

338.476 24  
P816  
I  
C.1

# **SEMINARIO**

## **FUTURO DE LA CONSTRUCCION: UN DESAFIO TECNOLOGICO**

### **UNA VISION DE LA EMPRESA PRIVADA PARA EL DESARROLLO TECNO- LOGICO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION**

**EXPOSICION  
DEL PRESIDENTE DE LA  
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION**

**DON JOSE ANTONIO GUZMAN MATTA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE**

**ESCUELA DE INGENIERIA  
FUNDACION DICTUC  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CONSTRUCCION**

*- 06604. -*  
**CAMARA CHILENA DE  
LA CONSTRUCCION  
Centro Documentación**

**SANTIAGO 1 y 2 DE AGOSTO, 1990**

# UNA VISION DE LA EMPRESA PRIVADA PARA EL DESARROLLO TEC- NOLOGICO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

LA VELOCIDAD DEL CAMBIO TECNOLÓGICO ES UN IMPULSO PRIMARIO QUE ORIENTA LAS ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE LA EMPRESA MODERNA. NUEVOS PRODUCTOS Y TECNOLOGÍAS APARECEN CON CRECIENTE FRECUENCIA EN LOS MERCADOS DESPLAZANDO A LOS QUE HASTA ENTONCES PREVALECIÁN EXITÓSAMENTE.

EXISTE UNA ESTRECHA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TECNOLOGÍA, PRODUCTO Y MERCADO QUE EXPLICA ESTE PERMANENTE FLUJO DE NUEVAS EXPRESIONES TECNOLÓGICAS. LAS VIDAS DE PRODUCTO Y TECNOLOGÍAS SON CADA VEZ MAS BREVES, FENÓMENO DERIVADO DE LA PRESION DE UN CRECIENTE Y CADA VEZ MAS RICO MERCADO DEMANDANTE DE NUEVAS FORMAS TECNOLÓGICAS.

EL RESULTADO ES UN PERSISTENTE ESTÍMULO HACIA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA QUE DEVIENE ASÍ EN UN FACTOR DETERMINANTE DE CRECIMIENTO ECONÓMICO.

NOS CORRESPONDE VIVIR UNA ÉPOCA, UN EXCEPCIONAL PERIODO HISTORICO QUE SE PODRIA CARACTERIZAR, DENTRO DE LA COMPLEJIDAD DE SUS MÚLTIPLES MANIFESTACIONES, POR SU TREMENDA VELOCIDAD DE CAMBIO. HACETAN SÓLO 250 AÑOS ATRÁS SE INICIÓ LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, QUE HA GENERADO, EN UN PAR DE SIGLOS, UN AVANCE DEL MUNDO MUCHO MAYOR QUE EL QUE SE HABÍA VENIDO DESARROLLANDO ANTES EN MILES DE AÑOS. HOY DÍA, EN APENAS ALGUNOS DECENIOS, LA HUMANIDAD PRODUCE -EN PERÍODOS DRAMÁTICAMENTE MÁS BREVES- TAN PROFUNDOS Y TRASCENDENTALES AVANCES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS, QUE SE DESARROLLAN E IMPLEMENTAN CON TAL RAPIDEZ Y CON TAN MONUMENTAL GENERALIDAD, QUE MUCHOS AFIRMAN QUE INGRESAMOS AL

SIGLO XXI DENTRO DE UNA NUEVA CIVILIZACIÓN, QUE NOMINAN COMO "SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL" O "SOCIEDAD POST INDUSTRIAL". PRÁCTICAMENTE EN TODOS LOS PRINCIPALES ÁMBITOS DEL CONOCIMIENTO HUMANO SE HAN DADO FORMIDABLES PASOS HACIA EL DESARROLLO Y EL PROGRESO, QUE MODIFICAN SUSTANCIALMENTE NUESTRA CALIDAD DE VIDA Y QUE NOS OBLIGAN A ADAPTARNOS, NO TAN SÓLO A LOS CAMBIOS QUE YA SE HAN PRODUCIDO, SINO QUE TAMBIÉN A LOS QUE SE ESTÁN GESTANDO AHORA Y DEBERÁN IMPLEMENTARSE EN EL PRÓXIMO FUTURO. A LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, QUE REEMPLAZÓ EL ESFUERZO HUMANO Y AMPLIÓ LOS SENTIDOS, SE AGREGA LA ACTUAL, CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA, QUE MULTIPLICA HASTA LÍMITES INSOSPECHADOS LA INTELIGENCIA HUMANA, REEMPLAZANDO AHORA, NO TANTO EL MÚSCULO SINO EL CEREBRO.

LOS ADELANTOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS Y LOS INVENTOS QUE NACEN DE ELLOS, SE HAN IDO INCORPORANDO A LAS OBRAS, AUNQUE, A VECES, PARECEMOS NO TOMAR CABAL CONCIENCIA DE ELLO. Y, COMO LÓGICA CONSECUENCIA, LA CONSTRUCCIÓN, QUE ALGUNOS CRITICAN ATRIBUYÉNDOLE POCA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN, ESTÁ INTRODUCIENDO, POR EL CONTRARIO, NOTABLES CAMBIOS EN LOS MÉTODOS, LOS MATERIALES Y LOS EQUIPOS.

OBRAS CADA VEZ MÁS SOFISTICADAS VAN UTILIZANDO NUEVAS ESPECIALIDADES Y MATERIALES; NOVEDOSOS Y ORIGINALES SISTEMAS NOS PLANTEAN SIEMPRE MAYORES EXIGENCIAS DE CALIDAD Y DURABILIDAD, YA NO SON UNA EXCEPCIÓN LOS EDIFICIOS CON HELIPUERTOS, CON AIRE ACONDICIONADO CENTRAL, CON CIERRES ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD EN PUERTAS, CON RED SECA PARA INCENDIOS, CAJAS ESCALAS PRESURIZADAS Y REDES AUTOMÁTICAS DETECTORAS DE HUMOS O LLAMAS, CON TODA CLASE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, EN DIFERENTES VOLTAJES, PARA USOS EN INFORMÁTICA, RADIO, TELEFONÍA, EQUIPOS DE TÉLEX, COMANDOS REMOTOS, SISTEMAS DE ALARMA, ETC.

OTRA CONSECUENCIA DE LA TENDENCIA HACIA UNA MAYOR COMPLEJIDAD Y ACTUALIDAD DE LAS OBRAS QUE EJECUTA EL SECTOR, ES LA VITAL NECESIDAD DE ESTAR SIEMPRE CON LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

ACTUALIZADOS. LA EFICIENCIA SERÁ, CADA VEZ EN MAYOR PROPORCIÓN, LA VERDADERA MEDIDA DEL ÉXITO.

RECAERÁ EN CADA RED DOCENTE NACIONAL LA RESPONSABILIDAD DE IR INCORPORANDO Y TRANSMITIENDO LOS PROGRESOS TECNOLÓGICOS Y LOS EMPRESARIOS CONSTRUCTORES TENDRÁN EL DEBER DE ASEGURAR A SUS EQUIPOS TÉCNICOS EL ACCESO A DICHA INFORMACIÓN. UNA CORRECTA PLANIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE ESTA FUNCIÓN DE RECICLAJE DE LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS, EN TODOS LOS NIVELES, PARECIERA COMO FUNDAMENTAL PARA LA SUPERVIVENCIA DE LAS EMPRESAS. ES INTERESANTE ANOTAR QUE MIENTRAS EN UN PAÍS DESARROLLADO, COMO ES USA, LAS EMPRESAS DESTINAN APROXIMADAMENTE UN 3% DEL MONTO DE SUS VENTAS PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL, EN CHILE NI SIQUIERA APROVECHAMOS EN SU TOTALIDAD UN CRÉDITO FISCAL QUE EXISTE PARA CAPACITACIÓN, QUE PUEDE LLEGAR A 1% DEL MONTO PAGADO EN REMUNERACIONES.

LA CAPACITACIÓN Y DESARROLLO DEL FACTOR HUMANO NO ES TAN SÓLO UNA CONSECUENCIA DE LA NECESIDAD DE MANTENER UNA VENTAJA COMPETITIVA EN EL MERCADO MUNDIAL; TAMBIÉN RESPONDE A LOS IMPERATIVOS DE PROGRESO Y PERFECCIONAMIENTO PERSONAL DE QUIENES, EN UN MUNDO COMO EL DE HOY, CONTRIBUYEN A LA LABOR PRODUCTIVA.

HASTA HACE ALGUNAS DÉCADAS, TODA LA ESTRATEGIA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN -PROYECTOS, TÉCNICAS, MÉTODOS Y MATERIALES- SE BASABA EN LA EXISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS ABUNDANTES Y DE BAJO COSTO Y, POR LO TANTO, EXISTÍA EL INCENTIVO DE OCUPAR INTENSAMENTE ESE RECURSO. SE CONTABA CON EL NÚMERO SUFICIENTE DE TRABAJADORES Y SU COSTO ERA COMPATIBLE CON LA CAPACIDAD DE VENTA DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS.

A MEDIDA QUE TRANSCURREN LOS AÑOS, SE PRODUCE UN AUMENTO DE LA ACTIVIDAD DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN APRECIÁNDOSE LA NO EXISTENCIA O ESCASEZ DE LA SUFICIENTE MANO DE OBRA CALIFICADA PARA SATISFACER LA DEMANDA PRODUCIDA.

COMO CONSECUENCIA DE LO ANTERIOR SE BUSCAN FÓRMULAS QUE, CON MENOR PARTICIPACIÓN HUMANA, LOGRAN PRODUCIR RENDIMIENTOS SUPERIORES A LOS EXISTENTES PERMITIENDO OBTENER, JUNTO CON LA INNOVACIÓN EN LOS DISEÑOS Y EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS, CAMBIOS DE ORGANIZACIÓN EN LAS EMPRESAS TENDIENTES A OBTENER PRECIOS FINALES DE LAS OBRAS COMPATIBLES CON LA DEMANDA.

NO CABE LA MENOR DUDA QUE UN HECHO TRASCENDENTAL HA PERMITIDO CAMBIAR LA IMAGEN DEL SECTOR CONSTRUCCION: LA INCORPORACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS, MEJORES METODOLOGÍAS Y MODERNOS EQUIPAMIENTOS HAN MUTADO SU VIEJO ROSTRO MERAMENTE ARTESANAL PARA CONVERTIRLA, PAULATINAMENTE, EN UNA ACTIVIDAD DONDE LOS CRITERIOS TÉCNICOS SON LOS PREVALECIENTES.

YA NO SE CONCIBE EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN ALTURA A TRABAJADORES LLEVANDO LAS MEZCLAS EN CARRETILLAS DE MANO. TODOS LOS MATERIALES SON AHORA TRANSPORTADOS, HASTA EL LUGAR DE LAS FAENAS, EN MODERNAS GRÚAS PLUMAS, ALGUNAS DE ELLAS ALTAMENTE COMPUTARIZADAS. NO SE CONCIBE PÉRDIDAS DE TIEMPO. LA CAPACITACIÓN -AMPLIAMENTE DIFUNDIR POR ENTIDADES PERTENECIENTES A LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN- PERMITE REEMPLAZAR LOS SERRUCHOS POR SIERRAS ELÉCTRICAS. SE UTILIZAN TALADROS Y CEPILLOS ELÉCTRICOS, COMO TAMBIÉN HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE ALTOS RENDIMIENTOS. SE EMPLEA EL SHOTCRET ROBOTIZADO EN OBRAS DE HORMIGÓN Y EL JUMBO ELECTRO-HIDRÁULICO EN REEMPLAZO DEL PUNTO Y COMBO COMÚNMENTE EMPLEADO POR NUESTROS TRABAJADORES. LA EFICIENCIA SE HA CONVERTIDO EN UN OPERARIO PERMANENTEMENTE CONTRATADO A TIEMPO ILIMITADO.

EN CADA FASE DE UNA OBRA, DESDE EL INICIO DE LAS FUNDACIONES HASTA LA COLOCACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS, EXISTE UNA EXTENSA GAMA DE NUEVOS MATERIALES QUE IMPLICAN MEJORAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL Y ACORTAR LOS PLAZOS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

## **ES LA PRESENCIA DE LA TECNOLOGIA EN LA CONSTRUCCION.**

JUNTO CON LA APARICION DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, APARECEN MERCADOS COMPETITIVOS CARACTERIZADOS POR UN PÚBLICO CONSUMIDOR CADA VEZ MÁS EXIGENTE, CON TENDENCIA AL MEJORAMIENTO EN LOS NIVELES DE ESPECIFICACIÓN, A MEDIDA QUE EL PAÍS PROGRESA Y LA CAPACIDAD ADQUISITIVA DE LA POBLACION VA MEJORANDO. LO ANTERIOR HACE CADA VEZ MÁS EVIDENTE LA NECESIDAD DE CONTAR CON MEJORES SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LAS OBRAS Y DE BUSCAR LA CERTIFICACIÓN DE ELLAS COMO MEDIDA DE PRESTIGIO DE CADA EMPRESA. DE LO ANTERIOR NACE LA NECESIDAD DE CONTAR CON EMPRESAS DE SERVICIOS ESPECIALIZADAS, RESPONSABLES DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS QUE ELLAS OFRECEN.

EN CONCORDANCIA CON LO ANTERIOR OBSERVAMOS QUE, CADA VEZ MÁS, SE INCREMENTA LA ACTUAL TENDENCIA A LA ESPECIALIZACIÓN, A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS UTILIZANDO LOS SERVICIOS DE EMPRESAS DEDICADAS EXCLUSIVAMENTE A DESARROLLAR FUNCIONES PARCIALES ESPECÍFICAS.

OBSERVAMOS LA CONVENIENCIA DE CONTRATAR CON ESTE TIPO DE ESPECIALISTAS RUBROS COMO MOVIMIENTOS DE TIERRAS, MOLDAJES ESPECIALES, HORMIGONES PREMEZCLADOS, PRE Y POST TENSADOS, ANDAMIOS, ELEMENTOS PREFABRICADOS DE MADERA COMO CERCHAS, MUEBLES DE CLOSETS Y DE COCINA, AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN, INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS, RECUBRIMIENTOS DE PISOS Y ALFOMBRADOS, PINTURAS, DECORADOS, ETC.

LA ESTRUCTURA DE LA EMPRESA CONTRATISTA GENERAL SE VA ASEMEJANDO, ACELERADAMENTE, A LAS QUE EXISTEN EN LOS PAÍSES MÁS DESARROLLADOS, EN DONDE SU LABOR PRINCIPAL ES DE PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN, DIRECCIÓN Y RESPONSABILIDAD ANTE LOS MANDANTES, DEJANDO A COMPAÑÍAS DE ESPECIALIDADES LA REALIZACIÓN DE UN IMPORTANTE NÚMERO DE ÍTEMS DE LA OBRA. VA NACIENDO ASÍ, UN AMPLIO

ABANICO DE POSIBILIDADES PARA LA CREACIÓN DE EMPRESAS ESPECIALISTAS, SOBRE TODO EN PROFESIONALES JÓVENES.

COMO SÍNTESIS DE LO ANTERIORMENTE EXPUESTO DEBEMOS CONSIDERAR QUE, CON LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÁS ARRIBA INDICADA, LA EMPRESA CONSTRUCTORA GENERAL SE CONVIERTE EN UNA COORDINADORA DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS, LO QUE LE PERMITE DEDICAR MAYOR CANTIDAD DE TIEMPO PARA EL ESTUDIO Y PARTICIPACIÓN DE NUEVOS PROYECTOS, OBTENER UN MEJOR CONTROL Y CALIDAD DE LAS OBRAS CONTRATADAS Y, EN CONSECUENCIA, UN MAYOR PRESTIGIO PROFESIONAL COMO EMPRESA.

EL DESARROLLO Y AVANCE TECNOLÓGICO PRESENTA UN GRAN POTENCIAL COMO UN MEDIO QUE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN PUEDE USAR PARA ENFRENTAR LOS DESAFÍOS DE LA CRECIENTE COMPLEJIDAD DE LOS PROYECTOS ACTUALES, EL AUMENTO DE LA COMPETENCIA EN EL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN, Y LA DEMANDA POR PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN MÁS ECONÓMICAMENTE EFICIENTES. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA OFRECE UNA VENTAJA COMPETITIVA A CUALQUIER EMPRESA QUE LA INCORPORA EN SU GESTIÓN EMPRESARIAL.

LA TECNOLOGÍA SE CONVIERTE, CADA VEZ MÁS, EN EL PRINCIPAL INSUMO DEL PROCESO PRODUCTIVO CONTEMPORÁNEO. NO DISPONER DE ELLA EN TIEMPO Y FORMA ADECUADA, PUEDE INVALIDAR OTRAS VENTAJAS COMPARATIVAS DE LAS QUE PUEDE GOZAR UNA EMPRESA: ABUNDANTE Y BARATA MANO DE OBRA; CAPITAL SUBSIDIADO POR EL ESTADO; CRÉDITOS PROMOCIONALES; PROTECCIONISMO ADUANERO; DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS A PRECIOS INFERIORES A LOS INTERNACIONAL, ETC.

SIN EMBARGO, EL ADQUIRIR NUEVA TECNOLOGÍA ES, TANTO UN PROBLEMA DE CULTURA EMPRESARIAL COMO TAMBIÉN UN PROBLEMA ECONÓMICO. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA CULTURA EMPRESARIAL, TODA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA SUPONE UN CAMBIO MENTAL NO SIEMPRE

DISPONIBLE EN EL EMPRESARIO PEQUEÑO Y MEDIANO QUE ESTÁ EXCESIVAMENTE SUMERGIDO EN URGENCIAS DE SU EMPRESA.

POR ELLO, ES IMPORTANTE LA LABOR DE DIFUSIÓN Y ASESORAMIENTO QUE PUEDEN BRINDAR LOS ORGANISMOS OFICIALES, UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, FUNDACIONES E INSTITUTOS TECNOLÓGICOS.

EL FINANCIAMIENTO GUBERNAMENTAL A LA DIFUSIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍA AL UNIVERSO DE LAS EMPRESAS ANTES INDICADAS, TIENEN UN EFECTO MULTIPLICADOR DE VASTAS CONSECUENCIAS CON ALTA RENTABILIDAD SOCIAL EN TÉRMINOS DE AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN, DE SU CALIDAD DEL EMPLEO Y DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA ECONOMÍA.

PARA LAS UNIVERSIDADES RESULTA DE VITAL IMPORTANCIA EL RELACIONAR SU CAMPO DE ACCIÓN ESPECÍFICA, COMO LO ES LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN, CON EL CAMPO DE LA APLICACIÓN PRÁCTICA DEL CONOCIMIENTO.

EL VÍNCULO UNIVERSIDAD-GOBIERNO-EMPRESA PRIVADA, DEFINE LOS CURSOS POSIBLES DEL DESARROLLO GLOBAL DE UN PAÍS. LA CALIDAD DE ESTE VÍNCULO ASEGURA EL PROGRESO SOSTENIDO SOBRE LA BASE DEL ESTUDIO DE SOLUCIONES PROPIAS A NUESTRA REALIDAD ESPECÍFICA Y A NUESTRA IDIOSINCRASIA, CON LA POSIBILIDAD DE EVALUAR PERMANENTEMENTE LOS IMPACTOS DE LAS ACCIONES EMPRENDIDAS.

DE ESTE MODO DEJARÁ DE SER NECESARIO EL ADQUIRIR COSTOSAS TECNOLOGÍAS FORÁNEAS QUE NOS ENFRENTAN CON LA AGRAVANTE ADICIONAL DE NO HABER PARTICIPADO EN SU CONCEPCIÓN, LO CUAL CONSTITUYE UN DESAFÍO MAYOR YA QUE INVOLUCRA LA NECESIDAD DE ADAPTARLAS A NUESTRAS FORMAS DE VIDA Y A NUESTRAS PROPIAS CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y PSICOLÓGICAS.



## **CAPACITACION LABORAL**

EXISTE BASTANTE CONSENSO ENTRE LOS ANALISTAS ESPECIALIZADOS, EN UNA APRECIACIÓN QUE LOS ESTUDIOS PROPIOS DE LA CÁMARA CHILENA CONFIRMAN, SOBRE LA FACTIBILIDAD QUE PRESENTA LA ACTUAL COYUNTURA GENERAL DEL PAÍS PARA ALCANZAR, EN EL PRÓXIMO QUINQUENIO, UN CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIDO Y ESTABLE DEL ORDEN DEL 5% ANUAL.

ESTERITMO DE CRECIMIENTO, SATISFACTORIO POR CIERTO, PERO EN TODO CASO MODERADO, SE ENCUENTRA ACOTADO, EN EL MEDIANO PLAZO, POR LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL PAÍS, LA QUE DEPENDE DEL STOCK DE CAPITAL FÍSICO Y DISPONIBLE, DEL VOLUMEN Y CALIDAD DE LA FUERZA DE TRABAJO Y DEL NIVEL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO ALCANZADO.

LOGRAR EL RITMO DE CRECIMIENTO POSTULADO SUPONE UN SERIO ESFUERZO DE INVERSIÓN NACIONAL PARA EXPANDIR EL STOCK DE CAPITAL, ESTIMÁNDOSE QUE LA TASA DE INVERSIÓN DEBIERA EMPINARSE A NIVELES DEL 22 A 23% DEL PGB.

EN CUANTO AL FACTOR TRABAJO, EXISTEN CIRCUNSTANCIAS DEMOGRÁFICAS NATURALES QUE LIMITAN EL CRECIMIENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO. EN LOS TÉRMINOS MÁS OPTIMISTAS, BAJO EL SUPUESTO DE QUE SE MANTENGA LA TASA DE CRECIMIENTO DE LOS ÚLTIMOS AÑOS, SE PUEDE ESTIMAR QUE EN EL PRÓXIMO QUINQUENIO LA POBLACIÓN TOTAL DEL PAÍS TENDRÁ UN CRECIMIENTO DEL ORDEN DE UN 8,7%. DE ACUERDO A LA ACTUAL ESTRUCTURA ETÁREA (POR EDADES) DE LA POBLACIÓN CHILENA, LA POBLACIÓN EN EDAD ACTIVA, ESTO ES DE 15 AÑOS DE EDAD Y MÁS, CRECERÍA EN UN 9,4%, Y ASUMIENDO UN INCREMENTO SOSTENIDO DE LA TASA DE PARTICIPACIÓN LABORAL, LA FUERZA DE TRABAJO CRECERÍA ENTRE UN 12 Y UN 14% EN EL PERÍODO 90 - 95.

ESTA FUERZA LABORAL, ASÍ PROYECTADA, DEBIERA GENERAR UN PGB 28% SUPERIOR AL ACTUAL. ESTA SITUACIÓN ILUSTRA LA MAGNITUD DEL ES-

FUERZO A REALIZAR EN LOS PRÓXIMOS AÑOS EN MATERIA DE CAPACITACIÓN LABORAL, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN MAGNITUDES DEL 10 A 11%.

SIN EMBARGO, EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EL PROBLEMA DE LA CAPACITACIÓN LABORAL ES AÚN MÁS CRÍTICO. (CUADRO Nº 1).

EN LA ACTUALIDAD LA FUERZA DE TRABAJO DEL SECTOR ES DEL ORDEN DE LOS 320.000 TRABAJADORES. PARA ALCANZAR UNA TASA SOSTENIDA DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO DE 5% ANUAL SE REQUIERE, COMO YA SE HA MENCIONADO, UN ESFUERZO DE INVERSIÓN QUE IMPLICA ELEVAR LA TASA DE INVERSIÓN AL 22 Ó 23% DEL PGB, LO QUE SIGNIFICA QUE ESA INVERSIÓN DEBE CRECER, EN EL PRÓXIMO QUINQUENIO, EN MAGNITUDES DEL ORDEN DEL 60%, SIMILAR A LO QUE DEBE CRECER LA INVERSIÓN EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. CON LOS ACTUALES NIVELES DE PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, EN 1995 REQUERIRÍAMOS UNA FUERZA DE TRABAJO EN EL SECTOR DE 510.000 TRABAJADORES, EN CIRCUNSTANCIAS QUE SEGÚN, LOS MÁS OPTIMISTAS CÁLCULOS, SE PROYECTA UNA DISPONIBILIDAD DE SÓLO 390.000 TRABAJADORES, LO QUE REPRESENTA UN DÉFICIT DE MANO DE OBRA DE UNOS 120.000 HOMBRES EN 1995.

LA ÚNICA MANERA DE SUPLIR ESTA DEFICIENCIA ESTÁ EN LA MEJOR ORGANIZACIÓN DE LAS EMPRESAS Y EN LA CAPACITACIÓN DE SU PERSONAL

## **INVERSION HISTÓRICA EN TECNOLOGÍA**

LA TERCERA FUENTE DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ESTÁ CONSTITUÍDA POR EL PROGRESO TÉCNICO.

DIVERSOS ESTUDIOS SOBRE LA EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE ALGUNOS PAÍSES DESARROLLADOS DAN CUENTA QUE ÉSTA HA SIDO LA PRINCIPAL FUENTE DEL CRECIMIENTO: LA MAYOR PARTE DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN POR HORA DE TRABAJO (PRODUCTIVIDAD) SE DEBE AL PRO-

GRESO TÉCNICO, Y EXPLICA CASI LA MITAD DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN, CORRESPONDIENDO LA OTRA MITAD AL CRECIMIENTO DE LAS CANTIDADES TOTALES DE LOS FACTORES. COMO COMPONENTES DEL PROGRESO TÉCNICO, SE PUEDEN CITAR EL PROGRESO DE LOS CONOCIMIENTOS, EL MEJORAMIENTO EN LA ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS Y LAS ECONOMÍAS DE ESCALA Y OTROS. SIN EMBARGO, LA CONCLUSIÓN DE TALES ESTUDIOS SEÑALA QUE EL PROGRESO DE LOS CONOCIMIENTOS ES LA FUENTE PRINCIPAL (DE ACUERDO A ESTOS ESTUDIOS, EL PROGRESO DE LOS CONOCIMIENTOS DA CUENTA DE CASI LOS DOS TERCIOS DE LA CONTRIBUCIÓN DEL PROGRESO TÉCNICO AL CRECIMIENTO DE LA RENTA NACIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS EN EL PERÍODO 1929 - 1969), E INDICA QUE LA INVESTIGACIÓN, LA EDUCACIÓN Y LA FORMACIÓN PROFESIONAL DESEMPEÑAN PAPELES ESENCIALES COMO FUENTES DEL CRECIMIENTO.

UNA FORMA DE ANALIZAR EL ESFUERZO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO A NIVEL DE PAÍSES CONSISTE EN VINCULAR EL GASTO REALIZADO CON ESTOS FINES CON EL PRODUCTO NACIONAL (GRÁFICO Nº 1).

SE CONSTATA QUE EN LAS DOS ÚLTIMAS DÉCADAS LAS NACIONES LÍDERES EN ESTA MATERIA SON JAPÓN Y ALEMANIA FEDERAL, QUE HACIA 1985 DESTINABAN DEL ORDEN DEL 2,5 Y 2,7% DEL PRODUCTO A INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, RESPECTIVAMENTE. FRANCIA, ESTADOS UNIDOS Y EL REINO UNIDO, POR SU PARTE, DESTINABAN EL 1,9; 1,8 Y 1,6%, RESPECTIVAMENTE.

A PARTIR DE LOS 77 - 78, TODOS ESTOS PAÍSES MUESTRAN UN INCREMENTO SIGNIFICATIVO EN ESTA RELACIÓN ENTRE GASTOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO Y PRODUCTO, AUNQUE YA EN 1970 TODOS MANTENÍAN UNA RELACIÓN SUPERIOR O A LO MENOS IGUAL AL 1,5% DEL PGB.

LA SITUACIÓN EN CHILE, EN CONTRASTE, REFLEJA UN NIVEL DE GASTOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO BASTANTE ESTABLE EN TORNO AL 0,4% DEL PGB ENTRE 1970 Y 1988.

SI ES ESTA LA SITUACIÓN GENERAL DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO, ELLA EXPLICA LA CRECIENTE BRECHA ENTRE EL NORTE Y EL SUR. NATU-

RALMENTE QUE LOS PAÍSES MENOS DESARROLLADOS PUEDEN DE ALGÚN MODO APROVECHAR EL PROGRESO TÉCNICO DESARROLLADO EN LAS NACIONES AVANZADAS, PERO IRÁN SIEMPRE EN ZAGA, Y A UNA DISTANCIA CRECIENTE DE LOS PAÍSES DESARROLLADOS SI NO REALIZAN UN ESFUERZO PROPIO DE INVESTIGACIÓN EN ÁREAS Y MATERIAS ESPECÍFICAS PROPIAS DE SUS REALIDADES NACIONALES.

ÉSTE ES UN PUNTO DE LA MAYOR TRASCENDENCIA PARA EL DESARROLLO DE NUESTRAS NACIONES.

## **CONCLUSIONES**

LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN PRESENTA BUENAS OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN, DADA LA GRAN COMPLEJIDAD DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN. SIN EMBARGO, PARA APROVECHAR DICHAS OPORTUNIDADES ES NECESARIO SUPERAR VARIOS PROBLEMAS IMPORTANTES: UNA POBRE TRANSFERENCIA ACTUAL DE CONOCIMIENTOS, RESISTENCIA A LOS CAMBIOS Y FALTA DE COMUNICACIONES ENTRE INVESTIGADORES Y USUARIOS.

VARIAS TENDENCIAS EXISTEN, HOY EN DÍA, EN EL AMBIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN. SE ESPERA UN DESARROLLO CONTÍNUO Y CRECIENTE EL QUE OFRECE UN GRAN NÚMERO DE AVANCES TECNOLÓGICOS. LA CONSTRUCCIÓN DEBE BENEFICIARSE DE ESTOS AVANCES A TRAVÉS DE UNA MAYOR INTEGRACIÓN ENTRE LOS INVESTIGADORES Y LOS POTENCIALES USUARIOS. SE DEBEN REALIZAR ESFUERZOS DE INVESTIGACIÓN PARA BUSCAR MEJORES FORMAS DE LLEVAR A CABO ESTA INTEGRACIÓN, PARA FACILITAR LA COMUNICACIÓN Y LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO ENTRE AMBAS PARTES, Y PARA HACER EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS MÁS EFECTIVO.

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA JUEGA, ENTONCES, UN ROL FUNDAMENTAL EN EL PRESENTE Y FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE.

CONSCIENTE DE ESTA SITUACIÓN, LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN QUE ME HONRO EN PRESIDIR, HA INICIADO ALGUNAS LÍNEAS DE TRABAJO EN ESTE SENTIDO. POR UNA PARTE HA CREADO LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO; EXISTE LA IDEA BÁSICA PARA LA FUTURA CREACIÓN DE UNA CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE DERECHO PRIVADO Y LA PREOCUPACIÓN PERMANENTE POR AMPLIAR EL ÁMBITO DE LA CAPACITACIÓN COMO UNA LLAVE MAESTRA, SIN LA CUAL LA APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE.

**CUADRO Nº 1****FUERZA DE TRABAJO DEL  
SECTOR CONSTRUCCION**

	<b>Nº de Trabajadores</b>	<b>% Increm. 90 - 95</b>
<b>ACTUAL (1989)</b>	<b>300.000</b>	
<b>INCREMENTO 90 - 95</b>	<b>90.000</b>	
<b>Crecimiento Vegetativo</b>	<b>33.000</b>	<b>11%</b>
<b>Incremento Adicional     según Modelo</b>	<b>24.000</b>	<b>8%</b>
<b>Crecimiento Adicional     Sectorial</b>	<b>33.000</b>	<b>11%</b>
<b>PROYECTADA A 1995</b>	<b>390.000</b>	<b>30%</b>
<b>NECESIDADES A 1995 (Proyectadas manteniendo niveles actuales de Productividad)</b>	<b>510.000</b>	<b>70%</b>
<b>DEFICIT DE MANO DE OBRA A 1995</b>	<b>120.000</b>	

## RECURSOS EMPLEADOS EN INVESTIGACION Y DESARROLLO

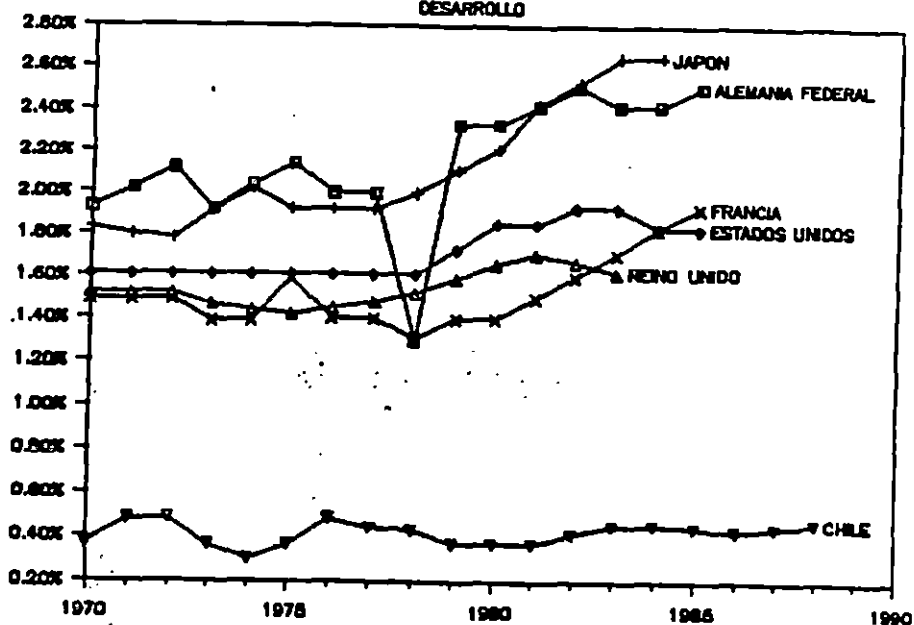


GRÁFICO Nº 1

### RECURSOS DESTINADOS A INVESTIGACION Y DESARROLLO COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO NACIONAL

AÑO	ALEMANIA FEDERAL	JAPON	ESTADOS UNIDOS	REINO UNIDO	FRANCIA	CHILE
1970	1.9%	1.8%	1.5%	1.5%	1.5%	0.37%
1971	2.0%	1.8%	1.5%	1.5%	1.5%	0.48%
1972	2.1%	1.8%	1.5%	1.5%	1.5%	0.48%
1973	1.9%	1.9%	1.5%	1.5%	1.4%	0.36%
1974	2.0%	2.0%	1.5%	1.4%	1.4%	0.30%
1975	2.1%	1.9%	1.5%	1.4%	1.6%	0.36%
1976	2.0%	1.9%	1.5%	1.5%	1.4%	0.48%
1977	2.0%	1.9%	1.5%	1.5%	1.4%	0.44%
1978	1.3%	2.0%	1.5%	1.5%	1.3%	0.43%
1979	2.3%	2.1%	1.7%	1.5%	1.4%	0.37%
1980	2.3%	2.2%	1.9%	1.7%	1.4%	0.37%
1981	2.4%	2.4%	1.9%	1.7%	1.5%	0.37%
1982	2.5%	2.5%	1.9%	1.7%	1.6%	0.41%
1983	2.4%	2.7%	1.9%	1.6%	1.7%	0.45%
1984	2.4%	2.7%	1.8%	1.6%	1.8%	0.45%
1985	2.5%		1.8%		1.9%	0.44%
1986						0.42%
1987						0.44%
1988						0.46%
1989						

FUENTES : SCIENTIFIC AMERICAN MAY, 1990  
COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

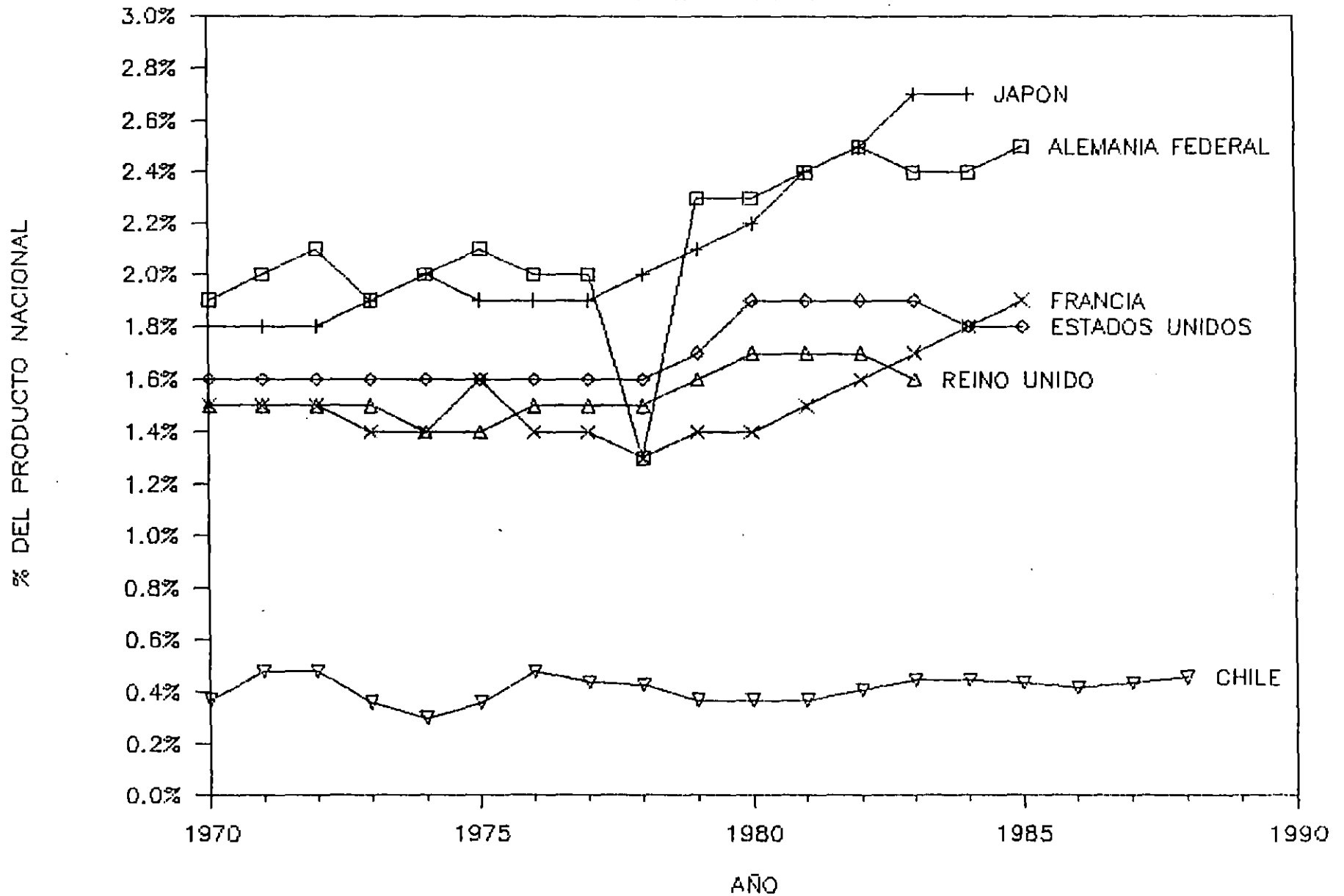
**"UNA VISION DE LA EMPRESA PRIVADA PARA EL DESARROLLO  
TECNOLOGICO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION"**

**GRAFICOS INFORMATIVOS**



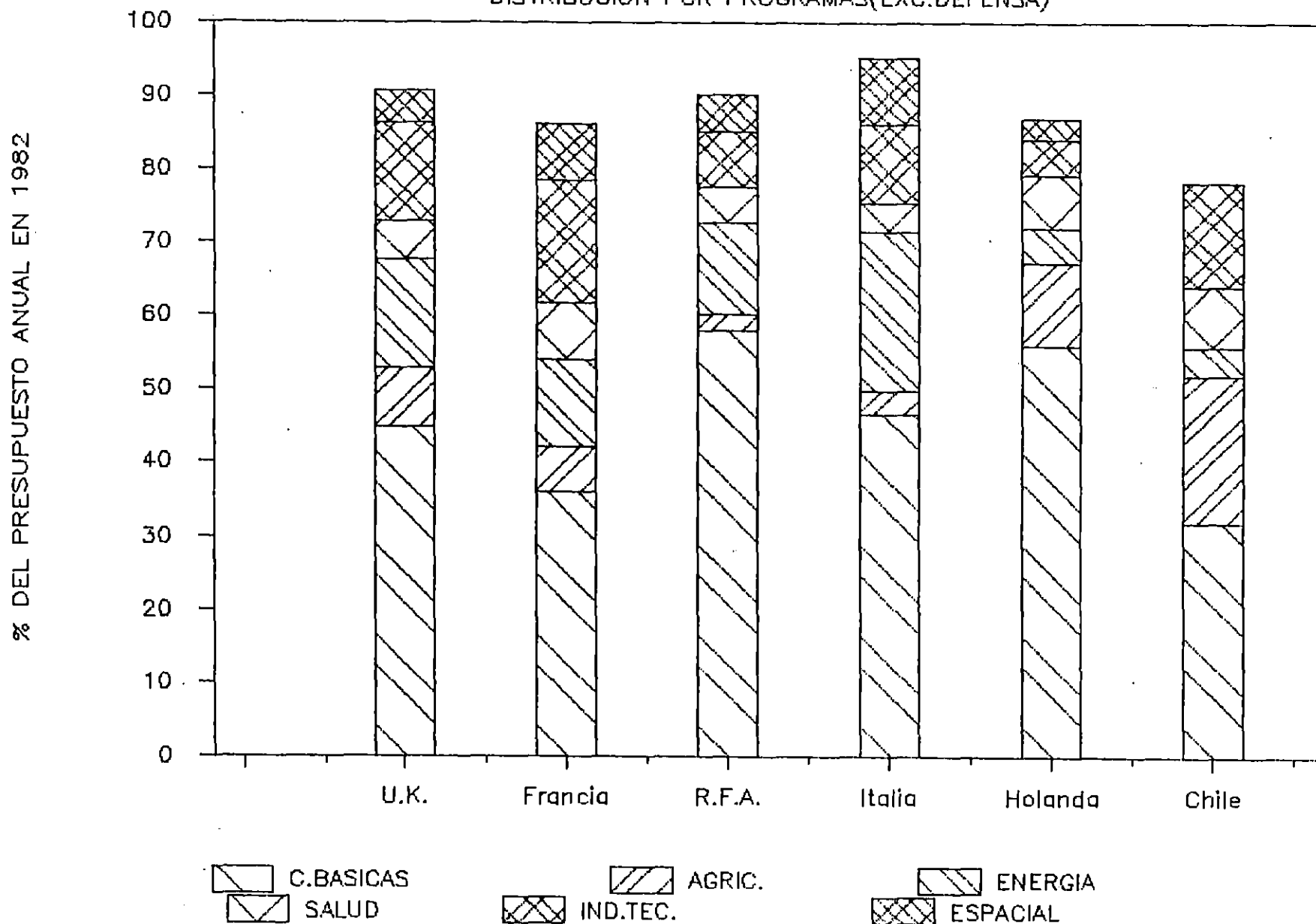
# GASTO EN INVESTIGACION Y DESARROLLO

COMO PORCENTAJE DEL PRODUCTO NACIONAL



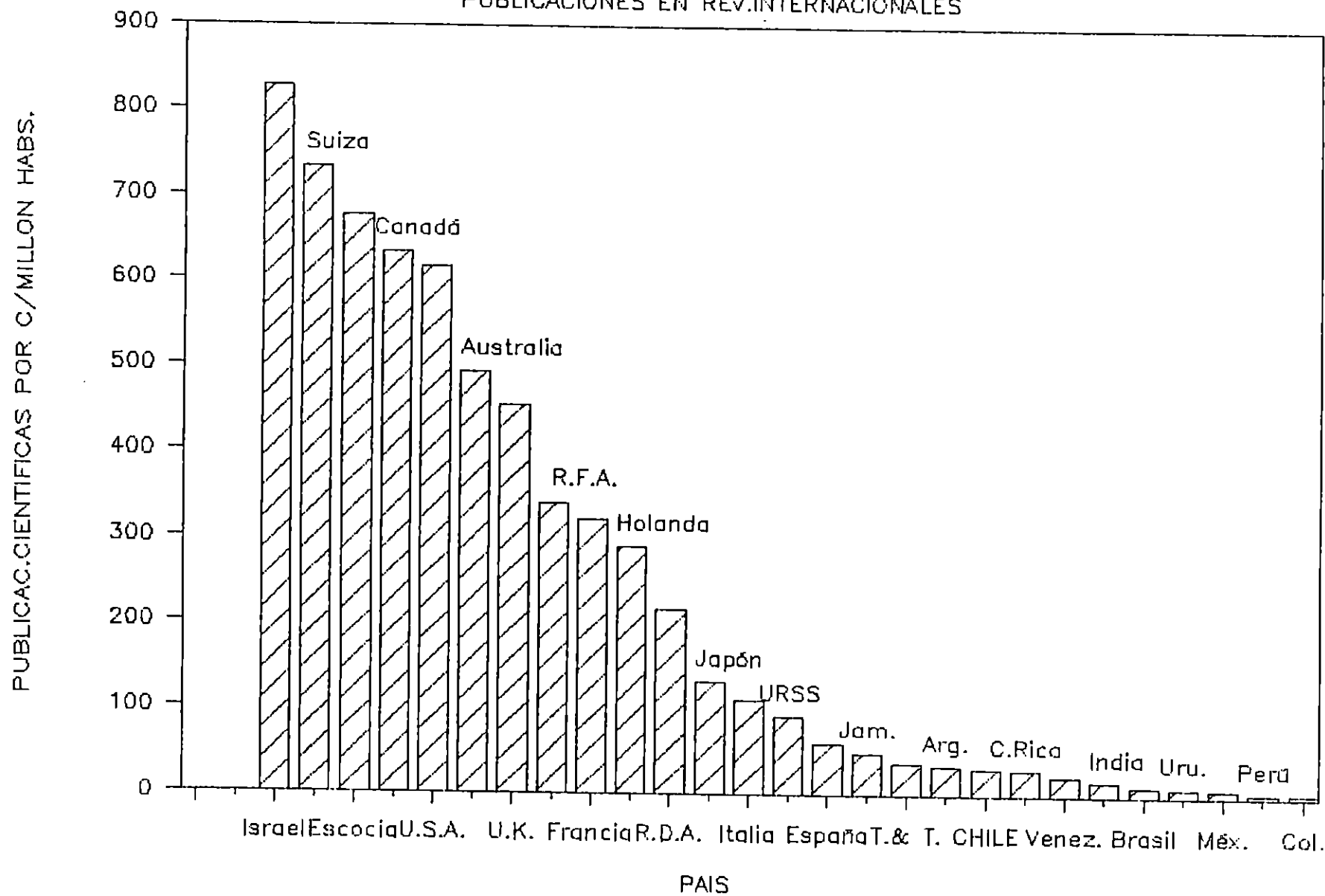
# PRESUPUESTOS DE GOBIERNO PARA I & D

DISTRIBUCION POR PROGRAMAS (EXC. DEFENSA)



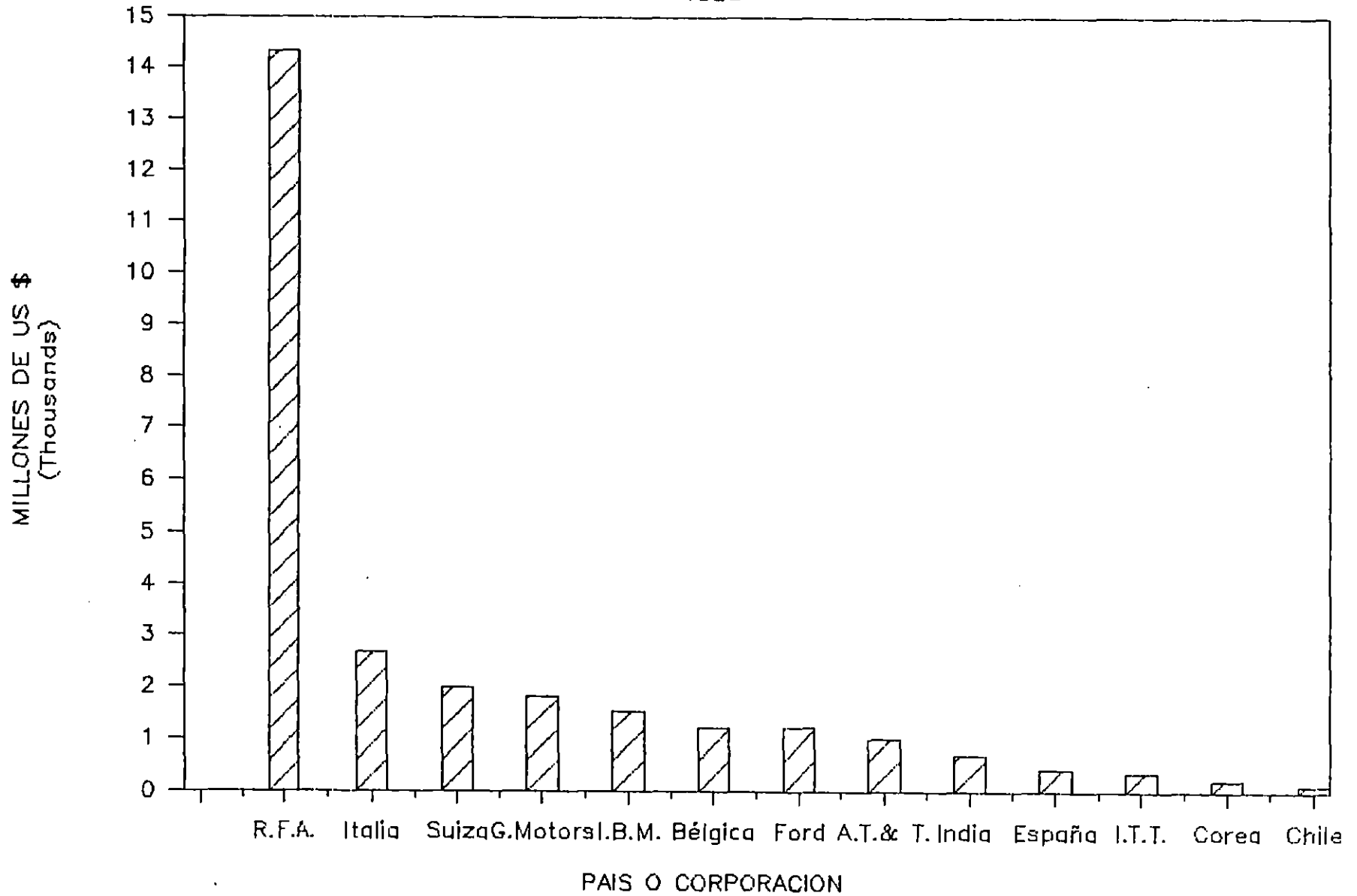
# PRODUCTIVIDAD CIENTIFICA SEGUN

PUBLICACIONES EN REV.INTERNACIONALES



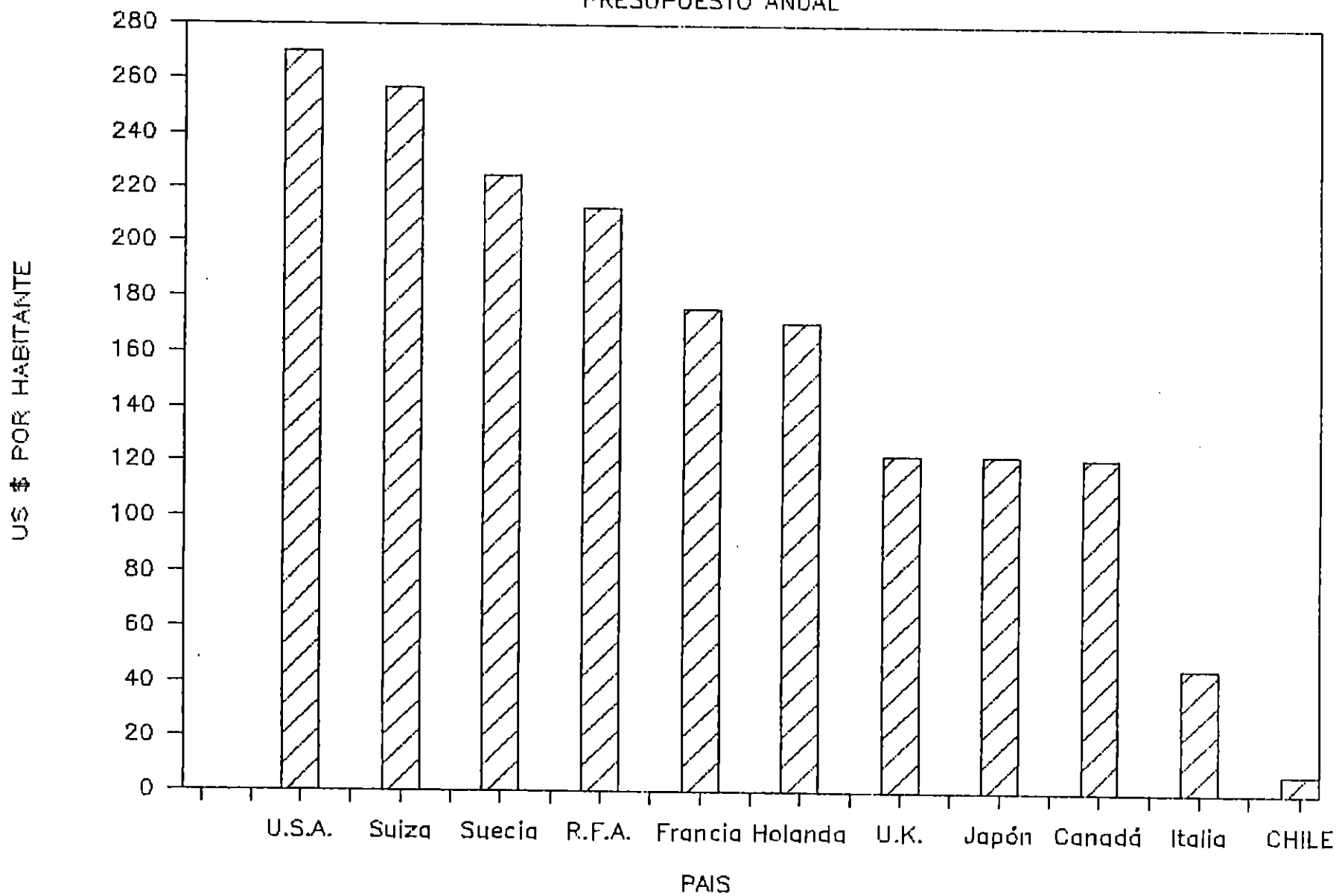
# GASTO EN INVESTIGACION Y DESARROLLO

1988



# INVEST.CIENTIFICA Y DES.TECNOLOGICO

PRESUPUESTO ANUAL



**SEMINARIO INTERNACIONAL**

**FUTURO DE LA CONSTRUCCION:  
UN DESAFIO TECNOLOGICO**

**1 y 2 de agosto de 1990**

**INNOVACION TECNOLOGICA EN LA CONSTRUCCION**

**ALFREDO SERPELL B.**

**Profesor del Departamento de Ingeniería de Construcción.**

**Escuela de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de**

**Chile.**

# Innovación tecnológica en la construcción

**Alfredo Serpell B.**

Profesor Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 6177. Santiago.

**RESUMEN:** la innovación tecnológica ofrece un gran potencial como medio de progreso en la industria de la construcción. Este desarrollo es necesario para poder enfrentar la creciente complejidad de los proyectos de construcción actuales, el ambiente cada vez más competitivo del mercado de la construcción y la demanda de técnicas de construcción más eficientes, en términos de costo y tiempo. Este artículo revisa los principales conceptos básicos de la innovación tecnológica, las oportunidades que ésta ofrece a la construcción y las principales tendencias de innovación tecnológica existentes en la construcción.

## I. INTRODUCCION

La construcción enfrenta varios desafíos hoy en día. Primero, la complejidad de los proyectos de construcción ha aumentado notoriamente, demandando mayores requerimientos técnicos y de calidad. Por otro lado, la competencia en los mercados de la construcción se ha incrementado significativamente, debido principalmente a variaciones temporales en la demanda por servicios de construcción y a la entrada de nuevos competidores en el mercado mundial. Chile no se ha escapado a esta tendencia y es posible notar la presencia de varias empresas extranjeras que, poco a poco, se han incorporado al mercado nacional. Es claro que esta tendencia continuará en el futuro. Finalmente, existe una fuerte demanda de parte de los dueños o mandantes de reducir los costos de construcción a través de una mejor administración de los recursos disponibles. Este último aspecto es de particular relevancia para un país de escasos recursos como el nuestro.

La innovación tecnológica ofrece posibilidades concretas para enfrentar estos desafíos. Al igual que en otros ambientes, la industria de la construcción debe empezar a buscar e incorporar nuevas ideas, nuevos enfoques para llevar a cabo los proyectos de construcción, y dejar atrás su típico sistema tradicional. Muchas innovaciones tecnológicas que han sido desarrolladas en otras industrias pueden ser incorporadas adecuadamente a la construcción. También, muchas instituciones académicas, en especial en países desarrollados, están proponiendo nuevas técnicas y/o métodos y están investigando activamente para aumentar el conocimiento existente sobre la construcción.

El principal propósito de este trabajo es explorar los conceptos generales de la innovación tecnológica y su aplicación a la industria de la construcción. Primero, se revisa la base conceptual general de la innovación tecnológica. A continuación, dicha base es proyectada al entorno de la construcción, tomando en cuenta sus características y necesidades particulares. Finalmente, se revisan las principales tendencias innovadoras que actualmente existen, fundamentalmente en Estados Unidos y Japón.

Como conclusión, el mayor desafío actual de la construcción parece ser el comenzar a adecuarse a las demandas y oportunidades tecnológicas existentes.

## II. CONCEPTOS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA

### 2.1 Generalidades

De acuerdo a los diccionarios, innovación significa "introducción de algo nuevo; cambio en la forma de hacer las cosas". Por otro lado, tecnología corresponde a "el dominio y utilización de los métodos de producción y del arte industrial" o también, "la aplicación sistemática del conocimiento a tareas prácticas en la industria".

Usando las definiciones presentadas, innovación tecnológica puede ser definida, en forma amplia, como "la introducción de nuevas ideas, conocimientos, métodos y dispositivos a la forma en que una industria desarrolla sus negocios o intenta una tarea". ¿Para qué?, ¿por qué es importante?, ¿cómo hacerlo?. Las respuestas a éstas y otras preguntas relacionadas ayudarán a comprender la idea general de la innovación tecnológica y de su importancia.

Las principales razones o incentivos que una empresa tiene por la innovación tecnológica son:

- a) Esta es una época de creciente competencia en todos los campos, la cual será cada vez más fuerte en el futuro. La innovación tecnológica puede ofrecer la necesaria ventaja comparativa a una empresa, pudiendo llegar a ser un requerimiento básico de supervivencia en este ambiente tan competitivo. La literatura ofrece muchos casos reales que ilustran este punto (1).
- b) Es la única forma de mantenerse al día tecnológicamente, de estar preparado para manejar los cambios tecnológicos y para incorporar todo el potencial que ellos ofrecen.



- c) La innovación tecnológica busca obtener una mayor productividad, disminuir los costos y mejorar los productos, objetivos de indudable atractivo para cualquier empresa.

## **2.2 Principios de la innovación tecnológica**

Varios principios que deben ser aplicados para una innovación tecnológica exitosa, compartidos por la mayoría de la gente, se discuten a continuación. Primero, la innovación tecnológica requiere el compromiso de la empresa (2,3). Esto implica creer en los beneficios potenciales de la innovación tecnológica, entenderlos e incorporarlos en la planificación de corto y largo plazo de la empresa. Esto puede ser considerado prácticamente como la primera innovación tecnológica de la empresa.

Segundo, se necesita una actitud positiva al interior de la empresa, lo que significa tener el apoyo y la participación de la jefatura de la empresa, estructurar la organización de la empresa de modo de favorecer la innovación tecnológica y proveer un ambiente creativo para el desarrollo de nuevas ideas o la aplicación innovadora de las actuales (4).

Tercero, la innovación tecnológica significa trabajo y esfuerzo, requiere ingenio, conocimiento y concentración. Es especializada, debe practicarse sistemáticamente y debe ser cuidadosamente planificada e implementada.

Cuarto, la innovación tecnológica incluye el análisis de fuentes de nuevas oportunidades con gran potencial (orientación oportunista), debe buscar a los potenciales usuarios (enfoque de mercado), y debe considerar un enfoque de alternativas múltiples. Requiere también un horizonte de largo plazo para su evaluación (4).

## **2.3 Problemas que enfrenta la innovación tecnológica**

Existen varios problemas y barreras que dificultan la innovación tecnológica. La más importante es la falta de apoyo de parte de la jefatura de la empresa debido a la no comprensión de ésta o a la falta de participación en ella. Hay personas que piensan que la inversión en innovación tecnológica es una pérdida de dinero y de tiempo y por lo tanto debe ser minimizada. Ellos usan normalmente un horizonte de corto plazo para la evaluación de los beneficios económicos de potenciales innovaciones tecnológicas.

Otras personas están tan aisladas del área productiva de la empresa que no tienen la oportunidad de detectar posibles necesidades u oportunidades

existentes de innovación tecnológica (4).

Las estructuras organizacionales inadecuadas y las barreras burocráticas tienen también un efecto negativo en la innovación tecnológica. Este aspecto es extremadamente crítico en la etapa de implementación de una innovación.

La selección de áreas de bajo potencial de innovación es también un problema bastante común. Generalmente, esto es debido a la no existencia del personal apropiado dentro de la empresa; a la poca cantidad de gente creativa e ingeniosa, o a la falta de experiencia de la empresa en nuevas áreas.

Otro problema es la pobre administración del proceso de implementación de las innovaciones y de la transferencia de conocimientos. Una innovación tecnológica no puede ser exitosa sino es rápida y apropiadamente trasladada a la práctica o incorporada en un producto. Esta implementación exige tomar en cuenta los puntos de vista u opiniones del usuario, el entrenamiento del personal encargado de la implementación, el uso de técnicas de motivación e incentivos y contar con el personal apropiado. Otro aspecto que no debe descuidarse es el factor humano durante el proceso de implementación (3). La resistencia al cambio, el miedo a la pérdida de poder, el rechazo de productos, etc., son problemas típicos que deben ser pensados antes de llevar a cabo la implementación.

Algunas veces las empresas exageran su compromiso y dedicación a la innovación tecnológica sin tener cuidado de la organización como un todo. Este puede ser otro problema importante que resulta en un rendimiento decreciente de otras funciones o áreas de la organización. Es importante no olvidar el concepto de sistema y evitar la suboptimización.

## **2.4 Implementación de innovaciones tecnológicas**

Como se indicara previamente, la jefatura superior juega el rol más importante en lograr que la innovación tecnológica sea un éxito dentro de una empresa. Una de las decisiones más importantes que debe tomarse en cuenta, es el cambio en la forma en que la empresa está organizada y es dirigida, de modo que el proceso de innovación tecnológica sea eficiente y correctamente transformado en una aplicación práctica, sea esta un nuevo producto, la modificación de un producto, nuevos métodos o procesos, nuevas técnicas de administración, etc. Estas aplicaciones prácticas son la expresión final de la innovación tecnológica, y como tal su desempeño debe medirse usando el parámetro más adecuado. Los parámetros más comunes son: (a) la magnitud del progreso técnico obtenido de la inversión en tecnología y (b) el monto de las utilidades obtenidas a causa de dicho progreso (1).

La implementación de una innovación tecnológica debe considerar los

siguientes importantes factores:

- a) Requiere una preparación y planificación meticulosa, y debe ser llevada a cabo en el mejor momento y lugar, de acuerdo con el tipo de innovación (5).
- b) La selección del personal para poner en práctica la innovación es una actividad crítica. El equipo de gente que coordina el estudio de innovación (3) debe estar compuesto por: i) un patrocinador, quien provee los recursos necesarios; ii) un promotor, quien debe ser un buen vendedor y solucionador de problemas; iii) un administrador del proyecto, quien se preocupa de los detalles administrativos; y iv) un integrador, quien soluciona los conflictos de prioridades y moldea el grupo de trabajo a través del uso de herramientas de comunicación. Dado que estos son roles, no personas, un individuo puede tomar más de un rol, o varias personas pueden llevar a cabo una sola función, dependiendo de la magnitud e importancia de la innovación.
- c) Aquellas personas cuya aceptación de la innovación es crítica para su implementación, deben ser identificadas tempranamente, y se debe planificar cuidadosamente la forma de abordarlas. Las fuentes de rechazo o miedo a la innovación deben ser comprendidas y tomadas en cuenta en el curso de acción elegido. Una herramienta muy poderosa en este sentido son los incentivos, en especial los monetarios relacionados al desempeño.
- d) La transferencia de conocimientos debe ser planificada. Para que sea exitosa, es de vital importancia elegir líderes de opinión adecuados entre los usuarios. Frecuentemente estos líderes son aquellos profesionalmente destacados y respetados por el resto del personal o usuarios.
- e) Conducir operaciones piloto para probar la factibilidad técnica de la innovación y como un modelo convincente de demostración. Para que sea convincente no pueden haber fallas y el modelo debe ser comprendido claramente por todos los involucrados.
- f) No olvidar que una innovación tecnológica raramente gana una aceptación automática de parte de todos, y que normalmente es

objeto de críticas numerosas y variadas. Estas críticas deben aceptarse y analizarse cuidadosamente. Algunas veces una nueva innovación puede estar contenida en ellas.

### **III. INNOVACION TECNOLOGICA EN LA CONSTRUCCION**

#### **3.1 Necesidad de innovación tecnológica en la construcción**

La industria de la construcción está cada día más preocupada de la necesidad de aumentar la productividad de los procesos de construcción. Es así como actualmente en nuestro país se están iniciando esfuerzos de investigación en ésta área. Dado que la tecnología de construcción se define como el estado del arte en los métodos de construcción, procesos de construcción, equipos de construcción, materiales de construcción y finalmente la administración de estos elementos; entonces es lógico considerar a la innovación tecnológica como uno de los medios potenciales para aumentar la productividad en esta actividad.

Además del aumento de productividad, el aumento en las exigencias de calidad y la creciente complejidad de los proyectos de construcción llevan también a considerar la innovación tecnológica para lograr enfrentar con éxito dichos desafíos. Debido a esto, la necesidad de transformar a la construcción en una actividad más técnicamente eficiente aparece como preponderante (6).

La competencia en el mercado de la construcción ha llegado a ser muy fuerte debido, en parte, a variaciones cíclicas en el número de proyectos a construir, y en parte debido a la aparición constante de nuevos competidores. Este hecho, más otros factores hacen que sea muy importante para una empresa constructora el contar con una posición competitiva ventajosa. Como ya fuera mencionado, la innovación tecnológica podría permitir el logro de dicha posición.

Sin embargo, existen algunas condiciones que deben estar presente en una innovación tecnológica para que sea aceptada en la construcción (7). Estas son:

- a) **Factibilidad técnica:** tanto los recursos como la capacidad humana para aplicar conocimientos técnicos tienen que estar disponibles en la industria de la construcción. Esto implica la necesidad de capacitación y especialmente de reciclaje en los niveles profesionales a través de seminarios, cursos cortos, etc., que pongan al día los conocimientos técnicos de dichos niveles.

- b) Retorno económico: la industria de la construcción es altamente influenciada por las variaciones en las tasa de interés, las fluctuaciones de los ciclos de la construcción y los costos iniciales de los proyectos. La construcción estará dispuesta a introducir innovaciones sólo si éstas resultan en un aumento de las utilidades, una mayor eficiencia o una ventaja tangible en el mercado.
- c) Aceptación cultural e institucional: la tecnología a introducir debe estar de acuerdo, hasta cierto grado, con los estilos de trabajo y organización existentes. No se pueden realizar cambios excesivamente radicales en un lapso de tiempo reducido.

### 3.2 La innovación tecnológica y la construcción

Previo a tratar el tema de la innovación tecnológica en la construcción, es necesario revisar algunos aspectos importantes de la actividad de la construcción en relación a este tema.

Primero que nada, hay que comprender que la construcción es un proceso productivo que tiene como una de sus principales características el que es un proceso de producción adaptable. Es adaptable porque en cada ocasión, tanto el producto a ser construido, como el entorno que lo rodea, son significativamente diferentes en varios aspectos en relación a los proyectos anteriores. Es posible establecer que la construcción es una actividad dependiente del producto a construir, y orientada principalmente a los procesos de construcción.

Los productos que una empresa constructora ofrece son básicamente su capacidad técnica y su experiencia en construcción; es decir su tecnología constructora. La empresa provee un servicio a los mandantes o dueños que desean hacer de un proyecto, una realidad. Una empresa que comprende el potencial de la innovación tecnológica para mejorar su tecnología de construcción, estará en mejores condiciones para competir por proyectos en el mercado de la construcción.

Debido al importante rol que juega la experiencia en la construcción, la innovación tecnológica es en parte un proceso de aprendizaje que crece sobre sí mismo a partir de sistemas empíricos y de ensayo-error, y en parte se desarrolla a partir de la creatividad individual del personal de la construcción. Este último aspecto debe ser permanentemente incentivado.

La innovación tecnológica en la construcción puede ser llevada a cabo en tres diferentes niveles: a) a nivel empresa, b) a nivel de proyecto y c) al nivel

operacional.

Al nivel de empresa, la innovación tecnológica debería centrarse en mejorar el desempeño de la empresa y su administración. El sistema de planificación y diseño de los proyectos también sería influenciado. Las actividades de apoyo a los proyectos tales como adquisiciones, ingeniería de proyecto, estimación de presupuestos, podrían también ser áreas importantes para innovar. Finalmente, las políticas generales de la empresa con respecto a la innovación tecnológica deben ser generados en este nivel.

A nivel de proyecto, cada proyecto es en sí un desafío para la innovación tecnológica. Aspectos claves en la innovación a nivel proyecto son la creatividad y la experiencia del personal. El equipo directivo del proyecto puede actuar como un equipo encargado de la innovación, por lo que su composición es muy importante. A este nivel el enfoque debe ser cómo llevar a cabo el proyecto en la forma más eficiente, tanto en el aspecto técnico como en su administración, siendo esta última un área que ofrece gran potencial de innovación. Finalmente, el proceso de implementación de las innovaciones en la práctica debe ser planificado y llevado a cabo en este y en el siguiente nivel.

Al nivel operacional, la innovación tecnológica debería enfocarse en el mejoramiento de las técnicas, métodos, herramientas y materiales usados en la construcción, de tal forma de que el proceso de producción en este nivel sea extremadamente productivo. Nuevamente, el área de administración ofrece un gran potencial de innovación.

Cada nivel debe tener su propio gestor, y es un principio básico el integrar a todos los participantes en el proceso de construcción que tengan alguna influencia en cada nivel. Además cada nivel debe ser convenientemente apoyado por los niveles superiores.

Cada nivel debe comunicar sus necesidades de innovación a los niveles superiores de modo que el proceso de innovación tecnológica sea orientado a la satisfacción de dichos requerimientos. Resumiendo, la administración y las herramientas de apoyo a la construcción son los objetivos relevantes de la innovación tecnológica. Es en dichas áreas donde se encuentra la capacidad técnica que una empresa constructora posee.

### **3.3 Problemas de la innovación en la construcción**

A pesar del gran potencial que la construcción presenta para la innovación tecnológica, existen varios aspectos de la construcción que restringen este potencial. Estos son:

- a) Deficiente transferencia de conocimientos: una de las tareas más difíciles que enfrenta la construcción es cerrar la brecha que existe entre los investigadores y los profesionales que trabajan en este campo. Es bastante común encontrar un gran contraste entre el deseo de los investigadores de desafiar las prácticas existentes y generar alternativas radicales desde una cierta posición de objetividad e imparcialidad, y el deseo de las personas en la industria de cambios y transiciones suaves y paulatinas desde un estado a otro (8). Muchos productos útiles e innovadores pueden derivarse a partir de esfuerzos de investigación en el campo de la construcción, pero ellos tienen un valor muy reducido si no son usados o no son conocidos en la práctica. Es importante mencionar que en general las necesidades de la gente en la industria son ambiguas y asociadas a situaciones específicas y, por lo tanto, no siempre coinciden con los resultados de las investigaciones. Claramente este es un problema de comunicación e integración. Existe la necesidad de contar con medios convenientes y aceptados para la divulgación de las investigaciones en progreso y también existe la necesidad de que los investigadores se contacten con los profesionales de la construcción e incorporen sus necesidades en los proyectos de investigación que llevan a cabo. En países como Estados Unidos existen instituciones que aunam los esfuerzos del área académica y el área profesional para el desarrollo y avance tecnológico de la construcción. En nuestro país también podría activarse un mecanismo similar a través, por ejemplo, de la Cámara Chilena de la Construcción y las Universidades.
- b) Actitud y apoyo de la dirección: no todas las empresas constructoras cuentan en su estructura organizacional con puestos tales como "Departamento de Estudios Técnicos" u otros similares, cuyo propósito principal es analizar los procesos, métodos, equipos, etc., para estudiar nuevas alternativas, e implementar posteriormente aquellas que se aprecian más apropiadas. La falta de este tipo de posiciones limita considerablemente el proceso de innovación tecnológica y demuestra una falta de preocupación de parte de la dirección en este sentido. Otra consecuencia es que al nivel de proyecto y operacional, nada será hecho debido a que generalmente en estos niveles el personal está demasiado ocupado para dedicar tiempo a analizar los aspectos tecnológicos de la construcción, ni tampoco logran apreciar ningún beneficio asociado a dicha actividad. Otro caso es cuando estos roles existen en la organización pero no tienen ningún apoyo

para realizar su trabajo; no cuentan con los recursos necesarios, sus ideas no son tomadas en cuenta y no tienen ningún tipo de influencia o poder dentro de la organización.

- c) Resistencia al cambio: es bastante conocido que en general el personal de la construcción no mira con agrado ni acepta fácilmente los cambios que se proponen, a no ser que los beneficios puedan ser claramente evaluados por ellos. Una respuesta típica a la pregunta de por qué algo es hecho de una cierta forma es la de que siempre se ha hecho así hasta dicho momento. La tradición es muy fuerte en la construcción. Por lo tanto, es necesario destacar que ningún proceso de implementación de una innovación puede tener éxito si todos los que deben participar en este proceso no están de acuerdo con el cambio, incluyendo el personal supervisor de primera línea. Un plan de incentivos bien manejado puede ayudar enormemente en este aspecto.
- d) Necesidades de innovación tecnológica no identificadas ni comunicadas: muchas veces en la construcción las necesidades de innovación no son identificadas adecuadamente ni comunicadas apropiadamente. También, debido a la falta de una buena comunicación en terreno, muchas ideas u oportunidades de innovación se pierden al no ser conocidas. Nuevamente una forma de mejorar esta situación es a través de contar con una organización orientada hacia la innovación tecnológica y que provee los canales necesarios para comunicar las ideas innovadoras. El hecho de que en la construcción existen muchos y diversos participantes es otra barrera a la innovación. Personas diferentes piensan y actúan en forma diferente cuando enfrentan una cierta situación. Además, una innovación tecnológica bien pensada puede fracasar debido a las restricciones tecnológicas de participantes externos (vendedores, proveedores de equipos, etc.)

### 3.4 Implementación de innovaciones tecnológicas en la construcción

En la construcción, al igual que en la industria manufacturera, el proceso de implementación de las innovaciones tecnológicas es uno de los pasos más importantes. Los principales aspectos que deben ser considerados son:



- a) El proceso de implementación debe ser planificado y programado cuidadosamente. Una forma recomendada de abordar el problema es a través del uso de las interrogantes ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Quién?
- b) Obtener los recursos necesarios antes de comenzar. Muchas veces ha sucedido que procesos de implementación bien planificados han fallado debido a la falta de recursos.
- c) Los usuarios finales de la innovación deben ser integrados durante el análisis y la planificación, para obtener un compromiso por parte de ellos hacia la innovación tecnológica.
- d) La actitud del equipo implementador debe ser positiva. Nunca deben usar un estilo agresivo o tratar de imponer las cosas por la fuerza. Hay que recordar que es muy fácil hacer fracasar lo planificado. Por esta razón, es mejor usar incentivos para convencer.
- e) Siempre se debe comenzar con una innovación simple y pequeña para asegurar el éxito inicial, especialmente durante la etapa de demostración. Solucionar las dificultades antes de que sucedan frente a la gente que se desea convencer.
- f) No olvidarse del elemento humano, en especial aquellas personas que pueden tener temores de carácter personal o sentimientos negativos en relación al cambio.
- g) Mantener el apoyo hasta que la innovación haya sido plenamente aceptada y haya pasado a la categoría de rutina.

#### **IV. TENDENCIAS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA EN LA CONSTRUCCION**

##### **4.1 Generalidades**

Hoy en día existen varias tendencias en la industria de la construcción y en las instituciones académicas en relación a la innovación tecnológica. La clasificación que se entrega a continuación fue derivada a partir del concepto básico que la construcción es fundamentalmente un proceso productivo.

#### **4.2 Innovaciones relativas a la administración del proceso de construcción**

La administración es sin duda alguna uno de los campos más importantes de innovación tecnológica en la construcción. En los años recientes una gran cantidad de trabajo se ha realizado con el propósito de comprender y modelar el proceso de administración de esta compleja actividad, e identificar y resolver sus principales problemas. Todavía queda mucho más por hacer. Las principales necesidades de innovación tecnológica se encuentran en áreas tales como: (a) estructuras organizacionales de empresas y proyectos de construcción, (b) comunicación en terreno y entre los distintos participantes en un proyecto, (c) sistemas de información y de apoyo a la gestión, (d) planificación y estimación y control de costos, (e) administración de la interacción entre los participantes de un proyecto y (f) integración de las ayudas y herramientas computacionales para la toma de decisiones y para otras funciones de la administración.

#### **4.3 Innovaciones relativas a la tecnología de construcción**

Esta es otra área de un gran potencial de innovación. La elección del método de construcción que se va a usar en un proyecto es una decisión crítica que puede tener importantes consecuencias. La integración de la experiencia constructiva en la etapa de diseño y planificación de un proyecto es una de las áreas más recientes y de futuras innovaciones. Este tópico se conoce con el nombre de constructibilidad. Otros campos de desarrollo son la organización y la secuencia del proceso de construcción, y los sistemas utilizados con este propósito. Métodos más eficientes de adquisiciones y compras y el creciente uso de componentes prefabricados y prearmados son tópicos que son objeto de estudio y análisis permanente. El uso de nuevas técnicas computacionales en estas áreas es también una fuente importante de cambio en la tecnología de construcción.

#### **4.4 Innovaciones en herramientas, materiales y métodos**

Asociadas al desarrollo e introducción de nuevos materiales y productos de construcción, herramientas y equipos, y también, nuevos sistemas y métodos de construcción. Esta categoría de innovaciones tecnológicas ha sido siempre una práctica general en la industria de la construcción. El factor más importante que promueve este desarrollo sigue siendo la necesidad de reducir

los costos y lograr una mejor utilización de los recursos. Los Informes del Business Roundtable Report (9,10) proponen áreas técnicas específicas de la construcción que tendrían un mayor potencial de desarrollo tecnológico: construcción de tuberías, instalación de equipo mecánico, trabajo eléctrico, estructuras, calefacción, ventilación y aire acondicionado, instalación de equipos especiales e instrumentación.

#### **4.5 Innovaciones relativas a la integración de sistemas computacionales en la construcción**

El creciente desarrollo y disponibilidad de nuevos sistemas computacionales, cada vez más baratos y con mayor capacidad, está influenciando significativamente todo tipo de actividad del ser humano hoy en día, y lo seguirá haciendo en mayor medida en el futuro. Con la integración de sistemas computacionales es posible avizorar muchas innovaciones en la construcción. Algunas de las herramientas que ofrecen posibilidades de desarrollo tecnológico en la construcción y que están disponibles hoy en día son:

- Diseño ayudado por computador en 2 y 3 dimensiones (CAD)
- Manufactura ayudada por computador (CAM)
- Comunicación ayudada por computador (CAC)
- Sistemas automatizados y robots
- Sistemas expertos basados en el conocimiento (KBES)
- Sistemas de Información administrativos (MIS)
- Sistemas de apoyo a la gestión (DSS)

Estos sistemas computacionales pondrán a disposición de la industria de la construcción una amplia variedad de aplicaciones y usos, los cuales resultarán en importantes innovaciones tecnológicas en un futuro cercano.

## **V. CONCLUSIONES**

El desarrollo y avance tecnológico presenta un gran potencial como un medio que la industria de la construcción puede usar para enfrentar los desafíos de la creciente complejidad de los proyectos actuales, el aumento de la competencia en el mercado de la construcción y la demanda por procesos de construcción más económicamente eficientes. La innovación tecnológica ofrece una ventaja competitiva a cualquier empresa que la incorpora en su gestión de empresa.

Para sacar ventaja de las oportunidades que ofrece la innovación tecnológica es necesario entenderla, evaluar su potencial económico y apoyar su desarrollo. La dirección superior juega el rol más importante en asegurar que la innovación tecnológica sea un éxito. La evaluación de este esfuerzo debe ser hecha en el largo plazo y no mirar hacia el beneficio inmediato pero inestable.

La industria de la construcción presenta buenas oportunidades de innovación, dada la gran complejidad de los procesos de construcción. Sin embargo, para aprovechar dichas oportunidades es necesario superar varios problemas importantes: una pobre transferencia actual de conocimientos, actitudes negativas de la administración superior, resistencia al cambio y falta de comunicaciones.

Varias tendencias existen hoy en día en el ambiente de la construcción. Se espera un desarrollo continuo y creciente el que ofrecerá un gran número de avances tecnológicos. La construcción debe beneficiarse de estos avances a través de una mayor integración entre los investigadores y los potenciales usuarios. Se deben realizar esfuerzos de investigación para buscar mejores formas de llevar a cabo esta integración, para facilitar la comunicación y la transferencia de conocimientos entre ambas partes y para hacer el proceso de implementación de los avances tecnológicos más efectivo.

## REFERENCIAS

1. Foster, Richard, "INNOVATION The Attacker's Advantage", Summit Books, New York, 1986.
2. Frohman, Alan L., "Technology as a Competitive Weapon", Harvard Business Review, January-February 1982, p. 97-104.
3. Leonard-Barton, Dorothy and William A. Kraus, "Implementing New Technology", Harvard Business Review, November-December 1985, p. 102-110.
4. Quinn, James B., "Managing Innovation: Controlled Chaos", Harvard Business Review, May-June 1985, p. 73-84.
5. Slade, Bernard N. and Raj Mohindra, "Winning the Productivity Race", Chapter 5, Lexington Books, MA, 1985, p. 27-37.
6. Bakens, Ir W., "Construction Technology 2000", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research, Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol 2, p.

538-546.

7. Ruberg, Kalev and Dan M. Sander, "Information and Knowledge for Building: A Role for Emerging Technology", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research, Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol.2, p. 498-505.
8. Lansley, Peter R., "Bridging the Gap between Construction Management Research and Practice", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research, Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol. 9, p. 3531-38.
9. "Technological Progress in the Construction Industry", Construction Industry Cost Effectiveness Report B-2; The Business Roundtable, New York, July 1982.
10. "Construction Technology Needs and Priorities", Construction Industry Cost Effectiveness Report B-3, The Business Roundtable, New York, August 1982.

#### BIBLIOGRAFIA

11. Bonasso, Sam, "Can We Become More Creative?", Civil Engineering, ASCE, January 1983, p. 70-72.
12. Drucker, Peter F., "The Discipline of Innovation", Harvard Business Review, May-June 1985, p.67-72.
13. Seamans, Robert C., "Management, Innovation and Technology", in New Dimensions of Project Management, Edited by Albert J. Kelley, Lexington Books, MA, 1982, p. 61-66.
14. Tatum, C.B., "Demands and Means for Construction Innovation", in Construction Innovation: Demands, Successes and Lessons, Proceedings of a Session Sponsored by the Construction Division, ASCE, Seattle, Washington, April 8, 1986, p. 31-43.
15. Tatum, C.B., "Potential Mechanisms for Construction Innovation", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 112, Nº2, June 1986, p. 178-191.

# **INNOVACIONES TECNOLOGICAS EN EL DISEÑO Y CONTRUCCION DE VIVIENDAS**

**Dr. Julián Salas Serrano**  
**Investigador Instituto Eduardo Torroja**  
**España**

- \* Estado del arte en la tecnología de diseño y construcción de viviendas.
- \* Industrialización de la construcción de viviendas.
- \* Estandarización de componentes, normalización y control de calidad.
- \* Rol del gobierno, universidad y empresas en el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías.

## **A.- ESTADO DEL ARTE EN LA TECNOLOGIA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIVIENDAS**

Aún entendiendo y aceptando que mi rol en esta ponencia es tratar de auscultar el futuro, más o menos próximo de la construcción, permitanme que me retrotraiga al pasado para transmitir a Uds. una pequeña anécdota.

Se trata de la historia de un error: la pequeña historia de la "Escuela de Señoritas de San José de Costa Rica", conocida popularmente por el pueblo costarricense como "El Edificio Metálico". Este edificio partió de Bélgica, debidamente empaquetado, en 1886. Su proyectista fue Charles Thirion, y su destino previsto era la austral y gélida Punta Arenas de Chile y no la caribeña y cálida pequeña ciudad portuaria de Puntarenas en Costa Rica, donde por error fue descargada.

De este colosal error, queremos rescatar al margen del interés de la anécdota, una enseñanza en forma de primera conclusión de mi intervención: las innovaciones en construcción son de lenta asimilación, es fácil ser pesimista en materia de innovación en el sector de construcción de vivienda. Parece como si avanzásemos con el pie en el freno y la mirada en el retrovisor. Pero se avanza.

Puede que una clave de interpretación, es una opinión personal, de la desaceleración del "desafío tecnológico" que se anuncia en el título de este ciclo, esté en la tremenda importancia que tiene el factor "suelo" en los países que en principio, deberían ser impulsores de una más profunda y acelerada innovación tecnológica en este campo.

Como una forma de abordar el estado del arte en la tecnología de diseño y construcción de viviendas desde un punto de mira global y un tanto optimista, nos permitimos presentar unas cuantas ideas-fuerza para su debate:

- \* La fábrica como recinto del espíritu industrial.
- \* la serie y el proceso de diseño.
- \* Los elementos complejos irrumpen en la obra.
- \* Construir es montar productos de origen industrial.

## **I. La fábrica como recinto del espíritu industrial**

La fábrica reúne los medios técnicos más poderosos: la laminadora y el microscopio; el químico y el modelista; el proyectista y el vendedor;. . . Las grandes máquinas automáticas son el corazón de la industria moderna, como el arado lo fue de la sociedad rural y la máquina de vapor de la industrial.

El producto industrial es el resultado de cientos de operaciones concatenadas en una secuencia continua: dosificación, elaboración del material amorfo, conformación, rectificación, incorporación de acabados, empaquetado, transporte, . . . el espíritu industrial aglutina y transforma todas las herramientas y procesos en una unidad.

Cientos de millones de seres necesitados de alimentación, de vestido, de salud, de alojamiento, . . . exigen la definición de una nueva unidad, la serie compuesta de miles de objetos iguales. Su solución viene, hoy por hoy, de la mano de la producción industrial.

El mecanismo de la industria es la repetición. El objeto único e irrepetible tiene su sitio en el museo.

## **II. La serie y el proceso de diseño**

El proceso de diseño industrial recorre todas las escalas y todas las medidas. En el objeto industrial coinciden todos los problemas; de la escala humana al perno de atado, del metro a la micra, . . . en la junta entre elementos constructivos convergen:

- las tolerancias de fabricación
- las desviaciones dimensionales
- las tolerancias de montaje
- los cambios dimensionales
- los movimientos previsibles
- los errores humanos...

y por si todo ello fuese poco, en ocasiones, los fenómenos estocásticos.



La solución-tipo es la que responde a todas las exigencias y a todas las medidas. Es por ello única y eficaz y debe ser repetida. Sólo será superada por la introducción de nuevos datos o conocimientos. Cuando el prototipo es correcto, se pone en marcha la cadena de montaje.

La serie nunca fue incompatible con la arquitectura: los templos griegos, y los egipcios, y los teatros romanos, y las catedrales góticas, . . . fueron a su modo soluciones-tipo ejecutables con las técnicas propias de su tiempo.

Pareciese que los constructores modernos hubiesen olvidado la dimensión pavorosa e internacional de las necesidades de cobijo de nuestro tiempo. Nuestro problema como diseñadores no es el pasado ni es local, es el presente y es universal.

Los constructores modernos (arquitectos e ingenieros) hablan de la necesidad de la variedad, pero la variedad es patrimonio de la industria. Nos preocupa la belleza pero ella es incompatible con el problema mal resuelto.

### **III. Los elementos complejos irrumpen en la obra**

Los elementos complejos responden fielmente al espíritu de la industria y requieren de la producción en serie: puertas, tabiques, casetas sanitarias, . . . cuantas más prestaciones incorpora el elemento, más eficazmente se resuelve el problema y mayor es la escala de montaje. El valor añadido y las prestaciones se acumulan en el elemento complejo.

Elemento complejo significa decidir cuales con las piezas de la construcción para ponerlos en manos de la industria: de la puerta al tabique completo, del lavabo al baño, de la viga al esqueleto, del ladrillo al cerramiento. Es otro orden, otra escala de complejidad y prestaciones.

El objetivo parece nítido: reducir el número de operaciones de montaje y el número de uniones a las estrictamente necesarias, reducir el número de mecanismos y elementos independientes a un sólo objeto que los incorpore. Cortar y unir en obra en lugar de conformar, . . . las leyes de la industria se apoderan sosegadamente de la construcción.

La puerta del automóvil actual puede ser un buen objetivo aún lejano, en la tendencia hacia los elementos constructivos complejos.

#### **IV. Construir es montar productos de origen industrial**

El proceso de montajes se vislumbra como determinante en el hecho edilicio del futuro. Montar es:

- emplear técnicas de unión de elementos,
- utilizar procesos constructivos reversibles,
- introducir la tolerancia dimensional a todas las escalas,
- medir las acciones en operaciones y tiempos,
- adecuar hombres y herramientas a la acción,
- preveer la reparación, mantenimiento y sustitución.

La idea de intercambiabilidad y sustitubilidad, aún lejanas ciertamente en la construcción, son inherentes y consustanciales al montaje industrial. Consolidadas estas etapas, un nuevo reto está por alcanzar: la fiabilidad, entendida como garantía de calidad y de prestaciones de uso en el tiempo, es reto de hoy para la industria convencional.

La idea del montaje recorre todas las escalas, desde los grandes elementos lineales de la estructura a los mínimos mecanismos de un tabique desmontable.

La meta parece decidida: producir en la fábrica y montar en la obra.

### **B. INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS**

#### **I. De la euforia a la gran crisis de la prefabricación pesada**

Hoy prácticamente, cuanto se escribe y habla sobre los sistemas de construcción de viviendas a base de grandes paneles de hormigón, es para criticarlos. La crítica, ciertamente merecida, resulta fácil, aunque no es justo olvidar el contexto, generalmente adverso, en el que se empleó masivamente la prefabricación de viviendas en las décadas pasadas.

La prefabricación es una de las formas de manifestarse el proceso de industrialización de la construcción, pero no es la única. No obstante, el gran panel

de hormigón fue de hecho el logotipo de la reconstrucción europea tras la Segunda Guerra Mundial.

De forma simplista y flexible en el tiempo pueden distinguirse tres etapas en el proceso de industrialización de la construcción en Europa:

**a.- Período 1950 -1970: de masividad, euforia y negocio.**

Los sistemas cerrados a base de grandes paneles, fueron dominantes en la Europa del Este y muy empleados en los países de la CEE. En ese período, los sistemas impusieron de forma implacable (en pro de la economía y de espaldas a la arquitectura) sus leyes de actuación.

**b.- Período 1970 - 1980: crisis y perplejidad.**

La prefabricación de viviendas trató de salir del profundo atolladero en que se encontraba ofreciendo flexibilidad, elasticidad y variación en su producción. El esfuerzo y algunos éxitos apuntaron en la dirección de hacer posible: producción industrial y diversidad de producto.

Se habla de la prefabricación a base de sistemas cerrados como de la primera generación de tecnologías de industrialización. Los sistemas cerrados caen en una profunda crisis y se sientan las bases de la llamada industrialización abierta.

**c.- Período 1980 - 1990: demolición controlada, uso selectivo de la prefabricación y emergencia de la industrialización sutil.**

La demolición planificada de un buen número de conjuntos habitacionales realizados con técnicas constructivas a base de sistemas cerrados de prefabricación es un hecho incontestable en los países de la CEE, que merece una reflexión, especialmente desde este Continente.

La prefabricación se utiliza como una técnica consolidada y su empleo en edificios industriales, edificios públicos y realización de elementos de fachada y singulares, resulta un hecho común.

La irrupción en el mercado de los elementos industrializados da origen a una nueva forma de construir para la que proponemos la denominación de industrialización sutil.

## **II. La industrialización sutil o utilización masiva de componentes**

Parece de entrada necesario el tratar de acotar que entendemos como componente constructivo y que implica para la edificación esta nueva presencia de la industria. La introducción o empleo masivo de componentes constructivos puede tener un efecto rupturista en el sentido de propiciar cambios importantes en los roles de los diversos actores del sector: la transferencia de valor añadido de la obra a la industria (en proporciones incluso superiores a las de la prefabricación cerrada en los momentos de su mayor euforia) puede hacer que disminuya - que se moldee - el poder de las constructoras frente al de la industria.

Entendemos como elemento funcional o unidad de proyecto el grupo de variables que debe ser objeto de decisiones conjuntas de diseño. Estas unidades de proyecto tienen una correlación en la descomposición del edificio en elementos funcionales, que pueden o no, materializarse a base de componentes industrializados.

GERIA, entiende los componentes como partes invariables de edificios diferentes que deben responder a las exigencias funcionales, técnicas y económicas del cometido que se les encomienda, satisfaciendo por tanto, condiciones de: compatibilidad por su forma, de coordinación por sus dimensiones, y de diversidad combinatoria.

Obviamente, el éxito de los componentes no se asegura al superar los problemas de su producción. La estructura sectorial juega un importantísimo papel, por ello, quienes proponen sin más el lanzar elementos al mercado y esperar a que se produzca la compatibilidad universal de la que germinará la industrialización abierta, mitifica un sector que casi nada tiene de idílico.

## **III. Un nuevo enfoque en la utilización de la coordinación dimensional**

La práctica de la coordinación dimensional ha pasado por varias etapas bien definidas. En los años cincuenta, irrumpió con fuerza una coordinación

dimensional excesivamente teórica y académica, eran momentos en los que se asimiló modulación con industrialización. La teoría modular aparecía, como sostén indispensable de la industrialización de la construcción; con el correr de los años y la presencia masiva de los sistemas cerrados, que para casi nada necesitaban del uso de la coordinación dimensional, ésta, en su faceta que podíamos adjetivar de utópica y academicística pasó al olvido.

La coordinación dimensional resurge en los últimos años de la pasada década como soporte de la industrialización abierta. Aparece una nueva práctica de la coordinación dimensional remozada y pragmática. No pretende ser universal sino que se limita al país e incluso a la región. No aspira a imponerse en todos los oficios (hormigón, carpintería metálica, cerámica, madera,...) sino que se diversifica por gremios. No busca una aplicación en todos los subsectores edilicios, sino que recoge las especiales diferencias que existen entre las viviendas, escuelas, edificios para la industria, . . . por último, en general, no pretende ser impuesta sino que tiende a tener carácter voluntario.

Nadie se desilusionará si afirmamos que ni tramas, ni ejes, ni coordinación . . . deben tomarse como una nueva heurística. Igualmente nos parece necesario el afirmar que en modo alguno esta búsqueda debe lesionar las posibilidades de composición arquitectónica.

La adopción de una trama modular, cualquiera que esta sea, no aporta nada en sí desde el punto de vista arquitectónico, si lo que trata básicamente es el introducir dimensiones precisas aptas para preparar la utilización de procedimientos o elementos muy rígidos. Por mucho que se invoque a la modulación ancestral del "tatami" en el Japón, a la hora de "modular" los encofrados tipo túnel, lesto es un hecho!, los resultados no irán muy allá.

Hay quienes, si aceptamos la modulación como último refugio, consideran que los márgenes que ofrecen los encontrados tipo túnel en luz, profundidad y altura, son suficientes para una intervención arquitectónica que persiga la "brillante" consecución de las dimensiones propuestas en el "Modulor".

Objetivo bien distinto de la modulación es el uso del módulo como objeto material y unidad de medida simultáneamente, en expresión de argán. Siguiendo con el caso del Japón, allí esto es un hecho ancestral. Según algunos estudiosos del

tema desde el siglo XVII la vivienda es "industrializada" (en la acepción más actual del término) ya que artesanos producen y venden independientemente entre sí elementos que son compatibles y prácticamente abarcan un buen número de capítulos de la vivienda. Un ejemplo actualizado puede ser el gran mercado Kiko de elementos modulados de madera para construcción en Kyoto.

De la búsqueda de mallas y retículas universales, módulos y multimódulos impuestos por decreto y diseño de pretendidas juntas con validez generalizable, se ha pasado a una realidad más fluida y heterogénea, más acorde con las distintas prácticas o facetas de la edificación. Del naufragio final de esta confrontación han quedado unos pocos principios básicos de diseño modular, que prevalecen en tres vertientes: diseño modular como filosofía de proyectos; como lenguaje como realidad tangible.

Se intentó una universalización de la coordinación dimensional, desde plataformas muy oficializadas, que si bien parecían las idóneas, los hechos se encargaron de demostrar la inoperancia de este tipo de óptica. La escasa práctica actual, ni tiene carácter universal, sino adverso (en lo geográfico y en los programas); ni tiene (en parte) carácter oficial-impositivo, sino que nacen como respuesta a una conjunción de necesidades e intereses. Si a esto añadimos que la práctica masiva de construcción industrializadas se correspondía con los sistemas de la primera generación que, por ser cerrados, no precisaban de la coordinación modular sino que les bastaba con unos códigos internos, se puede entender el escuálido desarrollo.

¿Se inicia una nueva etapa?. Algunos síntomas parecen apuntar que así será.

### **C.- ESTANDARIZACION, NORMALIZACION Y CALIDAD DE COMPONENTES**

Al objeto de adaptar los conceptos elementos funcional y componente a la nomenclatura internacional recientemente adoptada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que habla de espacio, órganos y productos, transcribimos las definiciones propuestas por ISO:

Espacios: son los locales y volúmenes de interconexión entre ellos.

Organos: delimitan o sirven a los espacios; son por ejemplo: la fachada, la cubierta, el entrepiso, la tabiquería, la instalación de calefacción, etc.

Productos: se utilizan para la materialización de los órganos. Proviene de la industria, son muy diversos puesto que comprenden:

- materiales amorfos: como el cemento;
- materiales semiamorfos: tales como perfiles redondos;
- materiales conformados: como ladrillos y tejas;
- componentes: más o menos elaborados, como paneles de fachada, radiadores o grifería.

Entre elemento funcional y órgano puede establecerse una identidad completa ya que incluyen ambas el concepto de unidad de proyecto según la definición que se adoptó más arriba. El segundo concepto, el de componente coincide miméticamente con el que ISO engloba dentro de productos que evidentemente tienen una amplitud muy superior.

Uno de los problemas cruciales ya, y posiblemente de importancia creciente conforme aumentan las transacciones internacionales de componentes, es el normalizar cuáles deben ser los niveles de prestaciones de dichos componentes.

Es perfectamente posible el imaginar componentes, que incluso superando ampliamente los requisitos normativos del componente en sí, resulten un fracaso en su aplicación al conformar órganos o incluso espacios (en definición de ISO).

El nudo gordiano de este problema está en la especial compartimentación de las responsabilidades de los distintos actores en el sector construcción; autor del proyecto; productor de componentes; subcontrata de colocación; constructora; director de obra; promotor . . . Ante ellos, el usuario puede encontrarse desamparado y teniendo que aceptar órganos o espacios que no funcionan convenientemente. Poco a nada puede importarle a ese usuario el saber, incluso documentalmente, que los componentes con los que se realizaron su vivienda cumplieron con todas las prescripciones reglamentadas del país de origen, o incluso con las normas comunitarias cuando existan y sean de obligado cumplimiento.

Diagnosticado el problema, hemos de señalar que la terapia no es sencilla. Coincidimos plenamente con P. Chemillier cuando al respecto afirma que "el paso desde los niveles de desempeño ("performances") y a fortiori de las características no definibles mediante un órgano o espacio no es simple". Se hace, según los casos, mediante: cálculo, ensayos o adoptando soluciones avaladas por la experiencia.

Sin perder de vista el objetivo final del razonamiento las nuevas interrelaciones entre libre mercado de productos en la CEE y los componentes de construcción, aparece una necesidad nueva ¿Cómo hablar el mismo lenguaje?. Los industriales productores de componentes no pretenden implantar las normas del país donde se producen los componentes en el país receptor, lo que sí necesitarán es saber con claridad cuales son las reglas del juego en el que aspiran a insertar sus productos. Es por todo lo anterior, que parece urgente, el que a corto plazo se pudiese contar con:

- a. Que las reglas en vigor en cada país de la CEE fuesen conocidas y publicadas de forma explícita.
- b. Que se caracterizen los componentes mediante los mismos criterios y ensayos en todos los países miembros.
- c. Que los ensayos pudieran realizarse con idéntica validez en cualquiera de los países productores, al objeto de reducir costos y tiempos.

Por su interés, se inserta seguidamente en forma esquemática la propuesta elaborada en Francia por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda, Planeamiento y Transportes, AFNOR y el CSTB con el título: "Hacia la Libre Circulación de Productos".



**LA EUROPA DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCION: HACIA LA LIBRE  
CIRCULACION DE PRODUCTOS**

Diferentes etapas hacia la supresión de las barreras a la Circulación de productos mediante la certificación y los procedimientos de aceptación.

---

- I. Reconocimiento de la capacidad de determinados laboratorios de un país A, a efectuar ensayos, y de algunos organismos de certificación a emitir certificados para caracterizar un producto de acuerdo con los criterios de otro país B, y por tanto, reconocimiento por el país B de la validez de los resultados de los ensayos y certificados emitidos de esta forma: apertura de los Comités de certificación a representantes de otros países.
- II. Adopción de criterios idénticos para caracterizar un mismo tipo de producto en los diferentes países y adopción por lo tanto de los mismos ensayos.
- III. Unificación de la certificación a nivel europeo.
- IV. Formalización en correspondencia (y armonía) de las cláusulas contenidas en las reglamentaciones y documentos de los organismos de certificación con las características de los productos.