS when it comes to specimen level information
- Narrative field that contain data on multiple specimens (parts and blocks) are serious problems
- Histology data is not stored in sufficient detail
- Dictionaries are poorly implemented

# Promover uso de DICOM



- Leica ha anunciado licencia gratuita (Conditions?) WG26 está clarificándolo
- No hay un formato común → se acepta compresión con pérdida y diferentes formatos. Dos opciones:
  - Usar algoritmos sin pérdida (Radiología)
  - Acordar un formato común
- Estándar para análisis de imagen



# El papel del patólogo

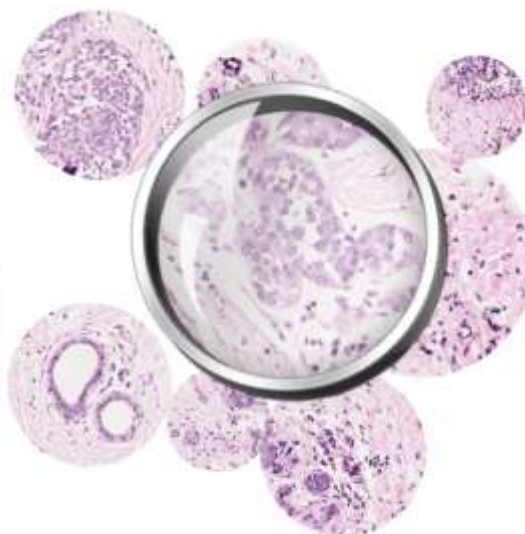
- Liderar los esfuerzos de normalización.
- Participar en DICOM WG26, HL7, IHE
- Pedir a las empresas que implementen las normas internacionales
- Incluir el cumplimiento de las normas en la certificación de patología digital
- *Proyectos de investigación: AIDPATH*



<http://aidpath.eu/>



# AID PATH



## Academia and Industry Collaboration for Digital Pathology

<http://aidpath.eu>

[grupo.visilab@uclm.es](mailto:grupo.visilab@uclm.es)

EC Project - FP7-PEOPLE-2013-IAPP  
Marie Curie Action

<http://visilab.etsii.uclm.es>

IP: Gloria Bueno







**Northern Inyo County Local Hospital District  
Bishop, CA, EE. UU.**



# Conclusiones

1

- Las normas internacionales de imagen ya se han desarrollado pero faltan probarlas en entornos reales

2

- Hay confusión en el mercado por patentes que impiden el uso de algunas normas disponibles

3

- Crear guías internacionales para el uso de patología digital, incluyendo las normas ya aceptadas

¿PREGUNTAS?

marcial@seis.es

**III Curso de Patología Digital**

Jerez de la  
Frontera, Cádiz  
26-28 de noviembre 2014

**SEAP-IAP**  
Sociedad Española de Anatomía Patológica  
Patología Analítica y Diagnóstico

Club de Patología Digital de la SEAP  
www.conganat.org