

UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA PLM PARA LA COLABORACIÓN MULTIDISCIPLINARIA EN EL DESARROLLO DE LANZADORES SATELITALES

Matias Medina¹, Gaston Chico, Francisco Cristiano, Gonzalo Dignani, Nicolas Taullard
¹mmedina@veng.com.ar

Departamento de Tecnologías de la Información – Área PLM [Product Lifecycle Management]
VENG SA, Av. Paseo Colon 505 6° Piso, CABA, Bs As, Argentina.

RESUMEN

Product Lifecycle Management (PLM), o Gestión de Ciclo de Vida de Producto, es una disciplina creada a partir de los avances en Tecnología Informática cuyo foco principal es impulsar la colaboración multidisciplinaria entre los distintos actores que participan en la ingeniería de un proyecto, a través de todo su ciclo de vida.

Esto se logra mediante la centralización de la información del mismo en una única maqueta digital, sobre la cual trabajaran a tiempo real todas las áreas de ingeniería sin superposición en sus funciones, optimizando su comunicación a través de la eliminación de circuitos de información paralelos.

Desde VENG somos pioneros en la Argentina y en Latinoamérica en el dominio y la utilización de esta tecnología en proyectos del sector aeroespacial, principalmente para la ingeniería de lanzadores satelitales, por lo que el presente trabajo pretende mostrar nuestro aporte al desarrollo de la Tecnología Espacial en el país.

Palabras clave: PLM, Maqueta Digital, RFLP, TII.

INTRODUCCION

La disciplina Product Lifecycle Management (PLM) o Gestión de Ciclo de Vida de Producto surge como la combinación entre la experiencia obtenida a lo largo de la historia de los procesos y buenas prácticas de gestión de proyectos y la evolución de la tecnología informática aplicada a la ingeniería.

En los comienzos, los ingenieros y técnicos disponían de tecnologías como CAD/CAM/CAE (Computer Aided Design / Manufacturing / Engineering respectivamente), pero se encontraban disgregadas y la información de salida era incompatible en la mayoría de los casos, es decir, era necesario importar y exportar archivos entre diferentes plataformas, o en algunos casos directamente modelar desde cero para cada tipo de aplicación. Además, a esto se le suma el hecho de que por lo general dichas tecnologías eran utilizadas por diferentes equipos de trabajo, sumando la tarea de que debían estar correctamente comunicados para hacer el proceso de ingeniería lo más trazable y eficiente posible.

Como solución a esto, la disciplina PLM no solo plantea la integración de las diferentes tecnologías de asistencia a ingeniería en una misma plataforma, sino también la centralización de la información del proyecto en una maqueta digital única, incorporando además técnicas de gestión de proyectos, en donde cada elemento de la maqueta digital tiene su ciclo de revisión y aprobación como cualquier documento.



Figura 1. Concepto PLM.

En el presente trabajo, se expondrán los avances que ha realizado VENG en la implementación de este tipo de tecnologías para el desarrollo de lanzadores satelitales.

METODOLOGIA

A partir de ahora, cuando hablemos de PLM nos referiremos al sistema que estamos implementando desde el área PLM de VENG para el desarrollo de lanzadores satelitales, el cual tiene un enfoque tanto metodológico como tecnológico. El área PLM es la encargada de la administración, implementación, consultoría y soporte de dicho sistema, y se encuentra ubicada organizacionalmente de manera transversal a todas las áreas y proyectos de ingeniería. Además, cuenta con el soporte del proveedor de servicios PLM ya que el software utilizado es de uso comercial [1].

Al ser PLM un área independiente y transversal, las áreas de ingeniería pueden enfocarse directamente en los proyectos, contando con la asistencia de PLM para poder colaborar dentro del sistema y valerse de todos los recursos necesarios a tal fin. Dentro de las funciones de PLM se encuentran:

- Administración de Plataforma, gestión de usuarios, credenciales, licenciamiento y espacios de colaboración.
- Arquitectura de Producto, gestión de maquetado digital, mantenimiento de esqueleto principal, chequeos de interferencia y renderizado.
- Gestión de Bibliotecas, creación de catálogos mecánicos, componentes de piping y eléctricos tanto 3D como esquemáticos 2D, catálogos de materiales y formatos drawing.
- Consultoría y Soporte, implementación de funcionalidades, asistencia a áreas de ingeniería, capacitaciones, interacción con proveedor de servicios PLM.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. CONTEXTOS DE SEGURIDAD Y CREDENCIALES

En el sistema PLM, es indispensable realizar una correcta configuración organizacional dado que de esto dependen los permisos de accesos de los usuarios. Se debe cargar el organigrama de la empresa o institución, pudiendo ser varias organizaciones las que colaboran. Luego se deben cargar los usuarios que estarán trabajando en el sistema cada uno en su correspondiente organización, definir el o los espacios de colaboración en donde van a interactuar de acuerdo con los proyectos en los que cada uno participe y por último el nivel de permisos de lectura o edición en dichos espacios. Es importante entender que primero se debe tener claro estos tres aspectos antes de comenzar a trabajar para poder garantizar una correcta configuración de permisos, seguridad y privacidad de la información.

El formulario muestra tres campos de selección con sus respectivos valores:

- Organización: VN-DP-PLM
- Espacio de colaboración: CO-CS-TRX
- Función: Líder

Un botón azul con el texto "Aceptar" está situado en la parte inferior derecha del formulario.

Figura 2. Credenciales de acceso al sistema.

En la Figura 2 puede verse un ejemplo de usuario, cuyas credenciales de acceso pertenecen al área PLM, en el espacio de colaboración del Proyecto Tronador, y un nivel de permisos de edición de Líder. Este tipo de configuración de permisos permitirá que todas las áreas de ingeniería puedan interactuar en la misma maqueta digital, al mismo tiempo y sin pisarse, dado que los objetos generados en el sistema heredan las credenciales del propietario y solo pueden ser modificados por alguien de credenciales similares. Esto se vera en detalle en el inciso de maquetado digital.

Para finalizar este punto, este tipo de configuración permite expandir el sistema a cuantas organizaciones, usuarios y proyectos se deseen, pudiendo realizar un rápido despliegue ante cualquier proyecto emergente.

2. MAQUETADO DIGITAL Y ARQUITECTURA DE PRODUCTO

Cuando hablamos de maqueta digital, nos referimos no solo a la representación 3D de nuestro proyecto, sino también a los atributos y metadatos de todos sus componentes y por supuesto su ciclo de vida. A medida que la tecnología PLM evoluciona, la maqueta digital cada vez puede incorporar más información del proyecto, como por ejemplo balance de masas, materiales, especificaciones de diseño y/o fabricación, planos, etc. En el caso particular de los sistemas de piping y eléctricos, además pueden incorporarse los diagramas esquemáticos, ya sea P&ID (Piping & Instrumentation Diagram) como también diagramas lógicos eléctricos. Esto se verá más adelante en el apartado de integración RFLP.

El poder contar con la maqueta digital del proyecto y que la misma sea un componente centralizado e inteligente, nos da la posibilidad de reducir no solo los tiempos de comunicación entre áreas, sino también reducir la cantidad de documentación que se genera por fuera del sistema, siendo el caso mas representativo el de los planos de fabricación que aquí se encontrarían contenidos en la estructura de producto de la maqueta. Reducir la cantidad de información por fuera del sistema, hace también que se reduzca la cantidad de documentos que son enviados por correo electrónico y otros circuitos paralelos, por lo que la tecnología PLM incrementa la eficiencia de los procesos de manera considerable.



Figura 3. Maqueta digital TII-70.



Figura 4. Estructura de producto TII-70.

Tomando como ejemplo la maqueta de la Figura 3 correspondiente al vehículo TII-70, la estructura de producto de la misma esta determinada por cuatro nodos a nivel primario:

- Esqueleto principal
- Nodo estructuras
- Nodo propulsión
- Nodo aviónica

Luego, en cada uno de los nodos se desglosa la estructura de los subsistemas correspondientes a cada sistema del vehículo.

Respecto a los permisos de acceso a la maqueta digital, el esqueleto principal se encuentra bajo propiedad del área PLM, mientras que el resto de los nodos bajo propiedad de las áreas Mecánica, Propulsión y Aviónica respectivamente. Estas áreas se encargan de realizar los diseños de los componentes del vehículo, mientras que el área PLM se encarga de la gestión general de la maqueta y las interfaces a nivel geométrico a través del esqueleto principal. Como se mencionaba en el inciso anterior, la diferenciación de propiedad de dichos nodos de la maqueta hace que las áreas puedan trabajar sin pisarse, logrando una correcta y armoniosa colaboración entre todos los actores del proyecto a tiempo real.

3. CATALOGACION Y GENERACION DE BIBLIOTECAS

Una de las funciones principales del área PLM es generar y gestionar las bibliotecas y recursos compartidos del sistema, de manera transversal para que todas las áreas puedan disponer de los mismos independientemente del proyecto. Los catálogos cargados en el sistema son los siguientes:

- Mecánica: Tornillos hexagonales, avellanados, Allen, tuercas hexagonales, arandelas planas, pernos, etc. Además, materiales y formatos de drawing.
- Piping: Equipos, válvulas, reguladores de presión, cañerías y accesorios, etc.

- Harness: Cables mallados y trenzados, conectores de cable y equipos, backshell, equipos, etc.

En el caso de los catálogos mecánicos, por lo general los mismos se construyen a través del proceso de familia de partes, donde se modela una pieza, se parametriza y luego se la asocia a una tabla de diseño con las distintas configuraciones del mismo componente, para luego generar los componentes individuales. Para casos más específicos pueden importarse catálogos de páginas de distintos fabricantes.

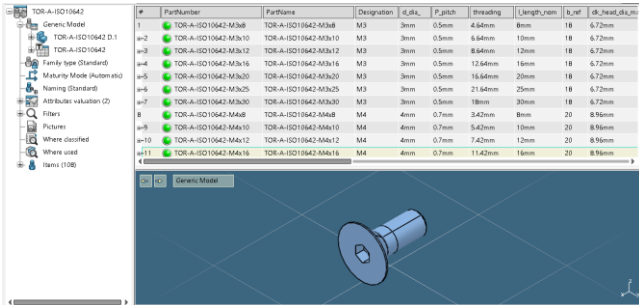


Figura 5. Familia de partes de tornillería.

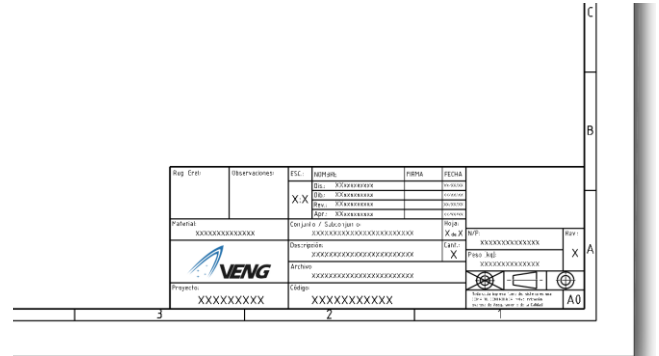


Figura 6. Catalogo drawing.

El catálogo drawing también se encuentra centralizado, de manera que toda la organización puede utilizar este único formato estandarizado independientemente del proyecto. El mismo sirve tanto para la realización de planos de fabricación como de diagramas esquemáticos de piping y harness.

En el caso de los catálogos de piping y harness, todos sus componentes se encuentran catalogados en su versión lógica y versión física. La primera para la realización de diagramas esquemáticos 2D, y la segunda para la maqueta 3D. Dentro del sistema, estos componentes están configurados de manera que el objeto 2D tenga una relación univoca con el objeto 3D correspondiente, por lo que sus atributos son los mismos y así lograr la trazabilidad entre la parte lógica y física. Esto se ampliará en el inciso de RFLP.

Para generar la relación univoca entre componentes esquemáticos 2D y piezas 3D, es necesario realizar configuraciones a nivel administrativo en el sistema, llamadas tablas tecnológicas, en donde se establecerán todos los recursos y atributos correspondientes a los componentes de cada disciplina. Por ejemplo, en el caso de piping se configuran los diámetros, espesores, materiales, clase mecánica, tipo de fluido, y todo atributo correspondiente a la norma que se vaya a utilizar. Caso análogo en harness, donde es posible configurar atributos de conectores, puertos, numero de pines, diámetro de cables, material, aislación, etc.

Technological Table Editor

BHG Piping Branching Rule

All links and cells are good

Header Nominal Size	Header Material	Header Material Category	Branch Nominal Size	Branch Material	Branch Material Category	Physical Part Subtype
DN50	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN65	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN65	P250GH	Carbon Steel	DN65	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN80	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN80	P250GH	Carbon Steel	DN65	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN80	P250GH	Carbon Steel	DN80	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN100	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN100	P250GH	Carbon Steel	DN65	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN100	P250GH	Carbon Steel	DN80	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN100	P250GH	Carbon Steel	DN100	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN125	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN125	P250GH	Carbon Steel	DN65	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN125	P250GH	Carbon Steel	DN80	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN125	P250GH	Carbon Steel	DN100	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN125	P250GH	Carbon Steel	DN125	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN150	P250GH	Carbon Steel	DN50	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN150	P250GH	Carbon Steel	DN65	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN150	P250GH	Carbon Steel	DN80	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN150	P250GH	Carbon Steel	DN100	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE
DN150	P250GH	Carbon Steel	DN150	P250GH	Carbon Steel	F_PIPING_SWAY_VALVE

Figura 7. Tabla tecnológica de piping.

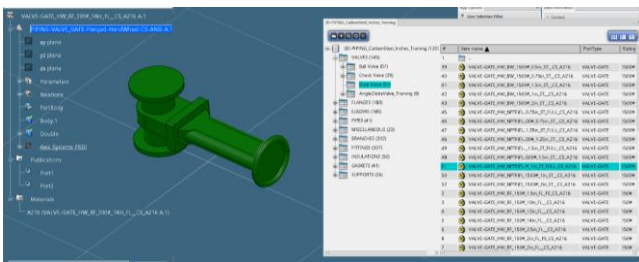


Figura 8. Catálogo de piping 3D.

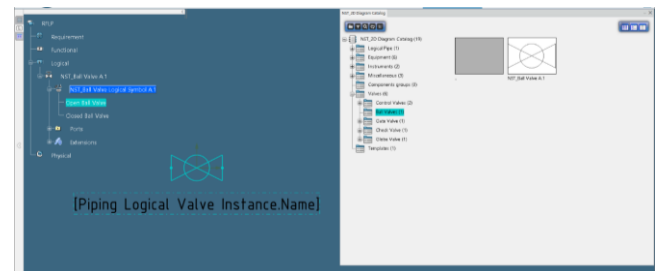


Figura 9. Catálogo de piping 2D.

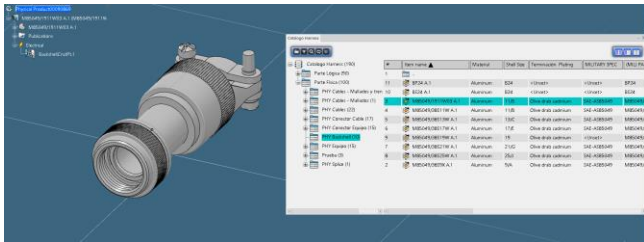


Figura 10. Catalogo harness 3D.

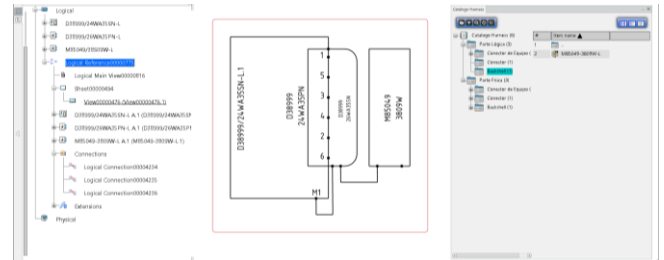


Figura 11. Catalogo harness 2D.

Todos los catálogos que se utilizan en la organización y en los proyectos se encuentran centralizados y disponibles a todas las áreas de ingeniería. Además, se encuentran en constante evolución y actualización, para que todas las áreas dispongan de los componentes que necesitan. De esta manera, se aliviana mucho la tarea de las áreas de ingeniería ya que no tienen que crear sus catálogos, y lo mejor es que no existen varios catálogos gemelos, logrando optimizar este proceso.

4. INTEGRACION RFLP

Como ultimo gran hito hasta el momento en lo que respecta a la colaboración interdisciplinaria dentro del sistema PLM, nos encontramos trabajando en la integración RFLP (Requirement Functional Logical Physical). Esto es integrar los requerimientos, diagramas funcionales, diagramas lógicos y maqueta física en un mismo espacio de trabajo. Históricamente el sistema se ha utilizado únicamente para la maqueta física, por lo que la integración debe ir desde atrás hacia adelante, es decir primero la maqueta 3D, luego los diagramas lógicos o esquemáticos 2D, luego los funcionales y por ultimo los requerimientos. En estos momentos, ha sido posible la integración LP, entre lógico y físico, por lo que la integración RF se encuentra dentro de los desarrollos futuros.

Para lograr la integración lógica-física, nos hemos centrado en las disciplinas de piping y harness, donde los catálogos que se han mencionado en el inciso anterior juegan un papel fundamental. La idea es que existan en ambas disciplinas, diseñadores que se encarguen de la parte esquemática 2D y separadamente de la parte física 3D. Los mismos estarán trabajando en un mismo ambiente en donde cada línea y componente esquemático se corresponda con cada ruteo y componente 3D. Luego, a la hora de generar los planos, el listado de materiales se realizaría de una forma automatizada en función de los componentes insertados en ambos espacios 2D y 3D, los cuales debieran estar previamente catalogados por el área PLM. De esta manera se logra una correcta y optima trazabilidad en el proceso de diseño.

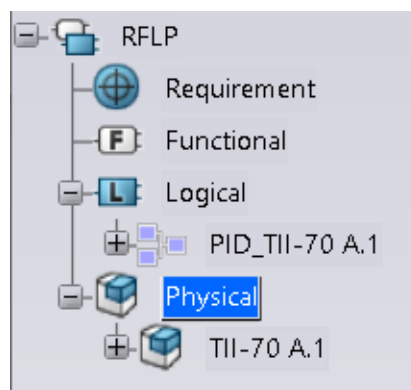


Figura 12. Espacio RFLP del TII-70.

En la Figura 12, puede verse el espacio RFLP del vehículo TII-70, en donde se encuentran integrados el P&ID y la maqueta 3D de dicho vehículo.

La posibilidad de contar con los diagramas esquemáticos en el mismo espacio que la maqueta 3D hace que dichos diagramas no se encuentren por fuera del sistema generando copias difícilmente trazables. A continuación, se muestran algunos ejemplos de integración lógica-física tanto de piping como de harness.

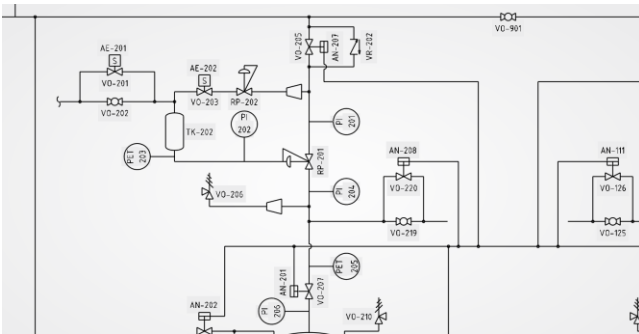


Figura 13. P&ID banco de ensayos motor TII-70.

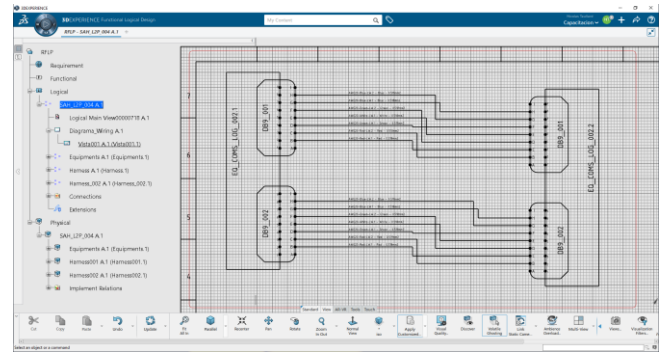


Figura 15. Diagrama lógico eléctrico de componentes de aviónica del TII-70.

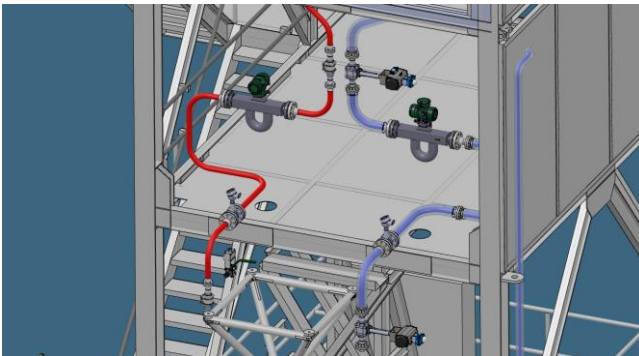


Figura 14. Maqueta 3D banco de ensayos TII-70.

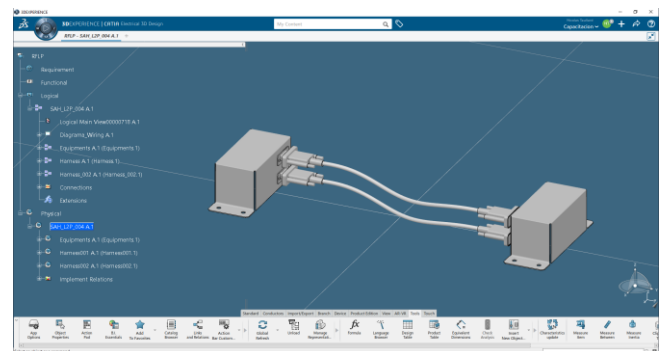


Figura 16. Maqueta 3D de componentes de aviónica del TII-70.

CONCLUSIONES

- Los sistemas PLM son la solución por excelencia para la integración tanto de metodologías como de tecnologías orientadas a la colaboración multidisciplinaria.
- Contar con una maqueta digital centralizada e inteligente produce una reducción en los tiempos de comunicación entre áreas y también de la cantidad de información duplicada y no controlada, incrementando en consecuencia la eficiencia de los procesos de ingeniería de una manera considerable.
- La eficiencia de los procesos de ingeniería también aumentara considerablemente cuanto más información se incorpore al sistema, como el caso de los diagramas lógicos, funcionales y los requerimientos, lo cual además facilita enormemente la trazabilidad del diseño.
- Es importante contar con un área dedicada específicamente a PLM, debido a que para la implementación de este tipo de sistemas se necesita de consultoría especializada y un constante mantenimiento. Además, se descomprimen ciertas funciones de las áreas de ingeniería que son más eficientes realizadas de forma transversal a la organización y los proyectos.
- Deben estar garantizados los medios tecnológicos y las capacitaciones correspondientes para el correcto funcionamiento y la óptima utilización del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Dassault Systèmes. Fabricante de software 3DExperience. <https://www.3ds.com/es/>
- [2] Teckdes. Proveedor local de software 3DExperience. <https://www.teckdes.com.ar/>

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, hermanos, amigos, compañeros y a todos aquellos que directa o indirectamente han influido y ayudado a la realización de este trabajo.