



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Informe: LM – PI – UGERVN – 7 – 2021

# Evaluación con el escáner láser del fondo de la pileta de ensayos del iMares, UCR

Informe Corto

Preparado por:  
Unidad de Gestión y Evaluación  
de la Red Vial Nacional  
PITRA – LanammeUCR

San José, Costa Rica  
Mayo, 2021



<b>1. Informe</b> LM – PI – UGERVN – 7 - 2021		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> Evaluación con el escáner láser del fondo de la pileta de ensayos del iMares, UCR		<b>4. Fecha del Informe</b> Mayo, 2021
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b>		
<b>7. Resumen</b> <i>Con base en la nota OSG-SMC-293-2021 del 11 de marzo del presente año, la Sección de Mantenimiento y Construcción de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica, solicita al LanammeUCR apoyo en la determinación de la planicidad del fondo de la pileta de ensayos marítimos, la cual se encuentra en el Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios iMares. Esta pileta está construida en concreto, y su fondo debe cumplir específicos de pisos súper planos, esto debido a la naturaleza de los ensayos que en dicho laboratorio se realizan. Este informe brinda los resultados de dicha evaluación</i>		
<b>8. Palabras clave</b> Pileta de ensayos, iMares, Lídar	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 7
<b>11. Preparado por:</b>		
Ing. José Francisco Garro, M.Sc., PMP® UGERVN_Pitra	Ing. Christian Valverde Cordero, M.Sc., PMP® UGERVN_Pitra	
<b>Fecha:</b> 11 / mayo / 2021	<b>Fecha:</b> 11 / mayo / 2021	
<b>12. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc., PMP®, Coordinador, UGERVN_Pitra		<b>13. Aprobado por:</b> Ing. Ana Luisa Elizondo, MSc. Coordinadora General, Pitra
<b>Fecha:</b> 11 / mayo / 2021		<b>Fecha:</b> 11 / mayo / 2021



## 1. Antecedentes

Con base en la nota OSG-SMC-293-2021 del 11 de marzo del presente año, la Sección de Mantenimiento y Construcción de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica, solicita al *LanammeUCR* apoyo en la determinación de la planicidad del fondo de la pileta de ensayos marítimos, la cual se encuentra en el Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios *iMares*. Esta pileta está construida en concreto, y su fondo debe cumplir con parámetros muy específicos de pisos súper planos, esto debido a la naturaleza de los ensayos que en dicho laboratorio se realizan.

De una visita previa, realizada el día lunes 26 de abril, en conversación con uno de los encargados de dicho laboratorio, el Ing. Diego Cornejo, se indica que el fondo de esta pileta presenta leves diferencias de nivel que provocan errores significativos en los ensayos realizados, y que son evidentes cuando dicha pileta se encuentra en proceso de secado (Figura 1).



Figura 1: Empozamientos de agua en el fondo de la pileta durante el proceso de secado, imagen facilitada por el Ing. Cornejo.

## 2. Metodología de Levantamiento

Debido al tipo de estudio a realizar, se utiliza el escáner láser *Leica C10* del *LanammeUCR*. Se define la fecha del jueves 29 de abril para realizar el levantamiento, momento en el cual la pileta se encuentra totalmente seca. Los ingenieros José Garro Mora y Christian Valverde Cordero son los encargados de realizar dicho levantamiento.



Por la naturaleza de los alrededores, se ubica el equipo en 2 estacionamientos definidos, uno en el extremo norte y otro en el extremo sur de la pileta, ubicados cada uno hacia el centro del lado largo de la misma, de tal manera que sea posible cubrir con ambos escaneos la totalidad de la estructura. Para unir ambas nubes de puntos, se utilizan 4 objetivos redondos de 6 pulgadas, ubicados estratégicamente en cada esquina de la pileta.

Con el equipo debidamente nivelado y en su configuración normal (velocidad media de obtención de puntos en media y resolución alta de la cámara), se procedió al levantamiento. Con base en la experiencia acumulada en la *UGERVN*, esta configuración permite obtener nubes de puntos de muy alta densidad para distancias relativamente cortas (menores de los 30 metros), aspecto que se cumple dentro de las instalaciones donde se ubica la pileta. El levantamiento tomó cerca de 2 horas.

### 3. Procesamiento de los datos

Los datos fueron descargados de la unidad, y procesados en el software *Cyclone* versión 8.0. Las nubes de puntos obtenidas con ambos escaneos, fueron unidas para formar una única nube que cubre a la totalidad la pileta y su fondo. El error medio de ubicación de los objetivos reportado por el software, es de 1,0 mm, con un error máximo de 1,1 mm, lo que demuestra la alta exactitud del modelo creado. Tomas de dicho modelo se muestran en las Figuras 2 y 3.

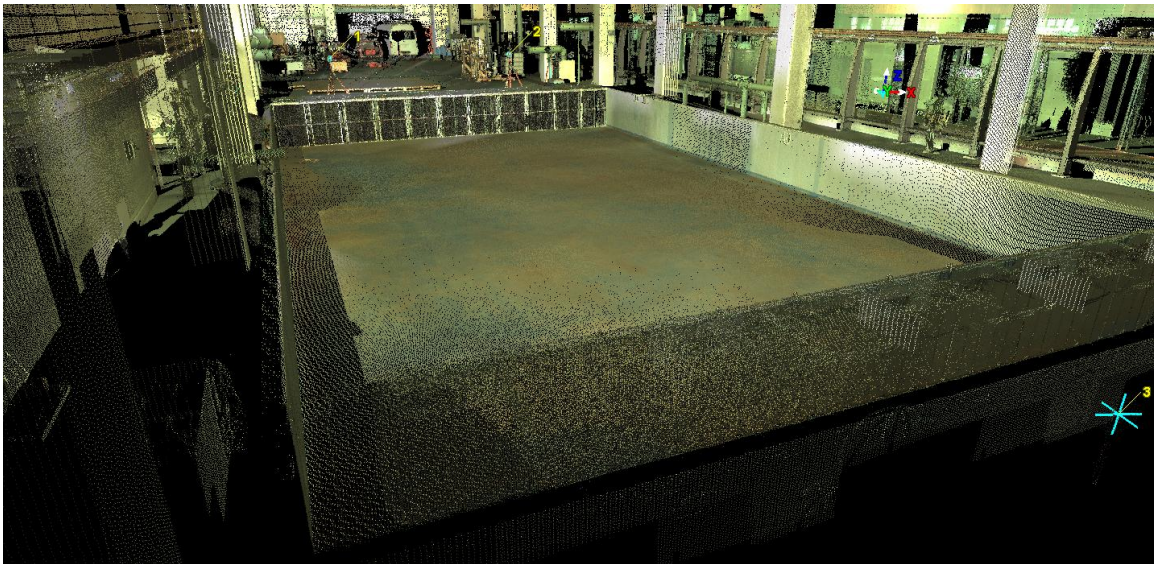


Figura 2: Nube de puntos obtenida, vista a la pileta desde el extremo sureste.



Figura 3: Nube de puntos obtenida, vista del fondo de la pileta desde el extremo oeste.

Para realizar el estudio de este informe, de la nube de puntos total se extrajo la zona que cubre el fondo de la pileta. Dicha selección se conforma por aproximadamente 12 millones de puntos, cada uno de los cuales presenta información de coordenadas x-y-z (Figura 4).

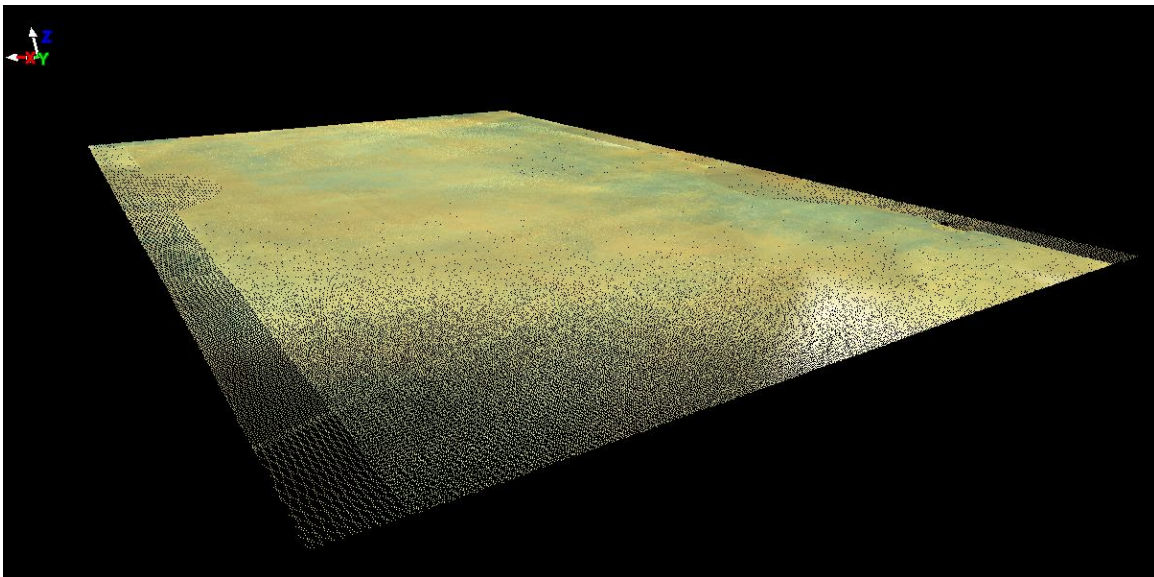


Figura 4: Nube de puntos del fondo de la pileta.

Esta selección fue exportada al SIG ArcMap versión 8.6, donde es posible visualizar y realizar cálculos de diferencias de elevación directamente en la tabla de datos de la nube de puntos. Se tomó como nivel base para normalizar las diferencias, el nivel más bajo del



fondo de la pileta, relativo a la ubicación del escáner. A partir de este nivel, se calcularon las diferencias, las cuales fueron agrupadas para facilitar la visualización. El resultado de este procedimiento, se muestra en la Figura 5.

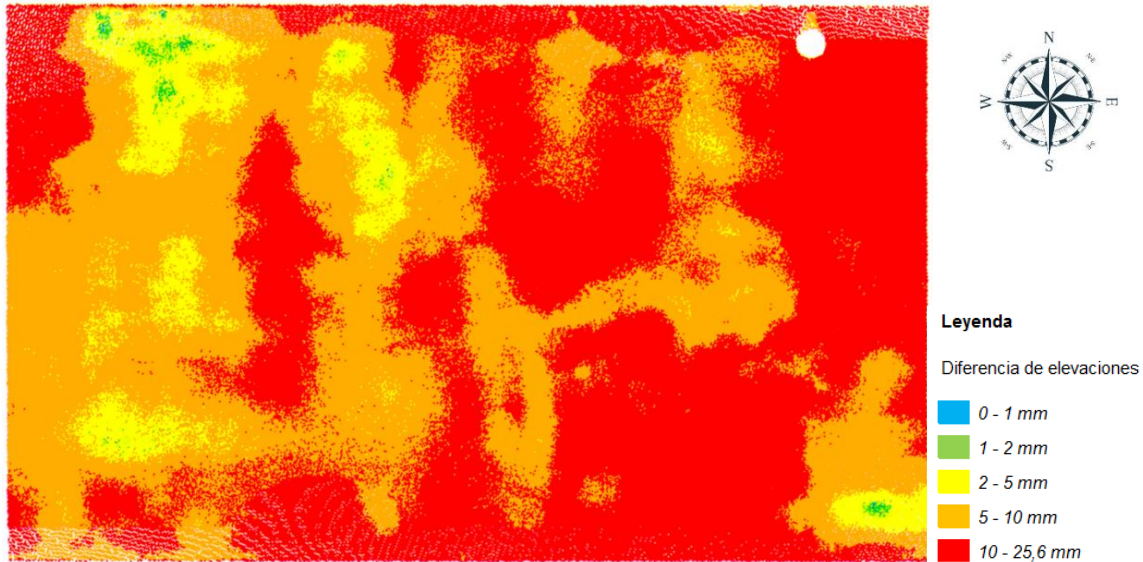


Figura 5: Diferencias de elevación del fondo de la pileta (el círculo blanco que se observa en el extremo superior derecho, representa la ubicación del desagüe el cual fue eliminado del análisis).

Como se observa en dicha figura, el fondo de la pileta presenta diferencias de elevación con respecto al nivel base, que llegan hasta los 25,6 mm. Cabe indicar que la ubicación de los puntos con mayores diferencias, refleja aproximadamente la ubicación de las zonas donde el agua tiende a empozarse, tal y como se mostró en la Figura 1. La media de diferencias de elevación con respecto al nivel base, es de 10,0 mm.

Es posible realizar una representación tridimensional de estas diferencias. En la Figura 6, la coordenada de elevación Z se exageró por un factor de 200 para facilitar la visualización: los colores celeste y azul representan las zonas “altas” del fondo, mientras que el amarillo – naranja – rojo las zonas “bajas”, que de nuevo es donde se tiende a empozar el agua.

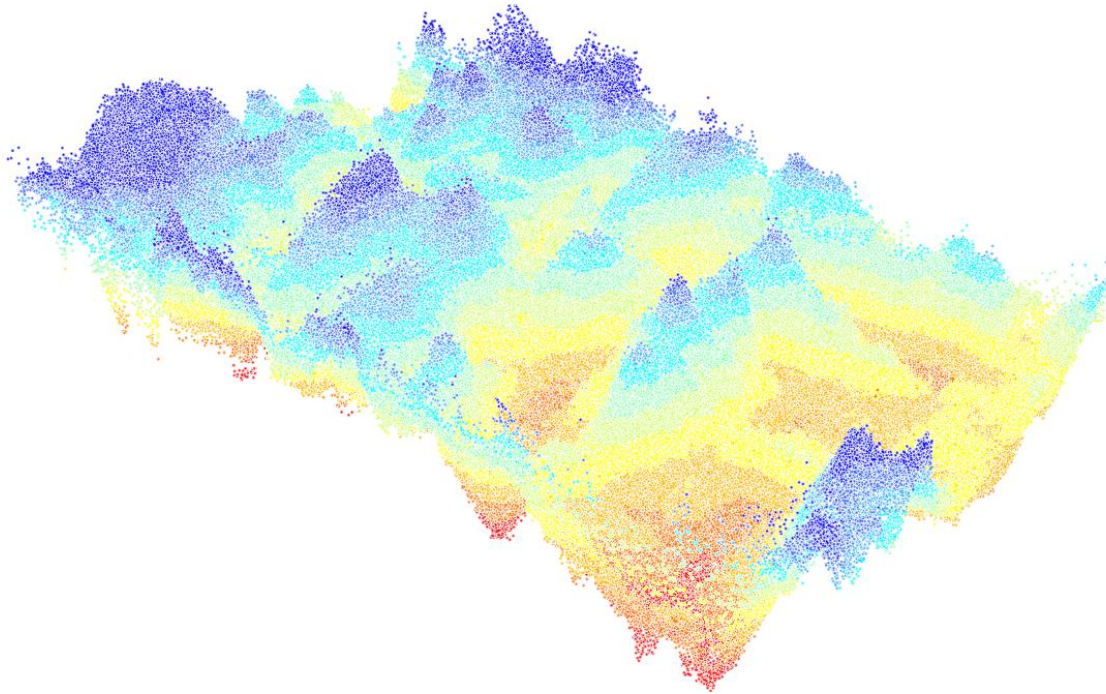


Figura 6: Modelo tridimensional de puntos, factor Z multiplicado por 200.

#### 4. Conclusiones

Con base en el levantamiento realizado, el fondo de la pileta de ensayos del Laboratorio de la Unidad Marítima de Ríos y Estuarios *iMares* presenta diferencias de altura en su área que llegan hasta los 2,56 cm, con una media de 1,00 cm. Sin embargo, y como se puede observar de las Figuras 5 y 6, existen zonas donde las diferencias son muy marcadas (de manera relativa) en una longitud muy corta. Como nota, la distribución de alturas obtenida con este modelo, especialmente sus sitios más “bajos” (con respecto a un nivel establecido), presenta una buena concordancia visual con los sitios donde el agua tiende a empozarse en el fondo de esta pileta.

Es necesario indicar que todo modelo de levantamiento sigue una metodología en la que se presenta un error intrínseco. Con el uso de la tecnología *Lídar* del escáner utilizado, dicho error es muy bajo (en el caso del modelo obtenido, de máximo 1,1 mm); sin embargo, las diferencias de alturas encontradas en el fondo de esta pileta, superan con mucho este error, por lo que se considera el modelo obtenido como una fiel representación del sitio levantado.

Por último, los datos de la nube de puntos obtenida, tanto en bruto como procesados, así como la tabla de datos obtenida del fondo de la pileta, se encuentran a disposición para su consulta y/o estudio detallado.