

# Plataforma para Ingreso y Egreso a una Pileta de Natación: Prototipado a Escala

## Platform for Entry and Exit to a Swimming Pool: Scale Prototyping

Presentación: 13 y 14 de septiembre 2023

### **Rodolfo Eduardo Neira**

UTN Facultad Regional San Francisco  
rodolfoneira8@gmail.com

### **María Luciana Vena**

UTN Facultad Regional San Francisco  
marialucianavena@gmail.com

### **Lucas Matías Villalba**

UTN Facultad Regional San Francisco  
matiasvillalba093@gmail.com

### **Rodolfo Eduardo Neira (h)**

UTN Facultad Regional San Francisco  
neirarodolfo@yahoo.com.ar

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de un prototipado a escala de una plataforma para ingreso y egreso a una pileta de natación, para analizar las proporciones de las dimensiones de sus componentes, su ensamble y la cinética de los mismos. Se utilizó la tecnología de prototipado rápido como es la de material por extrusión. Se obtuvieron modelos de piezas que componen la plataforma y, la experiencia de trabajar con impresora 3 D de banco. Esta tecnología muy accesible en su operatividad y, con aplicación de programas de impresión 3 D, es de gran importancia ya que permite trabajar de manera tangible sobre el prototipo para poder generar un producto acorde a las necesidades de las personas, colaborar con el trabajo de los profesionales abocados a la hidroterapia u otra técnica de rehabilitación o recreación, para mejorar la calidad de las personas que sufren patologías.

**Palabras clave:** Plataforma, Prototipado, Escala, Pileta de Natación

## **Abstract**

The objective of this work is to show the results of a scale prototyping of a platform for entry and exit to a swimming pool, to analyze the proportions of the dimensions of its components, their assembly and their kinetics. Rapid prototyping technology such as material by extrusion was used. Models of parts that make up the platform and the experience of working with a bench 3D printer were obtained. This very accessible technology in its operation and, with the application of 3D printing programs, is of great importance since it allows working in a tangible way on the prototype to be able to generate a product according to the needs of people, collaborate with the work of professionals dedicated to hydrotherapy or other rehabilitation or recreation techniques, to improve the quality of people suffering from pathologies.

**Keywords:** Platform, Prototyping, Scale, Swimming Pool

## **Introducción**

### **Antecedentes**

Uno de los motivos más importantes que inspiraron el trabajo en esta área de investigación, es buscar una solución a un gran problema social que es la falta de equipamiento adecuado para el ingreso y egreso a una pileta de natación

de personas con diversas patologías, con las secuelas sociales que esto acarrea. En este trabajo se presenta el diseño y desarrollo de tecnologías para la construcción de una plataforma destinada a atender esta necesidad. La integración en procesos de recreación devuelve las expectativas a las personas con estas patologías, permitiendo disminuir todos los trastornos ocasionados en una posición aislada y pasiva prolongada. Se ha demostrado que estos equipamientos favorecen no solo físicamente sino que, también poseen un alcance psicológico que supera las posibilidades de la terapia física y repercute vigorosamente en su recuperación. A la vez, su utilización disminuye enormemente los trastornos biomecánicos del personal afectado en esta situación. La problemática de la integración social se trata de un modo global donde no solo se centra la atención exclusiva de la persona con discapacidad motora u obesidad, sino que también incluye a su entorno familiar directo e indirecto, al personal auxiliar de la salud y, profesores de educación física

En este sentido la Facultad Regional San Francisco, encara un proyecto de investigación y desarrollo dentro de un grupo de investigación de Facultad, denominado Centro de Desarrollos en Informática (CEDI) perteneciente al departamento de Ingeniería Electromecánica, para poder atender esta necesidad. Es presentado al Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional y homologado con el código MAPPBSF0008515 “Diseño y desarrollo de una plataforma automatizada para ingreso y egreso a una pileta de natación”, se desarrolla en un período de dos años y comprende 2022-2023.

Al trabajar con personas que necesitan recuperar la integración social, se optó por recurrir a un elemento comúnmente utilizado en las piletas de natación, como es la escalera sumergida en un tramo. Estas son utilizadas para el ingreso y egreso a la misma con muchas limitaciones. Para ayudar al personal afectado, y lograr que a las piletas puedan acceder personas con dificultades como ser la discapacidad motora o la obesidad, se diseñó una plataforma especial con una base en estructura tubular soldada en acero inoxidable, pero en virtud de los costos alcanzados por este material y después de un exhaustivo análisis de materiales sustitutos, se definió utilizar acero de calidad SAE 1010 pintado con pintura tipo epoxi, para cumplir con las rigurosas normas aplicadas a estos elementos. Dicha base se sustenta sobre elementos rodantes que se deslizan sobre guías de una estructura portante que está provista de frenos de emergencia.

Tanto la plataforma como la estructura portante, cuentan con materiales que soportan los ambientes agresivos como es la presencia del gas cloro presente en los natatorios. Para el análisis de tensiones soportadas por la estructura, se utilizó un software de diseño paramétrico y simulación como SolidWorks, que permite visualizar las zonas de mayor exigencia en la estructura y así poder reforzar la misma, teniendo en cuenta la posición más desfavorable (sumergida en la pileta en su punto máximo y con la silla de ruedas y la persona sentada en la misma, con su correspondiente acompañante). Con el objeto de visualizar el conjunto se presenta una vista lateral:

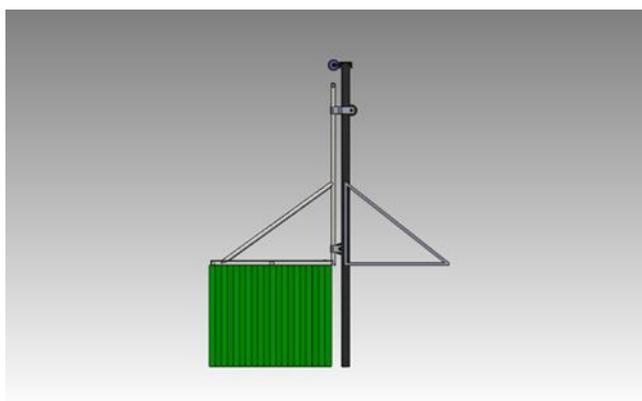


Figura. 1: Vista lateral de la plataforma para ingreso y egreso a pileta de natación

La estructura está construida en una base tubular metálica y sujeta a la estructura portante por elementos rodantes que posibilitan el movimiento vertical de la misma. Tiene incorporados elementos accesorios para fijar la silla de ruedas a la base y las barandas correspondientes para evitar el desplazamiento lateral.

A los fines de disminuir el peso de la plataforma a sumergirse en la pileta de natación y, después de analizar varios materiales, se utilizó un material liviano, resistente y durable como el acrílico, al que se le colocaron perforaciones uniformemente distribuidas en la superficie del mismo (196 perforaciones de diámetro 30 mm), cuyo fin fue el de disminuir la fuerza de empuje del agua cuando la plataforma desciende y también disminuir el esfuerzo a la hora de la salida de la plataforma del agua. Para observar el conjunto se presenta la siguiente figura con el correspondiente despiece:

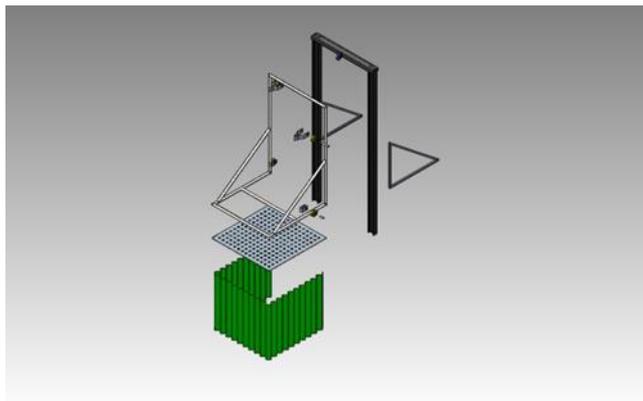


Figura. 2: Despiece de la plataforma para ingreso y egreso a pileta de natación

La unión de la plataforma a la estructura portante se realizó mediante un dispositivo montado sobre ruedas deslizantes que permitió la elevación de la plataforma de una posición sumergida hasta la salida de la pileta y viceversa.

Para la elevación y descenso de la plataforma se colocó un dispositivo mecánico accionado por electricidad sujeto a la estructura portante, teniendo en cuenta el mínimo tiempo de mantenimiento. Se analizaron otras opciones de elevación (neumática, oleohidráulica), que fueron descartadas por el mantenimiento especial que requerían y su elevado costo inicial.

Debido a los altos costos para la fabricación del prototipo a escala 1:1, que implica tener accesibilidad a los materiales necesarios, la maquinaria específica para su tratamiento, la mano de obra especializada para su ejecución y el tiempo necesario para acceder a todas las piezas de dicha plataforma, es que surge la idea realizar en una primera instancia, un trabajo de prototipado a escala y, con ello poder analizar el comportamiento de la plataforma.

La propuesta es presentar como alternativa, el desarrollo de un prototipo a escala 1:10 de la plataforma para ingreso y egreso a una pileta de natación, para analizar las proporciones de las dimensiones de sus componentes, su ensamble y la cinemática de los mismos.

## Desarrollo

### Marco teórico

¿Qué es el prototipado? Es la acción y el proceso de creación de un modelo de un determinado producto y a las sucesivas pruebas que se hacen con él. Por definición es una técnica que permite realizar y materializar diversas ideas de soluciones propuestas en un proyecto de diseño o rediseño de productos y servicios.

El proceso de impresión en 3D, según (Prusa, 2020), que técnicamente se la conoce como manufactura aditiva (AM por sus siglas en inglés), es una sucesión en la cual se unen los materiales capa por capa, una detrás de la otra, de tal manera que al final se tendrá una pieza determinada. A este procedimiento también se lo conoce como prototipo rápido, debido a su versatilidad y facilidad de construir cualquier tipo de objeto sin importar su complejidad, ya que no requiere de un molde, siendo ésta es una de sus características principales y más destacables, cuando se compara con el proceso tradicional de inyección de plástico.

El prototipado rápido podemos definirlo como un conjunto de tecnologías que permiten la obtención de prototipos, machos, moldes de inyección para plásticos, electrodos de erosión, etc., en menos de 24 horas, a partir de un archivo CAD. Consecuencia de esta rapidez de respuesta es que el tiempo de desarrollo de un producto puede reducirse drásticamente. (Redwood, et al, 2018)

Se conoce también como fabricación libre de sólidos. Su fabricación se realiza a partir de un modelo computacional, que se convierte en un formato estándar que describe la geometría que caracteriza el modelo, de tal forma que aproxime la superficie del producto, para llegar al objeto real (Sánchez, et al., 2006).

Prototipado rápido según Sandmeier (2008) busca generar modelos económicos, que sean de fácil modificación y puedan probarse en el medio en el cual serán usados habitualmente, con el fin de permitir validación de atributos y características del producto. Se busca llevar el prototipo rápidamente a la realidad, con el fin de permitir que los clientes interactúen con él, para retomar sus expectativas y necesidades con respecto a la solución diseñada.

El prototipado rápido (RP por sus siglas inglesa de "Rapid Prototipe") da la posibilidad de efectuar, en un tiempo relativamente corto, diversas pruebas de geometrías distintas para una pieza, validar la geometría definitiva y

acometer la producción en serie rápidamente, con unos costes de desarrollo lo más ajustados posibles, en otras palabras, obtener de manera rápida, y más o menos exacta, una réplica tridimensional de los diseños que han sido generados mediante aplicaciones CAD en 3D. La complejidad de las piezas o la confidencialidad de los prototipos son también argumentos frecuentes a la hora de optar por el RP. (Banergee y Ceri, 2016)

Después de analizar las diferentes alternativas de manufactura aditiva, se decidió utilizar el Modelado por Deposición Fundida (FDM), que se encuentra dentro de la clasificación de Material de Extrusión.

FDM es una de las más importantes tecnologías de la manufactura aditiva, fue creada y patentada por Stratasys en el año de 1990. En el proceso de FDM la impresora se encarga de fundir el plástico e irlo introduciendo mediante una boquilla, la alimentación del polímero es constante y se lo realiza con la ayuda de unos carretes que tienen el rollo del plástico, dependiendo de la complejidad de la figura se puede requerir de material de soporte para extruir de manera adecuada el sólido. (Sánchez, 2017)

Dentro de la gama de materia prima para el proceso FDM, se tienen distintos tipos de polímeros dependiendo de las propiedades que tenga el material, los más usados para este proceso son ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), PC (policarbonato), PP (polipropileno), Nylon, PET (tereftalato de polietileno), PLA (ácido poliláctico) y ASA (acrilonitrilo estireno acrilato). Por sus propiedades mecánicas, prestaciones y acabado superficial, el ABS juntamente con ASA son los materiales que más se utilizan.

En el proceso de impresión 3D para poder obtener una maqueta del prototipo escala 1:10, los pasos que se siguieron fueron: se trabajó en el programa de diseño SolidWorks, para poder ver en perspectiva completa el diseño terminado para poder hacer un conteo, obtener uniones de las partes del prototipo y medidas reales en escala 1:1.

Una vez realizada esta tarea, se pasa el archivo desde SolidWorks a un archivo .Stl (Standard Tessellation Language), estos archivos codifican la información de un modelo 3D, este proceso se basa en dividir una superficie en una o más formas geométricas de tal manera que no quede un hueco o poro entre ellas.

Una vez obtenidos los archivos .Stl se procede a abrirlos en el programa Ultimaker Cura que permite generar la nueva escala 1:10, el posicionamiento de la pieza en la cama de impresión, y si fuera necesario ya que la pieza a imprimir es de mayores dimensiones a la misma, se necesitaría generar un encastre en la pieza que una vez armada quedaría imperceptible.

Una vez logrado es escalado y que la pieza entre dentro de la cama de impresión se centra y se posiciona de tal manera que no se necesiten o, se necesiten la menor cantidad de soportes posibles, estas estructuras se imprimen junto a la impresión original para que ayuden a la correcta impresión y después son retirados con cuidado para no dañar la pieza impresa, ese problema se puede presentar con piezas largas y delgadas como puede ser el perfil doble T.

Una vez programada la impresión se pasa a la configuración de los parámetros de la impresora que son, separación entre capa y capa lo cual permite evitar la delaminación de la pieza a imprimir o, la rotura al momento de retirarla de la base de impresión. El relleno de las capas que van desde el 0% que da como resultado una pieza hueca al 100% queda una pieza sólida en su totalidad, en este caso hubo inconvenientes tanto para generar piezas huecas como para generar piezas sólidas, tras hacer un par de pruebas se llegó a la conclusión que la mejor configuración es de un 40% dejando en su interior un cuadrículado tipo rejilla de filamentos que da cierta rigidez estructural, permite imprimir piezas de poco espesor, dando como resultado que la pieza sea mecánicamente dúctil pero poco resistente a golpes o impactos.

La impresora a utilizar permite una velocidad de impresión máxima de 80 mm/s el programa Ultimaker Cura da una velocidad recomendada para imprimir de 50 mm/s la cual en la prueba no causó ningún tipo de deformación ni superposición de capas.

En el proceso de selección del material a utilizar en el prototipo se dispone de 2 tipos de materiales de la marca Grillon, PLA (ácido poliláctico) este material ofrece buenas prestaciones al combinar una alta velocidad de impresión y bordes muy definidos, las piezas impresas con este filamento son resistentes, flexibles y tienen baja inflamabilidad teniendo virtudes muy parecidas a los plásticos PET, pero sin el impacto al medio ambiente ya que son fibras biodegradables. El otro material era ABS (acrilonitrilo -butadieno-estireno) este material tiene buena rigidez alta absorción de impactos y bajo peso en el producto terminado. Ambos materiales son termoplásticos que se vuelven dúctiles o maleables con la temperatura ambos con un diámetro de 1,75mm.

El prototipo está impreso en material PLA por su terminación y posibilidad de imprimir piezas delgadas, de baja rigidez que puede facilitar su armado.

Una vez escogido el material se procede a configurar la temperatura de trabajo de hotend, también llamado fusor que es el encargado de fundir el filamento para su posterior deposición, el filamento escogido tiene una temperatura de trabajo entre 190º y 230º, se eligió una temperatura de trabajo de 210º, la cama se tiene que programar a una temperatura ideal de trabajo nuestro material trabaja con una temperatura de cama entre 40º y 55º, eso permite una

buena sujeción de la primer capa que funciona como soporte de la impresión y que la misma no se fusione con la mesa, la temperatura de la cama se fija en 50°. Una vez realizada la configuración se procede al segmentado de impresiones y el programa calcula el tiempo empleado y la cantidad de material a utilizar.

A continuación, se pasa el archivo a un pendrive en formato .Gcode. Es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D. Es el formato en el cual trabaja la impresora Hellbot Magna 2 230, donde se desarrolla dicho trabajo, según se muestra en Figura 3.



**Peso:** 11kg.  
**Carcasa:** aluminio y chapa plegada.  
**Tamaño de empaque:** 53.5cm x 48cm x 27.5cm.  
**Display:** táctil full color de 3.5 pulgadas.

**Volumen:** 230mm (ancho) x 230mm (profundidad) x 250mm (alto).  
**Velocidad:** 80mm/s máximo, Recomendado 50mm/s  
**Altura de capa:** 100 - 400 micrones.  
**Precisión:** +/- 0,1 mm.  
**Extrusor Bowden,** dual drive. Doble o simple opcional.  
**Archivos soportados:** gcode  
**Díámetro de filamento:** 1.75mm.  
**Cantidad de extrusores:** 1 o 2 opcional.  
**Nivelación de cama:** manual, asistida de 5 puntos.  
**Plataforma:** cama caliente metálica, magnética, flexible con sticker adherente.  
**Recuperación de energía:** sí.

Figura. 3: Impresora 3 D con sus características técnicas

Una vez obtenidos todos los archivos son cargados a la impresora para que pueda leerlos esperando que la misma obtenga los valores de temperatura deseada para el trabajo, se hace una prueba de impresión para evitar huecos generados por aire en el hotend o en la boquilla. Una vez que se logra una impresión pareja y sin detalles, se procede a la impresión final buscando un producto adecuado para el prototipo.

A continuación, en Figura 4 se muestran imágenes de piezas obtenidas por el proceso de prototipado a escala 1:10



Figura. 4: Piezas obtenidas a escala 1:10

### Resultados de la experiencia

Aspectos positivos y dificultades encontradas al momento de realizar el trabajo de impresión 3 D:

En los aspectos positivos: Con la implementación de esta tecnología se tiene acceso a una infinidad de recursos y soluciones que pueden resolver las problemáticas que se presenten en esta rama. Permite concretar un prototipo escalado donde se pueden visualizar posibles adaptaciones y reformas que sean necesarias, para que el mismo realice su trabajo de manera eficiente y ayude a una mayor cantidad de personas en su línea de trabajo. También posibilita arreglos a reformas a un bajo costo y llegar a un prototipo escala 1:1 de manera rápida y económica. Se pudo acceder a nuevos conocimientos en la materia y se pudo aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería electromecánica. La máquina de prototipado puede estar en la oficina de diseño, ya que los materiales que usa son accesibles, no tóxicos, inodoros y amigables con el medioambiente. En caso de ser necesario todas las actualizaciones

se pueden imprimir de distintos colores ya que el material se obtiene no solo en un solo color base y esto nos da como resultado una actualización visual del proceso de mejora del producto.

Respecto a las dificultades: La falta de acceso a los implementos para poder realizar el prototipo en impresión 3D. Escasos conocimientos en el trabajo de impresión, es decir, tener que trabajar con programas informáticos que resultan desconocidos. Encontrar una escala que la impresora pueda admitir y permita ver detalles del prototipo para poder trabajar en el mismo una vez realizado. El tiempo de impresión de la totalidad del prototipo es elevado y si al momento del ensamblaje una pieza se ve perjudicada tendríamos que volver a imprimir la misma causando tiempo improductivo y elevando el costo.

Se aclara que no se realiza análisis de esfuerzos sobre el prototipo a escala 1:10 debido a que las piezas obtenidas por la técnica FDM no son representativas en cuanto a la resistencia mecánica de los materiales seleccionados para el diseño.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este proceso de investigación evidenciaron el acceso a una tecnología que tiene una amplia aplicación en la ingeniería y prototipado, como inconvenientes pueden encontrarse la falta de acceso a una impresora y desconocimiento en la utilización de la misma. Esta tecnología de acceso sencillo en su operatividad y, con aplicación de programas de impresión 3 D, es de gran importancia ya que permite trabajar de manera tangible sobre el prototipo para poder generar un producto acorde a las necesidades de las personas, esto es de gran importancia ya que se busca un producto de amplia aplicación en un bajo costo que todos o casi todos puedan utilizar de manera segura y facilite el trabajo de los profesionales abocados a la hidroterapia u otra técnica de rehabilitación o recreación, teniendo menor carga física, mayor cantidad de tiempo disponible y, sobre todo más humanización en el proceso de ingreso y egreso a la pileta de natación, permitiendo que una gran cantidad de personas puedan mejorar su calidad de vida gracias a la pérdida de miedos producidos por la falta de implementos para ayudar en este proceso.

## Referencias

Prusa, J. (2020). *Principios Básicos de Impresión 3D*. Prusa Research a.s.

Redwood, B., Schoffer, F., Garret, B. (2018). *The 3D Printing Handbook: Technologies, Design and Applicat.* Amsterdam: 3D Hubs

Sánchez C y Cortés C. J. (2006) "Rapid casting y nuevas tecnologías en el proceso de Rapid casting y nuevas tecnologías en el proceso de microfundición" (110-119). Revista Ingeniería E Investigación Vol. 26 No.1

Sandmeier, P. (2008). *Customer integration into product innovation: state-of-the-art in research. In: Customer Integration in Industrial Innovation Projects.* (S. 23-59). Wiesbaden: Gabler.

Banerjee, B. y Ceri, S. (2016). *Creating Innovation Leaders. A Global Perspective.* Springer

Sánchez C. (2017). *Prototipado como parte del proceso de diseño.* Edición 6. Vol. 9. Bogotá (Colombia): Colinnovación