

6°

CONGRESO REGIONAL DE TECNOLOGÍA
DE LAS FACULTADES DEL ARQUISUR

17/19
JUNIO DEL 2013

ITA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN



T U C U M Á N 02 04 2014

PRÁCTICA INTERDISCIPLINARIA EN LA ENSEÑANZA DE DISEÑO ESTRUCTURAL

**EJE TEMÁTICO: DOCENCIA:
INNOVACIONES PEDAGÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGÍA DE
LA ARQUITECTURA EN LOS NIVELES DE GRADO Y POSGRADO**

**PALABRAS CLAVE:
ENSEÑANZA – INTERDISCIPLINA – DISEÑO ESTRUCTURAL**

AUTORES: Ing. Gabriela Culasso, Arq. María del Carmen Fernández Saiz

Cátedra ESTRUCTURAS IV - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - U N C.
Dirección: Avenida Haya de La Torre S/N Ciudad Universitaria. Córdoba Argentina, CP 5000
Correo electrónico de contacto: María del C. Fernández Saiz, mfernandezsaiz@yahoo.com.ar
Teléfono: 0351-155388551

RESUMEN:

*“...la simple yuxtaposición de disciplinas o su encuentro casual no es **interdisciplina**. La construcción conceptual común del problema que implica un abordaje interdisciplinario, supone un marco de representaciones común entre disciplinas y una cuidadosa delimitación de los distintos niveles de análisis del mismo y su interacción...” (Stolkiner A. (1999) “La Interdisciplina: entre la epistemología y las prácticas”).*

En este contexto, la interdisciplinariedad incluye intercambios que producen enriquecimiento mutuo y transformación. La integración no se realiza exclusivamente a nivel de las disciplinas, sino a través de los miembros de los equipos de trabajo, que en grupos heterogéneos aportan prácticas convergentes. Es por ello que la cooperación entre los miembros del equipo es básica.

Las carreras universitarias tradicionales, tales como arquitectura e ingeniería, poseen como impronta histórica, una clara tendencia a la fragmentación y segmentación disciplinar. Como consecuencia de esta característica metodológica, los futuros profesionales encuentran serias dificultades para desarrollar trabajos interdisciplinarios que les permitan integrar y combinar las diferentes áreas de conocimiento que intervienen en el desarrollo o resolución de un determinado proyecto de trabajo.

En nuestro caso esta problemática pone el foco en el diseño de edificios singulares, con estructuras de grandes luces, aunque podría extenderse a cualquier otro tipo de problemática en la que pudieran intervenir varias disciplinas.

Como parte de los objetivos fijados para la nueva materia ESTRUCTURAS IV, se propone la realización de experiencias de articulación cortas, en carácter de pilotos, cuyo objetivo es optimizar el trabajo en taller y verificar la transferencia de los contenidos propios de estructuras al proyecto arquitectónico.

Las cátedras de Estructuras IV de FAUD y Estructuras Metálicas y de Madera de la FCEFyN de la UNC, iniciaron una serie de actividades con el objeto de fortalecer las competencias relacionadas con el trabajo interdisciplinario. Para ello se realizó un trabajo conjunto entre los alumnos de ambas cátedras.

El siguiente trabajo resume esta experiencia de articulación interdisciplinaria, con alumnos de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil de la UNC. Los alumnos invitados, que estaban cursando la materia ESTRUCTURAS METÁLICAS Y DE MADERA, concurren a la Facultad de Arquitectura, y se incorporaron a los equipos de estudiantes de la materia ESTRUCTURAS IV. Ambos trabajaron juntos en el desarrollo estructural del trabajo final de diseño de dicha asignatura.

INTRODUCCION

A pesar de lo enunciado en sus planes de estudio, la enseñanza en las carreras de arquitectura e ingeniería, se caracteriza por una marcada tendencia a la segmentación disciplinar. Como consecuencia de esta característica metodológica, los estudiantes y profesionales egresados, encuentran serias dificultades para conformar equipos interdisciplinarios que les permitan integrar y combinar las diferentes áreas de conocimiento que intervienen en el desarrollo o resolución de un determinado proyecto de trabajo.

Frente a esta fragmentación, que perjudica a ambas partes, creemos que es misión de la Universidad generar propuestas y/o espacios para interactuar y contribuir a la formación de competencias para el trabajo en equipos interdisciplinarios y además acercar una visión totalizadora de la obra de arquitectura entendida como una globalidad.

Este ensayo de integración disciplinar se propone para el diseño de edificios singulares con estructuras de grandes luces, aunque podría extenderse a cualquier otro tipo de problemática en la que fuera necesario el aporte de varias disciplinas.

EL CONTEXTO

Si no remitimos a lo enunciado en la definición del “perfil del egresado” de ambas carreras podemos verificar la intención institucional de formar profesionales que puedan participar de equipos interdisciplinarios:

- Perfil del Arquitecto

El aprendizaje del arquitecto se orienta hacia una formación humana integral, que contribuya a la evolución de la sociedad, al desarrollo del país y de su región.

Los objetivos particulares de la carrera están relacionados con la producción material del hábitat humano, abarcando diferentes escalas, desde las intervenciones físicas en el territorio urbano, hasta la provisión de objetos instrumentales y equipos que gestan entre todos una mejor calidad de vida.

Para ello el profesional debe estar capacitado para conformar y conducir equipos interdisciplinarios y de especialistas, y coordinar y acotar cada uno de los desarrollos en procura de la obtención de un producto arquitectónico integral.

En lo que respecta al diseño estructural, dice Nervi: ...“Si se considera que el arquitecto ha de ser ante todo un creador de ideas y, sucesivamente, el coordinador del trabajo de varios especialistas, se verá claramente que ha de poseer una mentalidad sintética y conocer las limitaciones y posibilidades de cada rama de las técnicas estructurales...El arquitecto no tiene porqué ser un especialista en ninguna rama técnica, pero debe poseer ideas generales y conceptos más claros que los de todos los especialistas que son sus colaboradores.”¹

- Perfil del Ingeniero Civil

El profesional egresado de la carrera de Ingeniería Civil posee una amplia formación teórico-práctica, tanto en el área de las ciencias aplicadas (estructuras, hidráulica, geotecnia, etc.), como en el de las ciencias sociales (Legislación y ética profesional, Higiene y seguridad en el trabajo, Economía). El carácter holístico de su formación le permite ubicarse rápidamente en una diversidad de temáticas que luego profundizará en su desempeño profesional, científico o docente. Su capacitación y las prácticas recibidas lo habilitan para integrar equipos de trabajo multidisciplinarios.

Muchos ingenieros se desempeñan en relación de dependencia tanto en el ámbito público, especialmente en dependencias dedicadas a obras de infraestructura y economía, como en el ámbito privado en consultoras y empresas constructoras.

Los que se dedican a la actividad privada, realizan principalmente tareas de asesoramiento, proyecto y ejecución de construcciones de distintos tipos tales como viviendas individuales y

¹ A. HUXTABLE. Pier Luigi Nervi. Ed. Bruguera 1961

colectivas, caminos, puentes, estructuras de hormigón armado, metálicas y de madera, instalaciones, etc.

En conclusión, está en el espíritu de los planes de estudio de ambas carreras conseguir que los profesionales egresados sean capaces de conformar equipos donde converjan diferentes profesiones, y que funcionen complementándose de modo de mejorar el resultado obtenido y el proceso para llegar al éste.

Nuestra propuesta, que surge desde la materia Estructuras IV de la FAUDI, apunta en consecuencia a generar áreas de encuentro, buscando los elementos comunes y potenciando las diferencias con el objetivo de lograr la integración como alternativa deseable frente a la actual segregación disciplinar.

Desde la materia Estructuras IV (Estructuras de Grandes Luces - FAUD)

Frente a la creciente complejidad de la arquitectura contemporánea, se reconoce la función del arquitecto que evolucionó desde su rol de profesional independiente autónomo, al de líder de equipo de diseño, asistido por consultores técnicos especializados. Con el fin de mantener el papel de líder del equipo y de mantener el control del diseño en general, es indispensable que entienda conceptualmente todas las disciplinas técnicas. En primer lugar porque su comprensión permite que se comunique mejor con los consultores. En segundo lugar porque permite que coloque cada una de las recomendaciones técnicas dentro del contexto más amplio del diseño en general, preservando el control del mismo y del presupuesto. Y, por último, porque hace posible que como diseñador comience a considerar asuntos técnicos durante las primeras etapas de proyecto.

En síntesis, el arquitecto egresado debe manejar de manera global la totalidad de las disciplinas que intervienen en el proceso, y es en ese contexto que se debe impartir la enseñanza de las Estructuras en la Facultad de Arquitectura.

Como parte de los objetivos fijados para la nueva materia Estructuras IV, se propone la realización de experiencias de articulación cortas, en carácter de pilotos, con el objetivo de optimizar el trabajo en taller y verificar la transferencia de los contenidos propios de estructuras al proyecto arquitectónico.

Desde la materia Estructuras Metálicas y de Madera (FCEFyN)

El ingeniero debe integrarse al equipo de proyecto como pieza fundamental, desde el inicio del proceso de diseño. Debe involucrarse en él, comprender y compartir las premisas de diseño del proyecto para lograr, junto con el arquitecto, la propuesta estructural más adecuada. Debemos desestimar la inercia metodológica que se imparte en las facultades de ingeniería, tendiente a preparar al ingeniero para “solucionar los problemas que el arquitecto no sabe resolver por falta de formación”, entendiendo que la formación del arquitecto es “otra”, complementaria a la del ingeniero, y que es el trabajo integrado el que garantiza el éxito del producto arquitectónico.

LOS OBJETIVOS

Esta experiencia de articulación involucró a docentes y alumnos de nuestra unidad académica y de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El proyecto implicaba un doble desafío: las actividades propuestas buscaban fortalecer las competencias relacionadas con el trabajo interdisciplinario, y además, nos brindaban la posibilidad de renovar los espacios de aprendizaje a través del intercambio y la interacción con diferentes protagonistas.

Para implementar las prácticas se contemplaron los siguientes aspectos:

- El manejo de contenidos comunes: Desinstalar la concepción del diseño y estudio de la estructura como un hecho aislado visto sólo desde el punto de vista del trabajo del arquitecto o del ingeniero, sino como parte de una misma problemática.
- Capitalizar las diferencias. Si bien la propuesta no pretende una integración curricular, la instancia de trabajo conjunto permite promover, desde la práctica concreta, un

enriquecimiento a nivel conceptual y metodológico ya que enfrentar un espacio de trabajo de esta índole pone en juego un intercambio de contenidos actitudinales, procedimentales y conceptuales que provoca una sinergia positiva en pos del trabajo profesional.

Cabe destacar la importancia potencial de la propuesta tendiente a optimizar la formación en lo específico, brindando a los estudiantes herramientas para su ejercicio profesional, y en directa relación con los perfiles profesionales definidos.

Al desarrollarse como plan piloto, un aceptable logro de los objetivos nos permitiría evaluar la factibilidad de llevar a cabo un trabajo común tendiente a resolver problemáticas concretas, favoreciendo la conformación de equipos de trabajo interdisciplinarios.

LA EXPERIENCIA

El ejercicio académico consistió en el desarrollo conjunto de un proyecto de arquitectura con alumnos de Estructuras IV, (quinto año de Arquitectura) y de Estructuras Metálicas y de Madera (cuarto año de Ingeniería Civil). En los programas de ambas materias detectamos contenidos en común, situación que posibilitaba la interacción en el proceso de diseño.

La prueba piloto se llevó a cabo durante el 2° cuatrimestre del año 2011, en el horario de dictado correspondiente a Estructuras IV, y en los talleres de nuestra facultad.



Fig 1. Primeras jornadas de trabajo en grupos

Los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil, que participaron voluntariamente, se integraron con los estudiantes de arquitectura, distribuidos en pequeños grupos (Figura 1). Se utilizó como temática el trabajo final de diseño de Estructuras IV, en el que se verifica la transferencia de los conceptos fundamentales sobre Diseño de Estructuras de Grandes Luces a un proyecto concreto.

El ejercicio consistía en una simulación de actividad interdisciplinaria en la que los alumnos de arquitectura debían incorporar a su equipo a los compañeros de ingeniería. Estos colaborarían en el diseño y cálculo de la estructura resistente del proyecto, anticipando situaciones comunes en la vida profesional. Intentamos con esta dinámica de trabajo modificar el rol pasivo de los estudiantes como receptores de conocimiento, formulando un nuevo modo, más activo y estimulante, de aprender estructuras en la universidad.

Los estudiantes de arquitectura expusieron los trabajos en instancias iniciales de desarrollo y consultaron a sus compañeros sobre posibilidades de realización, alternativas y sugerencias de dimensionado o verificación de los distintos elementos componentes de la propuesta estructural. Las interconsultas se desarrollaron en varias clases prácticas y un seminario entrega, con la coordinación de los docentes (Figura 2).

Los equipos debían, en primer lugar, resolver un planteo estructural viable, con memoria de cálculo y desarrollo de detalles constructivos, y luego elevar un informe con análisis crítico y apreciaciones sobre la experiencia.



Fig 2. Presentación de los trabajos con crítica colectiva

Como todo nuevo desafío, al comienzo generó entre los alumnos expectativas e interrogantes respecto de su propio desempeño, y en relación a ideas preconcebidas sobre los conocimientos de sus pares de la otra carrera. La incertidumbre sobre las características del trabajo a desarrollar en una experiencia como ésta, generaban una motivadora provocación.

Las incertidumbres fueron desapareciendo paulatinamente durante los encuentros, y el carácter interdisciplinario de los grupos conformados, posibilitó aportes individuales en igualdad de condiciones y con objetivos comunes.



Fig 3. Equipos integrados por alumnos de ambas carreras

Los estudiantes lograron integrarse en estos equipos mixtos, aprovechando la posibilidad de realizar actividades diferentes, que trascendieron el ámbito de cada facultad (Figura 3).

En el año 2011, la actividad fue declarada de interés académico por la Facultad de Arquitectura, UNC (Res. 1242/11).

A partir de el segundo cuatrimestre del año 2013, esta actividad también tendrá reconocimiento académico en la carrera de Ingeniería Civil, FCEFYN, UNC, como *Seminario de Práctica Interdisciplinaria*, con la temática: "Diseño estructural de una obra de arquitectura con estructura liviana de grandes luces".

Esta propuesta podría ser el punto de partida para otras actividades de articulación incorporando en un futuro otras materias de ambas carreras.

LAS OPINIONES DE LOS ALUMNOS

Para los estudiantes que participaron, esta práctica logró vencer prejuicios entre disciplinas que desde su inicio deberían surgir como complementarias y no como antagónicas.

Sus opiniones nos demostraron que es posible pensar nuevos contextos académicos como estrategia superadora para estimular el deseo de aprender y recuperar el capital humano.

Los estudiantes de Ingeniería:

"Nos pareció muy importante para ver cuánto entendemos del funcionamiento de la estructura, además de encontrar diferentes concepciones de diseño, ver cuán diferente trabaja un arquitecto, comenzando por el diseño y adaptándolo al funcionamiento. Y además como experiencia que nos prepare para lo que nos va a tocar en la vida profesional"...

"Como positivo se favorece el dialogo entre estudiantes de dos carreras que si bien no son iguales son complementarias, y casi siempre trabajan en conjunto. Desde nuestro punto de vista nos permite salir del aula y razonar casos reales que se darán en la vida profesional. Nos ayudó a ejercitar la forma de pensar acerca de como trabaja la estructura, impulsándonos a dar una opinión fundada en conocimientos técnicos"...

"Es la primera vez a lo largo de toda mi carrera que realizo un trabajo interdisciplinario. La facultad debería incrementar estos programas. Me aportó muchísimo en lo referido a la interacción y trabajo conjunto con otros alumnos y a la aplicación de los conceptos estudiados"...

Los estudiantes de Arquitectura:

"Como aspecto positivo creo que mostrar que nuestras carreras son complementarias y no enemigas es importantísimo, diseñar desde la estructura es fundamental, pero también pensar en las estructuras como parte del diseño, y no solo como un número, fue positivo para nosotros y para los chicos de ingeniería"...

"Como experiencia me pareció genial pues esto es lo más cercano que hemos tenido, durante el cursado, a una práctica profesional"...

"Lo principal es que aporta otra mirada sobre un mismo tema, que le agrega nuevos valores y conocimiento a nuestros trabajos"...

LOS TRABAJOS

1 - Polideportivo en San Vicente

Autores: Corteletti, Mariana - Giraudo, Jorgelina - Matías, Mariano - Morra, Yamile.
Profesor: Arq. M. E. Ruata.

Descripción: La estructura de cubierta de este equipamiento deportivo está conformada por una sucesión de arcos biempotrados de acero que soportan una membrana textil pretensada como cerramiento superior, y placas de policarbonato en correspondencia con los arcos reticulados, que permiten la iluminación cenital (Figuras 4 y 5). La estructura principal aumenta su capacidad resistente a flexión en la dirección de tiro de la membrana

pretensada mediante la conformación de un reticulado. Para las envolventes laterales se propone una estructura conformada por perfiles metálicos y vigas horizontales reticuladas que transfieren las cargas de viento a los arcos.

Polideportivo en San Vicente
1

MEMORIA DESCRIPTIVA

El proyecto se basa en el empleo de arcos metálicos autoportantes cuya repetición a lo largo de un eje permite cubrir la luz del gimnasio. El cerramiento superior se logra mediante membranas textiles tensadas y placas de policarbonato translucido que permiten el ingreso de luz natural. En cuanto a los envolventes laterales se decidió configurarlas con una subestructura metálica conformada con perfiles generando un paño transparente ribado.

La combinación de todos estos elementos genera dinámica visual tanto en el interior como en el exterior y permite cubrir las grandes luces de forma adecuada.



BÚSQUEDA DE ANTECEDENTES

Realizamos una variada búsqueda de antecedentes para poder tomarlos como referencia y conocer como se resolvieron estructuralmente los detalles, tratando luego de aplicar aquellos que consideramos mas adecuados en nuestro proyecto.



AXONOMETRICA EXTERIOR



DETALLE BASES



DETALLE CUBIERTA



Cidade Nova, Rio de Janeiro, Brasil
Arq. J.BMC



Estación Terminal de Waterloo
Arq. Nicholas Grimshaw



Aeropuerto de Barajas
Arq. Richard Rogers



Canary Wharf Underground Station

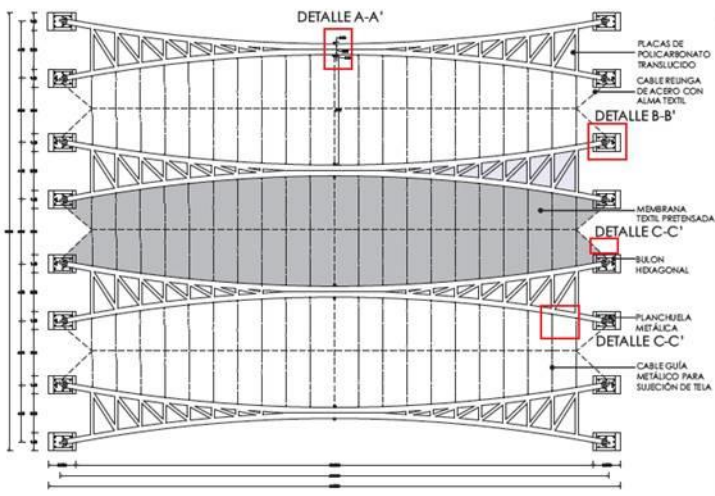


C. Fentress, USA
Arq. J. H. Bradbur



Estación de Omnibus Gothenburg
Arq. Nils Ericson

Fig 4. Polideportivo en San Vicente. Antecedentes. Estructura principal



PLANTA ESTRUCTURAL ESC.1:200

prof. titular_ Maria del Carmen Fernandez Saiz
 prof. asistente_ Maria Edel Ruata

PLACAS DE POLICARBONATO TRANSLUCIDO




CABLE REJINGA DE ACERO CON ALMA TEXTIL

MEMBRANA TEXTIL PRETENSADA

BUCON HEXAGONAL

PLANCHUELA METALICA

CABLE GUIA METALICO PARA SUJECION DE TELA

cortelletti + girardo
matias + morra 2011

Fig 5. Polideportivo en San Vicente. Estructura principal

2 - Salón de Usos Múltiples, Escuela Técnica en San Vicente

Autores: Costamagna, Flavia - Mateo, Romina - Rowe, Ma. Emilia (arquitectura) - Allende Pose, Mateo - Díaz Lozada, José (ingeniería civil) - Profesor: Arq. Gustavo González

Salón de usos múltiples que vincula las actividades propias de la escuela con otras de carácter comunitario, a partir de un espacio continuo, que establece una conexión con el Río. Se propone una cubierta liviana conformada por membranas y cables pretensados con

apoyos a distinta altura. La diferencia de altura de los mastiles responde a la necesidad de vincular los diferentes bloques de edificios que componen la escuela (Figuras 6 a 10). Para la resolución de la estructura y el desarrollo de los detalles constructivos, previamente se han analizado obras construidas en otros países.

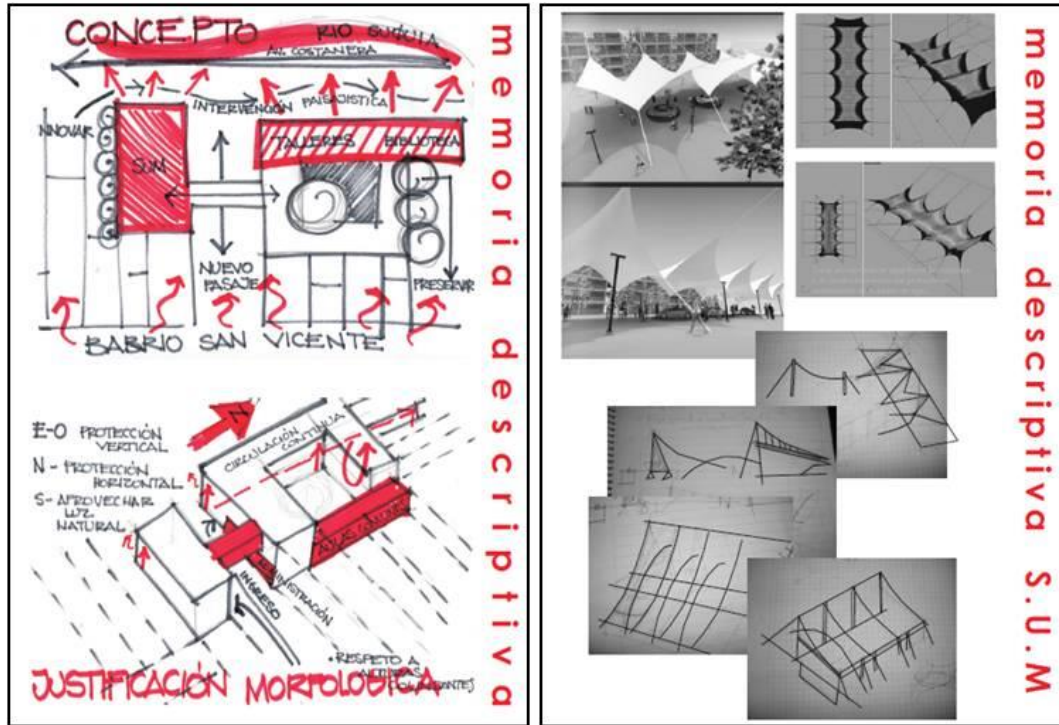


Fig 6. Salón de Usos Múltiples. Ideas iniciales, búsqueda de la geometría

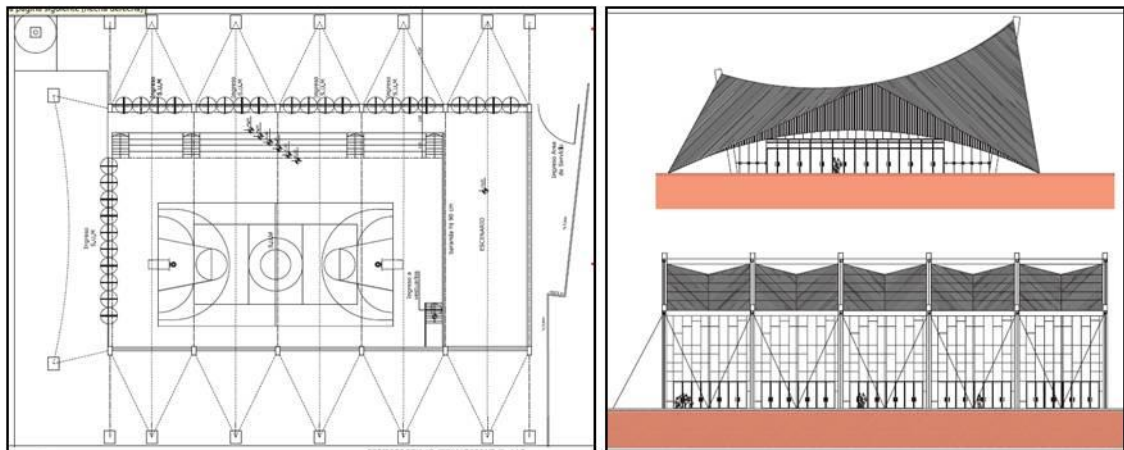


Fig 7. Salón de Usos Múltiples. Planta y vistas

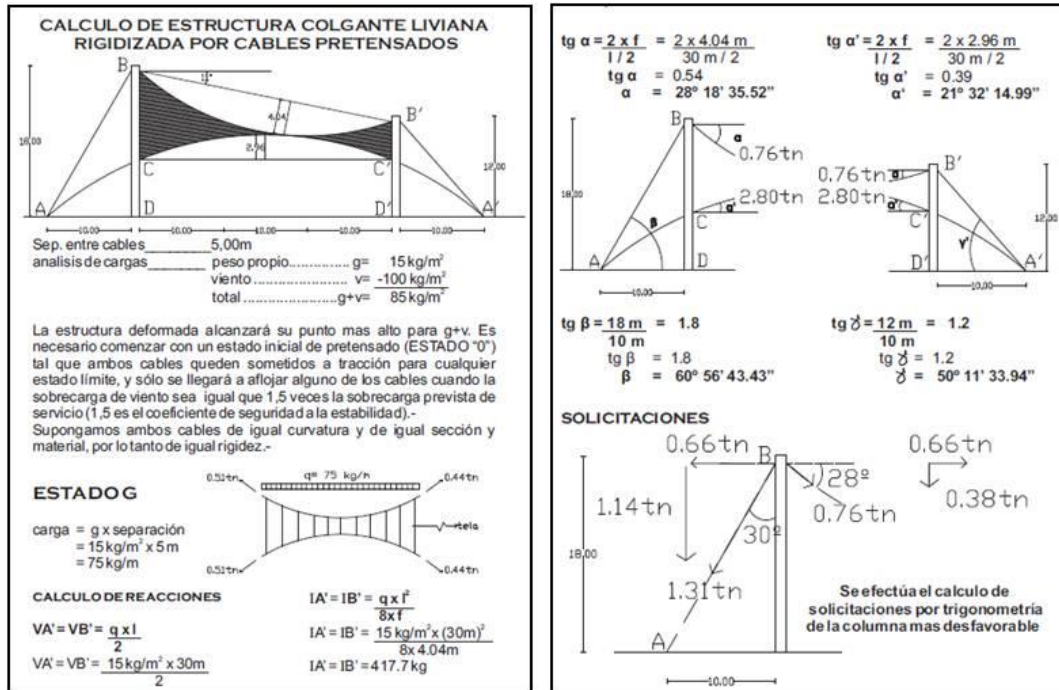


Fig 8. Salón de Usos Múltiples. Memoria de cálculo. Cables pretensados

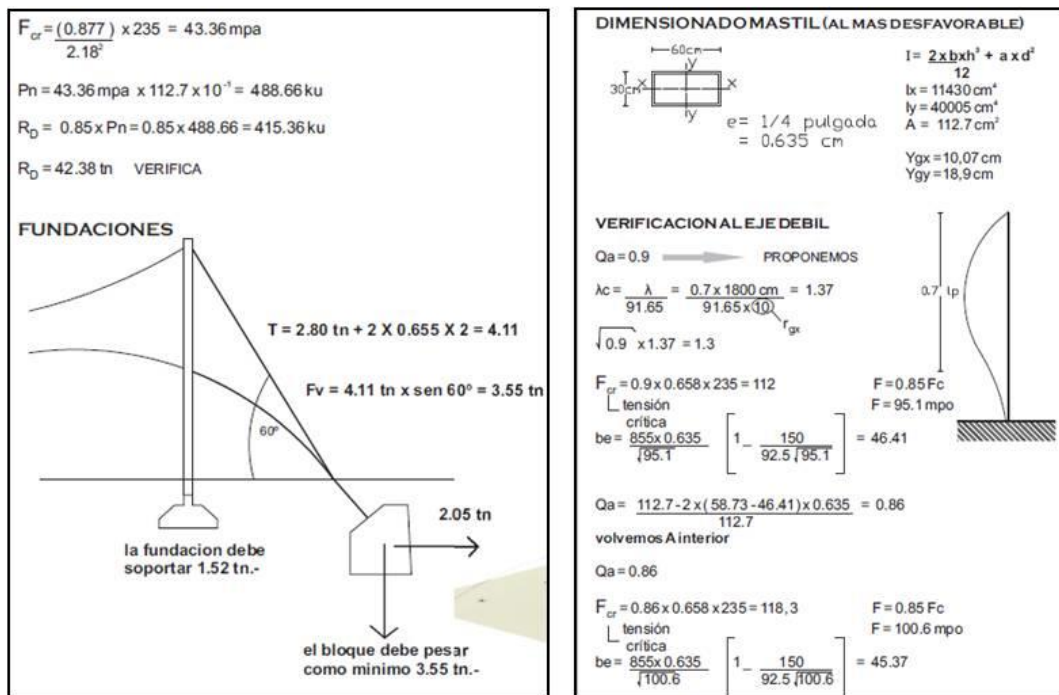


Fig 9. Salón de Usos Múltiples. Memoria de cálculo. Apoyos

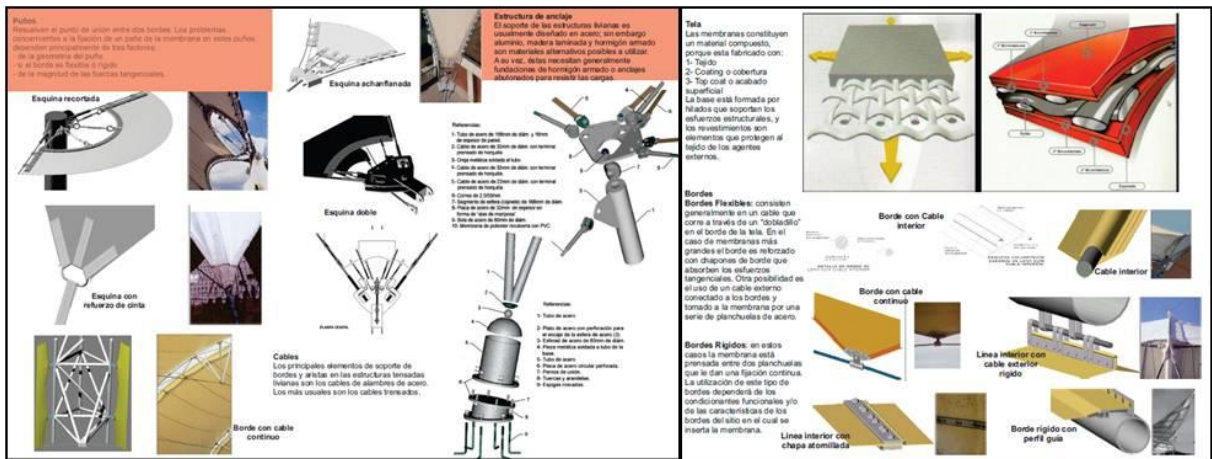


Fig 10. Salón de Usos Múltiples. Membrana. Detalles constructivos. Uniones

CONCLUSIONES

La experiencia produjo un efectivo intercambio e interacción no sólo desde lo estrictamente académico, sino también desde lo humano, resultando un significativo antecedente para futuras acciones en la misma línea.

La propuesta, que implicaba un interesante desafío a nivel de articulación entre carreras, superó el simple ejercicio del taller, suponiendo para todos los que estuvimos involucrados, la posibilidad de renovar entornos de aprendizaje, estimulando el debate y puesta en común de conceptos, experiencias y enfoques.

Este concepto de trabajo interdisciplinar concibe al proyecto como una totalidad, en el que los distintos miembros del equipo comparten un objetivo común, considerando al proceso de diseño como un proceso de síntesis.

Experiencias de articulación con otras carreras en el futuro pueden constituir parte importante del ejercicio profesional en equipos, permitiendo el reconocimiento y valoración de las diferentes especificidades.

Imaginar cualquier espacio de actividad concreto en relación con cierto proyecto de trabajo, requiere, necesariamente, un conjunto transversal de miradas disciplinares frente a la complejidad de los diferentes desafíos planteados en la realidad.