



# ENCUENTROS TECNOLOGICOS DE LA CONSTRUCCION

AGOSTO – NOVIEMBRE 1999



CAMARA CHILENA DE  
LA CONSTRUCCION  
Centro Documentación  
—09519—

**Comisión de Tecnología e Innovación  
Subcomisión de Soporte Tecnológico**



**CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION  
COMISION DE TECNOLOGIA E INNOVACION  
SUBCOMISIÓN DE SOPORTE TECNOLÓGICO**

---

**ENCUENTROS TECNOLÓGICOS DE LA CONSTRUCCIÓN  
Agosto – Noviembre de 1999**

**INTRODUCCIÓN**

La Comisión de Tecnología e Innovación, nace en el mes de marzo del año 1999 a partir de la reestructuración de la Comisión de Investigación y Desarrollo Tecnológico, con el objeto de adecuarse a las actuales exigencias del sector y a los nuevos desafíos que enfrenta la Cámara como institución gremial que debe liderar el desarrollo de la industria de la construcción.

Al igual que otros grupos de trabajo similares, esta Comisión debe asesorar al Directorio de la Institución, con el objeto de definir orientaciones en materia de innovación tecnológica y emprender acciones a corto, mediano y largo plazo, que posibiliten a la Cámara Chilena de la Construcción apoyar a las empresas socias en aquellas áreas que le permitan aumentar su productividad y mejorar la calidad de la construcción.

Para el logro de sus objetivos la Comisión funciona con representación de los Comités Gremiales de la Cámara, lo que constituye un enlace coherente entre las inquietudes de los socios y una mayor posibilidad de comunicación orientada al proceso de modernización en que está empeñado el sector, modernización definida como prioridad en la Visión de Futuro definida por la Institución.

Se ha mantenido la vigencia de sus Subcomisiones de Relaciones con Universidades y de Soporte Tecnológico que constituyen un apoyo ejecutor adicional a las acciones de la Comisión en los ámbitos de difusión y de vinculación con organismos externos.

Durante el presente año la CTI ha estado abocada a generar el marco estratégico que permita y haga posible profundizar la innovación en el ámbito de la construcción.

Coherente con este objetivo, la Subcomisión de Soporte Tecnológico ha continuado en 1999 los denominados Encuentros Tecnológicos, iniciados en 1998, en que ha reunido a representantes de empresas socias de la Cámara, relevantes en sus respectivos campos, con el objeto de detectar sus inquietudes, discutir los procedimientos para la incorporación de innovaciones tecnológicas en sus áreas de acción, aclarar las razones y dificultades que impiden incorporarlas y encontrar los mecanismos para facilitar y mejorar las posibilidades de aceptación de nuevas tecnologías aplicadas al sector.

Con el objeto de estructurar en forma eficiente las reuniones, se organizaron por grupos de empresas en los rubros de Edificación en Altura, Edificación en Extensión, Montajes Industriales, e Infraestructura y Obras Públicas.

### **EDIFICACIÓN EN ALTURA**

Participaron en la reunión los siguientes representantes de empresas socias:

Señor Enrique Besa	- INGEVEC S.A.
Señor Miguel Losano	- Constr. Absalón Espinoza e Inmob. Loncoche
Señor Franco Curotto	- Constr. BASCO S.A.
Señor Ricardo Repenning	- INGETASCO C.P.A.
Señor Horacio Sotomayor	- E.Constr. Raúl Varela S.A.

Y en representación de la Corporación de Desarrollo Tecnológico los señores Tadashi Asahi y Alejandro Grillo.

Se estima que existe una tecnificación mucho mayor en la edificación en altura que la que se aprecia en la construcción horizontal, y que es importante contar con la opinión de las empresas de este sector para determinar dónde hay espacios para introducir nuevos avances.

Por ejemplo, en Chile no se usa masivamente la bomba de hormigón en la obra gruesa, realizándose todavía hormigones con capacho, especialmente en las fundaciones. Al utilizar sólo hormigones bombeados, se trabaja con hormigones totalmente fluidos y fáciles de maniobrar.

En Chile, probablemente por los costos, el empleo de bombas todavía no es masivo y es factible que se les pudiera dar un mayor impulso realizando presentaciones sobre las ventajas de su uso.

Como un problema no resuelto se menciona la etapa de terminaciones y los resultados de los moldajes, ya que es difícil lograr que los muros queden 100% aplomados o perfectos aunque los sistemas nuevos sean muy eficientes. El logro de buenas terminaciones permitiría evitar el "maquillaje", el ahorro del estuco en prácticamente todo el edificio, lo que constituye un ítem bastante importante.

Se destaca que si bien se ha mejorado en obra gruesa, todavía existe una importante carencia de recursos para controlarla con perfectas y claras normas de exigencias que permitan eliminar o disminuir en un 90% el antes citado "maquillaje". Se desconocen los medios para controlar que una obra gruesa quede a la perfección.

Pero, ante la interrogante de si se requiere de mejores recursos humanos o de nuevos equipos para resolver el problema, se estima que la respuesta se encuentra en la tecnología y en la capacitación de los trabajadores para su mejor utilización.

Se revisó la experiencia de la empresa INGETASCO S.A. socia de la Cámara, la cual hace aproximadamente 6 años está utilizando moldajes Getal, para lo cual se ha adquirido material necesario y se ha capacitado a los trabajadores.

En las obras en que se ha utilizado este sistema no se requirió de estucos: la cerámica y el papel se pegaron directamente sobre el concreto y el cielo fue graneado.

El método tiene imperfecciones, pero éstas sólo las nota un especialista y disminuyen con la práctica, con la capacitación de los trabajadores en la correcta utilización de los materiales y con un buen control.

En INGETASCO S.A. cuentan con capataces que antes de colocar el hormigón, revisan toda la instalación de moldaje. Luego de poner el hormigón, se vuelve a revisar para determinar si se han logrado resultados. Este hormigón no queda apto para ser utilizado a la vista, pero permite pegar papel, granear, siempre requiriendo de texturas gruesas. No se puede pintar fino ya que se hacen evidentes las ondulaciones y las imperfecciones propias del sistema.

Esta empresa prefiere el moldaje Getal, que cuenta con placa fenólica y es más rígido. En el caso de moldajes más flexibles, no se puede evitar que se bombee.

Sin embargo, esta modalidad puede aumentar los costos, lo que finalmente hace que se prefiera revestir la obra gruesa.

En nuestro país, en opinión de los asistentes, en el uso de moldajes se trabaja a niveles internacionales, lo cual se ha comprobado en ferias extranjeras, donde no se han encontrado sistemas mejores que los que se utilizan actualmente: estiman que es en el uso del hormigón donde hay más deficiencias.

Otro aspecto importante en la edificación en altura es el traslado de materiales y transporte interno en la construcción: hay mucha mano de obra involucrada lo que afecta los costos, además del daño que puede significar para los materiales, lo cual se traduce en pérdidas.

Para el traslado entre obra gruesa y terminaciones, se podría sacar un mayor provecho con la instalación de sistemas de elevadores, en lugar de las grúas y montacargas que se utilizan actualmente y que tienen un mayor costo.

Estos elevadores son más rápidos, se utilizarían para traslado de materiales y trabajadores, instalándose por el exterior de las faenas.

Por otra parte en el caso de las escaleras, en general, los proyectos las tienen incorporadas y éstas se dañan en el proceso de la construcción, por lo que en general es necesario volver a estucarlas. Además, las sobrelosas que son necesarias para circular sobre ellas constituyen un costoso proceso.

En cambio, existen sistemas prefabricados que permiten mejores resultados, como la manufactura de la escalera fuera de la obra, lo que da lugar a tramos de escala ya listos y fáciles de instalar. Se produce ahorro en moldajes, en mano de obra y en daño a las escaleras, además de obtener mayor precisión en las terminaciones.

La empresa ICOM utiliza moldajes prefabricados, los cuales se trabajan en terreno con buenos resultados, aunque de todas maneras deben repasar la escala una vez instalada. Este método ha facilitado la circulación interna y el acceso a los pisos. Las escaleras siempre son soldadas a los descansos y en algunas ocasiones se fijan con pernos hacia los muros de la caja escala, la cual se deja dilatada.

Una gran dificultad que puede enfrentarse es que la escala quede desnivelada, lo cual no tiene solución. Para prever esto, se utiliza un núcleo de aislapol para nivelarla durante su instalación.

Otro problema importante es moverlas. En muchos proyectos nuevos hay una sola escala, la cual no puede ser movida por una grúa debido a su gran peso, las grúas adecuadas son escasas en nuestro mercado. Se plantea que en escalas con descanso, el sistema da buenos resultados porque la grúa puede trabajar bien con los tramos.

Con relación a la capacidad de las grúas, ingenieros extranjeros (especialistas en edificios en altura) visitaron recientemente algunos edificios chilenos en construcción y lo que más les sorprendió fue el hecho de que las losas se hacían hormigonadas, lo que en todas partes del mundo se realiza con losas prefabricadas. La razón por la cual en nuestro país no se utiliza este sistema es el alto costo.

En el encuentro se comentó una experiencia francesa, en la cual se construye con moldajes y se hormigona con capacho de 1,2 metros cúbicos. Un camión lo vacía en 10 minutos y los trabajadores se demoran 12 minutos en hormigonar una losa, lo que demuestra que una grúa grande abre muchas

posibilidades para la aplicación de nuevas tecnologías, como son también los prefabricados.

Por otra parte, mientras en Chile se permita circular sin problemas a miles de camiones con materiales o con hormigones y si además se permite que se instalen a cualquier hora a proveer hormigón, siempre será más económico hacer la losa en obra, ya que el prefabricado a largo plazo es más caro.

La normativa local hace también que cambien las tecnologías. Se menciona el caso de París, donde no autorizan la circulación de camiones para concretar losas, lo cual ha incentivado el uso de prefabricados. Además, no se produce ruido en la obra. En Chile, la normativa determinará el uso de prefabricado en el futuro.

Respecto al bombeo de hormigón en las obras, se estima que la tecnología está disponible, pero no se ha masificado porque tiene un costo mayor al inicio, aunque a largo plazo es más económica. Su uso, en definitiva, significa menor costo por tiempos de espera y utilización de hormigón de mejor calidad. Sin embargo, los valores se incrementan por el costo la bomba misma. Se estima que hace falta promocionar las ventajas del sistema por parte de los proveedores de bombas o de hormigón.

Se comenta el caso de empresas de bombeo de hormigones de Estados Unidos. Allí, las personas son expertas en su manejo, y para hacer una losa necesitan una cuarta parte de la gente que se ocupa en nuestro país, afinando además con helicópteros y con unas especies de reglas grandes con motor (sistema desconocido aquí, puesto que en nuestro país los trabajadores de esta faena la realizan agachados, haciéndoles llevar una mala calidad de vida).

Se destaca que el uso de bombas depende del tipo de proyecto, especialmente si el volumen de hormigón es importante.

Sin embargo, se precisa que hay casos en que se justifica la utilización del capacho, aunque el vaciado en muros y pilares con material hace que se pierda gran cantidad, lo que podría hacer conveniente pagar una carga con bomba incompleta para avanzar más rápidamente.

Se plantea como alternativa la posibilidad de un sistema mixto en que la bomba funciona a nivel de terreno y la pluma de una grúa descarga en altura con la salida de la bomba.

En relación con los hormigones, se estima que la retracción y las fisuras son un problema generalizado. Las exigencias de los calculistas respecto de hormigonar por paños y esperar un número de días (que puede llegar a treinta) para hormigonar el colindante, permite obtener hormigones sin grietas. En el caso de la construcción de estanques de agua potable (de 20.000 metros cúbicos y de fondos semi enterrados) se hormigonan en tableros de ajedrez.

En el caso de los edificios en altura este tema no se especifica. Se menciona el caso de una construcción deportiva en el Estadio Nacional en que se hormigonó por franjas y se esperó 28 días a que se estabilizaran los costados. Era un edificio muy largo sin juntas de dilatación y que no presentó problemas de retracción.

En el caso de los estanques, la situación límite son las fisuras, puesto que la función del mismo se pierde si se filtra. Es así como la retracción y la fisuración en ese tipo de obras es muy grave, aunque se pueden hacer reparaciones.

Se destaca que el método para el hormigonado de los estanques depende de sus dimensiones: si es cilíndrico y de 5.000 metros cúbicos, tendrá un diámetro de aproximadamente 32 metros, y en esas dimensiones no es común que se divida, sino que se hormigona por franjas. De esta manera, al volver a la otra punta, no se produce junta fría.

Si la dimensión de la mencionada losa de fondo es muy grande, se cuadrícula y se hormigona en forma de tablero de ajedrez, de forma que irían los blancos primeros y una semana después, los negros.

Otras recomendaciones indican hormigonar en forma helicoidal, partiendo por el centro, pero no hay acuerdo sobre los beneficios de este método.

Se menciona la coincidencia en las fisuras del hormigón con las juntas frías, y se enfatiza que el ancho de la franja dependerá de las condiciones climáticas, además de otros factores. Se comenta, además, que no todos los calculistas especifican la manera de hormigonar, y que en el caso de los estanques es muy importante ese proceso, no así en otro tipo de obras.

En los estanques es fundamental la especificación técnica ya que el hormigón que se utiliza no es el mismo que en una obra corriente. Se tiene que tomar providencias para que la fisuración sea mínima y se debe tener un cálculo mucho más afinado para la absorción de las pruebas.

Importantes son también las enfierraduras que se utiliza en los estanques y los esfuerzos a que están sometidas.

Respecto de los recubrimientos, no se requieren -en general- puesto que se trabaja con moldajes deslizantes y los muros quedan afinados. En el caso de la losa de fondo también se afina, sin estucarla.

En relación con el hormigonado en tablero de ajedrez de los fondos de los estanques, en una convención realizada en Estados Unidos este sistema fue muy atacado y considerado un autoengaño, puesto que en el hormigonado por etapas, cada una se retrae en su oportunidad, desconociéndose una respuesta o una solución para esto.

Respecto de las armaduras de los hormigones se coincide en que se utilizan sólo predobladas y que existe la maquinaria que permite preparar las enfierraduras con rapidez y precisión fuera de la obra. Este tipo de subcontratos ha mejorado de manera considerable en el tiempo y actualmente funcionan muy bien.

Se comenta que en una visita a Estados Unidos se comprobó que no se utiliza el mismo tipo de fierro que en Chile.

En nuestro país, por ordenanza, se usa el tipo corrugado con resaltes y grado 42, mientras que el país del norte se usan lisos y con acero de 12 es decir 2.800, importados de Nueva Zelandia.

Se destaca que es mucho más simple el doblado de aceros lisos y más blandos y por lo tanto el trabajo es mucho más productivo. Además, al ser los estribos cerrados y anclados en las esquinas, no es necesario dicho resalte ni la alta resistencia.

En nuestro país ese tipo de acero no se encuentra o es de mayor costo, además del impedimento que la norma impone.

Se estima que, en general, en los edificios de departamentos está bien resuelto el tema de la obra gruesa; las cosas quedan prácticamente listas para repase y terminación. Pero donde aún hay mucho por hacer todavía y donde surgen dificultades importantes es en el área de las instalaciones sanitarias.

Por ejemplo, en nuestro país aún se ocupa masivamente cañerías de cobre, cosa que en el extranjero ya no ocurre, puesto que se utiliza PVC o PEC, algo que está totalmente asumido y es funcional. Se estima que su uso debería ser masivo, ya que se evitaría el problema de las filtraciones sanitarias, inaceptables en cualquier parte del mundo.

Las fijaciones de los artefactos a los tabiques tampoco están solucionadas, puesto que no se cuenta con elementos adecuados para ello. En otros países existen tabiques de volcanita o de volcometal, con todos los aparatos especiales incorporados para realizar dichas fijaciones. En Chile al no existir estos elementos, los artefactos se sueltan.

Otro problema importante son las filtraciones en los encuentros de las tinajas con tabiques en que además de la falta de mantención por parte de los usuarios, la terminación sólo es un sello con silicona que no dura más de un año.

En una feria en Francia se mostró un producto que se coloca detrás de la cerámica y se pega encima de la tina, cuyos resultados son perfectos. En Chile no existe, pero se informa que para la construcción de un edificio de la empresa INGEVEC Ltda. se mandó a hacer dicho producto y se instaló con excelentes resultados.



Se hace referencia a la existencia de los Manuales de Uso, destacando que igualmente no se respetan. Se descuida la mantención de los calefones, por ejemplo, responsabilidad que termina recayendo en la empresa constructora.

Como conclusión se estima que para resolver estos problemas se requiere de un trabajo conjunto entre la empresa, los profesionales (teniendo en cuenta las especificaciones técnicas correspondientes) y el usuario.

Tadashi Asahi, Gerente de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (C.D.T.) de la Cámara, señala que su entidad valora y apoya estos Encuentros Tecnológicos y que es un muy buen punto de partida de reflexión ya que las opiniones vertidas son producto de años de experiencia y es posible volcarlas en función de una mejor calidad para el sector. Un paso siguiente es ir recogiendo algunos de los problemas para crear grupos técnicos de trabajo a fin de resolver temas específicos y llegar a recomendaciones. Como ejemplo menciona el trabajo del equipo de Ventanas, en que se plantearon inquietudes comunes y se entregaron recomendaciones para la instalación de las mismas.

Los representantes de empresas constructoras de edificación en altura plantean como tema importante el de las especificaciones técnicas, a las que no se les da la debida importancia, a pesar de ser fundamentales para el éxito de las obras.

En referencia a las especificaciones de hormigones, se destaca que éstas son todavía copia de un manual de ENDESA de 1973, en que la tecnología y el tipo de hormigón no son los que se utilizan hoy, y que además, estaban pensadas para obras generales.

Se estima que las especificaciones de estructuras deberían ser mucho más tecnicizadas. Además, al momento de recibir los proyectos se debería exigir de parte de los constructores, especificaciones técnicas detalladas y al día. No es posible que hoy en una obra importante se sigan las especificaciones técnicas de ENDESA de 1973, como tampoco debieran permitirse los planos incompletos.

Se menciona que en las especificaciones de arquitectura se ocupa más espacio en el ítem de construcciones provisionarias (como instalación de faenas o cierres momentáneos) frente a los temas verdaderamente importantes. Eso queda de manifiesto en las propuestas, debido a la gran cantidad de consultas que se hacen, lo que ya constituye el estilo imperante.

Se enfatiza la situación de las propuestas, en que cada vez es menor la cantidad de información que se entrega y menor el tiempo para su estudio.

Se estima que los arquitectos tienen una cuota importante de responsabilidad en esta materia, pero que el problema radica en la forma en que

se plantean las propuestas. Se comenta que el concepto de constructabilidad está en una fase muy precaria. En ese sentido es el concepto de normativa o a lo menos de códigos de práctica, lo que debiera popularizarse, a fin de que vaya formando parte de lo que es la buena manera de construir y de los contratos.

Se plantea la posibilidad de que el sistema de contratos en nuestro país no sea el adecuado. En Europa, Japón y Estados Unidos existen otros tipos de contratos, en que se parte con un anteproyecto o un diseño básico, sobre el cual se cotiza, y posteriormente la empresa contratista desarrolla la ingeniería de detalles.

Por otra parte, de acuerdo a la Ley de la Calidad es necesario que las responsabilidades se asuman claramente por todos los involucrados. En cuanto a mejorar las especificaciones, Se plantea que son tantos los problemas que pueden surgir, que es necesario mayor eficiencia en las especificaciones, de modo de hacerlas típicas, actualizadas, detalladas y comunes a las diferentes empresas.

En el caso americano, por ejemplo, existe el Instituto Americano de la Especificación Técnica, que prepara estas normas, (actualmente en discos compactos) que son compradas por las empresas de proyectos. Cuando están desarrollando sus especificaciones, seleccionan lo más conveniente. No existen especificaciones para cada situación particular, pero ahí están los ítems mínimos y hay una sistematización. De modo que, si nuestras especificaciones técnicas son cada vez más breves, sólo son el reflejo de nuestro atraso tecnológico y se debiera hacer algo al respecto.

Otra materia pendiente que es necesario analizar son las normas. Se comenta la "fiebre normalizadora" generada por problemas de comportamiento de ciertas construcciones (caso COPEVA) y el trabajo que actualmente se desarrolla por el Instituto de la Construcción en convenio con el INN y la Cámara

Se ha tomado conciencia de que la normalización no es una camisa de fuerza y que a la larga tiene un efecto económico, al menos de clarificar los mercados.

Pero aún queda un gran trabajo por hacer.

Para crear normas se necesitan recursos y no está del todo claro si tiene sentido crear normas que ya están inventadas, como las americanas o las europeas.

En opinión de los participantes a este Encuentro, tal vez sería mejor tratar de homologar esas normas. En este sentido, proponen que la Cámara propicie la traducción, conocimiento y búsqueda de las mismas, para interpretarlas de acuerdo a nuestra realidad, sin pretender inventar nuevas fórmulas.

Respecto de este planteamiento, se menciona como ejemplo el caso de los incendios, en que la Ordenanza, las Municipalidades y los bomberos tienen planteamientos diferentes, lo que hace que la situación se torne caótica.

Las normas técnicas en el mundo entero son un vehículo de la tecnología y de la ciencia para llegar a la práctica, y son revisadas cada tres o cuatro años. Además de reflejar el conocimiento en el área, son una muestra del nivel tecnológico del país.

Por eso se debe ser cuidadoso, ya que al homologar, esa norma refleja una realidad tecnológica que puede ser diferente. Es el caso de Australia y Sudáfrica, que tienen normas muy buenas, con un nivel tecnológico parecido al nuestro.

Las normas también son una herramienta de la economía que puede restringir el comercio. Por ejemplo, es el caso de las barras de acero en que se exige que los resaltes cumplan con ciertas formas específicas lo cual frena la importación de barras de acero con otros resaltes.

Respecto de la gestión, particularmente en la utilización de softwares, se estima que se usan en proyectos de gran envergadura, porque son complejos de aplicar y la información que entregan es muy difícil de madurar.

Se destaca que se han ido perfeccionando y que son aporte al área, al ser cada vez más amigables.

Respecto de las tecnologías computacionales, la experiencia de INGEVEC Ltda. en que se propuso que todos los profesionales estuvieran capacitados en Microsoft Súper Project, para poder programar las obras con dicho sistema, se constató que varios profesionales, ingenieros y constructores recién egresados, no conocen la utilización de dichos softwares de programación, estimándose que este tema debería incorporarse en los curriculum de dichas carreras.

Se estima que en el área de la construcción los profesionales salen muy teóricos y no saben aplicar sus conocimientos, que el último año de la carrera debería darles mayores experiencias prácticas, de análisis de propuestas complicadas, por ejemplo.

Se hace referencia a la revisión de mallas curriculares de carreras relativas a la construcción realizada al interior de la Comisión de Tecnología e Innovación y el tema aludido fue destacado en las encuestas realizadas a jóvenes profesionales, al igual que el tema de las prácticas profesionales, que deberían estar dirigidas a incentivar el interés por el quehacer del sector y la innovación, en lugar de realizarse como un trámite más exigido por las escuelas.

En este aspecto, la Cámara tiene una instancia de coordinación con las Universidades en su SubComisión de Relaciones con Universidades con

representación de docentes de las escuelas de Arquitectura, Ingeniería y Construcción Civil de universidades de Santiago.

Respecto de la capacitación de los trabajadores se afirma que se ha incrementado de manera importante en los últimos años. Aunque se ha constatado falta de motivación e interés de los trabajadores para capacitarse se realizan cursos específicos ligados a la construcción, y de nivelación de educación básica.

En cambio los programas de capacitación tienen muy buenos resultados cuando la mayor parte de los trabajadores de una empresa conforma una planta estable y permanente y tienen sus necesidades básicas resueltas.

En los Encuentros Tecnológicos realizados en 1998 hubo consenso en que no había dificultad de incorporar a programas de capacitación a los profesionales y los obreros jóvenes. Sin embargo, en el caso de los mandos medios, se encontraba cierta resistencia para incorporar nuevos métodos (la computación por ejemplo), debido a que los trabajadores son antiguos, han cumplido bien su desempeño y prefieren mantenerse con lo que saben.

Como la tecnología avanza rápidamente, se dan casos en que los trabajadores antiguos no se adaptan y se hace necesario despedirlos con costos sociales y económicos muy altos. Por lo tanto se requiere que todo el sector tenga políticas de desarrollo para ir renovando tecnologías.

En opinión de los asistentes, se hacen necesarios mecanismos especiales y una política global de perfeccionamiento de los trabajadores, la que debiera estar liderada por la Cámara, no sujeta solamente a las iniciativas de cada empresa.

En cuanto a los programas de aseguramiento de la calidad, no están claros los resultados, puesto que ha costado que la gente se involucre y tome las responsabilidades pertinentes en un proceso constructivo.

Los Programas de Aseguramiento de la Calidad (PAC) de la industria, poco a poco recaen en el sector de la construcción. Hoy están presentes, por ejemplo, en las empresas concesionarias viales, que están aplicando los sistemas europeos de aseguramiento de la calidad, porque los trabajos tienen que estar bien hechos y deben durar por lo menos 20 años. En caso contrario significan reparaciones o reposiciones con cargo a la empresa.

La problemática del aseguramiento de la calidad está muy ligada a la responsabilidad a largo plazo, por lo que las empresas deben autoimponerse altas exigencias, tema que debiera irradiarse al resto de las obras públicas, y también en obras de menor envergadura.

En relación con el problema de las instalaciones, se destaca que una de las empresas representadas en este Encuentro Tecnológico, ha tenido muy buenos

resultados con la contratación de inspecciones externas, que tienen un costo marginal en relación con posibles reparaciones posteriores y que se ha aplicado a instalaciones sanitarias, eléctricas y de calefacción. Además se hacen inspecciones internas a nivel de capataz, de modo que la primera verificación es para constatar que los trabajos ejecutados coincidan con el proyecto y luego se chequean diámetros, pruebas y especificación de los materiales.

Dentro de la misma área, se estima importante contratar la revisión de ciertos hitos de las obras como las terminaciones, la recepción de los repases y yesos. En el caso anterior, la empresa contrata a un arquitecto externo que los revisa y que los prueba.

Esto ha dado un resultado excelente, puesto que son más inflexibles y en tales casos no se permite la tolerancia. El costo, comparativamente con el fracaso o la reparación de los daños de una obra, es bajo.

En cuanto a la productividad en la edificación en altura, se estima que ha mejorado en los últimos 16 años, puesto que la tecnología, los materiales y la forma de proceder han cambiado, se ha capacitado a la gente, y se ha logrado un rendimiento mayor.

Se comenta que en el primer edificio de una de las empresas asistentes, construido hace 13 años atrás, el metro cuadrado costó 13 UF, mientras que hoy se construye con un 20% menos, incluyendo calefacción y otras cosas que antes no se incluían y a otras velocidades y con otro nivel de calidad.

En los últimos años se ha mejorado en términos concretos, ya que por el mismo dinero se entregan mejores obras.

Aunque la eficiencia ha aumentado, la tarea es cada vez es más difícil porque se requiere dar grandes pasos. Se estima difícil en la actualidad bajar sustancialmente los costos de una obra gruesa para hacerla más económica.

Eso podría lograrse si se empezaran a hacer, por ejemplo, edificios amortiguados, en que se necesitaran menos fierros, con menos muros, más tabiques y son más rápidos de construir.

Se destaca que en nuestro país no se ha resuelto el tema de las instalaciones, y no se aplican tecnologías tendientes a mejorarlo. En otros países se hacen plantas libres cuyas instalaciones van incorporadas en los tabiques y prefabricados.

En el caso de los baños, las instalaciones debieran estar incorporadas a tabiques especialmente diseñados para eso, los cuales debieran ser perfectos.

Se critica un tipo de panel usado en Chile (volcometal) por su mala calidad. Según los asistentes hay mejores, con buenas soluciones para introducir todos los tubos y cañerías. Antes se utilizaba madera, que era peor, de lo que se desprende que se ha pasado de la madera a lo más económico y no se han dado grandes saltos en cuanto a tecnología.

En un estudio hecho sobre la productividad de la construcción a partir de los años 80, se constató que, si bien se había incorporado nuevas tecnologías, la productividad no aumentó, al menos en el promedio del sector. En el caso de los edificios en altura se comenta, a modo de ejemplo, que antes para construir un edificio se necesitaban 50 carpinteros hoy se ocupan 15 y que esta situación beneficia a los trabajadores, puesto que ganan mucho más.

Se señala que dentro de la competencia propia de la construcción, existen empresas cuya prioridad es hacer las cosas bien, pero hay otras cuyas prioridades son diferentes, lo que finalmente se traduce en una generalización de que las empresas constructoras no hacen las cosas bien. En este orden de cosas hay algunos que se beneficia y otros que pierden y se cree que el sistema (como la calidad de la construcción) está mal pensado, porque cuando hay detrás alguien que económicamente tiene un daño, se preocupa de que no se le produzca ese daño.

Se cita el caso de Estados Unidos, donde las compañías de seguro son las más preocupadas por la calidad en la construcción, porque si un edificio debe ser asegurado, o debe asegurar un contrato de construcción, una obra para incendio o terremoto, o la calidad al que compra, la Compañía de Seguros se preocupará de quién es el constructor de dicho edificio y revisará su historia, determinando así el valor de la póliza.

Se informa que se ha estado pensando entre los calculistas la conveniencia de que se exija nuevamente la revisión de los cálculos de los proyectos, puesto que se está compitiendo con productos absolutamente diferentes y al atenerse a las seguridades mínimas puede que no se respeta ninguna norma. Esto no es fiscalizado ni revisado, incluso la Ordenanza dice que se excluyen de la revisión el proyecto estructural y los cálculos, lo que viene a perjudicar a las empresas serias, y no produce transparencia en el mercado.

Respecto a los seguros, se ha conversado con las compañías de seguro en cuanto a que ellas actúen como garantes de la calidad, ante lo cual han respondido que ése es un negocio en que no se meterían en Chile. Además, este tema debería ser asumido por las propias compañías. Para que a las compañías de seguros éste sea un buen negocio, la regulación de la construcción debe estar absolutamente normada. Se estima posible que las propias compañías regulen el sistema, exigiendo estándares y otorgando certificaciones de categorías, por ejemplo, a los edificios de oficinas, para lo cual deben ser certificados por una calculista o una constructora.

Se estima que en nuestro país falta una calificación por empresas y que la Cámara debiera intervenir en ello, ya que el comprador no sabe, no conoce ni discrimina y sólo se entera de ellos cuando aparecen problemas.

## **EDIFICACIÓN EN EXTENSIÓN**

Participaron en la reunión los siguientes representantes de empresas socias:

Señor José Aldana                      - E. Constr. MAYA S.A.  
Señor Jorge Gómez                    - Constr. MELINKA Ltda..  
Señor Juan E. Toro                    - E. Constr. Avellaneda

Y en representación de la Corporación de Desarrollo Tecnológico los señores Tadashi Asahi, Juan Carlos León y Alejandro Grillo.

En el área de edificación en extensión, la gran velocidad de la construcción exigida por los contratos, deja muy poco tiempo para la incorporación de tecnología; lo más frecuente es que se innove en los insumos, puesto que los proveedores entregan información fresca a medida que los materiales salen al mercado. Sin embargo, en el proceso constructivo cuesta incorporar nuevas tecnologías.

La maquinaria por ejemplo, se usa hasta que termina su vida útil.

Como las viviendas sociales (hasta 2.000 UF) son unidades constructivas repetitivas y básicamente artesanales, el proceso macro constructivo es siempre el mismo, y por lo tanto requiere de menor incorporación de tecnología. Posiblemente en las construcciones industriales, la parte tecnológica es más necesaria.

Se estima necesario plantear la inquietud a las empresas del área, para agilizar la introducción de nuevas tecnologías.

Se mencionan dos puntos importantes: uno es la incorporación de la tecnología en el producto final, como es el caso del producto industrial que la incorpora en grandes cantidades, puesto que debe funcionar en los niveles tecnológico actuales; pero otro punto es la tecnología en el proceso de fabricación del producto final, que en el caso de las viviendas económicas tiene poca o casi nada de tecnología incorporada.

Se consigna que sin embargo, hay importantes avances. Cada vez se utilizan menos elementos artesanales que antes eran habituales en las obras, como las betoneras para fabricar hormigones y morteros. Se han reemplazado por el uso de hormigones pre mezclados y morteros preparados, cosa que hace diez años no ocurría.

Por lo tanto, cada día se tiende a hacer parecer más a la industria de un proceso constructivo, de manera que las actividades repetitivas se puedan controlar en el tiempo asignándole los recursos necesarios, e incorporando los estándares de calidad.

Se estima que donde hay mayor atraso es en albañilería, la cual es masiva en vivienda social, de 80 a 100.000 metros cuadrados. Esto ha significado tener altas dotaciones de trabajadores con los mismos rendimientos habituales, que no han podido mejorarse. Pero, la albañilería sigue siendo más económica que el moldaje puesto por las dos caras con hormigón y armadura, por ejemplo.

El proceso de las albañilerías requiere estudio y capacitación de la gente. Hoy los trabajadores se inician como jornales, luego ayudantes y posteriormente llegan a albañiles.

Actualmente hay una constante lucha por la buena utilización de los morteros premezclados por ejemplo, en que no se debe agregar agua, se debe colocar adecuadamente y no deberían tener las pérdidas actuales. Si se controlan bien los recursos, se permitiría una obra de mejor calidad. Las viviendas sociales son una obra a la vista, y si está bien ejecutada se hace innecesaria la incorporación de una faena de remate, que además de costosa es incontrolable en el tiempo.

Otro proceso poco tecnificado es el de la ejecución de segundos y terceros pisos. En estas viviendas, en el primer piso generalmente la alternativa es la losa, pero en los pisos superiores se dificulta dado que las estructuras requieren bajos volúmenes de hormigón. Se debe hacer todo en forma manual, con tarros, y de no ser así, se enfrenta pérdidas de hasta 50% por la colocación con bombeo.

Se ha conversado con la autoridad para que el proceso permita construcciones mixtas con prefabricados, para permitir la introducción de estos elementos en edificaciones masivas y repetitivas, aumentando así la calidad y el control de calidad.

Se comenta que aunque el SERVIU es el mandante en el ámbito inmobiliario de la vivienda social y es necesario adaptarse a sus condiciones, el ServiU se resiste a todo lo relativo a incorporar elementos pre fabricados, ya que tiende a pedir soluciones que estén totalmente homologadas.

Se ha planteado a los funcionarios responsables del cálculo en el SERVIU, la posibilidad de prefabricar algunos elementos, tales como cadenas, pisos y vigas, tal como se ha visto en Alemania.

A este sistema se le puede hacer pequeñas adaptaciones para emplearlo en nuestro medio, garantizando una muy buena calidad. De este modo, se podría montar vigas prefabricadas de escasa longitud, con uniones sólo en los extremos. Los moldajes, por otra parte, en los segundos o terceros pisos, aparte de ser inseguros, no garantizan geometría perfecta y encarecen el costo.

Otra área no tecnificada son las instalaciones interiores, tema planteado también en la edificación en altura.



Cada vez que se hace instalación de agua o alcantarillado, se produce un acopio de distintas piezas, se improvisa, por ejemplo en el ancho y profundidad de los cimientos. Se menciona el caso del reglamento de instalaciones interiores (que está en aprobación), y cuyas exigencias también implican una suerte de improvisación.

Es así como, se estima que procesos tecnificados en esta faena y una normativa que permita prefabricar, permitirá un mayor y mejor control de calidad.

Respecto a las aislaciones, se aplica lo que se establece en las especificaciones técnicas de los proyectistas, pero éstas no son bien precisas lo que genera que el tema sea percibido por los usuarios. Estos aspectos hacen que las empresas en general sigan siendo vistas como infractoras en la parte constructiva, a pesar de la responsabilidad directa que esta faena la tiene el instalador.

Se estima necesario emplear más recursos, de manera tal que sea un sistema más completo y más mecanizado y no dependiente, como en este caso particular del instalador.

Por otra parte, la urbanización sigue siendo muy tradicional.

Se ha incorporado el PVC en tuberías de alcantarillado en reemplazo del tubo de cemento comprimido, pero se sigue trabajando artesanalmente en las excavaciones.

En este tema se ha avanzado poco, puesto que las conversaciones se han centrado en la edificación, dejando un poco de lado la urbanización, que tiene gran importancia debido a que son procesos paralelos. Se menciona la problemática de la legislación y de las exigencias que impone, y que pueden paralizar un proyecto de no ser aceptadas.

También se ha estudiado la posibilidad de hacer total o parcialmente este tipo de viviendas con estructura metálica, lo que implicaría un cierto avance tecnológico, por la posibilidad de hacerlas en fábrica. Pero, aún no está funcionando este sistema puesto que las piezas se deben cortar y montar en obra, lo que se traduce en armar un taller de estructura metálica en el lugar, en que el espacio es cada vez más escaso. Se estima que debe ser un sistema que permita montar paneles armados, sin cortar ni armar en obra, lo que hasta la fecha no se ha logrado..

Respecto de materiales nuevos y materiales reemplazados en nuestro país, se menciona el caso del asbesto cemento que ha sido sustituido por el fibrocemento. Además, nuevos productos como el poliuretano se están utilizando en aislación, Al mismo tiempo de debe tender a un reemplazo parcial de la albañilería por hormigón, con lo que además se mejora la aislación.

En cuanto a productos utilizados en otros lugares del mundo, se estima que se usan prácticamente los mismos elementos.

En cuanto a innovaciones, el acero se ha ido dejando de lado en estanques y se usa carpintería metálica.

Hay un mayor reemplazo por aluminio, lo que implica una fabricación con mano de obra mucho más especializada, en cuanto a las máquinas y herramientas. También en Chile se han ido eliminando las betoneras en las obras reemplazándose por hormigones premezclados puestos en obra.

Se han reemplazado, también, los paneles de masisa de 24 mm. que eran los más utilizados en divisiones. Aunque eran muy económicos y permitían la conformación rápida de espacios, tuvieron mal comportamiento, probablemente por el proceso de fabricación, en el cual se fue bajando su densidad, por lo que hoy se usa el vulcometal o su equivalente, de manera que se garanticen su estabilidad.

Se comenta que en Alemania se usan bloques de hormigón de grandes dimensiones, y los asistentes se preguntan si ese tipo de elementos se podrían usar en nuestro país. Para su instalación se usa una grúa portátil muy pequeña; son de uso masivo, y con ese tamaño de bloques, (50 cm. por 50 cm. aproximadamente) la incidencia de mano de obra disminuye considerablemente, aumentando los rendimientos.

En Chile han existido experiencias similares. El problema que se genera es que por el peso se deben manejar con grúa. Se debe tener en cuenta que el procedimiento está en inicios y no se encuentra homologado. Por otra parte, se debe estudiar el comportamiento sísmico de este bloque, ya que es muy grande, unido con un mortero en que el proceso de colocación es fundamental.

Por otra parte, en la albañilería un obstáculo para la tecnificación es la mano de obra, ya que es el segmento de la construcción menos preparado. Por lo tanto, el sistema debe estar muy bien implementado y probado. En cuanto a las uniones verticales, hay dos caras que quedan en contacto con ella, lo que produce una muy buena adherencia del mortero.

En una Feria de Alemania, se vieron máquinas robots que eran capaces de hacer una casa completa con bloques, totalmente automatizada, sin más intervención humana que el manejo del panel de control de las máquinas, pero no se trataba de algo masivo, sino de un programa experimental.

Se hace referencia a que actualmente se hormigonan cadenas y losas de primer piso con cintas transportadoras, lo que ha llevado a cambiar el hormigón preparado en obra por hormigones premezclados. Sin embargo, aún falta solucionar las cadenas en segundo pisos, en donde se puede llegar con la cinta y

tirar el hormigón, pero de todas formas se deben usar los tarros, porque son cantidades muy pequeñas. El punto anterior se dificulta más en viviendas de pareo, donde no hay pasillo, y que limita el número de personas que pueden trabajar. En cambio en un bloque de cuatro unidades con pasillo, se permite una mayor circulación de personal.

En cuanto al ruido, la norma exige contar con maquinarias que permitan cumplirla. Es así como cada vez se ven menos compresores. La idea es no hacer demoliciones, no hacer ruido, teniendo en cuenta que hoy en día la comunidad es muy sensible al respecto, como también a las emisiones de polvo.

En una misión a Alemania se observó una cantidad importante de herramientas tendientes a la minimización de ruido y polvo, o sea a protección del medio ambiente y al aumento de la productividad, y se estima que en nuestro país se requieren herramientas orientadas a potenciar el trabajo del obrero y la protección del medio ambiente.

Por otra parte, actualmente los maestros y carpinteros han tenido que modernizarse, y adaptarse a tecnologías nuevas en herramientas, especialmente.

Esto se puede mencionar como generalidad en Santiago, pero en otras ciudades la tecnificación de mano de obra está bastante más atrasada.

En relación con la incorporación de sistemas informáticos de gestión y control de obras, se comenta que, en general, se utilizan programas en ambiente Windows. Ya no se piensa en una instalación de faenas, por muy pequeña que sea, sin computadores, por lo menos para el área administrativa. También es muy raro ver a un bodeguero trabajando con sistema de tarjetas, tal como ocurría hace poco tiempo atrás.

Se destaca que hacen falta programas computacionales para los controles de tipo gerencial y de recursos, por lo que se han tenido que adaptar o crear algunos, ya que en el mercado no existen. Los softwares que se pueden encontrar son para determinado tipo de edificaciones, y cuando se construye hay una variable muy importante, que es buen uso del recurso, y se espera que las estimaciones sean cumplidas. Aunque un software sea antiguo, si se le adapta a las necesidades puntuales, se debe utilizar de la mejor forma, la cual no puede ser general, puesto que hasta la tipología de obra puede ser distinta.

En cambio, con un software que permita el desarrollo de un presupuesto y que permita la programación, éste se enlaza bajo los criterios de gestión que se requieran.

Se señala que si se consultara a las empresas, ninguna diría que tiene el software ideal, el que les soluciona todos los problemas.

En este rubro es común que se emplee el Microsoft Project y Unisoft para presupuesto. Para hacer una gestión, se hace un propio software que se adapte de acuerdo a las necesidades y condiciones particulares, para un manejo apropiado del proyecto.

Sin embargo, se establece que no hay softwares que incluyan contabilidad, presupuestos y control, ya que no toman en cuenta la realidad constructiva.

Según los asistentes, al parecer los constructores de viviendas en extensión son los que mejor manejan la parte computacional, debido a la parte rítmica de la construcción, pero en el resto de la edificación la integración es poca.

Hay consenso en el sector en que si la parte repetitiva no se hace en el tiempo estimado, se pierde un margen de ganancia. Por lo tanto, el plazo es fundamental, ya que se lucha contra el abastecimiento oportuno.

Se encuentra en proyecto la idea de generar talleres de programación, a cargo de una persona que enseñe a sacarle provecho a las herramientas, ya que en general no se conocen todas las ventajas que puede ofrecer un programa computacional.

En cuanto a softwares, se estima que en vivienda el Microsoft Project da buenos resultados, así como el Primavera, que tienen la capacidad suficiente para el volumen requerido. Un participante acota que si se quiere parecer a una fábrica o industria, es necesario contar con órdenes de trabajo, que estén planificadas en el tiempo, y el programa Primavera lo permite. Incluso es posible asignarle esa responsabilidad a una persona, la cual con su "check list", establece si la tarea está o no cumplida, lo que permite determinar las causas de incumplimiento, cosa que en este momento se hace por percepción. Este último punto es importante, ya que en la percepción de lo que se ve en una obra a veces está el éxito de un desarrollo.

Se afirma que la tendencia de las empresas es conocer y mejorar los procesos constructivos y de acuerdo a eso, transformarse en un ente que organice y administre, y no como hasta hace pocos años en que se contaba con personal directo, con una estructura muy piramidal.

Las empresas se transformarán en empresas de especialidades, dejando de lado la organización de subcontratos.

Respecto a la capacidad de los trabajadores de la construcción para adaptarse a la capacitación y a la adaptación de nuevas tecnologías al interior de la empresa, se comenta que a aquellos que antes eran los líderes de la empresa, los encargados de la obra, los jefes de obra, los capataces, les cuesta adaptarse.

Que hoy se impone una realidad de equipo en todas las áreas de la obra, para adaptarse a las nuevas tecnologías..

Actualmente el papel de los jefes de obra como tales está cambiando para transformarse en jefes de terreno, tanto en edificación como en urbanización. Los jefes de terreno no son profesionales necesariamente, pueden ser técnicos, pero ya no como los que se habían formado en la práctica. Al no tener al jefe de obra, hay uno menos en la cadena de mando y con ello una posibilidad menos de distorsionar las instrucciones.

Las reuniones de trabajo realizadas con los supervisores son las más eficientes. Allí se designan trabajos y además son una parte acusativa y demostrativa. Una reunión de ese tipo es muy valorada en un equipo de trabajo.

Ya no existen los capataces, los cuales empezaron de jornal formándose en la obra. Hoy día se va más a la obtención de un supervisor que esté especializado en área determinada y que debe ser parte de un equipo.

Se comenta a la importancia del ingeniero industrial en el caso de las viviendas sociales de construcción masiva, puesto que es un buen asignador que no tiene conocimiento de la técnica en cuanto a lo constructivo, pero se interesa en el proceso a fin de hacerlo más eficiente.

En relación con las normas, los asistentes concuerdan que trabajar con éstas, cuando son oportunas y bien hechas, no es problema, pero cuando son antiguas y absurdas, si lo es. Las normas se adaptan poco a los cambios, están atrasadas y a veces fuera de contexto.

Surge al cuestionamiento acerca de qué es lo que se espera encontrar en una norma y lo que habría en un código de práctica o una especificación técnica.

Se comenta que cuando hay problemas con algún tipo de material, lo que se ha buscado en la norma son los rangos permitidos por la misma, de manera de situarse dentro de ellos.

Se destaca que –paradójicamente-, se consulta la norma en momentos de problema, y no cuando se quiere saber cómo realizar algo. Este es un problema de los constructores, y se dice que efectivamente la tecnología en cuanto a edificación va más rápida que la modificación de las normas, materia en la que la CTI está de acuerdo.

Se comenta la proposición de un cambio de criterio al respecto, como es la contratación por objetivos. En ella, no hay normas que dicten la forma de proceder (que corresponde un poco el concepto actual) sino que contiene las exigencias del producto final que se debe entregar. Sin embargo, de igual manera se necesitan referentes en caso de dificultad o duda.

En la contratación por objetivos está implícito un cambio de criterios y filosofías, como lo es el control al interior de la empresa. Este se hace y se ha ido implementado cada vez más, y es así como se pretende pasar de alguien que controla externamente como el inspector, a que se utilice el autocontrol.

Respecto de los sistemas de control de calidad al interior de las empresas, hay algunas que lo implementan en forma paralela y no bajo la autoridad del director de obra.

En este caso, hay una persona que se comunica con el director de obra, pero que responde a la instrucciones de la gerencia, y verifica los estándares que la empresa quiere lograr con determinados productos. Sobre esta base se genera un plan de autocontrol, en que se analizan las actividades que se necesita controlar y chequear, con un rango de tolerancia. Este plan de trabajo lo ejecutan los supervisores y sus dirigidos y requiere de un seguimiento, sin el cual no tiene ninguna validez. Así se pueden identificar efectivamente las falencias de los productos y los procesos y se puede auditar, para saber el origen de la falla, más que para encontrar responsables.

En relación con la contratación de inspección por cuenta de las empresas, hay que tener en cuenta algunos conceptos. El primero es que se tiene un sistema propio de autocontrol, a partir de la modificación de la ordenanza, que incorporó el concepto de la gestión de calidad. En segundo lugar, está la exigencia de los mandantes de tener un sistema de autocontrol muy específico, documentado, a fin de garantizar que efectivamente el control fue hecho. Un tercer concepto es el asegurar el control de calidad, por partidas que se deben ejecutar con un nivel determinado, con un profesional externo que señalará cuales son las partidas que puede controlar de las totales, tales como hormigones, albañilería y trazados por ejemplo. De este modo asegura que en dichas áreas se cumplirán a cabalidad, pero con un margen de tolerancia como lo establece el proyecto.

En muchos casos las restricciones a las innovaciones provienen de las autoridades o de los mandantes, debido a que no tienen el conocimiento de situaciones inseguras para ellos y crean barreras para impedir que las empresas puedan innovar.

Se han mencionado ejemplos muy interesantes, que se definen también como problemas básicos existentes en la construcción en vivienda social de uno y dos pisos. Es necesario coordinar las acciones o interacciones con autoridades como el Serviu u otro mandante, que se compenetre y asuma que la propuesta es interesante. Luego se debe plantear conjuntamente una recomendación o código de práctica y finalmente si se amerita, orientarlo a las normas.

Este es un proceso factible, puesto que se puede conformar un equipo, los llamados grupos técnicos de trabajo (GTT) de la Corporación de Desarrollo

Tecnológico por ejemplo, en los que un conjunto de personas de empresas constructoras, proveedores de materiales, de elementos industrializados, profesionales del Ministerio y de las Direcciones de Obras, pueden llegar a acuerdos en plazos específicos, y a la solución de problemas también específicos.

Se considera un buen punto de partida que la Comisión de Tecnología e Innovación plantee las inquietudes, para ver los aspectos en donde hay mayores debilidades y dónde están los problemas comunes. Sería conveniente formar un grupo de trabajo que permita focalizar y armar en un plazo definido un documento con recomendaciones, con la garantía de que eso se pueda internalizar y aprobar con instituciones de los mandantes, lo que constituiría un gran aporte de la experiencia de la Corporación de Desarrollo Tecnológico.

### **MONTAJES INDUSTRIALES**

Participaron en la reunión los siguientes representantes de empresas socias:

Señor Fernando García	-Ingeniería y Construcciones Mas Errázuriz y Cia.
Señor Rodrigo Acuña	- Pretesa S.A.
Señor Ricardo Ramírez	- Pretesa S.A.
Señor Andrés Rosselot	- Constr. Queylén
Señor Hugo Moreno	- COINSA Ltda..
Señor Enrique Ramos	- Montajes Industriales COMIN Ltda..

Y en representación de la corporación de Desarrollo Tecnológico el señor Alejandro Grillo.

En el área de montaje industrial, una de las materias en que se aprecian problemas de tecnificación es en la fabricación de cañerías. Lo habitual es que éstas sea prefabricada en terreno, en un taller improvisado. Se piensa que en el futuro podrían transformarse en una actividad más parecida a la de las estructuras, puesto que también hace algunos años la estructura se hacía en terreno, y hoy se realiza en maestranzas. Se piensa que podría ser llevada a un sistema parecido, más aún considerando que actualmente los plazos de construcción se van acortando, siendo la cañería un ítem relevante en algunos proyectos, como los de celulosa y de petroquímica. Lo anterior permitiría acortar los plazos a partir de la prefabricación en taller, como una actividad de compra más que de construcción.

En opinión de los asistentes, para aplicar innovaciones se debe partir desde los proyectos, que son la base para usar más tecnología, enfatizando la necesidad de estandarización de materiales y procesos.

Hay carencias importantes en planchistería, cubierta y revestimiento, también en el tratamiento de los deshechos de las construcciones, no sólo de las obras industriales, sino en todo tipo de obras.

En Chile falta mucho por hacer respecto de cómo usar materiales susceptibles de ser reciclados y que evitan la acumulación de deshechos. Esto tiene un gran costo y genera pérdidas, por una mala utilización de los elementos.

Respecto de los residuos de construcción, hay una nueva disposición en CONAMA para grandes proyectos, en la que se debe presentar un plan de manejo de los residuos, antes de partir la construcción, sin el cual no se puede comenzar. Se comenta que al exigir ese plan, el problema es que el costo del mismo debe ser aplicado al presupuesto, y eso nadie lo paga.

Además, en este momento el cliente y la competencia no están permitiendo ese tipo de cosas.

El uso de tecnologías, las exigencias y las normativas aplicadas, hacen difícil para empresas que quieren hacer bien las cosas competir en esas condiciones. Todo depende del nivel del mandante, ya que, por ejemplo, para el de tipo industrial mediano, su única preocupación es el costo.

Un participante de la empresa COINSA, señala que ésta pertenece a un grupo de empresas que tienen implementado un software que les da herramientas muy valiosas para la fabricación y montaje; permite entregar informes y estados de avance con un alto nivel de detalles. Si bien es cierto el mencionado software tuvo un alto costo, produjo un gran ahorro.

Por ejemplo, se realizó un montaje en el edificio de estacionamientos de Falabella, en que no se tuvo que retocar nada, lo que aumentó la rapidez de las ejecuciones.

Agrega que dentro de los rubros que abarcan, ellos tratan de partir con un alto nivel tecnológico. Así se trata de trabajar, por ejemplo, en los estanques, aunque el cliente no lo pida. Tal vez le baste con soldadura manual, pero si se puede hacer con máquinas automáticas colgadas, se hace.

En cuanto al software ya mencionado, los planos son hechos en computador. En el Encuentro se mostraron ejemplos en una obra en Perú, comprobándose que el nivel de modelamiento entregado es muy bueno: se parte del plano de diseño, de ese punto pasa a las máquinas (que son todas en sistema computacional) y es el mismo software el que calza y revisa todo, perforaciones etc., sin define todos los encuentros, pasando luego directamente a la fabricación, proceso en el que las máquinas son programadas por el mismo software. De esa forma, las vigas salen hechas con los requerimientos necesarios, tales como margen de error.



Para los montajes es una herramienta valiosa, puesto que el plano puede entregar las vigas numeradas y marcadas con códigos de barra de la planta, de manera que al llegar el camión a la obra, las vigas son leídas por un lector de códigos de barra, registrando todo lo que ingresa. A medida que se realiza el montaje, sus diferentes etapas se registran, lo que permite tener estados de avances diarios. Además hace que la coincidencia del armado sea muy simple, ya que su secuencia también la puede entregar el programa.

El proceso de control es simple, lo cual ha sido muy valioso, básicamente para los estados de pago.

Lo anterior, aunque el cliente no lo pidió, ha hecho ahorrar cantidades muy importantes. Lo mismo ocurre con equipos, tales como las soldadoras colgadas, estanques, lo que es un gran ahorro, porque por una máquina de ese tipo reemplaza a soldadores, con una mucho mejor calidad, prácticamente a prueba de fallas.

Un representante de una empresa de prefabricados de hormigón, naves, galpones y vigas, entre otros, señala que ellos están lejos de la tecnología que se mencionó anteriormente, no por carecer de la capacidad o de los programas, sino por los proyectos. Generalmente, se llega en los trabajos, a cambiar cosas que están pensadas proyectar in-situ, o a construir de la mano del calculista, lo que los obliga muchas veces a no tecnificar los moldes, y a no tener líneas de producción automatizadas.

Se debe tomar en cuenta el mercado para poder desarrollar tecnologías, puesto que éstas existen en otros lugares. Ya hay masificación importante de estructura de hormigón afuera, pero lo pequeño de nuestro mercado, atenta contra este desarrollo.

Se opina que el área del hormigón se movió muy bien y en este momento casi el 100% de los puentes se hacen en hormigón. Sin embargo, nuevamente de a poco se están introduciendo los puentes de acero.

Es importante la participación de las empresas de ingeniería.

Hoy hay una disociación muy grande entre el calculista y el constructor, debido a que se reciben los planos sin haber conversado con el proyectista. Este a veces ni siquiera pensó en los montajes y en los posibles problemas que se encuentran en terreno.

Ambos, -proyectista y calculista- están llevados a incorporar nuevas tecnologías en sus diseños, ya que en construcción se puede innovar, pero hay ocasiones en que los diseños son tan rígidos, que no lo permiten.

Importante es la influencia que tiene el poco nivel de desarrollo de los proyectos, ya que la constructora debe desarrollarlos, aumentando los costos para

el cliente. Esto lleva a las empresas a niveles de inseguridad y riesgo muy grandes.

Hay proyectos con mayor desarrollo de la arquitectura e ingeniería, pero siguen habiendo proyectos realmente malos, lo cual se estima es originado con el objeto de bajar costos para lo cual se contrata profesionales de poca experiencia.

En Chile hay problemas de innovación en los prefabricados, ya que somos muy reticentes a ellos.

Otro problema radica en la ineficiencia de la planificación de los clientes con los proyectistas y en los tiempos que se destinan a cada acción o etapa.

Respecto de los materiales que han sido reemplazados en otros países, y que aún se usan aquí, un participante comenta que en la albañilería se ha reemplazado con hormigones o tabiques prefabricados, lo que es de uso muy masivo fuera de Chile, pero que la respuesta de los paneles prefabricados en nuestro país no ha sido muy buena. Las máquinas estucadoras por ejemplo no han dado los resultados deseados, aumentando considerablemente los costos.

El problema de los materiales radica en lo artesanal de los procesos y en su costo. Es difícil cambiar un sistema constructivo o un elemento sólo por el hecho de que sea más tecnificado, sin tener en cuenta los costos involucrados. En viviendas económicas, por ejemplo, se prefiere usar losas hechas en obra que losas prefabricadas, porque aún la mano de obra es relativamente barata. Hay una serie de factores todavía que llevan a que los procesos, anticuados y prácticamente obsoletos, se sigan realizando.

Los asistentes mencionan la utilización, aludida en el Encuentro de Edificación en Extensión, en Alemania de albañilerías con bloques más grandes, con más mecanización y por lo tanto con más eficiencia. Hay grúas que levantan estos bloques, ya que son muy grandes para una persona.

Se comenta que en construcción industrial lo más usado es el bloque, que es más grande que el ladrillo.

En cuanto a revestimientos industriales, un participante asevera que le ha tocado instalar pisos de bodega, y en general el cliente ha estado reacio a usar los revestimientos especiales por su mayor valor respecto del piso tradicional, por la necesidad de poner protecciones plásticas o de otro tipo.

Se afirma, también, que hay reglamentaciones que limitan mucho el uso de materiales nuevos y distintos.

Esto se ve en las salas eléctricas, las cuales se instalan en general en una faena. Lo ideal es llevarla lista en un contenedor, para ponerla en su lugar, conectarla y partir, pero se está obligado a hacer muchas de ellas con hormigón y albañilería, ya que la reglamentación así lo señala. No se puede llegar con ella prefabricada, porque no está permitido.

Se considera un punto de partida importante la reglamentación para abrir posibilidades y poder mejorar la eficiencia de los montajes.

Respecto a las salas eléctricas, un asistente afirma que se está empezando a usar el sistema de contenedores y que en Los Pelambres llegaron de ese modo. Sin embargo, en otra faena de la misma empresa no se le aceptaron las salas de ese tipo, y hubo que fabricarlas con albañilería, lo cual es casi inadmisibile.

Respecto a las máquinas y herramientas que aún funcionan en Chile y que en otras partes han sido reemplazadas, se hace referencia a los andamios fijos que requieren de montaje. Los hay móviles (que han entrado muy fuerte) y elevadores de plataforma, que en algunos sectores se siguen usando, como en oficinas de la industria (lo cual es muy peligroso).

En otro punto como el transporte de hormigón, el bombeo es muy fuerte y se cree que ha mejorado en los últimos años.

Se menciona también que hay mucha tecnología nueva que aplicar, pero la industria tiene sus procedimientos acomodados a sistemas más antiguos y al incorporar la nueva tecnología, esa gente no sabrá qué hacer con ella. Ese es el motivo del rechazo de los clientes a innovar.

En cuanto a equipos y herramientas, se puede constatar que en la fabricación de pavimentos, hay empresas especializadas que cuentan con alta tecnología y hacen del orden de 2000 m<sup>2</sup> al día, y los clientes se impresionan con esa productividad, mientras eso no implique mayor costo. Sin embargo, en general hay que empezar a incentivar el uso de equipos y herramientas, y eso parte por la capacitación, la cual debe comenzar con el obrero.

Se afirma que los proyectistas tienen gran responsabilidad en cuanto a la incorporación de tecnología. Se piensa que probablemente no lo hacen porque implica más trabajo, ya que al usar nuevos elementos deben informarse sobre ellos. Se debe hacer una cadena de innovación para llegar al cliente, ya que para la constructora es muy difícil venderse al cliente, que tiende a pensar que hay poca claridad en ese aspecto.

Como los proyectos del área industrial son tan pocos, lo que se hace en la constructora es tratar de desarrollarlos desde el principio. No se va sólo donde el

cliente, sino además se recurre a la empresa de ingeniería que lo está desarrollando para poner a su disposición la tecnología con que se cuenta y para tratar de introducir en ese punto el producto. Incluso han llegado a oficinas de diseño a ofrecer los link para modelar directamente para sus sistemas, y eso entrega muchas facilidades para el futuro desarrollo del proyecto.

Se le entregan por ejemplo las características estándar que se pueden fabricar en la empresa, a fin de que se consideren en los estándares de la producción, para mayor rapidez y eficiencia, es decir se entrega toda la información al proyectista y al cliente, para que en el momento de licitar el proyecto, vaya con los puntos más interesantes. Como son tan pocos los proyectos en la actualidad, hay que tratar de "amarrarlos" desde el comienzo, y las innovaciones tecnológicas contribuyen a ello.

Sin embargo, no todos los proyectistas están dispuestos, ya que se han visto empresas de ingeniería que en el tema de procesos usan los mismos sistemas de hace 20 años, los cuales están muchas veces obsoletos, y aunque se le muestren sistemas que les resuelvan los problemas que puedan tener, ellos no aceptan.

Respecto de la utilización de softwares, se afirma que en cuanto a programación de obras, hoy la gran mayoría usa el programa Primavera, y se piensa que es lo más potente existente en el mercado.

Un participante plantea que no sabe si hay algo mejor, pero piensa que el Primavera está sobredimensionado para las obras que se hacen generalmente, ya que en ellas sólo se le aprovecha el 10% de su capacidad. Sin embargo, al final se está obligado a usarlo, puesto que los grandes mandantes así lo exigen, aunque existan programas más económicos y que cumplen con lo que se quiere.

Este programa no se aprovecha a cabalidad y tiene poderosas herramientas en cuanto a nivelación de recursos, lo que permite modificar el programa para que la curva ocupacional sea más o menos pareja. Los participantes concuerdan, pero afirman que el programa no es para el nivel de proyectos que se hacen acá, sino para proyectos de mayor envergadura.

Un participante informa que en Sigdo Koppers introdujeron el Primavera, y antes de eso se trabajaba con improvisación. Su introducción permitió empezar a cumplir los plazos e incluso adelantarlos y de esa forma el programa indicó los pasos a seguir y gracias a eso se logró el objetivo. Afirma que la programación debe ser usada, ya que de otra forma se trabaja a tuestas. Además los mandantes lo solicitan y ese aumento de eficiencia se debe pagar.

Normalmente en el estudio de propuestas se pide un programa, y ese generalmente se hace sólo para cumplir.

Un participante asevera que en su empresa cuentan con una persona solamente dedicada a ello, y que el programa que sale de la propuesta es el

programa de inicio de obras, no de mera presentación. Esto permite partir con la obra bien "agarrada" desde el comienzo. Otro opina que lo anterior no funciona tan bien desde el punto de vista de la cultura de la gente, a lo que se le responde que hay que introducir el sistema al interior de la empresa, y que una vez convencidos, van a asimilar la idea.

Un asistente afirma que no tiene claro que el cliente incluya un ítem de programación en los gastos generales. La empresa se defiende porque cumple efectivamente los plazos. Se agrega que además de la relación directa contractual, hay un beneficio adicional indirecto, que es la optimización de los tiempos de ejecución, ya que si el trabajo en vez de hacerse en dos meses se hace en uno, se gana.

La programación es útil para el cumplimiento de plazos, y también para un fin más avanzado como el aumento de la producción.

En cuanto a control de costos, se cree que hay pocos softwares desarrollados para el tema industrial, no así en el caso habitacional, que por su carácter repetitivo está manejado. Como en el área industrial todas las empresas son diferentes, no es así, y se tienen grandes riesgos e incertidumbre, producto de lo mismo.

En general, los softwares que permiten el estudio de propuesta, no son muy buenos para el control de obras. Un asistente afirma que usa el Unisoft sólo para propuestas y han creado un sistema propio de control de gestión en obra.

Sobre el programa Presto, se comenta que se han visto demostraciones, que indican que se veía muy bueno, sin poder asegurarlo, pero el costo era bastante superior a lo que se tiene.

Se hace ver que Unisoft era usado sólo para presupuestos, a pesar de ser mucho más poderoso en el control de costos, por el hecho de no tener personal que domine el sistema. El problema de capacitar al usuario se transforma en gasto innecesario por el poco provecho que se saca posterior a dicha capacitación. Es también necesario un poco de "soporte" de la empresa que lo produce, haciendo notar lo mucho que costó integrar el módulo de compras con el módulo de presupuesto, lo que finalmente no se pudo llevar a cabo.

Por lo citado anteriormente, se piensa pedir una demostración del Presto, el que fue ofrecido por una empresa llamada AMINFO y que lo presentó en una conferencia tecnológica, asegurando que es lo mejor que hay en el mercado para el control de gestión, siendo la mayor ventaja su compatibilidad con Windows.

Se insiste en los problemas que presenta Unisoft, a pesar de haber ayudado bastante en el desarrollo de la empresa, ya que no puede integrar todos los módulos en uno, debiendo hacerse en forma manual cada semana, a pesar de estar diseñado para trabajar con todos sus módulos integrados. Llama poderosamente la atención la falta de soporte del sistema teniendo en cuenta el uso masivo del mismo (Argentina y Perú). Se comenta que al momento de cambiar al módulo "Versión 2.000 Compatible", Unisoft no aceptó el pago del software con un documento a 30 días, lo que se considera un abuso.

Otro inconveniente comentado fue que al adquirir un módulo para incorporar al sistema, éste copaba la memoria en un 90 %. Era una versión argentina que se adquirió por abaratar costos. También se hizo referencia que al cambiar la impresora adquirida inicialmente con los equipos por una nueva, ésta no se pudo compatibilizar ya que no acepta D.O.S.. Al consultar a Unisoft respondió que tenían que seguir usando la antigua, lo que se considera inaceptable.

Al consultárseles cuáles son las tendencias generales en el área tecnológica de gestión en el sector y cómo ven la constructora en el año 2.020, se afirma que los proyectos se están haciendo en plazos cada vez más cortos (prácticamente a la mitad), lo que va a obligar a las empresas a comprar servicios a mini-empresas especializadas por rubros con el fin de cumplir con los plazos.

También se constata una especialización de la mano de obra, con más, mejores y nuevas herramientas.

El año 2.020 se ve a la empresa como una Administradora de Especialidades llegando a ser una Empresa de Servicios. Esto ya está ocurriendo en gran medida en el caso del fierro, el cual no se dobla en obra, se lleva prefabricado, cosa que no ocurre en Lima, por ejemplo.

Otra opinión indica que se ve a la empresa prestando un servicio bastante más completo, al igual que el que se usa ahora en la minería, donde se solicita, por ejemplo, la construcción de un estanque y se entrega solamente la silueta de éste, debiendo proveer desde el montaje hasta la ingeniería y el soporte necesario. Así lo hace la empresa alemana que realiza la ingeniería y vende el equipo, pero en el fondo administran la compra y venta del equipo.

Respecto del nivel de personal que tiene mayores dificultades para adaptarse a la aplicación de nuevas tecnologías, la respuesta general gira en torno a las personas que conforman el Mando Medio Antiguo (Capataces y Supervisores) que no nacieron con esta tecnología y a los que les cuesta adaptarse por tener un bajo nivel de educación.

Hay una relación directa entre la educación y la tecnología.

También se comenta sobre la poca experiencia práctica que se tiene al egresar de la Universidad, lo que obliga en cierta forma a apoyarse en la experiencia del Supervisor, el que finalmente realiza todo el trabajo por ser un conocedor de las "mañas" y que se siente un poco imprescindible.

Se relata la experiencia del montaje de unos molinos en Valle Central en que se chequeó al Supervisor que había montado, prácticamente, todos los molinos de Chile y en el momento de realizar el trabajo se notó que hacía las cosas de determinada forma porque pensaba, simplemente, que se hacía así. Al chequear tolerancias se pudo detectar que el Supervisor hacía el trabajo medianamente bien, lo que no se notaba inmediatamente en el montaje, pero años después lo constata el cliente y sufre las consecuencias.

Se hace notar que a los ingenieros les hace falta tomar decisiones, ya que al llegar un ingeniero nuevo a una obra, se hacen las cosas finalmente como dice el capataz o el supervisor.

Esto es el resultado de la poca o nula formación práctica que se tiene en la Universidad.

Algunos participantes recuerdan haber asistido en muy pocas ocasiones a una obra en sus tiempos de estudiante. Hoy, al parecer, ha habido una tendencia en la parte ingeniería, más a la administración que al hacer.

Respecto de la conciencia en los trabajadores del sector por el concepto de seguridad, se estima que a pesar de las charlas dictadas con este propósito y de las advertencias, cuando se cree que el problema está más o menos controlado, se puede detectar, por ejemplo, gente caminando sin cinturón de seguridad sobre las estructuras, trabajadores en general que llevan muchos años trabajando en lo mismo y que siempre lo han hecho igual. Se asocia, además, al hecho de ser latinoamericanos que es sinónimo de valentía.

Se hace un paralelo entre lo arriesgado de la gente que trabaja en la construcción y los pilotos latinoamericanos que tienen la más alta tasa de accidentes por no acatar instrucciones en operaciones peligrosas.

Se ha apelado al criterio de la empresa de aplicar mano dura contra los infractores a las normas de seguridad, llegando al despido del personal, y con esta medida se logró reducir las tasas adicionales a cero en una empresa en un plazo de 3 a 4 años.

Se comenta que la Norma Sísmica Chilena de Edificación, no es válida para las construcciones industriales y se pone un ejemplo en que se trabajó con ingeniería mejicana de acuerdo a exigencias chilenas y en que las soluciones finalmente no coincidieron en lo propuesto o establecido por las partes (exigencias de enfierraduras por ejemplo).

Cuando las especificaciones son demasiado abiertas se genera el problema de competencia traducido en precios y calidad de la oferta.

Uno de los problemas más complejos que tiene la Innovación Tecnológica es el de la "adecuación de las normas", que por definición van detrás del progreso y las innovaciones.

Hay formas de adecuar dicha situación, por ejemplo con la "Contratación por Objetivos" en que la regla deja de ser la que dicta exactamente la norma, el cómo hay que hacer las cosas para obtener tal resultado, sino que indica cuál es la meta que se desea alcanzar, lo cual implica que es la empresa quien controla internamente la calidad para asegurar su producto.

Se informa que en la Comisión de Tecnología e Innovación se está trabajando en este cambio de filosofía, pero que debe llegarse a acuerdo con las autoridades para su aprobación y aplicación posterior, y no ocurra lo que con la construcción de puentes, que sufren grandes atrasos esperando que los proyectos sean aprobados por la Dirección Nacional correspondiente.

Se destaca que el Contrato por Objetivos también es aplicable en Plantas o Equipos especiales en la industria, donde no se les indica cómo hacerlo, sino que se exige el cumplimiento de objetivos. Diferente es el caso de los estanques que deben ser construidos bajo las normas del S.E.C. y deben ser certificados por organismos independientes reconocidos por ellos.

Como punto adicional, la carencia de normas propias del país obliga a adoptar reglas extranjeras y en algunos casos también lleva a problemas, ya que si el material de base no cumple con la estandarización extranjera puede pasar lo que con los edificios de una refinería, que fueron calculados de acuerdo a la norma americana, pero en EE.UU. los ladrillos nada tienen que ver, ni en geometría, ni en calidad, con los hechos a máquina en Chile, lo que invalida la aplicación de dicha norma.

Actualmente existe una norma antisísmica chilena cuya aplicación garantiza a los especialistas el comportamiento de las construcciones. Pero en la actualidad y a raíz de los sismos de Turquía del presente año, las autoridades piensan que parte de las edificaciones puede sufrir fallas en caso de terremoto, producto de la poca fiscalización de los proyectos de estructuras, de los cálculos hechos por profesionales sin experiencia suficiente, del uso e interpretación de softwares inadecuados a nuestra realidad o no probados, todo unido al abaratamiento de costos por honorarios profesionales y de costos de obra buscado por las empresas.



El último tema se relaciona con los sistemas de control de calidad que han implementado en sus empresas. Las respuestas apuntan a las buenas intenciones de instalar, incluso, una Gerencia de Control de Calidad, pero las condiciones no se han dado por la situación económica de las empresas. Se ha llegado a detener el proceso de mejor implementación y se ha mantenido lo que estaba habilitado en procesos administrativos y operativos. Se han creado procedimientos de trabajo de acuerdo a las obras.

Este trabajo, lamentablemente, hoy no se paga. Se hizo una comparación entre el Control de Calidad y el Ingeniero de Planificación y lo difícil de convencer a alguien que haga la inversión para recuperarla en un año más. Se opta por dejar el tema para retomarlo, con más fuerza, cuando la situación se revierta y la gente que actualmente está disponible, está ocupándose del tema para cimentar las bases cuando venga el repunte.

Eso ocurre con los Administradores de Obra y Operaciones porque están absolutamente convencidos de que ese trabajo se paga.

Se menciona el caso de un mandante que formalizó y obligó a hacer un auto-control en la instalación de un estanque. Generó 70 u 80 procedimientos y con eso se evitó sorpresas al término del trabajo, por lo que se sugiere a los nuevos mandantes tomar este procedimiento como norma, asegurando así el 100 % de eficiencia.

Se comenta el enfoque que se tiene del control de calidad.

Esto significa que si se vende un producto o se construye algo debe ser revisado por una comisión externa; si pasa esa revisión, el producto está bien, no importando lo que se vendió o construyó; si por el contrario no se aprueba, comienza el conflicto entre ambos. Por lo anterior se hace necesario el auto-control para saber, antes que la empresa externa, la calidad de los productos.

A continuación se cuenta una experiencia al presentar presupuesto a un mandante extranjero en que casi todas las propuestas quedaron entre 10,5 y 11 millones de dólares. El mandante citó a los representantes de las empresas e indicó que una de las propuestas había llegado por 8,6 millones de dólares pero no tenían un buen nivel de calidad, en cambio las otras lo ofrecían, por lo que les ofreció el trabajo si se bajaban a los 8,6 millones de dólares. Finalmente, se contrató a esta empresa, que era más barata, indicando el mandante que asignaría un millón de dólares para mejorar la calidad y que aún le resultaría más barato. Con esto se concluyó que el cliente no quiere pagar calidad y que existen empresas que ofrecen lo que esos clientes quieren, demostrando cómo está el mercado hoy en día.

Se hizo la aclaración que antiguamente nadie exigía ni daba calidad (mandante, empresa, proveedor) pero ahora se ha implementado en conjunto.

También se afirma que la mayoría de las empresas grandes piden los contratos con aseguramiento de calidad y dependiendo de lo que se ofrezca es lo que no quieren pagar por existir calidad A, B, y C.

Se consulta si la calidad, en algún caso, es un elemento diferenciador entre los proponentes. Inicialmente la respuesta es negativa, ya que la diferencia la hace el mandante, que es el que invita y dependiendo del precio, es la calidad que se le entrega. Distinto es el caso de quienes venden estructuras prefabricadas donde sí se marca la diferencia por la calidad, además del buen aspecto.

En resumen, se concluye que por lo menos se ha dado paso a la calidad, ya que hace dos años no se pedía. Por lo tanto las empresas del rubro que no tomen en cuenta el concepto de calidad, no tienen futuro teniendo, en cuenta que calidad es la organización completa: desde la secretaria que recibe la llamada hasta el último obrero que pone un clavo.

### **INFRAESTRUCTURA Y OBRAS PUBLICAS.**

Participaron en la reunión los siguientes representantes de empresas socias :

Señor Tulio Valpreda	- Constr. VALKO y Cía. Ltda..
Señor Jorge Letelier	- Ingeniería y Construcciones ICAFAL Ltda.
Señor Francisco Cerda	- Constr. CONPAX Ltda..
Señor Andrés Avendaño	- VSL Sistemas Especiales
Señor Adonis Subiabre	- Constr. Gardilcic Ltda..

Y en representación de la corporación de Desarrollo Tecnológico don Tadashi Asahi.

Una de las áreas que a juicio de los participantes está menos tecnificada dentro de los procesos constructivos -y a la cual se le podría incorporar mayor especialización y tecnología- es el reciclado de pavimentos.

En este ámbito se ha podido experimentar muy poco, principalmente porque los mandantes no están convencidos de su utilidad y no se ha dado suficiente libertad para experimentar. Sin embargo, se hace necesaria una política generalizada de mantención y reciclado que permita cambiar esta mentalidad.

Esto se justifica actualmente por la cantidad de pavimentos asfálticos que hay en el país, lo que además valida la adquisición de maquinaria especializada para este objeto.

Hay casos en que los pavimentos se han usado como base, pero realmente no se sabe de reciclado de pavimentos de asfalto. Sin embargo, se estima que en nuestro país los pavimentos llegan a un estado tal en que no es posible reciclarlos y sólo se rehacen cuando han terminado su vida útil.

En este tema hay una experiencia de cierta importancia de las empresas Besalco y Fe grande en la recuperación de la ruta 78. Allí se trabajó con tres fresadoras para sacar el material, pero tuvieron un problema de exceso de asfalto, que no se produjo por equivocación de la planta o de dosificación, sino porque la dosificación especificada era exagerada.

En esos casos cuesta mucho conseguir que el mandante o la inspección acepte reconsideraciones al respecto y se producen las exudaciones, desplazamientos, que son problemas que recaen en el contratista.

La dosificación asfáltica es un punto importante ya que, por un lado, la tecnología avanza de forma acelerada, y por otro, hay normativas estatales estancadas.

A modo de ejemplo, en otro ámbito, se menciona que en un viaje a Suecia en 1994, entre las cosas interesantes observadas, estaba un tipo de perno que se había desarrollado como investigación, y que contaba con múltiples ventajas por lo que se trató de introducir en El Teniente, pero las especificaciones de allí eran con pernos de otro tipo. Pasaron meses y años tratando de convencerlos de que servía para los fines deseados, y que era más económico y seguro de colocar y no se logró introducir. Aunque este tema no está en manos de los asistentes a la presente reunión, es una realidad en varios ámbitos.

Dentro del aspecto normativo, los participantes destacan las trabas que imponen las especificaciones y normativa actual (como el Manual de Carreteras, por ejemplo), las cuales exigen ceñirse a estructuras "añejas" y de difícil prefabricación, al ser demasiado pesadas. Es necesario un proceso de estandarización que permita la prefabricación de acuerdo con modificaciones en los diseños, lo que en parte se está realizando en el área de concesiones, como la realizada por iniciativa española en el ámbito de vigas de puentes.

En este ámbito, la autoridad cumple un rol muy importante.

La Comisión de Tecnología e Innovación ha tenido contacto con representantes de los Ministerios de Vivienda y Obras Públicas para plantearles la necesidad de incorporar innovaciones en los proyectos del sector público y con el objeto de acortar algunas de las brechas. De acuerdo a lo expresado en estas reuniones, las alternativas que innovan en el ámbito de la construcción podrían aceptarse sólo si se proponen antes o con las propuestas de las obras, nunca después de adjudicadas, porque pueden afectar la transparencia del proceso. Por otra parte, los representantes del sector público destacan que están dispuestos a aceptar incorporación de innovaciones tecnológicas, pero no de modificaciones a los proyectos adjudicados.

Los participantes estiman que cambiar una normativa en forma general es dificultoso, sin embargo, actualmente están trabajando fuertemente en el tema la

Cámara Chilena de la Construcción, CIDT y el Instituto de la Construcción, con el objeto de modificar el pensamiento actual que resguarda todo en forma bastante rígida.

Se plantea que la posición del Ministerio apunta a esperar que los privados experimenten, examinen sus consecuencias y posteriormente acepten los cambios. El argumento utilizado por el Ministerio de Obras Públicas, según los asistentes, es que administra recursos de todos los chilenos y que debe salvaguardar, además de la vida de los habitantes, su seguridad y concretar proyectos en plazos muy cortos.

Todo esto se transforma en un círculo vicioso, porque el empleo de sistemas optimizados y de nuevas tecnologías implica un mejor uso de los recursos.

Se plantea la necesidad de realizar una experiencia completa, donde se utilice la creatividad. Por otra parte, el argumento de que no se experimenta por cuidar el patrimonio no es verdadero –a juicio de los participantes-, ya que si se experimenta seriamente y con responsabilidad, se podrá cuidar mejor los bienes de todos los chilenos.

Al realizar un análisis más global en el tema de la incorporación de tecnología, se comprueba que en Chile, en general, ha habido apertura y receptividad en cuanto a procesos constructivos.

Las Misiones Tecnológicas y Empresariales de la Cámara Chilena de la Construcción, junto con abrir posibilidades, han permitido constatar que la mayor parte de los equipos utilizados en el exterior se encuentran en nuestro país. Lo que podría frenar la incorporación de tecnología, es que se tiene poca perspectiva futura de obra, ya que se trabaja con obras de muy corto plazo, lo que no permite invertir en equipos de alta tecnología.

Como ejemplo se señalan las bombas de hormigón o las colocadoras de base.

Otro de los elementos importantes que frena la inversión en maquinaria de punta o en nuevas tecnologías es la poca estabilidad del sector, además de ciertos requerimientos de los proyectos que no exigen mayor tecnología.

También hay cosas pequeñas que no requieren inversión, como en lo relativo a los caminos, como el saneamiento, pozos, soleras, tipos de moldajes, todas cosas que pueden mejorar mucho una obra y son volúmenes importantes. Pero aprobar un sistema de fabricación en situ es muy complicado.

Un asistente comenta que su empresa dispone de máquinas solereras, pero han llegado a la conclusión de que les resultan más caras, debido a la cantidad de gente que debe ir al frente aplanando y con el inspector; en otros países primero va la motoniveladora y las máquinas van atrás con la solera y cuneta.

Con relación a productos o materiales nuevos o reemplazados en nuestro país, se menciona el uso recurrente del asbesto cemento que en otros países está prohibido y que sólo Pizarreño retiró del mercado, ya que hay fábricas pequeñas que están defendiendo su mantención.

También se mencionó la madera como material de moldaje que se ha reemplazado por otros materiales por su alto precio.

Se menciona una nueva tecnología en relación con los pavimentos de galpones industriales, que es el compresado de los pavimentos industriales. Es bastante usado en el exterior.

Se hace referencia a investigaciones que realiza el Instituto del Cemento y el Hormigón para hacer una normativa sobre la construcción de pavimentos y para incorporar la tecnología de post tensado. Es una tecnología que no se usa mayormente en Chile, pero que tiene alto uso en el exterior.

En este ámbito, hay experiencias internacionales en aeropuertos. Una de las ventajas obtenidas es que se controla la fisuración, ya que se hacen juntas más distanciadas y se pueden lograr paños de mucho mayor superficie que los habituales (pañños completos).

Se menciona la incorporación en muros exteriores de la losa super flat, que es totalmente plana porque la grúa horquilla de grandes centros de distribución está llegando aquí. Son grúas horquilla de gran tonelaje y capaces de levantar la carga entre 10 y 15 mt. donde una mínima diferencia en el pavimento, hace que la grúa no funcione.

En industrias donde el tema de la contaminación es muy importante, como plantas químicas, no puede haber juntas debido al problema de hongos o humedad. En cuanto a reparación de juntas a largo plazo, se estima que el costo es menor. Si se piensa que la junta es simplemente pasar una galletera para luego sellarla, el sistema súper flat es más caro, pero a largo plazo es más económica porque permite repararla. Las losas súper planas no tienen problema de fisuración.

Respecto a cómo se diseñan y calculan los pavimentos, se concluye que aparentemente se hacen por experiencia. Se menciona además que hay muy pocos pisos adecuados a usos industriales que resistan el tráfico y la intensidad de los medios, de los equipos. Se agrega que los grandes centros comerciales están muy interesados en lo anterior, ya que se les rompen los pisos cerámicos y los de mármol.

Un asistente señala que otro punto que se conoce poco en nuestro país son los muros de tierra mecánicamente estables. Se comenta que se está luchando por introducir el sistema de tierra armada, lo que lleva alrededor de 2 años, y con las concesiones de obra de los mexicanos y españoles como lo ocupan

normalmente, han forzado al Ministerio, especialmente al departamento de construcción para usarlo.

Otro aspecto de innovación tecnológica mencionada en este Encuentro Tecnológico fue la utilización de la informática y de la red mundial de comunicación, Internet y el correo electrónico. Al respecto, se le considera una verdadera revolución, ya que permite el contacto expedito con las obras o con negocios en otros países. Al interior de la empresa se empiezan a eliminar los papeles, e incluso los sistemas de construcción mismos se pueden manejar a través del correo electrónico.

Un asistente comenta sobre un proyecto realizado en conjunto con una empresa alemana han trabajado gran parte a través de Internet, lo que es impresionante, logrando una gran coordinación a pesar de las distancias. Pero desgraciadamente no en todas partes se tiene acceso a ello, hay obras en las que no se tiene debido a factibilidades técnicas. Se afirma también que la telefonía celular es mucho mas cara, y que se debería usar la satelital.

Se hace referencia a un sistema en que se pueden captar señales de radio y a través de ellas se puede recibir comunicación de Internet, sin usar la red telefónica. Se acota que este sistema involucra un alto costo. Sin embargo, que se abaraten es un tema de tiempo.

Los programas computacionales que ayudan en la gestión y en el estudio de las propuestas son otras de las herramientas innovadoras que se debieran incorporar. Sin embargo, aún se debe trabajar en las mejores soluciones para los problemas particulares de cada empresa. Se hace mención de los programas computacionales para el estudio propuestas, la mayoría de los cuales está destinado a edificación y no a obras civiles. Esto implica que generalmente deben ser fabricados a petición del usuario.

La utilización de la informática en la administración aumenta la eficiencia, y a su vez permite asociarse con cualquier empresa a nivel mundial. Si no se desarrollan softwares específicos, se corre el riesgo de perder estas posibilidades.

En este punto aparece como muy relevante el recurso humano y el aumentar su capacitación y adaptación a la competencia y cambio permanente, proceso al que ya se han visto enfrentados principalmente los mandos medios, tales como jefes de obra, capataces y personal que se encuentra en terreno.

En el Encuentro se comenta el caso de una empresa que cambió un software propio por el llamado PRESTO. En general, las empresas que han generado sus propios programas se han demorado en obtenerlo y deben perfeccionarlos permanentemente.

En cuanto a la programación usada, se menciona el Primavera, el Microsoft Project, y el Super Project, del cual se comenta ser un poco engorroso y que se requería de mucho tiempo para aprender a utilizarlo, lo cual se justificaría para proyectos de gran envergadura.

En este tema es importante una buena integración de todo el sistema, la contabilidad, las bodegas, los repuestos, estudios de propuestas. Aunque es difícil lograr la integración total, se menciona la existencia de un software que integra gestión de contabilidad con desarrollo del proyecto.

Otro cambio que viven las empresas de la construcción es el trabajo con las multinacionales.

Estas, en su proceso de gestión exigen participar activamente en el financiamiento, con lo que se cambia la dirección al concepto antiguo, en el que se entrega un anticipo y se trabaja. Con el nuevo sistema, todos están comprometidos y está apareciendo otra cultura.

Esta situación está ocurriendo en todo tipo de proyectos como obras civiles, inmobiliarios y de infraestructura.

En el futuro será interesante ver en qué escala las empresas pueden ser competitivas y qué mercados pueden abarcar. El desafío es transformar las debilidades en oportunidades, lo cual se obtiene con flexibilidad, teniendo tecnología computacional común, creando las asociaciones adecuadas para un proyecto y buscando las ventajas comparativas.

Con la llegada de las empresas extranjeras, la forma de competir para el futuro tiene dos características.

La primera es asociarse como una manera de crecer, lo que disminuye el riesgo y se puede liberar rápidamente en caso de que el mercado disminuya.

La segunda es la especialización.

Otro fenómeno que se vivirá será la asociación con la banca, principalmente propugnado por las empresas multinacionales, las cuales piden que se les financien los contratos y que finalmente son empresas de los bancos.

La asociación o venta a las empresas bancarias permitirá obtener un crédito barato y de esta manera, poder competir en igualdad de condiciones.

Dentro de la incursión de las empresas extranjeras se mencionó el tema de las normas. A juicio de algunos participantes, mientras los chilenos tratan de transformarlas, los extranjeros las objetan y finalmente las cambian. Esto, porque muchas de las normas están obsoletas.