



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...

## PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ALUMNO:	Nicolás E. SANTUCHO
LEGAJO:	10161
CARRERA:	Ingeniería Civil
EMPRESA O INSTITUCIÓN:	Ind. Metalúrgicas Pescarmona SAICF (IMPISA)
TUTORES DE LA EMPRESA:	Ing. Marcelo CUVERTINO Ing. Martín CHIMENTI
PERIODO DE PRÁCTICA:	Noviembre 2016 a Febrero 2017
AÑO:	2016-2017

## Índice

1	Introducción .....	3
2	Objetivos generales y específicos de las prácticas .....	3
3	Descripción de la empresa .....	4
4	Descripción del proyecto .....	5
5	Actividades y tareas realizadas .....	8
5.1	Inducción a la Empresa, al sector y al proyecto en estudio.....	8
5.2	Presentación del Software ANSYS® y período de entrenamiento .....	9
5.3	Introducción y práctica en modelación y análisis de transitorios térmicos aplicados al proyecto .....	11
5.4	Análisis de convergencia de malla y estudio de adimensionalización de variables para la modelación de transitorios térmicos .....	14
6	Resultados obtenidos .....	17
7	Conclusiones sobre aspectos profesionales y laborales .....	18
8	Comentarios personales .....	19
9	Bibliografía de referencia.....	21

## **1 Introducción**

El presente informe final expone las características y tareas desarrolladas durante la experiencia realizada en el marco de la asignatura “Prácticas Profesionales Supervisadas”.

Dicho espacio curricular, de realización obligatoria, se encuentra incluido en la última etapa del plan de estudios de la carrera Ingeniería Civil (plan N° 03/2003-CS), brindándole al alumno la posibilidad de insertarse en un ámbito profesional real en el que deba confrontarse con problemáticas de su propia actividad.

La experiencia laboral fue llevada a cabo en la empresa “Industrias Metalúrgicas Pescarmona (IMPSA)” durante el período comprendido entre el 01 de Noviembre de 2016 y el 17 de Febrero de 2017, acumulando un total de 300 horas.

A continuación se realizará una descripción de la empresa, del puesto de trabajo ocupado, del proyecto en el que se trabajó, y de las tareas y actividades realizadas durante las prácticas, finalizando con algunos comentarios y conclusiones a los que se arribó.

## **2 Objetivos generales y específicos de las prácticas**

La Práctica Profesional Supervisada representa una instancia en la cual se busca que el alumno aplique los conocimientos y habilidades propios del ingeniero con la madurez que corresponde a un futuro egresado; demuestre capacidad para el análisis de problemas, formulación de alternativas, propuestas de resolución, organización y dirección de tareas profesionales aplicadas a la ingeniería; reconozca la trascendencia social de la profesión del ingeniero y la importancia de la inserción de la universidad en el medio; y participe en una actividad integradora de los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera.

De esta manera, constituye un elemento de evaluación para la Facultad sobre los requerimientos profesionales del medio, incumbencias y habilidades específicas de los alumnos al egresar y frente a la actividad profesional real y aplicada.

Los objetivos propuestos por la empresa consisten en la realización de una experiencia de introducción a los elementos finitos realizando tareas de validación de software y convergencia de malla para dar soporte a las verificaciones estructurales que se están

llevando a cabo sobre distintos componentes de un recipiente a presión en estudio, cuya problemática se describe en los puntos siguientes.

### **3 Descripción de la empresa**

IMPSA es una empresa local que ofrece soluciones integrales para la generación sustentable de energía a partir de recursos renovables, equipos para la industria de procesos y la energía nuclear mediante sus diferentes unidades de negocios: IMPSA Hydro, IMPSA Wind, IMPSA Energy e IMPSA Process.

Los orígenes de la empresa se remontan al año 1907 cuando el abuelo del actual presidente, Enrique M. Pescarmona, fundó “Talleres Metalúrgicos Enrique Epaminondas Pescarmona” en la Provincia de Mendoza, donde se fabricaban repuestos de hierro fundido, equipos para la industria vitivinícola y compuertas para canales de irrigación.

En la actualidad, IMPSA constituye un motor de desarrollo para el mundo con nuevos productos y servicios de alto valor agregado y tecnología, siendo un impulsor del desarrollo nacional, regional y mundial. Sus esfuerzos se encuentran dirigidos a poder brindar mayores beneficios a la sociedad mediante sus productos, utilizando la innovación vinculada al desarrollo de proyectos de infraestructura para la producción de energía limpia a partir de fuentes renovables, fabricando los equipos necesarios para los procesos, y brindando los servicios logísticos para el movimiento de bienes e información.

La organización se reconoce fundada sobre ciertos valores que ordenan su desarrollo dentro de la comunidad global, destacándose: Creación, Innovación, Consciencia, Formación, Emprendedurismo, Dinamismo, entre otros.

Su estructura institucional se muestra en el siguiente organigrama, en el que se observan las principales áreas de la empresa y sus correspondientes directores.

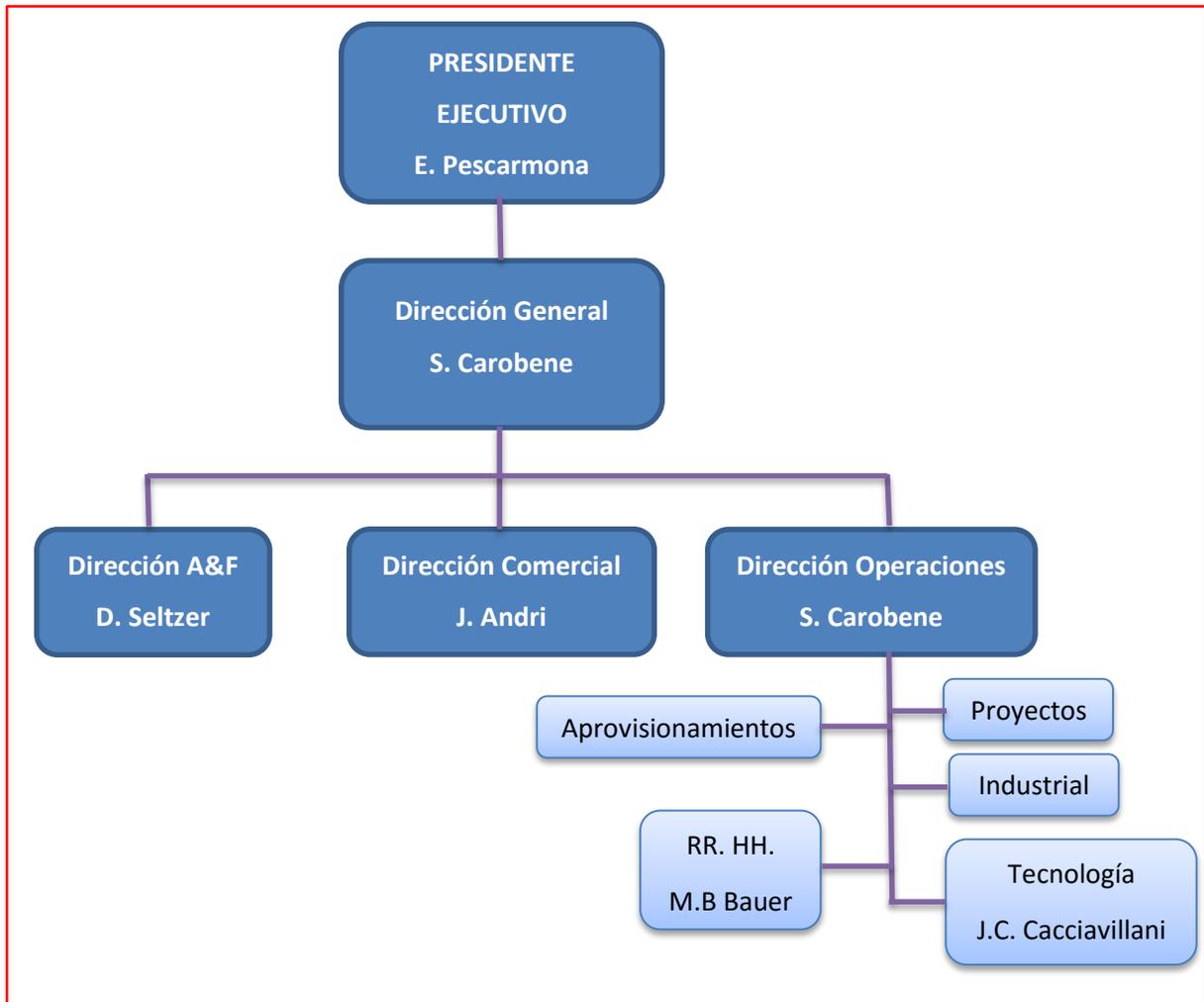


Figura 1. Organigrama de IMPSA.

La experiencia de Prácticas Profesionales Supervisadas fue realizada en el equipo de Cálculo Estructural del departamento de Tecnología Nuclear.

#### 4 Descripción del proyecto

En la actualidad, el área Nuclear de IMPSA se encuentra trabajando en los desarrollos relacionados al proyecto de fabricación de un recipiente a presión (“RP”).

Dicho recipiente está formado por componentes de diferentes geometrías y materiales. En su interior operará con agua en estados líquido y gaseoso a altas temperaturas y presiones.

Las diferentes condiciones de operación o estados de carga implican distintos transitorios térmicos que solicitarán las paredes del RP, sobre las cuales se generarán gradientes de temperatura que darán lugar a tensiones de origen térmico.

Las mencionadas condiciones de operación determinarán las zonas del RP que se encontrarán en contacto directo con agua líquida, y las que estarán en contacto con vapor de agua, debido a las variaciones en los niveles de agua que se producen durante cada condición.

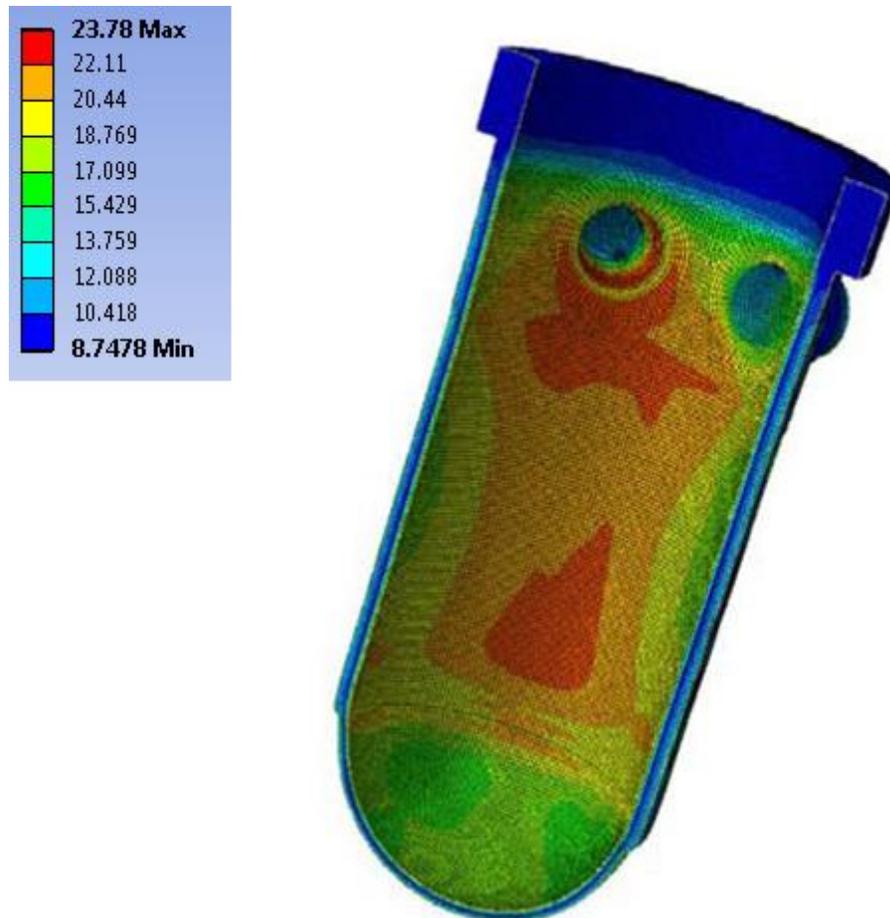


Figura 2. Esquema del Recipiente a Presión en estudio.

Para la realización de los trabajos de ingeniería asociados a este proyecto, IMPSA cuenta con certificación ASME III.

ASME (American Society of Mechanical Engineers) es una asociación de profesionales que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión.

La calificación arriba mencionada otorgada a la empresa, la habilita para la construcción y el montaje en fábrica de ítems que cumplen con los requisitos de la Sección III, División 1 del código ASME para Recipientes a Presión, según los siguientes certificados de autorización:

- **N:** Construcción de recipientes Clase 1, 2 y 3; estructuras de soporte del núcleo Clase CS; y montaje en fábrica Clase 1, 2 y 3.
- **NPT:** Fabricación sin responsabilidad de diseño Clase 1, 2 y 3 y CS y con responsabilidad de diseño de accesorios Clase 1, 2, 3 y CS.
- **NA:** Montaje en planta, Clase 1, 2 y 3.
- **NS:** Fabricación sin responsabilidad de diseño y con responsabilidad de diseño de soportes Clase 1, 2 y 3.

Esta certificación consolida a la compañía como la única en Latinoamérica que cuenta con la calificación descrita.

El proceso de certificación consistió en la visita de un equipo de auditores de ASME y de la Agencia de Inspección Internacional (aprobada por ASME), durante la cual se auditó el Manual de Calidad Nuclear y la implementación del mismo en un proyecto especialmente realizado para tal fin denominado “Elemento Demostrativo”. El proyecto consistió en la fabricación de un recipiente de agua a presión para el cual se realizó ingeniería completa con memorias de cálculo certificadas por 2 Ingenieros Registrados en EEUU, según especificaciones con los requerimientos del código, aprovisionamiento de materiales con recalificación de componentes según última edición del código, calificación de soldadores y procesos de soldadura, y finalmente armado del elemento demostrativo en un recinto definido llamado “Sala Limpia”.



Figura 3. Certificados ASME III otorgados a IMPESA.

## 5 Actividades y tareas realizadas

El desarrollo de las prácticas profesionales en IMPESA estuvo estructurado en cuatro bloques principales:

- 1) Inducción a la Empresa, al sector y al proyecto en estudio.
- 2) Presentación del software ANSYS® y período de entrenamiento.
- 3) Introducción y práctica en modelación y análisis de transitorios térmicos aplicados al proyecto.
- 4) Análisis de convergencia de malla y estudio de adimensionalización de variables para la modelación de transitorios térmicos.

A continuación se desarrollará cada bloque.

### 5.1 Inducción a la Empresa, al sector y al proyecto en estudio

El proceso de inducción a IMPESA tuvo una duración de 10 horas y estuvo compuesto por:

- Presentación de la empresa por parte de un representante del área de Recursos Humanos y proyección del video institucional de la organización.
- Presentación y evaluación sobre normas de ambiente y seguridad laboral haciendo especial foco en los procedimientos de emergencia, teléfonos de utilidad, zonas de seguridad, etc., a tener en cuenta en caso de un imprevisto.
- Presentación y evaluación sobre estándares y normas de calidad que maneja la compañía.

- Visita a la planta, laboratorios y módulos de oficinas. Recorrido por el bloque de Tecnología y presentación del Área Nuclear y su equipo de trabajo.
- Reunión con el Gerente del Área Nuclear para acordar los alcances, objetivos y actividades a desarrollar durante el período de prácticas. Instrucción en el uso de la estación de trabajo, inicio de sesión, uso de correo electrónico, teléfonos internos, intranet, etc.
- Descripción del proyecto en estudio mediante presentaciones audiovisuales, conferencias y presentaciones a cargo de los distintos miembros del equipo de trabajo, cada uno explicando los objetivos de su correspondiente actividad, exponiendo las herramientas y métodos utilizados para la realización de sus trabajos.

## **5.2 Presentación del Software ANSYS® y período de entrenamiento**

ANSYS® es un software de simulación ingenieril, desarrollado para funcionar bajo la teoría de elementos finitos para estructuras (y volúmenes finitos para fluidos), con el objetivo de analizar y predecir cómo funcionará y reaccionará determinado producto bajo un entorno real.

Está dividido en tres herramientas principales llamados módulos: pre-procesador, procesador y post-procesador. El procesador de elementos finitos para la solución de problemas mecánicos incluye: análisis de estructuras dinámicas y estáticas (ambas para problemas lineales y no lineales), análisis de transferencia de calor y fluido dinámica, y también problemas de acústicas y de electromagnetismo.



Figura 4. Ansys. Menú de sistemas de análisis.

En función de la problemática a analizar es posible trabajar en entornos multifísicos donde, por ejemplo, se pueden resolver problemas de estructuras junto a problemas de transferencia de calor en forma acoplada. Así, en la siguiente figura (Figura 5) se puede observar un bloque que representa las características geométricas del modelo, que se encuentra vinculado a una herramienta de modelación de transitorios térmicos, cuya solución constituye el input de una herramienta de modelación estática estructural. De esta manera, del bloque denominado “I”, se obtienen los campos de temperaturas originados por determinadas cargas térmicas, y del bloque “J” se obtiene la información relacionada a variables estáticas y cinemáticas provenientes de las solicitaciones impuestas en el bloque anterior.

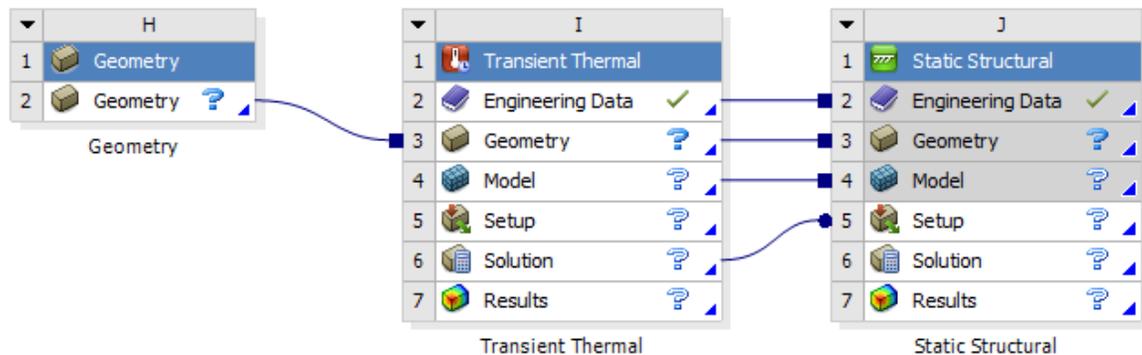


Figura 5. Esquema de acople de herramientas de modelación.

El procedimiento típico para la realización de un cálculo consiste en:

a) Pre-proceso: se construye un modelo a partir de la geometría del problema, se definen los materiales a ser usados y se genera la malla realizando una aproximación discreta del problema sobre la base de elementos finitos, habitualmente conocido como Finite Element Model (FEM). Estos elementos finitos se conectan a través de los nodos que lo conforman con otros elementos finitos para formar el volumen del material. La malla puede generarse a mano o usando las herramientas de generación automática o controlada de mallas.

b) Proceso: se aplican las cargas y las condiciones de borde en los nodos y elementos.

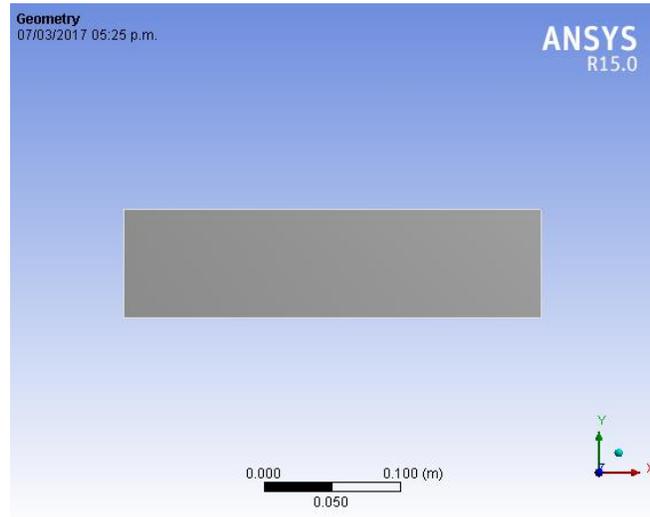
c) Post-proceso: se visualizan los resultados, por ejemplo la representación de la geometría deformada de una estructura, y se obtienen los datos en formatos de tablas y gráficos.

Para el entrenamiento en el uso de esta herramienta informática, que abarcó un total de 50 horas, se siguió un programa de guías y presentaciones tutoriales de los distintos módulos y aplicaciones para la modelación y resolución de diversos casos prácticos propuestos. Los principales temas fueron: introducción a la creación y modelación de geometrías con “Design Modeler”, conceptos básicos para la utilización de la interfaz “Mechanical”, aspectos esenciales para la realización del pre-proceso (administración de geometrías, sistemas de coordenadas, asignación de materiales, etc.), generación y modelación de mallas, aplicación de cargas, asignación de condiciones de borde, análisis de vibraciones, análisis térmicos, entre otros.

### **5.3 Introducción y práctica en modelación y análisis de transitorios térmicos aplicados al proyecto**

Dadas las características geométricas del RP, que consiste en un sólido de revolución, se realizó la modelación de geometrías de simetría axial correspondientes al proyecto, respetando sus dimensiones, propiedades mecánicas de los materiales utilizados para su fabricación, y aplicando las rampas de temperatura correspondientes a los transitorios térmicos de las distintas condiciones de operación. Se evaluaron los datos arrojados por el software y se realizaron mejoras en cuanto a la selección de tamaños y tipos de mallas y pasos de tiempo para lograr una convergencia en los resultados obtenidos.

Este tipo de modelo (axisimétrico) es una simplificación del modelo real (3-D), para reducirlo a dos dimensiones respetando sus condiciones de contorno. Esto garantiza una mejora en los tiempos de diseño y modelación y en el requerimiento informático necesario para realizar las simulaciones, lo que se traduce en un ahorro en tiempo y en equipamiento, además de acotar los errores cometidos en cada una de las simulaciones.



**Figura 6. Modelo de simetría axial estudiado.**

Los resultados arrojados por el software fueron contrastados con datos analíticos para evaluar los errores obtenidos. Para ello, se trabajó con variables adimensionales con el objetivo de generalizar los problemas y así lograr criterios que permitan extender los casos analizados a otras geometrías, materiales o cargas térmicas.

La formulación matemática utilizada para obtener una solución analítica correspondiente al problema diferencial adimensional de la distribución de temperatura en un recipiente cilíndrico indefinido para una variación de temperatura del fluido interior lineal con el tiempo se presenta por medio de la siguiente ecuación de conducción de calor en coordenadas cilíndricas:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} \left( k \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{k}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \quad \text{en } r_i \leq r \leq r_e$$

Con las siguientes condiciones de contorno:

$$h(T - T_b) = k \frac{\partial T}{\partial r} \quad \text{en } r = r_i ; t > 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad \text{en } r = r_e; t > 0$$

Y la condición inicial:

$$T = T_0 \quad \text{en } r_i \leq r \leq r_o; t = 0$$

Donde: T(r, t) es la temperatura; r es la coordenada radial; t es el tiempo; k es la conductividad térmica; c es el calor específico; ρ es la densidad y h es el coeficiente de transferencia térmica de la superficie interior del cilindro.

Definiendo las siguientes variables adimensionales:

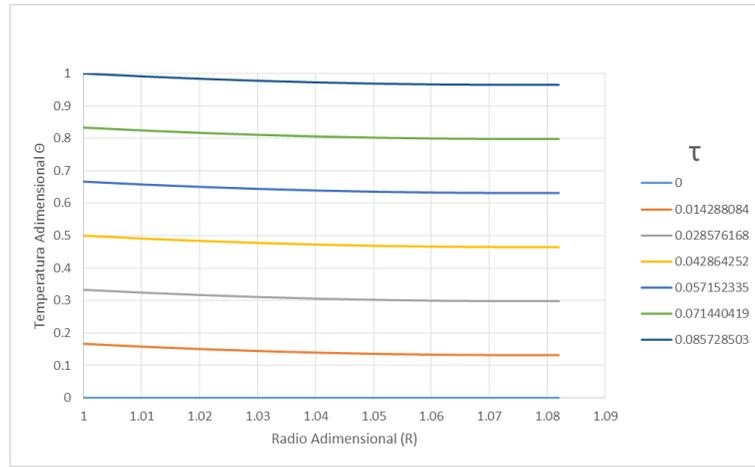
- Temperatura adimensional:  $\theta(R, \tau) = \frac{T - T_{bo}}{T_{bf} - T_{bo}}$
- Coordenada radial adimensional:  $R = \frac{r}{r_i}$
- Tiempo adimensional:  $\tau = \frac{k}{c\rho r_i^2} t$
- Número de Biot:  $Bi = \frac{r_i h}{k}$

Se obtiene un sistema de diferencias finitas de tres incrementos para la coordenada espacial y de dos incrementos para la variable temporal, a través del cual se obtuvo soluciones para comparar con los valores arrojados por ANSYS®.

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{1}{\Delta \tau} (\theta_{i,j+1} - \theta_{i,j}); \quad \Delta \tau = \tau_{j+1} - \tau_j$$

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial R^2} = \frac{1}{\Delta R^2} [\theta_{i-1,j} - 2\theta_{i,j} + \theta_{i+1,j}]; \quad \Delta R = R_{i+1} - R_i$$

$$\frac{1}{R} \frac{\partial \theta}{\partial R} = \frac{1}{R \Delta R} [\theta_{i+1,j} - \theta_{i,j}] \quad \Delta R = R_{i+1} - R_i$$



**Figura 7. Distribución de temperaturas en el espesor de un cilindro genérico para distintos tiempos adimensionales.**

t [s]	τ	FEM				ANALITICO				ERROR				ERROR PROM.
		P1 T [°C]	P2 T [°C]	P3 T [°C]	P4 T [°C]	P1 T [°C]	P2 T [°C]	P3 T [°C]	P4 T [°C]	P1	P2	P3	P4	
0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-	0.00%
100	0.000423	40.989	40.22	40.084	40.036	41.35714	40.1698301	40.0272682	40.003669	-0.0089	0.0012	0.0014	0.0008	0.14%
200	0.000846	42.111	40.638	40.29	40.147	42.71429	40.6734168	40.2213758	40.085575	-0.0141	-0.0009	0.0017	0.0015	0.29%
300	0.001268	43.287	41.2	40.62	40.359	44.07143	41.3452961	40.5933038	40.327187	-0.0178	-0.0035	0.0007	0.0008	0.50%
400	0.001691	44.492	41.87	41.064	40.68	45.42857	42.1302273	41.1163453	40.732086	-0.0206	-0.0062	-0.0013	-0.0013	0.73%
500	0.002114	45.718	42.626	41.61	41.107	46.78571	43.0046038	41.7673042	41.281351	-0.0228	-0.0088	-0.0038	-0.0042	0.99%
600	0.002537	46.961	43.454	42.247	41.633	48.14286	43.9533735	42.5265576	41.95415	-0.0245	-0.0114	-0.0066	-0.0077	1.25%
700	0.00296	48.218	44.342	42.965	42.25	49.5	44.9648439	43.3774972	42.731817	-0.0259	-0.0139	-0.0095	-0.0113	1.51%
800	0.003383	49.486	45.284	43.754	42.949	50.85714	46.0293393	44.3060626	43.59833	-0.0270	-0.0162	-0.0125	-0.0149	1.76%
900	0.003805	50.764	46.273	44.607	43.721	52.21429	47.1387154	45.30035	44.540078	-0.0278	-0.0184	-0.0153	-0.0184	2.00%
1000	0.004228	52.051	47.303	45.516	44.558	53.57143	48.286087	46.350281	45.545525	-0.0284	-0.0204	-0.0180	-0.0217	2.21%
1100	0.004651	53.346	48.37	46.475	45.453	54.92857	49.465627	47.4473226	46.604904	-0.0288	-0.0221	-0.0205	-0.0247	2.40%
1200	0.005074	54.648	49.469	47.479	46.4	56.28571	50.6724023	48.5842506	47.709945	-0.0291	-0.0237	-0.0227	-0.0275	2.58%

**Figura 8. Ejemplo de planilla de evaluación de errores comparando valores provenientes del modelo de elementos finitos y de la solución analítica.**

El tiempo insumido en la realización del presente bloque fue de 40 horas.

### 5.4 Análisis de convergencia de malla y estudio de adimensionalización de variables para la modelación de transitorios térmicos

Debido a la variedad de materiales, geometrías y rampas térmicas utilizadas para el diseño del RP, se realizó un análisis que constó de dos etapas: en primer lugar la resolución de los transitorios térmicos y los correspondientes campos de temperatura, y posteriormente las tensiones que surgieron de dichos campos de temperatura y condiciones de contorno impuestas.

El objetivo del análisis consistió en desarrollar una herramienta de interpolación de datos, tal que seleccionando materiales, espesores, geometrías y rampas térmicas, indique el

tamaño de elementos y pasos de tiempo requeridos de manera tal que el error final en tensiones cumpla un determinado criterio de aceptación referido a un límite máximo de error relativo o porcentual y a un límite máximo de error absoluto en tensiones circunferenciales.

Para el desarrollo del mismo, que abarcó las restantes 200 horas de las prácticas, se realizó la simulación de geometrías axisimétricas de distintas secciones del RP. Para validar las rampas de temperatura a las que se encuentran sometidos, se realizó un procedimiento repetitivo que se detalla a continuación:

- Para cada geometría analizada, con determinado material y propiedades mecánicas, y para cada rampa de temperatura (con distintas pendientes, de más suaves a más agresivas), se obtuvo una **solución de referencia** utilizando una malla de elementos finitos en el espesor del cilindro muy densa, y con un paso de tiempo lo suficientemente pequeño para que arroje valores suficientemente precisos. Por ejemplo, para una rampa con una duración de 1500 segundos, se realizó una modelación con 30 elementos en el espesor y un paso de tiempo de 0,1 segundos. (Cabe destacar que la obtención de soluciones en este caso era muy costosa tanto en términos del tiempo de corrida del modelo, como en requerimiento de memoria RAM para efectuar el proceso).

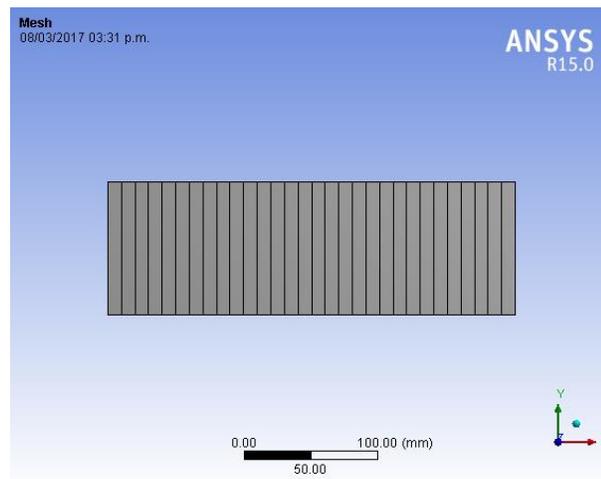


Figura 9. Malla de 30 elementos en el espesor del cilindro.

- Se obtuvo una gran cantidad de **soluciones particulares** para modelos con menos elementos en el espesor y con pasos de tiempo cada vez más grande, calculando el error relativo y absoluto respecto a la solución de referencia. Dichos errores

aumentaban a medida que los pasos de tiempo eran mayores y los elementos de la malla disminuían, y las soluciones se iban obteniendo con mayor facilidad y en menor tiempo.

- Se definió un **criterio de aceptación** que consistía en descartar todas las soluciones que arrojaran un error relativo mayor al 5% o un error absoluto de tensiones normales mayor a 5 MPa.
- A partir de dicho criterio, se determinaron qué combinaciones de N° de elementos y pasos de tiempo cumplían el requisito anterior, para adoptar un criterio que representara a dicha geometría, material y rampa de temperatura.

N\Δt	1	5	10	50	200	300	600
50	0.00%						
20	0.58%	0.50%	0.49%	0.74%	2.08%	2.92%	5.15%
15	1.02%	0.89%	1.01%	2.07%	2.85%	5.06%	5.49%
13	1.33%	1.18%	1.25%	2.28%	3.04%	5.22%	5.73%
10	2.11%	1.94%	1.92%	2.83%	3.54%	5.64%	6.38%
8	3.30%	3.40%	3.56%	4.13%	4.99%	5.54%	7.19%
6	14.40%	13.92%	13.38%	9.76%	8.33%	7.98%	8.78%

**Figura 10. Ejemplo de tabla obtenida para la definición de un criterio de modelación. N: N° de elementos de la malla en el espesor; Δt: pasos de tiempo.**

- A modo de verificación, se modeló un transitorio completo dividido en sub-períodos de tiempo, cada uno de los cuales adoptaba los criterios obtenidos para cada pendiente de rampa, controlando que se cumpliera el criterio de aceptación antes mencionado.

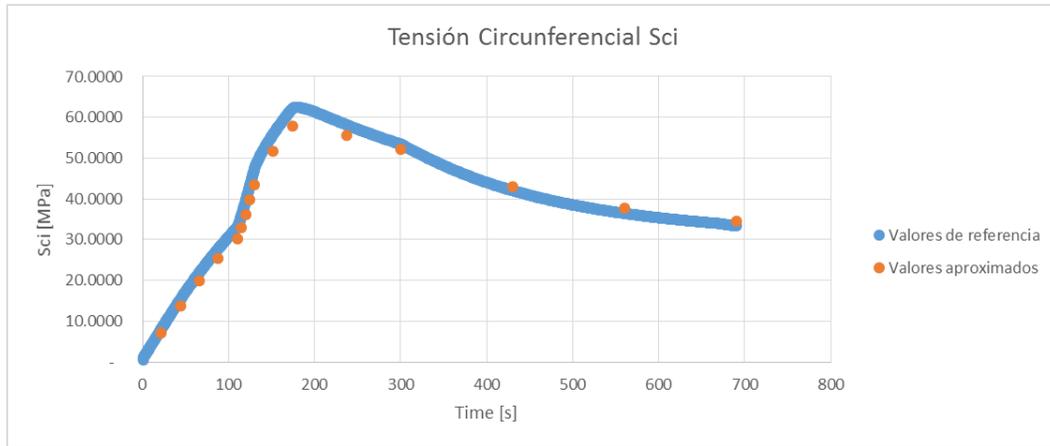


Figura 11. Comparación de valores de referencia con valores obtenidos con criterio de modelación de un transitorio completo.

- Para controlar si la **solución de referencia** podía ser realmente considerada como tal, y un mayor valor en N° de elementos no producía una variación significativa en los resultados, se realizó un análisis de convergencia utilizando el método de mínimos cuadrados para obtener una curva de interpolación que mostraba si los resultados convergían al nivel de referencia considerado (en la figura: 30 elementos en el espesor. Se observa una marcada convergencia en los resultados a medida que aumenta el número de elementos en el espesor).

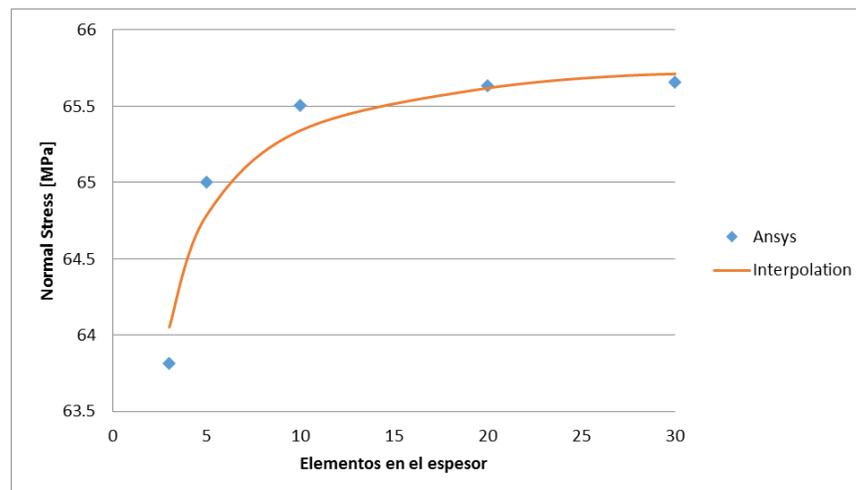


Figura 12. Curva de interpolación para el análisis de convergencia.

## 6 Resultados obtenidos

El procedimiento descrito en el punto anterior permitió la obtención de un universo de combinaciones de número de elementos y pasos de tiempo para distintas pendientes de

rampas de temperaturas, distintos materiales y distintas geometrías, que fue utilizado para el posterior desarrollo de una herramienta de interpolación que permite, bajo un caso particular de geometría, carga térmica y material, obtener en forma expeditiva un criterio de modelación determinado.

Esta herramienta fue desarrollada en forma de tabla dinámica de Excel, en la cual se ingresa con los datos particulares del caso que se desea modelar, y se obtiene un cuadro en el cual se pueden identificar para cada número de elementos en el espesor y pasos de tiempo, el error esperado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Ri	50								
2	delta	0.2								
3	Bi	1								
4	DT/Dt	2								
5										
6	Max of Error	Column Labels								
7	Dx	0.25	0.5	1	5	10	20	40	130	Grand Total
8	0.03	0.00%	0.07%	0.17%	0.73%	1.31%	2.29%	7.99%	18.87%	18.87%
9	0.05	0.47%	0.10%	0.20%	0.76%	1.35%	2.33%	8.07%	18.92%	18.92%
10	0.10	0.08%	0.45%	0.47%	0.97%	1.57%	2.57%	8.46%	19.20%	19.20%
11	0.20	1.78%	1.76%	1.75%	1.99%	2.52%	5.13%	9.90%	20.21%	20.21%
12	0.33	4%	4.37%	4.35%	4.57%	7.04%	10.04%	12.86%	22.35%	22.35%
13	1.00	54%	52.91%	52.33%	46.94%	42.08%	39.68%	38.08%	41.81%	53.53%
14	Grand Total	54%	53%	52%	47%	42%	40%	38%	42%	54%
15										

Figura 13. Cuadro resultado. Herramienta de interpolación.

A partir de esta información se puede seleccionar el caso que se desea utilizar para realizar la modelación.

## 7 Conclusiones sobre aspectos profesionales y laborales

A continuación se exponen algunas conclusiones a las que se llegó luego de completar la experiencia de Prácticas Profesionales Supervisadas.

- Al transitar los últimos años de la carrera y encarar la transición de la universidad al empleo, el alumno desconoce muchas habilidades y aptitudes que ha ido desarrollando en la facultad. Por lo tanto, la experiencia de realizar Prácticas Profesionales, le da la oportunidad para que se incorpore a un equipo de trabajo que

le permita poner en juego dichas capacidades y así se reconozca como un individuo capaz de realizar aportes de interés a las empresas u organizaciones.

- Dado que la formación impartida por la universidad se encuentra orientada a una rama específica de la ingeniería, el futuro profesional mediante la realización de las Prácticas descubre que se encuentra entrenado para comprender, aprender, instruirse, estudiar y proponer soluciones ante situaciones o fenómenos “nuevos” (no estudiados en la universidad) o correspondientes a otras ramas de la ingeniería.
- La participación en equipos de trabajo interdisciplinarios permiten un aprendizaje particular en otras áreas o ramas de ingeniería, permitiendo abrir un universo de posibilidades en cuanto a aplicaciones profesionales que el futuro ingeniero podrá desarrollar en su vida laboral.
- La participación activa dentro de una organización que tiene cierta estructura, normas, horarios, cultura y procedimientos, permiten el desarrollo de valores tales como respeto, responsabilidad, compañerismo, trabajo en equipo, entre otros.
- El desarrollo de trabajos vinculados a brindar soluciones cuyos impactos incidirán directamente en la sociedad, hacen tomar consciencia al futuro profesional de la importancia de su trabajo y de la responsabilidad que el mismo implica.

## **8 Comentarios personales**

El período de Prácticas fue una instancia muy provechosa para mí, en la que pude desarrollar muchas habilidades no solo técnicas sino también personales que considero de gran importancia para mi futuro desarrollo profesional.

Finalizo este proceso convencido de que la universidad no me ha brindado todos los conocimientos necesarios para desenvolverme como ingeniero, pero que si me ha dado todas las herramientas necesarias para comprender y analizar las problemáticas del entorno y para proponer soluciones que cumplan con las condiciones que el mismo entorno imponga.

Agradezco en forma especial al Ingeniero Juan Carlos Cacciavillani, docente de la Facultad de Ingeniería, quien con generosidad me abrió las puertas de IMPSA para poder desarrollar éste período de Prácticas Profesionales.

Agradezco a los ingenieros Marcelo Cuvertino y Martín Chimenti, quienes me acompañaron y guiaron en el desarrollo de las actividades transmitiéndome conocimientos y experiencias tanto en lo técnico como en lo personal.

También agradezco al Equipo del Área Nuclear de IMPSA por su disposición para incorporarme al grupo de trabajo.

Por último, agradezco a la Facultad de Ingeniería y al Ingeniero Alejandro Cantú por proponer este espacio de entrenamiento profesional de gran importancia para los futuros ingenieros.

## **9 Bibliografía de referencia**

- Página Web Oficial de ASME, área de Entrenamiento y Desarrollo.  
<http://www.asme.org/kb/courses/asme-training---development>.
- Página Web Oficial de IMPSA.
- Sánchez Sarmiento, Gustavo (2014). Informe Técnico N°GSS-006-Rev.7. Desarrollo de una formulación general adimensional para la temperatura y las tensiones térmicas en las virolas del recipiente a presión ante el caso de carga NA02.