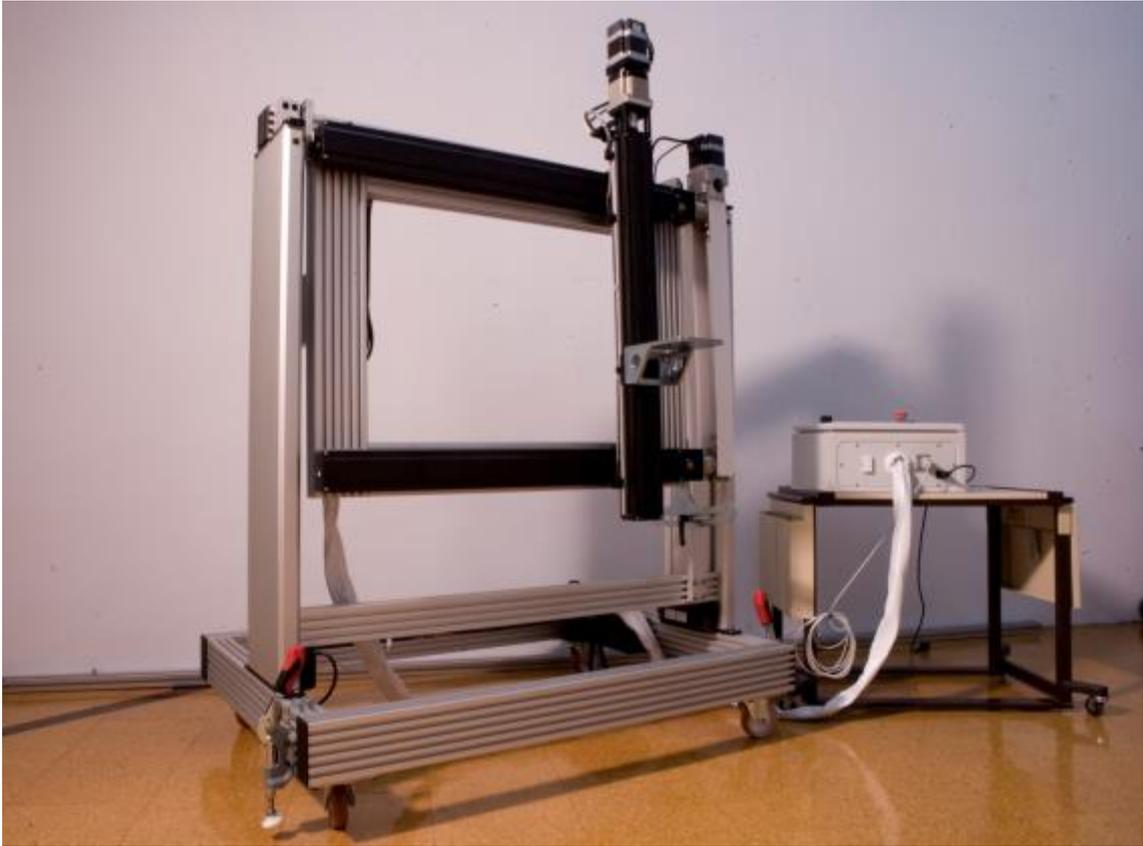


LA INVESTIGACIÓN APLICADA AL ESTUDIO DE OBRAS DE ARTE MEDIANTE EL ANÁLISIS MULTIESPECTRAL E HIPERESPECTRAL EN EL RANGO INFRARROJO		PNIC2013/01
P2. PROGRAMA DE MATERIALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS		
INVESTIGADOR PRINCIPAL	Tomás Antelo Sánchez (IPCE) y José Manuel Menéndez García (UPM)	
ENTIDADES PARTICIPANTES	IPCE, Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y VISIONA I.P.	
PERIODO	2013-2015	FINALIZADO
PRESUPUESTO/ €	21.659,00 €	
OBJETIVOS	<p>La investigación sobre la mejora, implementación y aplicación de técnicas de imagen en el rango infrarrojo para el estudio de obras de arte, en este periodo, contempla los siguientes aspectos fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del funcionamiento y capacidades del sistema diseñado, construido y puesto en marcha en los años anteriores. • Comprobación de las herramientas hardware y software del sistema y definición de parámetros de velocidad y precisión del movimiento para las capturas reflectográficas, que permitan el estudio del dibujo subyacente. • Diseño de un protocolo de actuación para la adquisición de imágenes y formación del mosaico reflectográfico en banda ancha y estrecha. • Verificación del sistema para el trabajo <i>in situ</i>. • Toma de datos hiperespectrales y obtención de espectros de reflectancia difusa, para el rango de 1000 a 1700 nanómetros, de muestras de materiales relacionados con los bienes culturales (pintura, documentos y piedra). • Valoración de los resultados obtenidos y elaboración de conclusiones. • Difusión de resultados mediante herramientas electrónicas, publicaciones, participación en congresos y organización de una jornada de trabajo que permita difundir los resultados entre los profesionales. 	
INNOVACIÓN	Entre las técnicas de imagen más ampliamente utilizadas por cuantos centros se dedican al estudio de obras de arte están la radiografía, la fotografía, la fluorescencia inducida por radiación ultravioleta y la reflectografía. Todas ellas utilizan las radiaciones electromagnéticas según sus propiedades en los diferentes rangos del espectro: rayos X, luz visible y radiación infrarroja. Para el caso del rango visible e infrarrojo las técnicas más utilizadas trabajan en ventanas espectrales amplias, es decir, 400 nanómetros en el caso de la fotografía (abarcando todo el campo de luz blanca) y 800 en el caso de la reflectografía de infrarrojos con cámaras de Indio Galio y Arsénico (cámaras InGaAs) que ofrecen hoy en día los mejores resultados. Los avances en investigación con estas técnicas se encaminan hacia al desarrollo de métodos de observación y tratamiento de imagen en ventanas espectrales más pequeñas. Así, las técnicas	

	<p>de imagen multiespectral se definen como las que obtienen resultados en ventanas o bandas espectrales discontinuas, normalmente menores de 10. Las hiperespectrales quedan definidas como las que emplean un análisis por bandas en un rango prácticamente continuo del espectro. Es en el campo del visible en donde la instrumentación necesaria para las técnicas de imagen multiespectral e hiperespectral ha alcanzado la madurez comercial necesaria y se aplican ampliamente en numerosos sectores industriales.</p> <p>En nuestro país, en el campo del arte, la práctica de estas técnicas es casi inexistente y lo poco que se hace es utilizando 3 ó 4 ventanas de observación en anchas bandas espectrales dentro de un mismo rango. Sin embargo en un número aún pequeño de centros de investigación en el resto del mundo se han conseguido resultados importantes para el campo del arte al trabajar con anchos de banda de unos pocos nanómetros. En el campo del infrarrojo las técnicas de imagen multiespectral e hiperespectral para el campo del arte están en las primeras etapas del proceso de investigación</p>
<p>IMPACTO / APLICACIONES</p>	<p>El conjunto de aportaciones posibles de las técnicas multiespectrales e hiperespectrales a la conservación del patrimonio abarcan los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección de daños e intervenciones antiguas no visibles con métodos tradicionales. • Reproducción cromática de superficies bajo cualquier iluminante y detección de variaciones de color imperceptibles al ojo humano. • Monitorización de procesos de conservación en los que sea necesario conocer el antes y el después de acciones como por ejemplo perjuicios ocasionados por degradación de materiales, transporte, exposición o la utilización de una nueva técnica en estudio. • Detección de humedad en muros, utilizando la banda de absorción del agua alrededor de 1,4 micras. • Identificación de pigmentos mayoritarios y mapas de distribución de los mismos. • Observación del dibujo subyacente, capas de pintura subyacente y cambios de composición en pintura y en dibujo
<p>VINCULACIÓN A OTROS PROYECTOS NACIONALES O INTERNACIONALES</p>	<p>Este proyecto está íntimamente relacionado con el de I+D+i de convocatoria oficial de referencia: (HAR 2012-32720) Título del proyecto: Formación del pintor y práctica de la pintura en los reinos hispanos (1350-1500) Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad Entidades participantes: Universidad Complutense de Madrid, Instituto de Patrimonio Cultural de España, la Universidad de Castilla-La Mancha y el Museo del Prado Duración, desde: 2012-2016 Investigador responsable: Dr. Matilde Miquel Juan</p>
<p>DIFUSIÓN PUBLICACIONES RECIENTES ENLACES DIGITALES</p>	<p>El proyecto ha sido presentado en congresos, cursos y jornadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - VARIM 2.0. Imagen multiespectral e hiperespectral en el infrarrojo. Jornadas: Ciencia y el Arte V. Ciencias y tecnologías aplicadas a la conservación del patrimonio. Museo Reina Sofía. 2014. - El Taller de Fernando Gallego desde la radiografía y la reflectografía.

	<p>Curso: Análisis científico para el estudio y catalogación de obras de arte II: Casos prácticos, desde la prehistoria al siglo XXI. Nájera 2014</p> <p>-Estudios físicos de bienes culturales en el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE). IV Curso internacional de Patrimonio Cultural del Real Sitio de San Ildefonso (2014)</p> <p>- "VARIM 2.0: Non invasive NIR hyperspectral imaging for analysis of cultural beings "International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage. 2-5 October, 2012 Santiago de Compostela, Spain</p> <p>También ha sido objeto de diversas publicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vega C., García E., Antelo T., Bueso M., Torres J., Menéndez J. M. (2015) "VARIM 2.0. Imagen multiespectral e hiperespectral en el infrarrojo", Ciencia y el Arte V. Ciencias y tecnologías aplicadas a la conservación del patrimonio, Madrid. • Miquel M., Vega C., Gómez M., Albar A., Antelo T., Bueso M., Pérez O. (2015). "Formación del pintor y práctica de la pintura en los reinos hispanos (1350-1500). El retablo de Santiago en la capilla Luna de la Catedral de Toledo", Ciencia y el Arte V. Ciencias y tecnologías aplicadas a la conservación del patrimonio, Madrid. • VEGA C. ANTELO, T; DEL EGIDO, M y BUESO M. (2013) "Una técnica novedosa para el estudio del Arte", AEND (asociación española de ensayos no destructivos), vol. 62, pp 12-24, Madrid. • VEGA, C., TORRES, J., ANTELO, T., DEL EGIDO, M., MENÉNDEZ J.M. AND BUESO, M. (2013) "VARIM 2.0: Non invasive NIR hyperspectral imaging for analysis of cultural beings ". Proceedings International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage 2-5 October, 2012 Santiago de Compostela, Spain. pp 155-159. Editorial (si libro): CRC Press. Taylor & Francis Group. London, UK • Torres J., Vega C., Antelo T., Menéndez J. M., del Egidio M., Bueso M., POSSE A. (2012) "Formation of Hyperspectral Near-Infrared Images from Artworks". Cultural Heritage and Archaeological Issues in Materials Science. pp. 3-15. Editorial (si libro): Cambridge University Press • TORRES, J.; Vázquez, D.; ANTELO, T., MENÉNDEZ, J. M; POSSE, A.; Álvarez, A.; Muñoz, J.; VEGA, C. and DEL EGIDO, M. (2012). Título: "Adquisición y formación de imágenes multiespectrales de obras pictóricas". Opt. Pura Apl. Volumen: 45 (2). pp: 201-207. <p>Enlaces digitales: http://www.ucm.es/formacionpintor/proyectos-grupos-relacionados</p>
<p>CONCLUSIONES PARCIALES / FINALES</p>	<p>Se ha desarrollado un nuevo sistema de toma automatizada de imágenes para el estudio de bienes culturales, VARIM 2.0, que mejora las prestaciones del anterior permitiendo realizar reflectografías de banda ancha y estrecha de las obras de arte de forma más rápida y automatizada. Incorpora además utilidades para las</p>

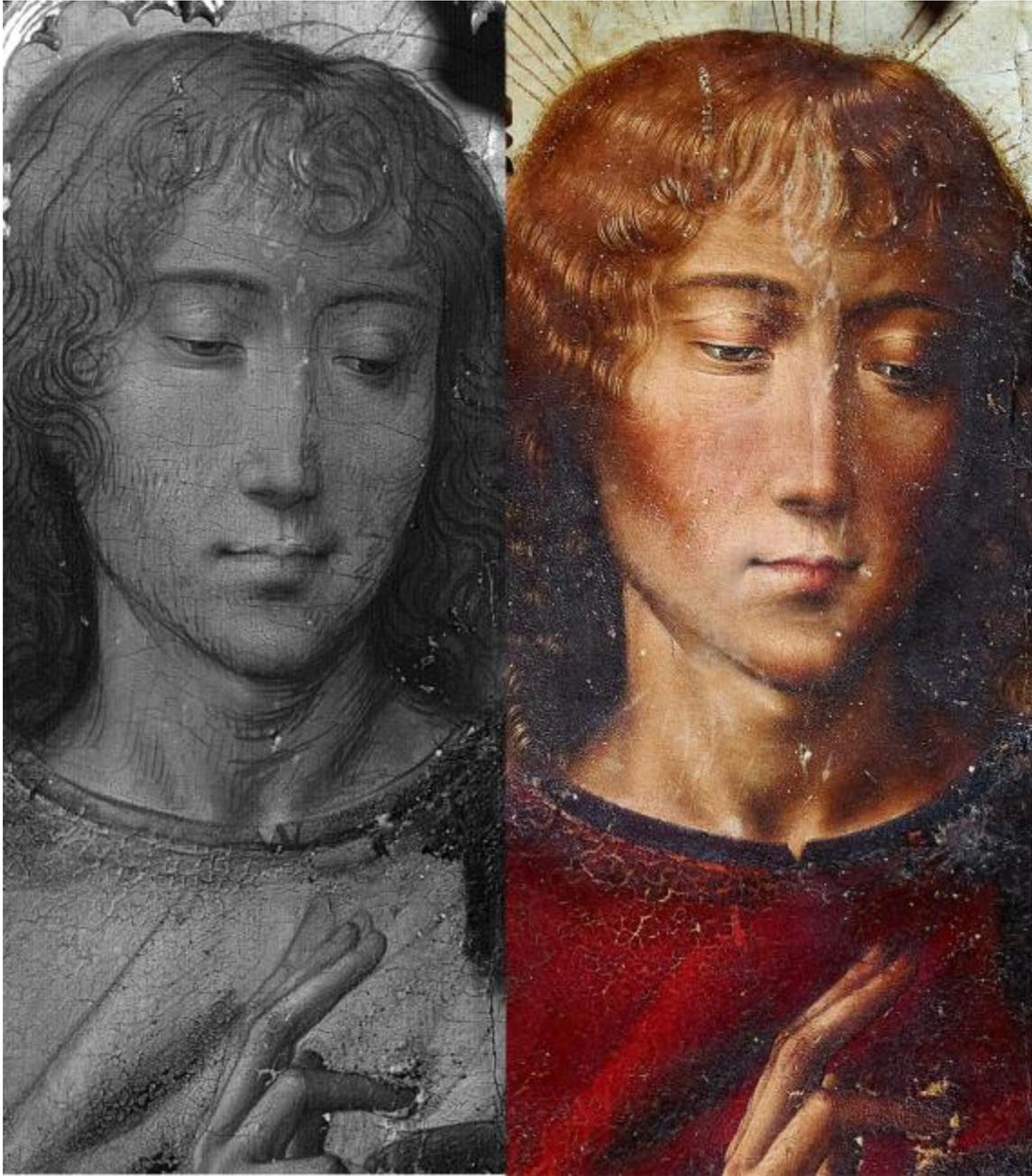
	<p>técnicas no invasivas de imagen multiespectral e hiperespectral en el rango infrarrojo (1000-1700 nanómetros).</p> <p>Los trabajos se han centrado en:</p> <p>El desarrollo del sistema (hardware, software, herramientas de análisis,...).</p> <p>El estudio de las potenciales prestaciones de la espectroscopía de imagen en (la detección de capas subyacentes utilizando patrones existentes en el IPCE).</p> <p>La definición de los protocolos de operación y control del sistema, así como de las utilidades para el análisis de los datos.</p> <p>Captura y formación de reflectogramas de un retablo completo sin desmontar en la Catedral de Toledo</p> <p>Los resultados obtenidos han aportado datos de relevancia en la identificación y discriminación de materiales y capas ocultas de pintura o la selección de áreas de toma de muestra, todos ellos aspectos fundamentales en la conservación y restauración del patrimonio artístico, en el conocimiento de la forma de trabajar del maestro pintor, así como su identidad. Todo ello de gran valor en el proceso de restauración, conservación y la historia del arte.</p>
OBSERVACIONES	<p>Este proyecto es la continuación consecuente de "LA INVESTIGACIÓN SOBRE APLICACIÓN DE LA VISIÓN MULTIESPECTRAL EN EL RANGO INFRARROJO PARA EL ESTUDIO DE OBRAS DE ARTE" desarrollada dentro del Convenio de colaboración entre El Ministerio de Cultura (Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales) y la Universidad Politécnica de Madrid con la colaboración de La Escuela de Óptica y la Facultad de Bellas Artes de la UCM y las empresas INFAIMON y Greenlight Solution</p>



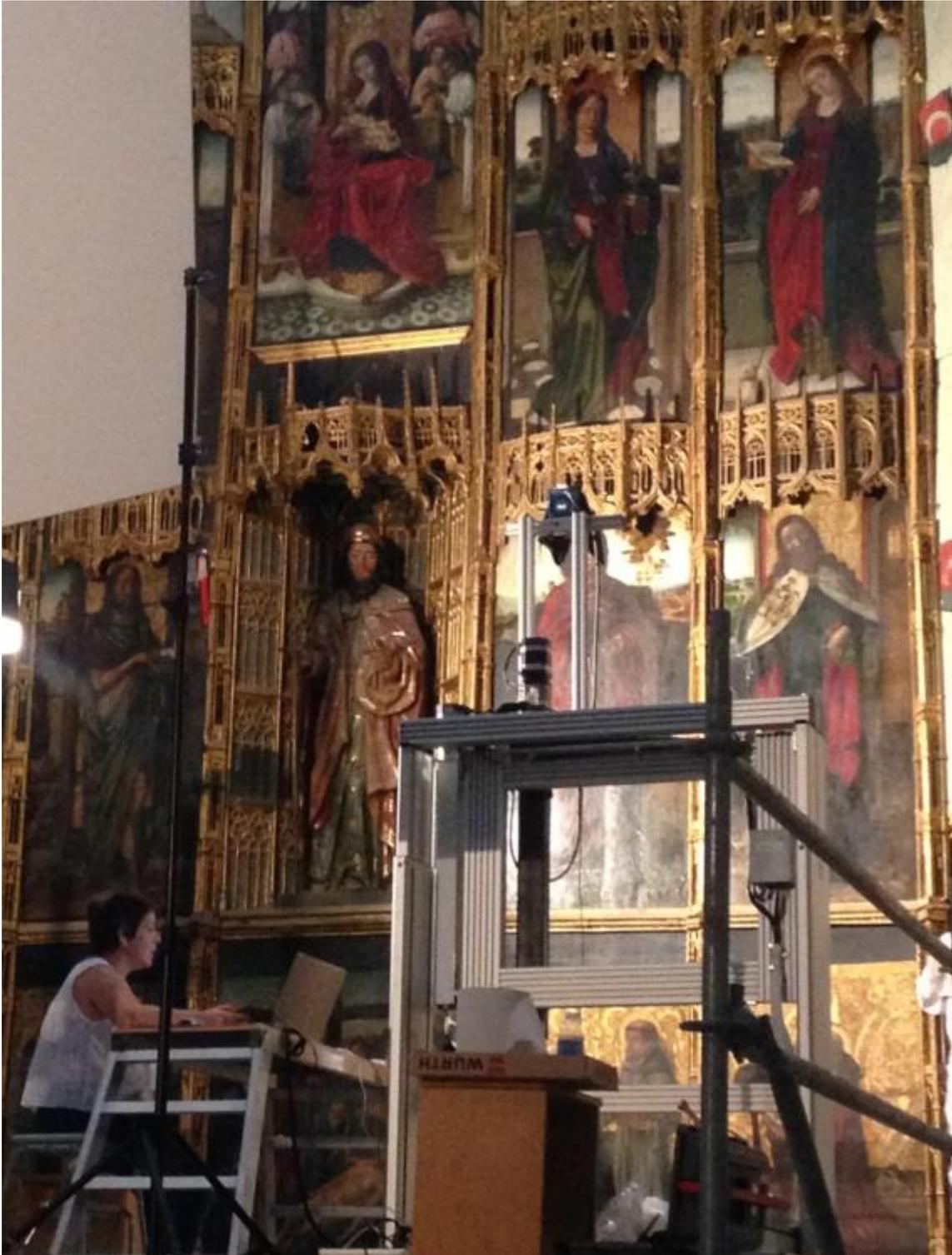
Estructura mecánica VARIM 2



VARIM 2 trabajo in situ 1



Resultado dibujo subyacente



VARIM 2 trabajo in situ 2



VARIM 2 trabajo in situ 3



VARIM 2 trabajo in situ 4