

REVISTA OFICINA

Agosto-Octubre 12 Ed. 250



EDICIÓN DE ANIVERSARIO



MEDIO SIGLO DE HISTORIA



Decra[®]

TEJAS DE ACERO GRAVILLADAS

ESTÉTICA ÚNICA,
ATRACTIVO ESTILO CLÁSICO

Beneficios:

- Protección total contra las inclemencias del tiempo
- Elaboradas con los más avanzados procesos tecnológicos
- Acertada combinación de estética, solidez, protección y durabilidad
- Ahorro en estructura de techos por el bajo peso
- Variedad de colores para su elección

Mexichem Costa Rica S.A.
(506) 2209-3400 • www.mexichem.cr
La Asunción de Belén. Heredia.



Documentar medio siglo de historia

La revista del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos es una publicación que recoge no solo la historia de nuestro colegio profesional, sino también retrata y describe los cambios más notorios de la ingeniería y de la arquitectura en las últimas décadas.

En este número se cumplen doscientas cincuenta ediciones publicadas, desde 1958 hasta la fecha. Su existencia a través de todos estos años la convierte en una revista que documenta la historia del CFIA y representa el esfuerzo de muchos profesionales que han dado su valioso aporte para una producción de alta calidad.

La edición 250 de julio-setiembre de 2012 es una publicación especial, que hace un repaso por la evolución de las técnicas y las herramientas en el ejercicio profesional de la ingeniería y de la arquitectura, que han permitido mejoras constantes en el desarrollo de ambas profesiones en nuestro país.

Los cambios que han surgido en los últimos cincuenta años responden a la modernización de los procesos, especialmente por la influencia de las tecnologías de la información y el uso que los profesionales les han dado.

Bien decía el arquitecto Édgar Vargas Vargas, Presidente del Colegio de Ingenieros y Arquitectos (antes de convertirse en el CFIA), en su discurso pronunciado en un homenaje a los ingenieros Espíritu Salas y Carlos Espinach realizado en 1958: *"en realidad la profesión (...) es transformar los materiales y recursos primarios, mediante los adelantos de la técnica en beneficio del hombre"*.

Sus palabras son un eco para los profesionales del siglo XXI. La visión del Arq. Vargas corresponde a una época en la cual el país despegaba hacia un modelo de desarrollo en infraestructura, y el aporte de la ingeniería y de la arquitectura era fundamental en este proceso.

Cincuenta y cuatro años después su discurso sigue vigente. La tecnología es muy diferente a la de aquel momento, pero el concepto de la responsabilidad profesional sigue manteniéndose intacto hasta la fecha.

El objetivo es que nuestros lectores aprecien los avances que hemos tenido y que los sepan aprovechar para el bien de la sociedad costarricense.

Consejo Editor



CONSEJO EDITOR



Colegio de Ingenieros Civiles [CIC]
Ing. Oscar Saborío Saborío
ossasa@cfia.cr



Colegio de Arquitectos [CA]
Arq. Carlos Laborda Cantisani
claborda@cfia.or.cr
Arq. Ana Grettel Molina González (Suplente)
amolina@cfia.cr



**Colegio de Ingenieros Electricistas,
Mecánicos e Industriales [CIEMI]**
Ing. Miguel Golcher Valverde
miguel.golcher@fsa.cr
Ing. Laura Somarriba Soley (Suplente)
lasomasol@gmail.com



Colegio de Ingenieros Topógrafos [CIT]
Ing. José Joaquín Oviedo Brenes
joviedo@cfia.or.cr



Colegio de Ingenieros Tecnólogos [CIT]
Ing. Julio Carvajal Brenes
citec@cfia.cr

REVISTA CFIA

Director Ejecutivo CFIA
Ing. Olman Vargas Zeledón
ovargas@cfia.cr

Departamento de Comunicación

Jefatura
Lic. Graciela Mora Bastos
gmora@cfia.cr

Diseño Gráfico
Msc. María Alejandra Sandino García
asandino@cfia.cr

Redacción
Cristina Carmona López
ccarmona@cfia.cr
Asistencia
Karen Castro Barahona
kcastro@cfia.cr

Publicidad
Lic. Marcela Matarrita
mmatarrita@cfia.cr

**Colegio Federado de Ingenieros y
de Arquitectos de Costa Rica**

Tel: (506) 2202-3900
Fax: 2281-3373
Apartado: 2346-1000
Email: revista@cfia.or.cr
www.cfia.or.cr

Fotografía de portada:
Archivo CFIA



@CFIACR

Circulación 2000 ejemplares impresos y 18000 ejemplares digitales distribuidos gratuitamente a miembros colegiados del CFIA, empresas constructoras y consultoras adscritas. El contenido editorial y gráfico de esta publicación sólo puede reproducirse con el permiso del Consejo Editor. Las opiniones expuestas en los artículos firmados no necesariamente corresponden a la posición oficial del CFIA. El CFIA no es responsable por los mensajes divulgados en los espacios publicitarios.

CONTENIDO



[8] AVANCES

De la regla de cálculo a la computadora

[12] HISTORIA

La Arquitectura del siglo XX en Costa Rica

[16] EVOLUCIÓN

Evolución de técnicas de dibujo para el diseño reta a jóvenes profesionales

[20] TECNOLOGÍA

La tecnología que cambio el mundo de las comunicaciones

[23] PASADO

Una mirada hacia la Costa Rica de hace 60 años



[24] ELECTRICIDAD

País se afianza en el negocio de la electricidad con fuentes propias

[28] MANTENIMIENTO

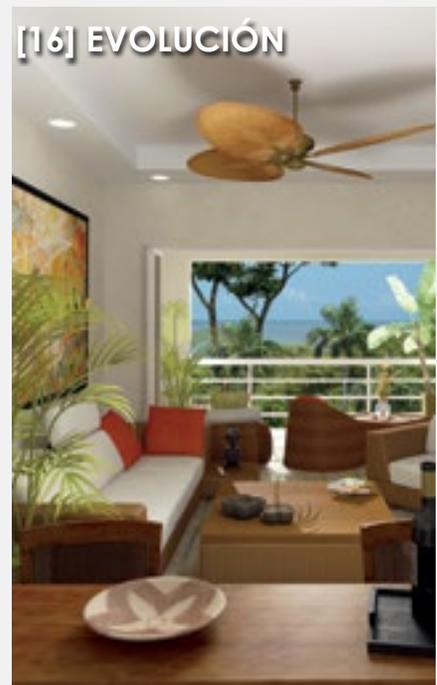
Mantenimiento predictivo: Aportando valor a la ingeniería de mantenimiento

[32] ESPECIALIZACIÓN

Largas filas se acortan gracias a la Simulación

[36] TIEMPO

Topografía: base de las ingenierías



ADEMÁS:

[3] EDITORIAL

[6] CARTAS

[8] CFIA EN LA PRENSA

AHORA
TODAS LAS
SOLUCIONES
EN UNA SOLA
LLAMADA
SIN COSTO



800.BTICINO

800.2842466

- Asesoría técnica
- Servicio post-venta
- Información
- Cotizaciones

www.bticino.cr



Diseños originales para ambientes de gran belleza

Papel tapiz italiano de alta calidad.
 Bellísimas e innovadoras colecciones. Lavables, resistentes a la luz solar, durables y con alta resistencia al fuego.



Presupuestos y asesoramiento en cualquier parte del país
 Tels. 2257-7826 / 2221-8250 • www.cortinas-costarica.com



LE OFRECEMOS UN ESPACIO
 PARA QUE ANUNCIE SU EMPRESA
 O SERVICIO A TRAVÉS DE:

REVISTA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 CFA MAIL (SEMANAL)
 BITÁCORA (MENSUAL)

PAUTE
AQUÍ

Contacto:

TEL: (506) 2202-3900 EXT. 3946
 CORREO ELECTRÓNICO: ASANDINO@CFA.CR

Restricción vehicular en el anillo de circunvalación

Transcribimos una carta enviada al señor Ministro de Obras Públicas y Transportes a.i., Rodrigo Rivera Fournier, por la Asociación de Ingenieros Civiles del MOPT el pasado 21 de agosto del 2012. Esta nota también fue remitida a la Dirección Ejecutiva del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos.

El Decreto Ejecutivo n.º 35379-MOPT (Alcance n.º 28 de la Gaceta n.º 139, de 20-7-2009)* y sus reformas, estableció la restricción vehicular que se aplica en el Área Metropolitana de San José. Independientemente de las bondades que esta medida pudiera tener, su principal objetivo práctico ha sido la prohibición de ingreso de vehículos de motor a la zona cubierta por el anillo conformado por la vía de circunvalación y la carretera que discurre de Calle Blancos a La Uruca (que llamaremos Anillo de Circunvalación), en tanto que esta ha sido considerada la zona más congestionada de nuestro país.

Datos permanentes de la autoridad comercializadora de combustibles nos alerta del poco efecto de esta medida en el consumo de aquellos, con lo que la restricción no está contribuyendo efectivamente a lograr una reducción de las emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles, ni de los gases efecto invernadero.

Si bien el Ministerio ha supuesto a lo largo de estos años que dicha política restrictiva lograría un efecto ambiental positivo, una reducción de la factura petrolera y una reducción del congestionamiento en la zona restringida, al menos en los dos primeros casos (el primero tiene que ver con la salud de las personas) las autoridades competentes nos alertan que no ha sido así.

Este efecto de choque entre el resultado posible y el concreto nos lleva a plantear una hipótesis. Mientras la circulación por el anillo de circunvalación antes mencionado forme parte de la zona de restricción vehicular los objetivos fundamentales del Decreto Ejecutivo no se cumplirán. Es cierto que relativamente circulan menos vehículos por esa zona, pero los niveles de congestionamiento siguen siendo importantes en la misma, lo mismo que, como hemos resultado, los niveles de contaminación del aire y el consumo de combustibles en el país.

El anillo de circunvalación es una vía colectora y distribuidora del flujo vehicular de nuestra Área Metropolitana (una especie de vía rápida de gran extensión) que se desplaza, principalmente, hacia vías, siendo estas vías congestionadas innecesariamente, agravando los efectos que se pretenden evitar con el Decreto Ejecutivo de marras.

Para nadie es un secreto que las vías abordadas por el tránsito desplazado del anillo de circunvalación son vías angostas, con poca o ninguna infraestructura vial para absorber el flujo que las utiliza y, lo más preocupante, en su mayoría están ubicadas en sectores residenciales. Resultado: los niveles de congestionamiento por estas zonas residenciales se han elevado y los tiempos de viaje se han alargado, en consecuencia el consumo de combustibles también lo ha hecho y las emisiones de contaminantes al aire procedentes de fuentes móviles son mayores. Así nos damos cuenta que los períodos de horas pico se han extendido considerablemente, y no por la prohibición de ingreso al área inscrita, sino por la prohibición de circular por el anillo de circunvalación que, como ya anotamos, es una vía colectora y distribuidora del flujo vehicular.

Además, al ser vías angostas con construcciones laterales se provoca una mayor concentración de las emisiones contaminantes y del tiempo de exposición a ellas por parte de las personas, pues no se tiene amplitud suficiente de área despejada para que el viento aleje estas emisiones, una situación alta y absolutamente dañina para la salud humana.

Por el contrario, el anillo de circunvalación genera mayor fluidez del tránsito por la mayor cantidad de carriles para circular y su amplitud permite que las emisiones de contaminantes sean transportadas por el viento con mayor rapidez y que, como resultado de una mayor densidad arbórea en todo su recorrido, se facilite la absorción de gases efecto invernadero. Adicionalmente, tiene que generarse una reducción del consumo de combustibles al poder utilizar los vehículos el anillo de circunvalación en vez de vías de mayor complejidad para circular.

Basados en lo que hemos expuesto, solicitamos a su autoridad, que se elimine el anillo de circunvalación descrito del Decreto Ejecutivo n.º 35379-MOPT y se libere a esta vía de la restricción vehicular en vigencia.

Atentamente,

Dr. Héctor Arce Cavallini

Presidente de la Asociación de Ingenieros Civiles del Ministerio de Obras Públicas y Transportes

*Este Decreto Ejecutivo fue derogado al entrar en vigencia la nueva Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial el pasado 26 de octubre. El 26 de octubre entró a regir el nuevo Decreto de Restricción Vehicular No. 37370-MOPT, que mantiene la prohibición de transitar por el anillo de Circunvalación.

Consultas técnicas acerca del terremoto de Nicoya



La comisión evaluadora recorrió cada rincón del estadio para constatar su estado. MARYVY CABRACA

El Estadio Nacional es seguro para el juego de esta noche

- ▶ Fuerte sismo del miércoles no afectó la estructura del Coloso de La Sabana
- ▶ Si se venden todas las entradas, como se prevé, Federación haría €475 millones

Harold Leandro C.
leandro@nacion.com



Los seleccionados mexicanos se solidarizaron con los afectados por el terremoto. Así lo hicieron ver en el Estadio Nacional. MARYVY CABRACA

Una comisión de expertos aseguró que el Estadio Nacional está en óptimas condiciones para el partido de hoy frente a México.

ayer el Coloso de La Sabana, luego de que el miércoles a las 8:42 a. m. ocurriera un terremoto en nuestro país con una intensidad de 7,6 magnitud momento (MW).

La comisión estuvo integrada por representantes del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, la administración del Estadio Nacional y el Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (Icoder).

Luego de recorrer el estadio, el ingeniero Roy Acuña, de la Comisión Código Sísmico del Colegio de Ingenieros, ratificó que no existe un riesgo que haga dudar del buen estado del inmueble.

"Después del recorrido, con to-

Detalles

Apertura. El Estadio Nacional abrió a las 4 p. m.
Tránsito. El operativo más fuerte se inició a las 2 p. m.
Tiempo: A inicios de la noche podría haber lluvias leves. Para la hora del partido, la posibilidad de lluvia es mucho más baja.

da propiedad podemos señalar que no hay un deterioro que ponga en riesgo la operación del Estadio.

"Hubo daños leves, vidrios quebrados o fisuras en paredes secundarias, pero no se evidenciaron daños en la estructura principal", sostuvo Acuña una vez concluida la gira de inspección.

Esto confirmó la versión que sostuvo el miércoles, minutos del

terremoto, Edgar Barrantes, gerente del Estadio Nacional.

Pocas entradas. Rodolfo Villalobos, tesoroero de la Federación Costarricense de Fútbol (Fedefutbol), afirmó ayer que solo quedaban 2.300 boletos para el juego de hoy.

"Hoy (ayer) por la mañana hicimos el último corte y solo quedaban una 2.300 entradas, lo que hace presumir que se venderán todas las localidades", aseveró el dirigente.

Ayer, unos 70 revendedores ofrecían boletos en las cercanías del Nacional con un sobrepago de €5.000. → **VER RECUADRO DE LA PÁGINA 28.**

La Fedefutbol puso a disposición de los aficionados 31.000 entradas y, según Villalobos, si se venden todas, dejarían en las arcas federativas \$860.000 (€475 millones). ■



COMENTARIOS DE facebook

Luego del terremoto, recibimos decenas de comentarios de agradecimiento en el muro de Facebook del CFIA. Transcribimos algunos de ellos.

1. Reciban mi más profundo y sincero agradecimiento en nombre de las madres costarricenses. Ustedes los ingenieros y arquitectos de nuestra bella Costa Rica son hoy los héroes silenciosos que con su trabajo diario construyen hogares, edificios seguros. En otras latitudes, con terremotos más pequeños, tuvieron miles y miles de muertos y nosotros. Sigamos trabajando a conciencia, que Dios los bendiga y les de mucha prosperidad.

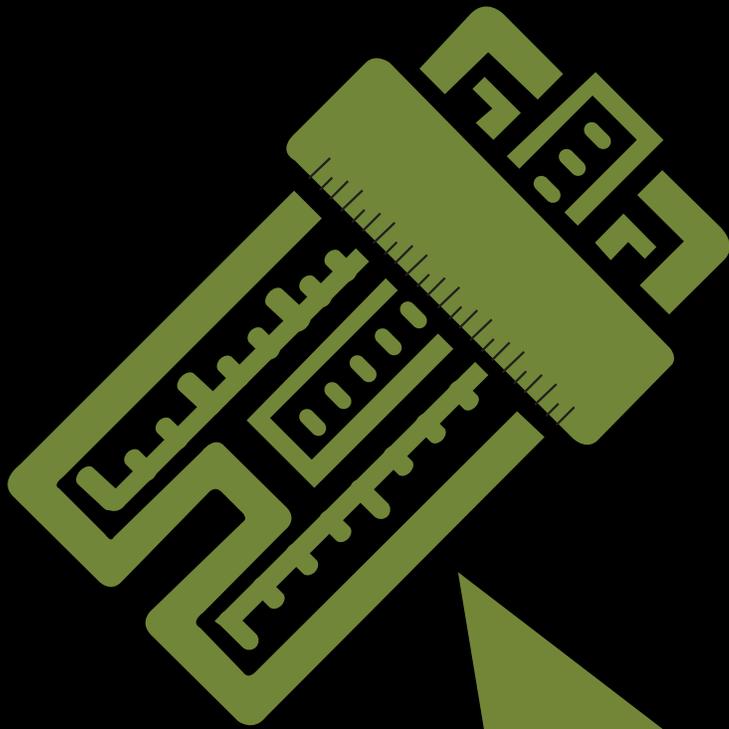
Xinia Salazar.

2. Gracias al CFIA y a todos los que adquieren el Código. En días como hoy, ustedes son nuestros héroes. Lástima por aquellos que juegan con la vida de los demás, pasando de largo estas normativas.

Gabriela Bolaños

3. No me he cansado de comentar la calidad de la construcción en nuestro país, es lo que evito una verdadera tragedia. Gracias a los ingenieros y arquitectos que responsablemente ejercen su profesión, para beneficio de Costa Rica.

Érika Jiménez.



DE LA REGLA DE CÁLCULO A LA COMPUTADORA

Cristina Carmona, Comunicación CFIA

Los avances de la computación en los últimos décadas han permitido que el análisis estructural se haga cada vez más rápido, con resultados más precisos y con una diversidad de opciones visuales para analizar cada detalle de una estructura. La Revista del CFIA hace un repaso de esta evolución en los últimos cincuenta años.



“La primer clase de matemática en la universidad era el uso de la regla de cálculo. Tenían una inmensa en la pizarra”, recuerda el Ing. Fernando Cañas, ex Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles (1982-1984) sentado en una silla en la sala de su casa, mientras repasa sus años como estudiante en la Universidad de Costa Rica en 1952.

Su generación fue una de las primeras en ingeniería civil en el país, que tuvo la responsabilidad de construir las primeras obras del Estado en las décadas de los cincuentas y sesentas, con herramientas muy rudimentarias, pero útiles en su momento.

La regla de cálculo fue una de ellas. Algunas eran de bolsillo, basadas en logaritmos, que permitían realizar operaciones aritméticas para el cálculo de estructuras.

“La regla era una herramienta personal imprescindible para el ingeniero; le permitía hacer operaciones que estaban fuera del alcance de las demás personas; cuando aparecieron las calculadoras de bolsillo con capacidad de memoria y de resolver las ecuaciones usuales, la regla de cálculo fue superada en su funcionalidad y pasó a ser un instrumento decorativo”, manifestó el Ing. Miguel Somarriba, ex Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles (1988-1990).

Ahora este instrumento es desconocido para las nuevas generaciones, pero jamás se podrá subestimar su valor como una herramienta clave en el trabajo de los profesionales en ingeniería y en arquitectura, que aportaron todo su conocimiento en la construcción de grandes obras en Costa Rica en las décadas de los sesentas y setentas, cuando el país abrió las puertas a un nuevo modelo de desarrollo.

Posterior a la regla de cálculo, vinieron las calculadoras, las cuales permitían resolver operaciones más rápidamente. Pero años más tarde fueron reemplazadas por la computadora y sus programas de análisis estructural.

“Sin la computadora no se podría hacer nada, no estamos preparados para eso”, afirma el ingeniero Hernán Barrantes Vargas, quien se incorporó al CFIA en el 2008, mientras realiza la simulación de un sismo en su computadora. Su generación pertenece al siglo XXI; donde la tecnología crece a pasos agigantados y abre paso a nuevos cambios y retos para el futuro.

Actualmente, la ingeniería y la arquitectura en Costa Rica cuentan con herramientas tecnológicas muy avanzadas, que permitieron pasar de la libreta de apuntes a la computadora, para realizar todo tipo de cálculos y análisis en cuestión de días, horas o incluso minutos.

En la década de los años sesentas se tardaban hasta seis meses en el análisis y diseño de un edificio de ocho pisos con reglas de cálculo, mientras que ahora el plazo se reduce a semanas. Todas estas herramientas son un plus que tienen las generaciones actuales, pero requirió de un proceso muy complejo para que en Costa Rica se introdujeran los primeros software en la década de los ochentas.



Programas de análisis y diseño estructural como el Structural Analysis Program (SAP en sus siglas en inglés) o el Extended Tridimensional Analysis of Building Systems (ETABS por sus siglas en Inglés) y programas de Dibujo Asistido por Computadora (CAD en sus siglas en inglés) como el AUTOCAD, Bricscad o Vector, son algunos de los programas más comunes en el mercado actualmente, que permiten realizar el diseño civil y arquitectónico de una forma ágil y eficiente.

Además, existen programas de hojas electrónicas como Excel, que permiten programar ecuaciones matemáticas y hacer cálculos repetitivos para una cantidad de datos muy grande, de forma automática.

“Con el AUTOCAD es muy sencillo, se evita hacer dibujos a mano, con regla o a escala. Y el SAP permite hacer todos los análisis y modelos estructurales, donde se ahorra el trabajo de forma increíble. Por ejemplo, hacer los diseños de un edificio de dos plantas a pie es un trabajo enorme, pero en la computadora duraría un par de días”, explica el Ing. Barrantes.

Una de las ventajas de estos programas es que son muy amigables con el usuario, desde su operación y manipulación, hasta las posibilidades que ofrece para modelar un edificio en 3D.

Existen otros programas como el CivilCAD, enfocado al análisis de volúmenes de tierra, y el MATHCAD, que sirve para programar ecuaciones matemáticas, similar al Excel, con hojas de cálculo que brinda resultados de forma automática y el ETABS, que es para el análisis tridimensional, diseño e incluso el detallado en planos DWG de edificios o el SAFE que permite el análisis, diseño y dibujo de losas flotantes de fundación y entrepisos con y sin postensión.

Esta tecnología ha permitido que los profesionales desarrollen sus proyectos en tiempos récord, con cálculos más precisos y con facilidades en el diseño que solo son factibles gracias a la computadora.

“Es indudable que en los próximos años se verán avances todavía mayores sobre todo en el campo del modelaje, en donde los resultados de la obra concebida podrán replicarse a escala en forma virtual y someterse a cantidad

de pruebas, para corroborar su funcionamiento, incluso antes de que sean realizados los documentos gráficos necesarios para la dirección y ejecución de la obra”, aseveró el Ing. Miguel Somarriba.

“El desarrollo de las computadoras le permitió al profesional realizar cálculos muy complejos y poder alcanzar resultados que por el número de variables involucradas no podrían ser realizados sin ese instrumento”, agregó Somarriba.

La Ing. Gloriana Álvarez, de la empresa FSA Ingeniería y Arquitectura, tiene siete años de trabajar en el campo de la ingeniería civil, y manifiesta que todas las facilidades actuales permiten cumplir con plazos exigidos por el cliente.

El Ing. Roy Acuña, Presidente de la Comisión del Código Sísmico, añadió que la tecnología permite hacer correcciones de una forma muy rápida en los planos, ya que antes se tenían que desechar todas las láminas para volverlas a hacer de nuevo. Añadió que los modelos estructurales también han tenido un gran impacto gracias a la computación.

Según el Ing. José Luis Barzuna, distribuidor de este tipo de software, el inicio de ventas en el país de los programas SAP y ETABS comenzó en 1983, gracias a la popularización de las computadoras personales (PC) en Costa Rica en el inicio de los años noventa el uso de los programas también se generalizó.

“La computadora más barata que podría correr un programa de estructuras antes de las PC costaba 80 mil dólares; eran poco accesibles para los profesionales en países avanzados e imposibles de acceder para los profesionales en nuestro medio”, afirmó este ingeniero.

“Los programas de análisis estructural requieren de computadoras con capacidad de realizar operaciones matemáticas de punto flotante en doble precisión. En la década de los 80, antes de la PC, se requería de una computadora tipo “main frame” del tamaño de un cuarto para lograr realizar un análisis estructural de un proyecto”, añadió el Ing. Barzuna.

Algunas empresas costarricenses optaban por la contratación de análisis en el extranjero, a países como

Evolución de las herramientas de cálculo en Costa Rica

Alemania o Estados Unidos. El proceso consistía en enviar tarjetas con los datos de entrada, para recibir de vuelta los resultados con el análisis y cálculo estructural.

Para 1983, se empezó a comercializar en Costa Rica el SAP y el ETABS. En 1986, se logró ejecutar exitosamente el análisis del edificio de las oficinas centrales de la CCSS, con el ETABS, en tan solo 76 horas de ejecución en una PC XT.

Hoy día ese mismo análisis tomaría una semana preparando la entrada de datos en el ambiente gráfico y apenas unos minutos en ejecución.

Más allá de la tecnología

Los profesionales consultados por la Revista del CFIA, admiten que la computación dio un giro de 180 grados en cuanto a herramientas de cálculo, pero es el profesional el que debe tomar las decisiones.

"El resultado correcto no es resultado de la gran capacidad del programa o la computadora que se use, sino de la capacidad para introducir la información correcta tanto en valor como en magnitud, conocer las limitaciones del programa en uso y saber apreciar cuando el resultado se ajusta al objetivo perseguido", manifestó el Ing. Somarriba.

Daniel Saborío es un ingeniero civil graduado en el 2012, quien tiene claro que los programas de computadora son solo una herramienta, pero la comprobación de datos a través de la rigurosidad técnica y los conocimientos en ingeniería están muy por encima de la tecnología. *"Los profesionales tenemos que verificar que los datos y el proceso que uno hace a través de la computadora sean los correctos, para que los resultados sean correctos",* agregó.

1940-1965

Las primeras generaciones de ingenieros y arquitectos graduados en el país utilizaron la regla de cálculo, que se basaba en logaritmos.

1965-1980

Salen al mercado las primeras calculadoras de bolsillo, que permitían resolver ecuaciones más rápido.

1980

Están disponibles las primeras calculadoras alfanuméricas, que permiten niveles básicos de programación.



1983

Se distribuye el primer software de la marca CSI con los programas SAP y ETABS en el país para el cálculo de estructuras.

Década 1990

Se distribuye el primer software de la marca CSI con los programas SAP y ETABS en el país para el cálculo de estructuras.

2000 en adelante

El uso de la computadora es masivo. Se diversifican los programas de diseño y se hacen más amigables con el usuario.

Fuente: Profesionales consultados por la Revista.

LA ARQUITECTURA DEL SIGLO XX EN COSTA RICA

Ileana Vives Luque, Arquitecta
del Centro de Investigación y
Conservación del Patrimonio Cultural,
Ministerio de Cultura y Juventud.

Explicar de manera sucinta el desarrollo de la arquitectura en Costa Rica, durante el siglo XX y el presente inicio del siglo XXI, requiere al menos reconocer tres momentos importantes:

- Permanencia de los lenguajes estilísticos y conceptos espaciales provenientes de la influencia historicista en el siglo XIX y primeras décadas del siglo XX.
- Advenimiento y asimilación de la influencia del llamado movimiento moderno, que caracterizará la arquitectura del siglo XXI en nuestro país.
- Regionalismo crítico y nuevos paradigmas en la arquitectura del siglo XXI.

Previo a explicar los puntos antes señalados, es preciso dejar en claro, que nuestra arquitectura no encaja precisamente en los estilos universales propiamente dichos, lo nuestro ha sido siempre una incorporación, interpretación y adaptación de modas y tipologías foráneas, a partir de las cuales hemos desarrollado nuestras propuestas locales.

El siglo XIX, especialmente a partir de las primeras exportaciones de café realizadas en la década de 1830, ve incrementar el número de nuevas construcciones conforme la figura del Estado se consolida en el ámbito político, económico y simbólico. Paralelamente, sucede el advenimiento y desarrollo de capitales privados, los que requirieron de nuevos programas arquitectónicos para satisfacer sus funciones, así se vio construir nuevos edificios para bancos, hoteles y almacenes comerciales, entre otros.

Palacio Nacional, ingeniero Franz Kurtze, 1855. En el ámbito público edificios como el Palacio Nacional (1855) incorporaron la tradición de utilización de lenguajes arquitectónicos de influencia historicista para materializar los proyectos que vendrían a representar las expectativas del pensamiento liberal imperante. De esta forma el Estado inicia la construcción y la consolidación de su imagen y se hace representar a través de lenguajes incorporados, portadores de significados culturalmente aceptados, cuya interpretación y ajuste reflejará la creatividad de los diseñadores y los constructores de edificios locales. En el ámbito privado, el desarrollo de la economía agroexportadora hará posible la inversión en la construcción de inmuebles de gran significación en la emergente ciudad capital, como el Almacén Steinworth (1907), el antiguo Banco Anglo Costarricense (1913), el desaparecido Hotel Francés y la Ferretería Macaya (1906), por citar algunos ejemplos.

Como es de notar, en todos ellos se empleó estilísticamente la influencia de los lenguajes historicistas, pero no únicamente en el aspecto formal, sino además en el aspecto espacial, entendiéndose en ese momento que, la función se debía de ajustar a la forma, comprendiéndose además que la composición arquitectónica de los espacios funcionales consistía en realizar una sumatoria de ellos (espacio 1 + espacio 2 +...etc.).

Es con el advenimiento de la arquitectura de influencia moderna, especialmente a partir de mediados del siglo XX, que ocurrirá un cambio significativo en la manera de comprender y hacer arquitectura. Esta revolución la materializó la aplicación del concepto del espacio unitario o planta libre, como uno de los principios fundamentales de este movimiento. A partir de entonces, el ornamento agregado o decoración añadida y el espacio compartimentado serán concepciones superadas por la nueva arquitectura.

El nuevo lenguaje abogará por el uso de las volúmetrías puras, el empleo de la luz natural como componente primario de la nueva concepción, la integración con el entorno inmediato y la honestidad en el manejo de los materiales. Aunque en nuestro país las primeras experiencias modernas se dieron con trabajos pioneros como la Casa Cubero (1933) del arquitecto alemán Paul Ehrenberg, es hasta en la década de 1950 que se da su verdadera difusión como lenguaje representativo del cambio en todos los órdenes que trae consigo la revolución armada de 1948, especialmente lo que se refiere a la arquitectura construida por el Estado.

Resulta importante destacar el trabajo pionero de arquitectos nacionales como Enrique Eduardo Maroto y Rafael (Felo) García. Sus proyectos en esta materia trascendieron el plano estrictamente formalista, comprendiendo a cabalidad la verdadera dimensión del cambio sustancial que significaba el movimiento moderno para la arquitectura del siglo XX.

En las obras de los arquitectos en el período señalado, se verifica con suficiente claridad su carácter experimental, visualizando soluciones para problemas a nivel local, a su vez que logran materializar los cambios radicales que en materia espacial y formal caracterizaron al lenguaje moderno: "la construcción dejaba de ser una serie de cajas y cajas dentro de cajas, para hacerse cada vez más abierta, más consciente del espacio, con un exterior que entraba cada vez más, en tanto que el exterior salía progresivamente, (...) hasta que tuvimos prácticamente un nuevo plano de construcción, que acostumbra a llamarse plano abierto".

El Estado por su parte llevó a cabo obras de trascendencia nacional que acabaron por consolidar y arraigar en el imaginario colectivo el empleo de la influencia moderna en la arquitectura de carácter público, siendo ejemplo de lo anterior, edificios como las facultades construidas en las décadas de 1950 y 1960 en la Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", los edificios multifamiliares Calderón Muñoz (1954), el antiguo Banco Anglo Costarricense (1960), el edificio del Banco Central de Costa Rica (1963), el Hospital Nacional de Niños (1964), el edificio de la Caja Costarricense del Seguro Social (1966), el conjunto de edificios del Poder Judicial (1966), entre otros.

Materializar la vanguardia arquitectónica y hacerla coincidir con la memoria arquitectónica local y el contexto

natural específico, fue la relación dialéctica que debieron enfrentar los trabajos de los arquitectos de entonces y los de ahora, aspirando a generar una síntesis que estructurara la nueva arquitectura. Esta experiencia de época constituyó un aporte enriquecedor que viene a sumarse al cúmulo de características que definen nuestra memoria e identidad, así como una particular manera de entender y de aplicar lo que de otras latitudes llegó o trajimos hasta nosotros, lo cual implicó en el tema que nos ocupa, dejar de entender el concepto "arquitectura" como un asunto estrictamente estético.

La arquitectura de influencia moderna generada a partir de la década de 1950, llegó a alcanzar un alto grado de generalización en nuestras ciudades, constituyó una época de realizaciones nuevas y audaces, que recorrió temas arquitectónicos inéditos, tanto en lo plástico, en lo espacial, como en lo técnico, material y constructivo, tratando de conciliar los principios básicos que deben impregnar el proyecto arquitectónico: el objeto arquitectónico no debe salirse de su tiempo (modernidad), de su espacio (regionalidad) ni dejar de expresar los valores culturales que le son propios (identidad). Es preciso comprender el movimiento moderno no como una simple posición formalista y circunstancial, sino como una expresión que respondió a las necesidades y aspiraciones de la sociedad de su época.

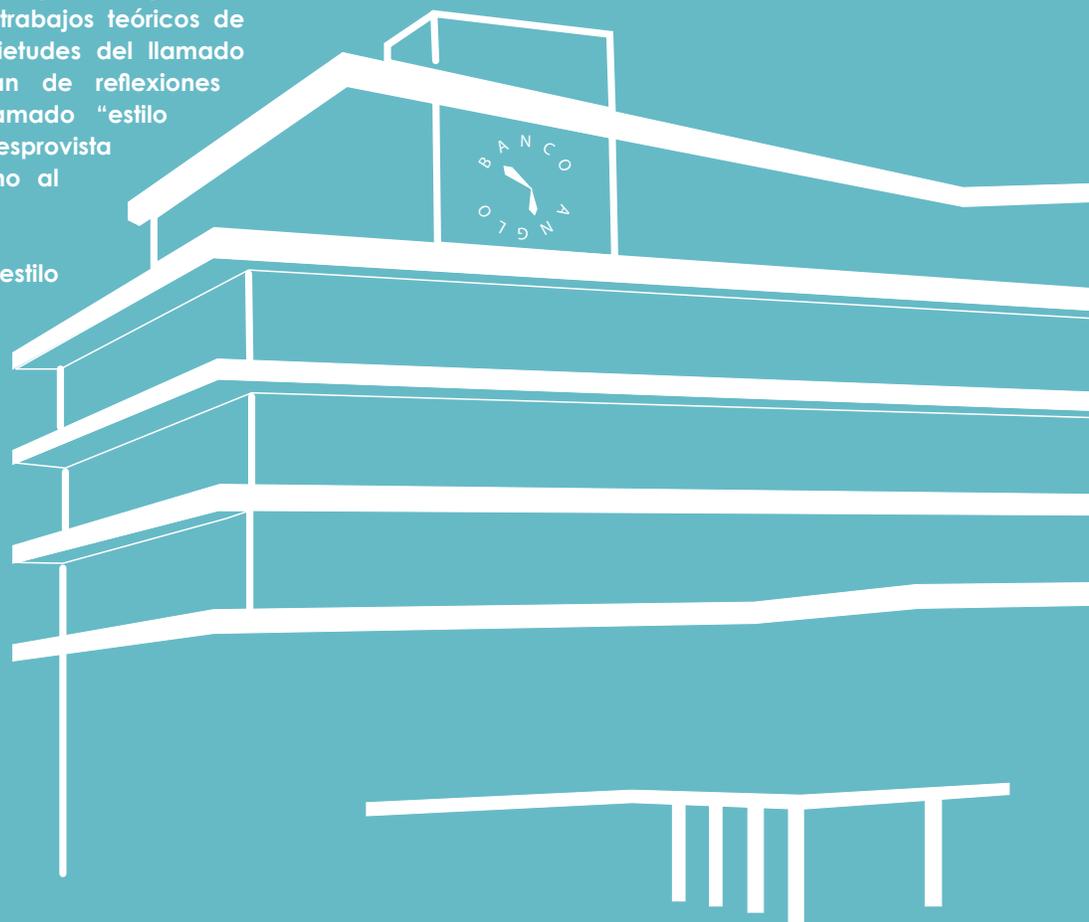
En la década de 1970 de igual manera que en el pasado, se incorporaron principalmente de trabajos teóricos de arquitectos suramericanos, las inquietudes del llamado regionalismo crítico, que consistían de reflexiones y críticas en relación con el llamado "estilo internacional" o versión comercial, desprovista de reflexión y crítica que sobrevino al movimiento moderno.

Explicado en otros términos, el estilo internacional fue la versión desprovista de reflexión y crítica con que se exportó al mundo los principios formales y espaciales del movimiento moderno, por lo que el regionalismo crítico desarrolló una postura revisionista que aspiraba a "localizar" el proyecto con mayor propiedad, privilegiando aspectos locales

específicos como la cultura, la memoria e identidad local y el contexto natural con sus particularidades climáticas y paisajísticas.

De este nuevo enfoque, más sentido que desarrollado, es que surgen las tendencias e inquietudes contemporáneas que incluyen nuevos aspectos como la sostenibilidad del proyecto y su ambiente o arquitectura bioclimática y los temas vinculados con la memoria y la identidad local, en un franco reconocimiento de que la principal forma de dependencia que podríamos padecer es no conocer nuestra propia realidad, aspecto que anula la posibilidad de poder explicarnos a nosotros mismos utilizando criterios procedentes de nuestra propia realidad y experiencia.

Edificio Tribu, 2006. Arquitecto Bruno Stagno. Permanencia y cambio no constituyen aspectos excluyentes en el proyecto. En tanto una idea arquitectónica permanezca abierta al diálogo con la realidad sociohistórica, continuará generando conceptos e instrumentos capaces de renovarse a sí mismos y producir nuevas orientaciones, a partir de un trabajo de análisis y crítica reflexiva abierta.



Tenemos la última tecnología en fabricación de ductos para el aire acondicionado



El sistema P3ductal consta de paneles "sándwich" fabricados con un aislante de poliuretano revestido de aluminio; además de todos los accesorios, herramientas y el "know-how" necesarios para la perfecta construcción e instalación de los ductos en cualquier ambiente.



Ventajas >>

- Poco peso y facilidad de construcción.
- Seguridad en caso de incendios y terremotos.
- Eco-sostenibilidad y ahorro energético.
- Higiene y calidad del aire.



REPRESENTANTE PARA COSTA RICA:
Corporación J. J. C. Altair, S. A.
www.corporacionaltair.com >>



Tels. (506) 2296-3376 y 2296-5206 • E-mail: altair.cperera@ice.co.cr

¡EL CAMBIO ES AHORA!



Edificios Prefabricados en Metal

**Diseñados en Costa Rica
Importados desde Estados Unidos**

- **Montaje rápido y bajo costo.**
- **Soporte técnico local**
- **Ventas Locales y Servicio de Montaje**
- **Adaptable a distintos acabados:**
 - Láminas de Metal
 - Mampostería o Muro Seco
 - Paneles de Concreto Prefabricados
 - Vidrio
 - Aleros - Precintas



*San Pedro de Montes de Oca
Tel: 2224-6133 Fax: 2280-6973
e-mail: deanqr@ice.co.cr
www.DeanSteelBuildings.com*



Oficinas - Bodegas - Comercio - Gimnasios - Iglesias - Escuelas

Evolución de técnicas de dibujo para el diseño reta a jóvenes profesionales

Cristina Carmona, Comunicación CFIA

La herramienta más fuerte de expresión gráfica actual de los profesionales en ingeniería y en arquitectura se resume en una sola palabra: computadora. Este instrumento ha revolucionado el mundo y con ello muchas otras técnicas que para algunos han quedado atrás, pero para otros no se pueden olvidar.

Para las décadas de 1960 y 1970 eran comunes las mesas de dibujo, los grafitos, las reglas, las escuadras y hasta las plantillas "leroy" en las oficinas de ingeniería o de arquitectura; ahora es un teclado, un monitor y un "mouse".

El diseño arquitectónico pasó de utilizar herramientas manuales a digitales, pero muchos profesionales con gran experiencia en el campo opinan que los jóvenes de hoy en día deben convivir con ambas técnicas, para que la creatividad no se limite a lo que la computadora puede hacer.

Esta brecha generacional tiene grandes beneficios en cuanto a rapidez y eficacia, pero responde a cambios muy abruptos en el campo de la ingeniería y de la arquitectura, sobre todo en la técnica del diseño por computadora y el uso de esta herramienta para la expresión artística.

Animaciones, modelados en tres dimensiones y maquetas virtuales son algunos ejemplos de la expresión en el diseño que puede hacer un profesional gracias a las herramientas actuales.

Para la Arq. Déborah Picado, funcionaria del CFIA, quien ha tenido a su cargo anteproyectos como los Centros de





Cuido y Desarrollo Infantil, la Nueva Cinchona y el Centro de Paz Social en Comunidades de Garabito, el dibujo a mano es imprescindible para las etapas de concepción del proyecto, ya que el arquitecto plasma mejor sus ideas a través del grafito, pero que en aspectos como la presentación de anteproyectos, la computadora resulta ser insustituible.

“Los programas permiten movimiento, luz y fotorrealismo en los renders, algo que antes no se podía hacer”, afirma esta profesional.

Por otro lado, expertos consultados por la revista concuerdan en que la tecnología facilita las correcciones de planos, mejora la presentación de los proyectos y optimiza el proceso de aprobación entre las partes, pero también consideran que limita la creatividad que se tenía décadas atrás frente a una mesa de trabajo.

El artista Francisco Arana, quien ha trabajado por más de treinta años en el campo del dibujo arquitectónico, opina que desde el punto de vista del cliente, “los anteproyectos hechos a mano permitían dejar mucho para la imaginación. Ahora la computadora lo da todo, el movimiento, las personas, los colores, y muchas otras”.

Por otro lado, el Arq. Abel Castro, colaborador del Colegio de Arquitectos, piensa que existen grandes facilidades tecnológicas para desarrollar el trabajo hoy en día, pero eso no implica que el trabajo se haga mejor o más rápido.

“La computadora es una herramienta, no es una solución para un diseño. Por lo tanto la herramienta se vuelve un lenguaje, se hace más vago, una limitante para diseñar”, añade.

El Arq. Andrés Fernández, investigador y consultor privado, sostiene que los profesionales más jóvenes desarrollan su trabajo mayoritariamente en la computadora, lo cual disminuye la práctica para las habilidades artísticas hechas a mano, que es fundamental para cualquier arquitecto.

“Con la computadora se ha perdido conocimientos básicos como saber dibujar y medir a mano, lo cual es imprescindible para los jóvenes arquitectos de hoy en día”, afirma.

El Arq. Alberto Linner, ex Presidente del Colegio de Arquitectos (2002-2004), quien tiene una gran trayectoria profesional por más de cincuenta años en el país, opina que la mística es algo que se debe rescatar en los jóvenes, eso permite hacer su trabajo con más creatividad y con más arte. Para Linner, eso es “la arquitectura”.

Brecha generacional

Para muchos expertos, antes de la aparición de los programas de diseño, el uso de herramientas como el tiralíneas o la pluma eran muy funcionales, y hasta aseguran, que el tiempo que se dedica actualmente para dibujar una lámina en computadora es el mismo tiempo para dibujarla a mano.

Las primeras generaciones de profesionales graduados en el país dibujaban los planos con grafito y con tinta. El tiralíneas era uno de los más funcionales, el cual tenía dos puntas de acero que se graduaban manualmente para darle diferentes anchos a las líneas.

La desventaja de este aparato era que funcionaba por gravedad, es decir, la tinta caía por su propio peso, lo cual podía dañar un plano en cualquier momento, y tenía que volver a empezar de nuevo.

Además de estos instrumentos, se utilizaban lápices, acuarelas o temperas para darle color a los anteproyectos y perspectivas, y los borradores manuales eran indispensables para las correcciones.

A pesar de las limitaciones tecnológicas de la época, nuestro país logró construir edificios que hoy en día son un hito en la arquitectura de nuestro país. “Costa Rica tenía presupuestos reducidos, pero logró construir obras extraordinarias como el Hospital México, la Corte Suprema, el Banco de Costa Rica, el Banco Central, la Universidad de Costa Rica. Teníamos arquitectura moderna, de primera categoría”, manifestó el Arq. Andrés Fernández.

El Arq. Linner recuerda sus tiempos memorables en la Caja Costarricense del Seguro Social, cuando se abrió la Oficina de Ingeniería y de Arquitectura a principios de la década de 1960, con grandes esfuerzos técnicos que dieron un aporte fundamental para construir obras como hospitales y clínicas.

"Podíamos tardar un año diseñando los planos de un hospital, ya que tenía espacios muy específicos, y había que dedicarle tiempo", sostiene.

Luego vendrían las plumas en la década de 1970, que permitieron realizar el dibujo arquitectónico con más facilidad y rapidez, ya que cada una tenía diferentes grosores, sin la necesidad de llenarlos con goteros y así evitar manchas e imperfecciones en los planos.

En este mismo período se empezaron a utilizar instrumentos como el "leroy" o normógrafo, el cual era una plantilla para escribir las letras en los planos. Paralelamente, se usaban las reglas, escuadras, acuarelas, temperas y plumas para realizar planos y anteproyectos, hasta que en 1982 surge la versión 1.0 del AutoCAD en los Estados Unidos, con la creación de la compañía Autodesk.

El primer sistema CAD llegó al país entre 1984 y 1985, con una versión muy "primitiva", y el dibujo se realizaba a través de comandos. Pero la distribución y popularización de este programa se dio a partir de 1990 con mejoras sustanciales en la interfaz gráfica de usuario, similar a los sistemas operativos de Microsoft Windows.

La introducción de estos programas de dibujo en el país fue un proceso de adaptación por parte de los profesionales, ya que el modelo tradicional del dibujo a mano se venía haciendo desde muchas décadas atrás.

El Arq. Carlos Castillo, Gerente de la empresa Intermedia y distribuidora del programa Sketchup en Costa Rica, explicó que "el avance de las computadoras personales a partir del sistema Windows en 1995, permitió la penetración del software BIM (Building Information Modeling) en el mercado, que era dominado hasta ese momento por Mac desde la década de 1980".

Actualmente, la tecnología ha abierto una gama de posibilidades para que el profesional pueda plasmar sus ideas desde la computadora. Los jóvenes del siglo XXI visualizan su diseño a través de un monitor. Programas como el Sketchup o el ArchiCAD permiten realizar el modelado de un edificio en tres dimensiones, lo cual facilita un diseño más real y atractivo; o el AutoCAD y el Revit para el diseño digital de planos constructivos.

"Las herramientas de dibujo actuales, por computadora, son una gran ayuda para plasmar lo que se quiere, incluso gran belleza por la gran cantidad de elementos auxiliares



disponibles. Los programas de estudio anteriores obligaban a resolver una grande cantidad de problemas gráficos que actualmente se resuelven con un clic", manifiesta el Ing. Miguel Somarriba, ex Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles.

La visualización tridimensional o maqueta virtual es otro de los grandes adelantos en materia de tecnología. Para el Arq. Castillo, el análisis volumétrico y el detalle constructivo son dos elementos que pueden verse a simple vista gracias al modelado en 3D. "Se agregan vistas en tres dimensiones que de otra forma serían difíciles de comprender y explicar; son imágenes que valen más que mil palabras", explica.

El artista Francisco Arana afirma que la tecnología en el diseño permite agregar muchos elementos decorativos a un anteproyecto, incluso visualizar el tipo de material que se va a utilizar.

"La animación de un anteproyecto permite ver un mundo más real. En la computadora, el edificio ya existe, es real, más cercano. Todo esto ha permitido que los profesionales y propietarios puedan mostrar mejor sus proyectos, desde todos sus ángulos y detalles", añade Arana.

El Arq. Carlos Castillo sostiene que la tendencia mundial es hacia el software BIM (Building Information Modeling) o Edificio Virtual como el ArchiCAD, el cual permite construir virtualmente el proyecto completo. "ArchiCAD es el único que corre en ambiente Mac y PC, es flexible y fácil de usar, está orientado al diseño, permitiendo al usuario ahorrar mucho tiempo y dinero y es compatible con muchos otros productos del mercado para el intercambio de información", agregó este arquitecto.

"Conforme los equipos personales se vuelven más rápidos y poderosos más posibilidades de crecimiento y desarrollo habrá para la costo cada vez más accesible", concluyó.

* Imágenes proporcionadas por la empresa Farana



Evolución de las herramientas para el dibujo a tinta

Tiralíneas (usado entre 1950 y 1975 aproximadamente): eran dos pequeñas puntas de acero inoxidable cuya separación era regulable mediante un tornillo. La separación entre las puntas daba el espesor de la línea, mientras la tinta -usualmente una gota- se colocaba entre las puntas. Para manejar adecuadamente este instrumento se requerían muchas horas de práctica para trazar las líneas apropiadamente, así como para regular de modo uniforme el grueso de las líneas. Los letreros se hacían con plumillas.

Grafo (usado en la década de 1970): su principio era similar al del tiralíneas -del que constituye un refinamiento técnico-, pero tenía las puntas intercambiables y graduadas,

además de un tanque que permitía cargar una cantidad de tinta que salía regulada.

Rapidógrafo (usado a partir de la década de 1970): era una especie de "pluma fuente" (antecesor del bolígrafo) con un cartucho para tinta china conectado a una punta cilíndrica y hueca de un espesor graduado. Para dibujar diversos tipos de línea debían tenerse tantas puntas como espesores se deseara. Mediante el normógrafo o "leroy" este instrumento podía usarse también para hacer los letreros. Actualmente existen "plumas" desechables, con tinta indeleble y secado rápido que hacen la misma labor del rapidógrafo. Los más aficionados al dibujo a mano las utilizan.

Computadora (usado a partir de la década de 1980 hasta la fecha): los primeros programas de dibujo aparecieron en el país a mediados de la década, pero eran muy primitivos aún, pues el sistema operativo era el DOS, que funcionaba con comandos. Con la aparición de Windows en la década de 1990, los desarrolladores de programas para dibujo empezaron a utilizar los íconos para mayor facilidad del usuario. Actualmente, estos programas permiten realizar dibujos en minutos, realizar modelaje en 3D y hacer animaciones con el programa 3 DS Estudio Max, todo lo cual debe ser impreso luego.

Fuente: Arq. Andrés Fernández, investigador.



El desarrollo de la computación y el internet hizo posible la comunicación de un continente a otro en tiempo real, con mayor rapidez; sin importar la distancia. La invención de la computadora revolucionó el campo de las telecomunicaciones, y hoy por hoy, no sólo representa un canal de comunicación entre amigos y familiares, sino la globalización de los servicios comerciales, la competitividad de los mercados y la plataforma para hacer negocios en todo el mundo.

“La razón que convencerá a la mayoría de la gente a comprar una computadora para el hogar será vinculándola a una red nacional de comunicaciones. Sólo estamos en las etapas iniciales de lo que será un avance realmente notable para la mayoría de la gente, tan notable como el teléfono”, declaró Steve Jobs, fundador de la compañía Apple, en 1985.

Jobs, un genio de la electrónica y la computación, no se equivocó. Su visión a futuro se cumplió, y ahora las telecomunicaciones van más allá de una llamada de teléfono convencional. La computadora y el internet revolucionaron el mundo de las telecomunicaciones en el siglo XX. Ahora, estos instrumentos electrónicos logran combinar la transmisión de datos, voz y video al mismo tiempo.

A principios de los años noventas, nació la World Wide Web, una red de internet que permitió globalizar las comunicaciones y hacerlas accesibles en todo el mundo. El aumento en la capacidad de las computadoras, el desarrollo de software especializados para la creación de páginas Web y herramientas multimedia han hecho posible la creación de canales de comunicación como el chat, videoconferencias, el correo electrónico, redes sociales, blogs, foros interactivos y muchas otras aplicaciones más, que se diferencian enormemente de las telecomunicaciones convencionales.

Ahora el proceso de comunicación entre emisor y el receptor es personalizado, confiable y más seguro, gracias a los avances de la tecnología, sobre todo de la electrónica. En Costa Rica la infraestructura de las telecomunicaciones cuenta con anillos de fibra óptica desde Peñas Blancas, en la frontera norte, hasta Paso Canoas, en la zona sur del país, y de costa a costa (Limón- Quepos).

“Esto permite brindar servicios de banda ancha tanto en las comunicaciones básicas como en las comunicaciones móviles, comunicaciones globales y comunicaciones IP; interconectando al ICE con las grandes empresas mundiales de telecomunicaciones. También se cuenta con una robusta red de Protocolo de Internet (IP) de última tecnología e interconexión internacional, tanto por el océano Pacífico como por el Atlántico con tres cables submarinos, que garantizan una redundancia en las comunicaciones internacionales”, indica la página Web del ICE.

El ICE actualmente ofrece conectividad para servicios de internet con velocidades desde los 6 Mbps (megabits

por segundo) hasta 1 Gbps (gigabits por segundo), lo que garantiza que cualquier servicio desarrollado en la red IP pueda tener el ancho de banda y la calidad requeridos para su funcionamiento, y a la vez permite a los clientes disfrutar de diferentes servicios en una misma infraestructura de acceso.

Además del acceso a internet, el servicio de telefonía móvil es otro de los avances más importantes en el tema de telecomunicaciones. Este servicio comenzó con tecnología analógica en el año 1994, sin embargo, debido a sus limitaciones, el ICE modernizó el sistema con uno de la tecnología digital conocida como TDMA (Time Division Multiple Access) y, posteriormente, incorporó la tecnología GSM (Global System for Mobile) a principios del siglo XXI.

Con la llegada de estas dos tecnologías se pudo ofrecer servicios de valor agregado como mensajes de voz, transferencia de llamadas, llamada en espera, identificación de llamada, mensajes de texto. Adicionalmente, el sistema GSM facilitó el “roaming” internacional y el acceso a Internet, entre otros. Posterior al GSM, el ICE puso a funcionar la tecnología 3G (sistema actual), que es la transmisión de voz y datos a la través de la telefonía móvil, que además permite transferir datos no-voz como la descarga de programas, intercambio de correos electrónicos, y mensajería instantánea.



La evolución de la tecnología de las telecomunicaciones permite que los datos viajen a través de cable físico como el cobre, cable coaxial, aire y microondas. "RACSA dará el servicio de internet de altísima velocidad con banda ancha, a la velocidad de la luz, a través de fibra óptica con información de voz o datos. La facilidad que busca RACSA es que la fibra óptica llegue hasta los edificios, a grandes empresas", expresó el Ing. Jaime Herrera, quien representó a Costa Rica en la Unión Internacional de Telecomunicaciones desde 1980 al año 2000.

Historia de las telecomunicaciones en Costa Rica

Antes de que entrara a funcionar el télex, la telefonía y la radiotelefonía, el primer sistema de telecomunicaciones en el país fue el telégrafo, en la década de 1880. "Aunque en un primer momento gran parte del volumen de telegramas fueron emitidos y recibidos por las oficinas de gobierno y por empresarios para sus actividades económicas, pronto los vecinos del común incorporaron el uso del telégrafo a su vida cotidiana. Para 1890, Costa Rica tenía instalado 19000 postes del sistema de telégrafo", subraya el libro Historia de las Telecomunicaciones en Costa Rica.

Posteriormente, entre 1877 y 1888, se presentaron varias propuestas de empresarios extranjeros, para la instalación de una red telefónica, cuyas líneas se ubicarían en las principales áreas de desarrollo económico, principalmente cafetalero, y hacia el puerto de Puntarenas, desde donde salían las exportaciones. La visión comercial de los empresarios del teléfono se justificaba en la necesidad de comunicación entre los distintos centros mercantiles, como complemento del sistema telegráfico.

Años después, el gobierno concesionó a la Compañía de Teléfonos de Costa Rica el servicio telefónico, que operó de 1895 a 1925, ampliando su cobertura en las ciudades de San José, Alajuela, Cartago y Heredia.

El tipo de aparato telefónico que se usó entre 1894 y 1915 fue el teléfono de magnetos, conectado mediante circuito a tierra, que se fueron cambiando poco a poco por aparatos que usaban una batería central.

Una vez afianzados los sistemas de telégrafos y teléfonos en la década de los años veinte y treinta, se introdujo el servicio radiográfico, que utilizó los postes telegráficos y

las líneas telefónicas para realizar llamadas internacionales, principalmente a los Estados Unidos. Además, para 1945, comenzó a funcionar el télex manual, que era un aparato donde se escribían notas a través de una máquina para enviarlas a otra unidad.

En la década de 1970, se empezó a incursionar el servicio de fax, que vendría a reemplazar al télex. Para la década de 1950, a pesar de los esfuerzos en tecnología como el télex y el teléfono, Costa Rica era uno de los países más atrasados en materia de telecomunicaciones.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz (creada en 1941 por la fusión de las compañías de electricidad y teléfonos instaladas en el país desde principios del siglo XX) operaba una central manual y obsoleta. Para contactar algún abonado, se tenía que llamar a la central para que alguna de las operadoras se comunicara con la persona deseada.

"En 1956, la central manual de San José atendía un promedio de 100.000 llamadas diarias. Los circuitos utilizados por la CNFL eran manuales y en ocasiones resultaban poco eficientes para comunicarse con claridad, pues la comunicación se realizaba mediante onda corta. Las posibilidades de enviar télex y radiogramas no compensaban las deficiencias para llamar telefónicamente al extranjero.", subraya el libro Las Telecomunicaciones en Costa Rica, propiedad del ICE.

En 1963 el ICE emprendió uno de los proyectos más ambiciosos y visionarios para el país, que fue desarrollar e instalar una red moderna de telecomunicaciones, que permitiera sustituir la central telefónica manual por una automática. En 1966, se inauguró la primera central automática en Escazú, con 1000 líneas disponibles, y aparatos telefónicos automáticos.

"Comenzamos con seis dígitos. Las centrales estaban en San José, San Pedro, Escazú, Santa Ana, Coronado, para darle servicio al comercio y a las residencias. Ya todo lo que hicimos pasó a la historia desde el punto de vista de tecnología, pero la electrónica fue fundamental en el desarrollo de las telecomunicaciones, y lo sigue siendo", afirma el Ing. Felipe Herrera, uno de los profesionales que trabajó en el ICE durante la instalación de la primera central automática del país.



Una mirada hacia la Costa Rica de hace 60 años...

El desarrollo de las telecomunicaciones en el país data desde el siglo XIX, con el uso del telégrafo y el teléfono. Pero fue hasta mediados del siglo XX cuando se contaba con una central manual que conectaba las principales ciudades del país. Hacemos un repaso por la historia, para recordar los inicios de lo que es hoy la telefonía fija y móvil, para valorar los esfuerzos que hicieron los gobiernos de antaño para tener la tecnología de punta con lo que hoy contamos.



Operador Central manual



Central de Cartago



Instalación Central Automática en San Pedro 1966



Central manual en 1965



Central manual en 1965

País se afianza en el negocio de la electricidad con fuentes propias

Cristina Carmona, Comunicación CFIA

En 1851 las principales calles de la ciudad de San José se alumbraban con lámparas de kerosén o canfín. Años después, en 1884 se inauguró el servicio eléctrico en San José, con una planta que generaba 50 kilovatios para 25 lámparas de carbón. Sucesivamente el país fue generando energía eléctrica a pasos muy cortos, hasta que en 1949 se tomó la decisión de implementar un plan de electrificación nacional. Actualmente, la producción con fuentes renovables es de un 93%, y un 7% con producción térmica.

Vertedor Pirris, fotografía cortesía de Prensa, ICE.

Costa Rica tiene la mayor capacidad eléctrica instalada en Centroamérica, proveniente de fuentes propias, con 2700 megavatios y una cobertura eléctrica de un 99.3%. El Plan Nacional de Electrificación que se inició en 1949, bajo el liderazgo del Ing. Jorge Manuel Dengo, le permite al país demostrar su capacidad técnica y científica en el aprovechamiento de fuentes naturales para la producción de energía eléctrica que abastece a más de cuatro millones de personas actualmente.

“Desde niño (Jorge Manuel Dengo) se interesó por el desarrollo de plantas eléctricas y cuando estudió ingeniería en los Estados Unidos conoció en detalle el desarrollo de plantas hidroeléctricas en Tennessee. Es claro que su formación de ingeniero fue clave para el desarrollo del ICE, creó un ICE planificador y con capacidad para desarrollar obras de generación, transmisión y distribución”, manifestó el Ing. Carlos Obregón, refiriéndose a don Jorge Manuel Dengo. Este desarrollo tiene una larga historia, suscitada en los últimos 63 años, con la creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en 1949, por decisión de la Junta Fundadora de la Segunda República, al mando de José Figueres Ferrer. Costa Rica necesitaba pasar de pequeñas y aisladas plantas hidroeléctricas que apenas producían 2720 kilovatios como máximo, y de un sistema de alumbrado eléctrico obsoleto, a un verdadero sistema que permitiera el desarrollo de las ciudades.

A pesar de la escasez de energía eléctrica que sufría el país en aquella época, una de las preocupaciones que tenía el Ing. Dengo era que Costa Rica no podía depender de fuentes externas para la producción de energía, mucho menos de combustibles fósiles. Él creía y visualizaba un país con un desarrollo propio de fuentes eléctricas, gracias a la *“existencia de ríos con capacidad de producir electricidad, y era la fuente por excelencia, ya que el país no tenía carbón ni petróleo”*, afirmó el Ing. Obregón.

Así es como entra en operación la primera planta hidroeléctrica que construyó el ICE en 1958, que fue Garita con 30 megavatios de potencia, la cual duplicó la generación eléctrica que tenía el país en ese momento. Le seguirían Río Macho en 1963 con 30 megavatios (luego incrementaría su producción a 120 megavatios) y Cachí con 64 megavatios en 1966. Para el desarrollo de estas plantas, se contrató consultoría en temas específicos y muy especializados en los que no se tenía experiencia previa. El crecimiento de la demanda energética en el sector de la industria, vivienda, comercios y servicios que experimentó Costa Rica en la década de los años setentas y ochentas, obligó al ICE a poner en marcha otros proyectos que pudieran contribuir a cumplir con esta demanda.

Desde 1959, comenzó un proceso de estudios topográficos, hidrológicos, meteorológicos y de mecánica de suelos para el diseño y construcción de la Planta Hidroeléctrica

Arenal. Para 1979 entró en operación uno de los proyectos hidroeléctricos más importantes para el país: el complejo Arenal. Este fue un reto para la ingeniería costarricense de aquel entonces, no sólo por la meta de lograr generar más de 157000 Kilovatios de energía, sino por la implicación social y económica que tendría la ubicación de las comunidades de Tronadora y Arenal Viejo para extender la laguna del Arenal, y convertirla en una fuente de almacenamiento y producción de energía eléctrica durante todo el año. El potencial de energía que le daba Arenal al país superaba las plantas ya existentes, y le dio la posibilidad de exportar energía a Nicaragua y Panamá. Al proyecto de Arenal se le unió Corobicí, que inició su etapa de construcción en 1979. La capacidad instalada de la planta de Corobicí fue de 174000 kilovatios.

El embalse artificial de Arenal permitió aliviar la debilidad del sistema que venía operando, ya que no existían embalses con capacidad plurianual, anual o al menos estacional, ya que los ríos que alimentan las plantas generadoras, tales como Cachí, La Garita, y Río Macho disminuían considerablemente su caudal en verano. Para la generación de energía, *“se instalaron tres turbinas de reacción tipo Francis, que giran a razón de 360 r.p.m., acopladas por eje vertical a los respectivos generadores de 61.725 kVa con 0.85 de factor de potencia”*, indica una publicación del ICE en la revista del CFIA en octubre de 1982.

Luego entraron en operación Sandillal (1992), Toro I (1995) y Toro II (1996), Angostura (2000), Peñas Blancas (2002), Cariblanco (2007) y Pirrís (2011). El Centro de Generación Pirrís cuenta con una de las presas con diseño e instrumentación más modernas en el país. Después de la presa de Peñas Blancas, la presa de Pirrís es la segunda presa construida en el país mediante la técnica de concreto compactado con rodillo (RCC por sus siglas en inglés). Tiene una altura máxima de 113 metros de alto y una longitud de 266 metros. Pirrís produce una potencia de 141 megavatios. Además, comprende un túnel de 10.508 metros, el segundo más largo del país.

Crecimiento a futuro

El Ing. Gravin Mayorga, Gerente de Electricidad del ICE, aseguró que el porcentaje histórico de crecimiento de la demanda ronda entre el 5% y el 6% anualmente. *“Con un crecimiento de ese orden, se tiene que duplicar la capacidad instalada de energía en el país cada doce o trece años, y es un esfuerzo país muy fuerte. Se ha tenido que ir construyendo hasta tres proyectos a la vez”*, aseveró.

Actualmente, el ICE está construyendo en los proyectos hidroeléctricos Toro III y Reventazón. Este último tiene un avance de un 50%, y será el proyecto hidroeléctrico más grande del país con 300 megavatios de producción, la presa será la más alta de Costa Rica, con 130 metros

de altura y con la utilización de nueva tecnología para la construcción de la presa. *“Las soluciones en presas como Reventazón es que cada vez cuesten menos, se construyan en menos tiempo, y que cada vez sean mejores, con una calidad garantizada. La ingeniería es fundamental en esto”*, dijo Mayorga.

Para el Ing. Luis Llach, ingeniero experto en el tema, indicó que las plantas hidroeléctricas constituyen la base de la generación de electricidad y por lo tanto han sido clave en la evolución económica y social del país. En cuanto a los aspectos de seguridad de las presas que se requieren en la mayoría de los proyectos hidroeléctricos, desde la década de los años noventa se utilizan instrumentos electrónicos para evaluar el comportamiento de una presa determinada, gracias a la evolución de la tecnología. Sin embargo, las presas más antiguas como la de Cachí, tienen instalados instrumentos neumáticos que aún funcionan. El Ing. Marlon Jiménez, Coordinador del Área de Geotecnia del ICE, explicó que el uso de fibras ópticas para la transmisión de datos hace que el proceso de auscultación de este tipo de obras sea más seguro y confiable.

En cuanto a la instrumentación para medir el comportamiento al interior de la presa, mencionó que con la información de equipos como los piezómetros eléctricos, extensómetros, inclinómetros, deformímetros, termómetros, medidores de juntas en dos y tres dimensiones, clinómetros y acelerógrafos, se puede ver en tiempo real el comportamiento de la estructura en la condición estática y en la condición sísmica.

Además, existe el conocimiento en ingeniería y programas de cómputo muy avanzados para el análisis de los esfuerzos y deformaciones de este tipo de presas en tres dimensiones, como el FLAC 3D, que hace veinte años era imposible realizar.

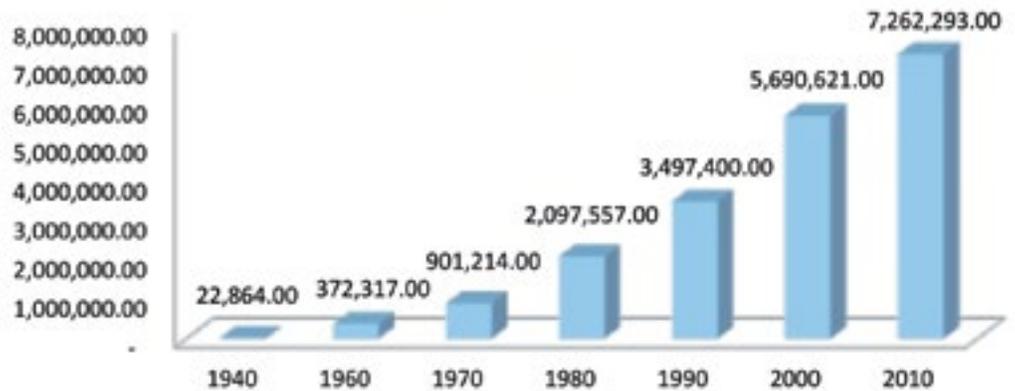
“En el pasado había muchos consultores externos que apoyaban el diseño de las presas. Ahora el ICE tiene el personal capacitado para llevar adelante el diseño y la construcción de varios tipos de presa”, concluyó Jiménez. El uso de sistemas electrónicos de control de equipos,



Embalse Cachi, fotografía cortesía de Prensa, ICE.

sistemas de alerta, sistemas de monitoreo de lluvia en tiempo real, sistemas de vibraciones en equipos turbo generadores, sistemas de regulación de voltaje y frecuencia, herramientas de diseño digitales para la planificación del sistema eléctrico, diseño estructural, mecánico y de robótica para desarrollo de equipos, son completamente automatizados y han permitido agilizar los procesos de diseño y construcción de presas.

Generación de energía eléctrica con fuente hídrica



Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad. Datos representan producción de megavatios por año.

“Estos avances en tecnología permiten reducir costos de operación, tener control de todo el sistema, ya que toda la inteligencia del sistema eléctrico requiere de la ingeniería de punta. El personal que tiene a cargo el sistema de control debe ir quince años adelante, en materia de comunicaciones, para poderlo integrar dentro de nuestros sistemas y tener capacidad de respuesta”, concluyó Mayorga.

Proyecto Hidroeléctrico Reventazón

Se localiza en la cuenca media del río del mismo nombre, aproximadamente 8 km al suroeste de la ciudad de Siquirres. El PH utilizará el agua del río Reventazón y se constituirá, al término de su construcción, en una de las plantas hidroeléctricas de mayor capacidad instalada en el país, con 305,5 megavatios, con un caudal de diseño de 240 m³/s.

Obras principales

Presa: Es de enrocado con cara de concreto (CFRD, por sus siglas en inglés). Tiene un volumen de relleno de 7,89 millones de m³, que crea un embalse de regulación bimensual. Los niveles normales de operación mínimo y máximo son las cotas 245 msnm y 265 msnm, respectivamente.

Obras de desvío: Se componen de dos túneles ubicados en la margen izquierda del río, en sección tipo baúl, con 14 m de diámetro de excavación y una longitud promedio de 680 m. El sistema de desvío está diseñado para pasar una creciente con un pico de 3 700 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 200 años.

Vertedor: Es de tipo frontal. Se ubica en la margen derecha del río. Sus componentes son un canal de aproximación, cuatro compuertas radiales ubicadas sobre la cresta, un canal de rápida y un patín expulsor o salto de esquí. La cresta se ubica en la elevación 249,50 msnm y tiene una longitud de 260 m.

Descarga de Fondo: La función principal es mantener limpia el área de la toma de aguas, por lo cual se ubica muy cerca de esta estructura. Tiene 555 m de longitud y

su elevación a la salida se ubica a 180 msnm. Este tiene capacidad para descargar 500 m³/s.

Toma de Aguas: Es una estructura frontal ubicada en la margen derecha del río, con una estructura de rejas apoyada en muros laterales. La compuerta de la toma tiene 7,5 m x 9,4 m (ancho x alto).

Túnel de Conducción: Tiene una longitud total de 1.720 m desde el punto IT en el final de la toma de aguas, hasta el portal de salida, denominado FT, formando una línea recta con azimut 65°. Posee coberturas que van desde los cero metros (portales) hasta los 153 m en la estación 387.

Tanque de Oscilación: El tanque de oscilación es una estructura cilíndrica, de 27 m de diámetro y una altura total de 51 m. La corona del tanque se ubica en la elevación 278 msnm.

Tubería Forzada: La tubería de presión será expuesta y estará apoyada sobre monturas y anclajes de concreto. Tiene 894 m de longitud desde el portal de salida del túnel hasta el primer bifurcador.

Casa de Máquinas y Restitución: se ubica en una terraza en la margen derecha del río Reventazón. Albergará cuatro unidades turbogeneradoras tipo Francis de eje vertical, con una capacidad nominal total de 292,0 MW. El agua es restituida al río en la cota 120 msnm.

Las obras de restitución consisten de cuatro canales individuales que entregan las aguas al río, con 27,4 m de longitud.

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad.



ArcelorMittal

“Yo sólo recomiendo
varillas que cumplen
con el Código Sísmico”

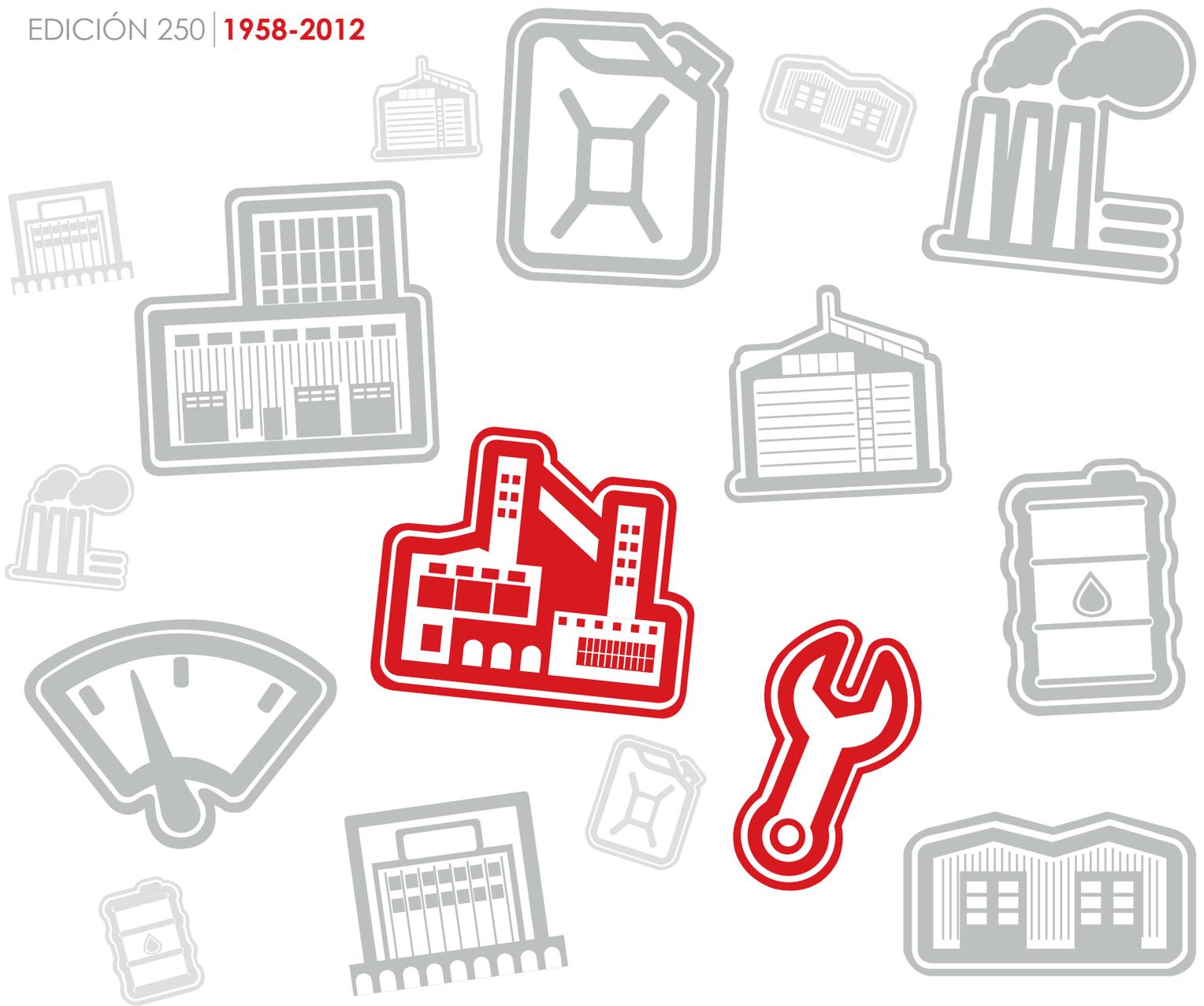
Nancy Arias - Arquitecta

Por eso confío en ArcelorMittal

Porque produce en Costa Rica varillas que cumplen
con las exigencias del Código Sísmico Nacional.

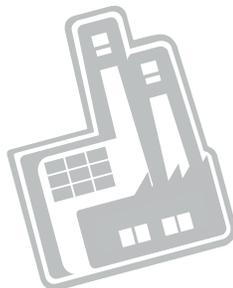
Así es ArcelorMittal, una empresa mundial
comprometida con Costa Rica.

www.arcelormittal.com/costarica



**MANTENIMIENTO
PREDICTIVO**

**APORTANDO VALOR
DE MANTE**



Según los ingenieros Alan Kardec y Julio Nascif, en su libro *Mantenimiento: función estratégica*, el concepto moderno de mantenimiento es garantizar la disponibilidad de la función de los equipamientos e instalaciones con la finalidad de atender un proceso de producción o de servicios con confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

Su concepto no está lejos de la realidad nacional. Ambos profesionales, de la Asociación Brasileña de Mantenimiento, coinciden en que la evolución de la ingeniería en este campo pasó de prevenir a predecir, es decir, evitar detener un equipo basándose en el tiempo de su utilización.

“Ahora se produce en grandes cantidades. Pasamos de producir entre 4 o 5 toneladas de detergente a 10 toneladas por hora en promedio. Y muchos de esos equipos que producían 4 o 5 toneladas ahí están produciendo 10, habrán algunas situaciones diferentes, pero en términos generales se está trabajando con la capacidad esperada”, manifiesta el Ing. Carlos Piedra, Jefe de Mantenimiento de la empresa Irex.

La evolución de la ingeniería en mantenimiento ha permitido un crecimiento positivo en la producción de bienes y servicios en el país en los últimos años, gracias a la diversificación de técnicas y herramientas en sectores como la industria, donde los profesionales en mantenimiento han ganado terreno.

“El impacto del mantenimiento predictivo en la reducción de costos es significativo; campo en el que el ingeniero es protagonista en las industrias donde labora, cambiando la imagen del departamento, demostrando que también es un actor que puede inclinar la balanza hacia la competitividad”, explicó el Ing. Fernando Bonilla, líder de producción en la Empresa de Servicios Públicos de Heredia y profesor en el Tecnológico de Costa Rica.

La ingeniería en este sector se ha posicionado y ha logrado romper muchas barreras y mitos relacionados con altos costos y contrataciones innecesarias. *“Mantenimiento siempre se había manejado como un costo. Pero es una inversión, en la medida que se tenga el equipo dispuesto para operar, representa una inversión para las empresas”*, explicó el Ing. Humberto Guzmán, Presidente de la Asociación Costarricense de Mantenimiento (ACIMA).

En Costa Rica, a partir de 1975, se crea la carrera de Ingeniería en Mantenimiento en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), y con ella nacen las primeras generaciones de ingenieros graduados. El país dio un salto cualitativo que promovió la profesionalización de expertos en la industria, que permitió realizar procesos más efectivos a cargo de ingenieros formados en este campo, ya que se venía trabajando con técnicas muy primitivas que generaban altos costos de producción.

En la década de los años setentas, los primeros profesionales graduados del TEC lidiaron con el mantenimiento correctivo, es decir, las máquinas trabajaban hasta que fallaran, con múltiples consecuencias negativas en la producción. La avería ocasionaba pérdidas en la manufactura y en la calidad del producto, elevados costos indirectos de mantenimiento e incluso la paralización total del proceso.

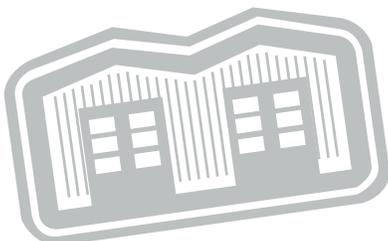
Para esta época los empresarios veían con recelo, por ejemplo, el gasto de dinero en la lubricación de equipos o compra de repuestos, e incluso consideraban un gasto la contratación de profesionales en mantenimiento. *“Se vivía en el “correcorre”, en las emergencias, no existía una cultura, el concepto de mantenimiento era tener 5 ejes para quitar y poner”*, afirma el Ing. Piedra. Para la década de los años ochentas, la evolución se fue dando hacia el mantenimiento preventivo.

Con la creación de ACIMA en 1991, se empezaron a dar las primeras capacitaciones en educación continuada a

R A LA INGENIERIA NIMIENTO

La calidad de los productos que diariamente se obtienen tanto para el consumo nacional como para la exportación, llevan implícitos el fruto de grandes esfuerzos de empresas costarricenses que han implementado técnicas muy novedosas para darle la mayor eficiencia posible a los procesos y, por ende, al producto. El mantenimiento es una de ellas.

Cristina Carmona, Comunicación CFIA.



profesionales en ingeniería que se habían graduado años antes. El objetivo era implementar nuevas técnicas de mantenimiento, que permitieran una mayor confiabilidad en los equipos. Para mediados de la década de los años noventas, el mantenimiento predictivo empieza a vislumbrarse como una herramienta importante para garantizar la disponibilidad de los activos, lo cual se ve reforzado con la introducción de las variables de monitoreo.

Así el mantenimiento predictivo empieza a contribuir con el mantenimiento preventivo, pues en muchas ocasiones, sin un adecuado monitoreo, se cambiaban los repuestos o aceites en máquinas donde se podía extender su uso por mucho tiempo más. Actualmente, muchas empresas utilizan una combinación de mantenimiento predictivo y mantenimiento preventivo, dependiendo de la seguridad, la afectación al medio ambiente y del costo-beneficio.

Predicción en el mantenimiento

La reducción de costos, inventarios y el aumento en la confiabilidad se dio gracias a la invención de nuevas técnicas del mantenimiento predictivo.

Costa Rica empezó a experimentar este cambio a finales del siglo XX, con la llegada de empresas de alta tecnología, que traían nuevos métodos de mantenimiento y la popularización de las normas ISO 9000 y 14000 en el país.

Además, el mantenimiento predictivo fue ganando terreno sobre el preventivo, por la dificultad que implicaba establecer frecuencias precisas para ejecutar las tareas de mantenimiento de índole preventivo.

“El fabricante decía que teníamos que cambiar un aceite cada tres meses, pero con un análisis, nos dábamos cuenta que el aceite todavía funcionaba, que todavía no estaba contaminado, que no tenía agua, lodo o una serie de contaminantes más. Entonces se extendía el tiempo a un año o más con un ingrediente positivo, que reducíamos el consumo del aceite y, por ende, los desechos generados”, explicó el Ing. Piedra.

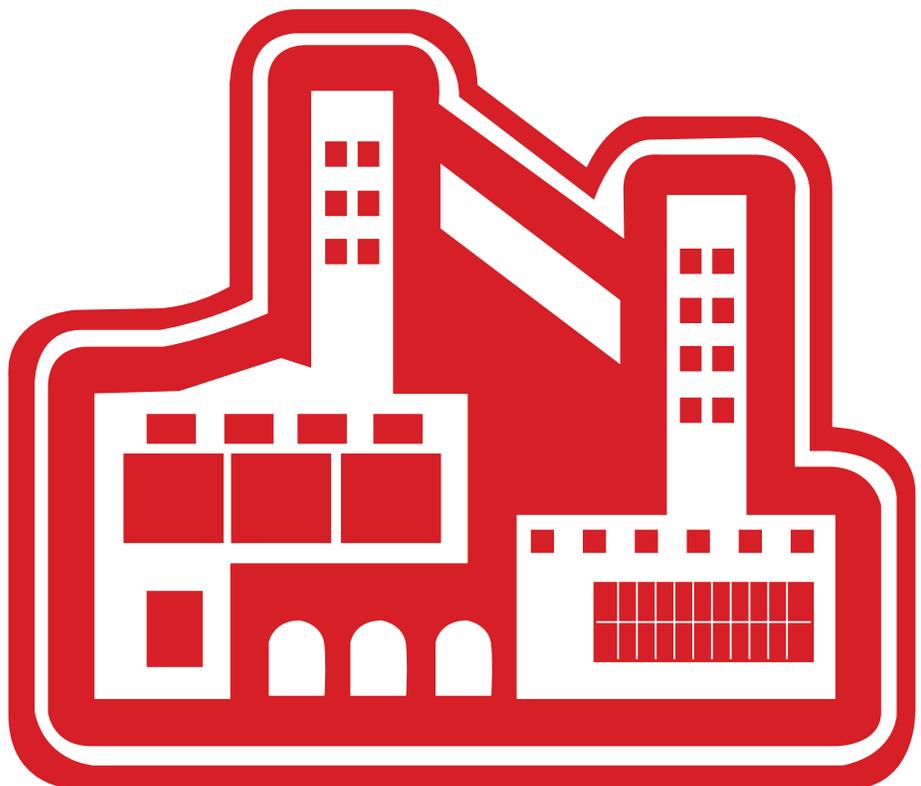
Lo anterior contribuyó a establecer parámetros más altos en cuanto a calidad y confiabilidad en las empresas, rol que le tocó responder en gran medida al ingeniero en mantenimiento. El Ing. Humberto Guzmán, Presidente de ACIMA, explicó que el concepto de mantenimiento continuó evolucionando cuando la maquinaria se empezó a volver, por los adelantos tecnológicos, más “electrónica”, lo que trajo a la ingeniería de mantenimiento la utilización de software especializados para realizar monitoreo y evaluaciones en los equipos.

El Ing. Fernando Bonilla, de la empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), sostiene que *“el estudio de la tendencia de las variables físicas es la base del mantenimiento predictivo. Desde este punto de vista las TI son fundamentales. No se concibe un analizador de vibraciones o un analizador de variables eléctricas sin su respectivo software para administrar la información recopilada, que se utilice como insumo para determinar las acciones correctivas, verdaderamente necesarias”*.

La cultura del mantenimiento predictivo establece una serie de reglas a seguir, que permitan verificar las condiciones físicas de un equipo determinado. Actualmente se pueden realizar, entre otras, análisis de vibraciones, análisis de aceites, ultrasonidos, pruebas eléctricas, pruebas estáticas, termografías, las cuales son indispensables para predecir si un equipo se encuentra en buenas condiciones, sin importar los años de uso o la garantía que establezca el proveedor.

Según explicó el Ing. Bonilla, en la Empresa de Servicios Públicos de Heredia se han aplicado técnicas predictivas en las líneas de transmisión de las plantas de generación a las subestaciones del ICE las cuales son inspeccionadas con esta técnica, detectando componentes como aisladores y pararrayos en condiciones de falla potencial. Además, utilizan un protocolo de análisis previo para cambiar cualquier aceite, con el fin de optimizar el uso de los recursos.

“Gracias a los análisis, hemos encontrado algunos equipos donde el rodamiento empieza a dar fallas, e inmediatamente coordinamos la logística para hacer el cambio de la pieza con planificación y no con improvisación”, explica el Ing. Piedra.



“El impacto del mantenimiento predictivo en la reducción de costos es significativo; campo en el que el profesional en ingeniería es protagonista en las industrias donde labora, cambiando la imagen del departamento, demostrando que también es un actor que puede inclinar la balanza hacia la competitividad”

Ing. Fernando Bonilla

Otro elemento que justifica el mantenimiento predictivo es la dificultad de adquisición de repuestos, en muchos casos son de importación, por lo tanto el análisis permite coordinar con suficiente tiempo la compra del repuesto sin necesidad de atrasar la producción. Según los especialistas, la tendencia actual en la gestión del mantenimiento es el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) del cual hace parte el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM en sus siglas en inglés), herramienta desarrollada en la industria de la aviación, por la alta seguridad y confiabilidad que requieren sus equipos.

El proceso del RCM permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. “No todas las máquinas funcionan igual, dependiendo de la industria, se puede hacer una combinación de las técnicas para sacar un mayor rendimiento. El mantenimiento de eso se trata, maximizar el equipo para que pueda trabajar”, aclaró el Ing. Guzmán.

El mantenimiento predictivo es parte del RCM y, por consiguiente, del TPM, y según los expertos es hacia donde se encamina la ingeniería actualmente. “Si un equipo funciona aunque tenga 30 años y el mantenimiento y análisis de vibraciones, de aceite, y de las pruebas eléctricas me dicen que todavía es confiable, ¿para qué voy a comprar una máquina nueva simplemente porque tiene 30 años? Entonces ahí entra el mantenimiento predictivo, como el soporte y la base para la gestión de activos”, considera el Ing. Piedra.

“Las empresas con equipos grandes, de un alto valor económico, como los ingenios, las petroquímicas, las generadoras de electricidad y las cementeras justifican con creces invertir en Mantenimiento Predictivo (PdM)”, agregó Bonilla.

Más allá del PdM

El mantenimiento predictivo alcanza técnicas modernas aplicables a cualquier empresa, pero se necesita más allá de su implementación, para que las empresas consideren el mantenimiento como una práctica indispensable para su operación de una forma responsable y seria.

Los ingenieros Kardec y Nascif sostienen que la ingeniería en mantenimiento significa un cambio cultural, una práctica insustituible dentro de la organización. Para estos profesionales significa modificar situaciones permanentes de mal desempeño, dejar de convivir con problemas crónicos, mejorar normativas y sistemáticas, desarrollar un programa de mantenimiento en las empresas, interferir en las decisiones y dar un feed back al proyecto.

Para el Ing. Guzmán es necesario que el profesional en ingeniería participe en el diseño de la máquina, en la línea de producción, para que conozca e identifique los equipos más propensos a fallar y tenga facilidad de aplicar el mantenimiento. “El mantenimiento es parte clave del negocio, en la medida que los equipos estén dispuestos a operar”, agregó.

“Uno de los aspectos que más afectan el desempeño de un departamento de mantenimiento es la falta de planificación, en este sentido, el ingeniero en mantenimiento tiene muy claro este concepto y ha contribuido para darle “orden” a la ejecución de las tareas, dentro de este aspecto, es conveniente contar con herramientas que nos pueden ayudar a anticiparnos a las fallas y con esto, mejorar la planificación, función que realiza el PdM, razón que justifica su desarrollo”, afirmó el Ing. Bonilla.

El desarrollo en la gestión del mantenimiento comprende no solo el mejoramiento de las técnicas. Muchas organizaciones lo ven desde el punto de vista económico y hasta social, ya que el mal funcionamiento de una industria determinada en el mercado puede generar consecuencias muy negativas.

Para el Ing. Piedra, Jefe de Mantenimiento de Irex, “el impacto económico y la imagen negativa que podría tener la empresa, sería terrible para la organización. Además de todo el estrés que generaría”. Para este profesional la confiabilidad en la exportación es un aspecto por resaltar en Costa Rica. “El detergente que nosotros exportamos tiene un alto grado de confiabilidad; el comprador o importador puede adquirirlo en el momento que lo desea y la cantidad que requiere”, añadió.

Largas filas se acortan gracias a la simulación

La teoría de colas ha tenido una evolución tecnológica muy significativa gracias al desarrollo de programas de computación especializados para medir la calidad del servicio y optimizar los tiempos de espera. Los profesionales en ingeniería industrial son protagonistas del cambio.

Cristina Carmona, Comunicación CFIA



George Dantzing, científico estadounidense, y David Kendall, matemático y estadista inglés, fueron dos figuras muy influyentes en el desarrollo y evolución de la ingeniería industrial durante y después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Años más tarde, sus aportes tendrían una gran repercusión técnica y académica, y Costa Rica no fue la excepción.

Dantzing fue un pionero de la investigación de operaciones, quien lideró la logística de la cadena de abastecimiento durante la guerra y para 1950 desarrolló el método simplex, en el campo de la programación lineal. Por otro lado, en 1953, Kendall propuso un modelo de operaciones, con la introducción del A/B/C, la cual designaba un sistema de formación de colas donde A es la distribución de tiempo entre llegadas, B la distribución de tiempo de servicio, y C el número de servidores.

El aporte de Dantzing en la investigación de operaciones y el de Kendall en la teoría de colas, fueron fundamentales para el desarrollo de la ingeniería industrial después de la Segunda Guerra Mundial.

Actualmente, la teoría de colas se considera una rama de la investigación de operaciones, ya que los resultados se utilizan a menudo para tomar decisiones de negocios sobre los recursos necesarios para dar un servicio.

Lo que David Kendall propuso sobre los tiempos de llegada y los tiempos de servicio es una filosofía moderna que se utiliza actualmente, que ha evolucionado principalmente hacia el campo tecnológico, pues antes se tomaban los tiempos manualmente y ahora se realiza a través de programas electrónicos.

La implementación de estos conceptos germinó en nuestro país a partir de 1970, con la creación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica.

“La UCR arrancó con un programa de ingeniería, con una copia de los programas de Estados Unidos, no tan adaptados a las necesidades de nuestro país, pero fue un excelente esfuerzo”, manifestó la Ing. Elizabeth Coto, quien formó parte de la primera generación de profesionales graduados en esta carrera.

Con el arranque de la ingeniería industrial en el país, las universidades enfocaron sus programas de estudio hacia la administración. En los últimos quince años, se incorporaron otros enfoques como la manufactura, donde se pasó de medir tiempos, asignar tareas y capacitar personal a una serie de campos muy amplios.

La teoría de colas es una de las áreas con más desarrollo, donde los líderes empresariales han dedicado una parte de su presupuesto para eliminar filas innecesarias haciendo uso de la tecnología.

Gracias a los nuevos programas de simulación por computadora, se puede realizar un análisis experimental de datos digitalmente, para escoger la mejor solución a un problema dado, basándose en herramientas matemáticas, que pueden ser algorítmicas o heurísticas.

“Antes la gente hacia una única fila, tenían 3 cajeros y entonces uno iba al Banco o al correo y uno escogía la caja donde hacer fila, y ya no te podías cambiar y si te tocaba la caja donde alguien llevaba una bolsa de monedas para cambiar de quedabas ahí una hora, y hoy día eso ya no pasa”, señala la Ing. Coto.

Este modelo, impulsado por David Kendall en la década de los cincuentas, es aplicado a centros de llamadas, sistemas inteligentes de transporte, telecomunicaciones, flujo de tráfico, colas de servicio y muchas otras, con el objetivo de lidiar con el desequilibrio temporal entre la demanda del servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo.

Desarrollo actual

Hospitales, clínicas, supermercados, bancos y muchos otros sectores del comercio y la industria han puesto en marcha estrategias tecnológicas al servicio del cliente, con el fin de mejorar los tiempos de espera, esto gracias a la modernización de las prácticas en la ingeniería industrial sobre la teoría de colas.

La simulación en computadora es una de estas prácticas. A través de programas especializados como: Flexim, Arena, ProModel, Simul8, Decision Tools, entre otros, el profesional en ingeniería industrial se apoya para demostrar, predecir y medir un proceso, para un rendimiento eficaz, eficiente y optimizado de este.

Algunas variables que se pueden obtener son: tiempo de espera máximo, tiempo de espera promedio, cantidad de clientes en fila, porcentaje de utilización de servicios, tiempos de descanso, fallas de máquinas, entre otras.

Por ejemplo, en el Banco Nacional el procedimiento consiste en analizar los tiempos en cola que proporciona un fichero electrónico instalado en una oficina bancaria, a través del programa e-Flow. La información del fichero se introduce en un software especializado (Flexim) y se realiza una simulación con los datos proporcionados.

“De la simulación se extraen los tiempos de espera, porcentajes de utilización, los tiempos de atención de los cajeros por horarios o días, esto permite determinar los incrementos de demanda para saber cuántos cajeros deben estar atendiendo en cada sucursal”, explicó la Ing. Marcela Meza, funcionaria de la Dirección de Modernización del Banco Nacional.

Un caso exitoso de esta entidad bancaria fue la implementación de un proceso para la aprobación de

créditos, ya que anteriormente se realizaban en cada oficina de una manera no estándar.

Actualmente, se cuenta con un Centro Institucional de Procesamiento y Aprobación de Créditos, donde hace unos años el proceso se simuló para determinar las rutas a seguir, los tiempos de espera, la cantidad de personal necesario; lo que permitió disminuir considerablemente los tiempos de entrega de los créditos aprobados a los clientes, y a nivel interno ha permitido que este centro de procesamiento de créditos le de servicio a la mayoría de oficinas del Banco Nacional del país.

La implementación de estos sistemas electrónicos y la utilización de programas de computación para medir los tiempos de servicio han permitido que la atención al cliente sea especializada, es decir, que existan ventanillas donde se hagan trámites exclusivos, con el objetivo de disminuir los tiempos de espera.

“Costa Rica tiene un impacto clarísimo de la ingeniería industrial en lo que es teoría de colas. Lo vemos por ejemplo cuando vamos al Banco y nos dan una ficha, con un tiempo diferenciado dependiendo del tipo de gestión que vas a hacer, o cuando vas en la carretera y llegas a las casetillas de pago y ves diferenciado el Quick Pass”, manifestó la Ing. Coto.

“La utilización de software para simulación es la forma más eficiente, ya que la cantidad de datos se vuelve tan inmanejable que ya manualmente no se puede realizar”, añadió.

Gracias a la tecnología, el profesional en ingeniería industrial ya no tiene que trasladarse hasta una oficina para medir los tiempos con una libreta, sino que el fichero electrónico hace ese trabajo. Esta facilidad ha permitido disminuir costos para las empresas y sobre todo, abre la posibilidad para que el profesional pueda dedicarse con mayor tiempo y comodidad a medir los períodos de servicio desde su computadora.

“Antes nos teníamos que trasladar hasta dos semanas a una oficina para tomar tiempos, pero no era lo óptimo, porque no se podían establecer estacionalidades con base en tan poco tiempo. Se necesita un histórico mínimo

de seis meses para definir un patrón”, explicó la Ing. Andrea Barrantes, funcionara del Banco Nacional.

Para el profesional en ingeniería industrial es muy importante el comportamiento estadístico-probabilístico de los datos, que solo puede obtenerse a través de la tecnología. La utilización del e-Flow, junto con los programas de simulación permite tener a mano información clara y más cercana a la realidad.

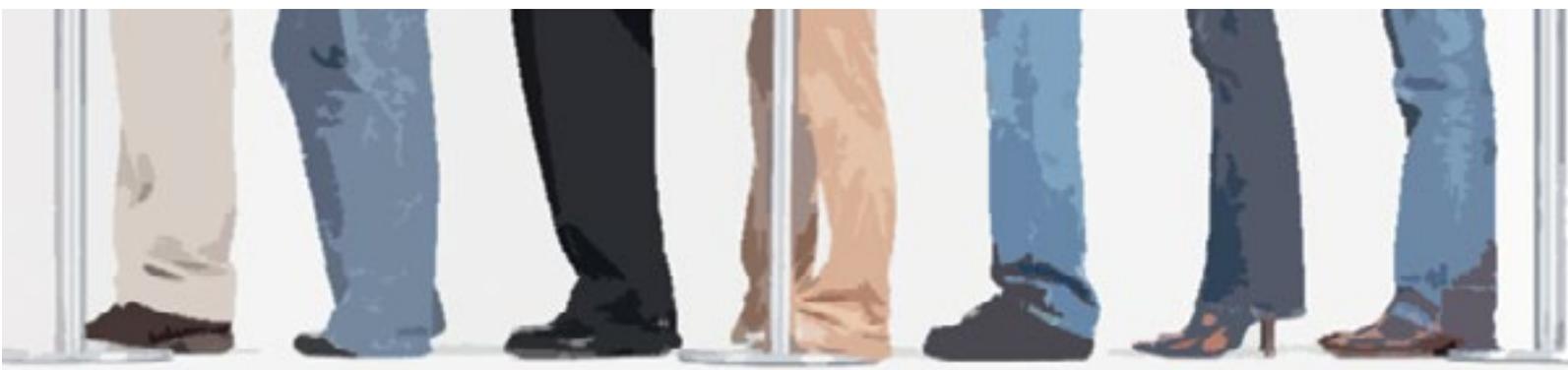
Después de una simulación, el criterio experto del ingeniero industrial permite realizar las evaluaciones pertinentes del caso, con el objetivo de mejorar los procesos y que el servicio sea más eficiente.

Otra de las ventajas que permite la simulación por computadora es la presentación de resultados visualmente más atractiva, ya que el modelado en tres dimensiones y la animación por computadora, facilita la interpretación de los datos de una forma más real.

Por otro lado, la Ing. Elizabeth Coto explicó que sistemas para simulación prediseñados, *“no hechos a la medida”,* son de difícil aplicación, pues no cuentan con las características propias de cada proceso; por lo cual se espera que la mayoría de empresas desarrollen sus propias aplicaciones para realizar el estudio y simulación de un servicio determinado.

En el aeropuerto Juan Santamaría se han hecho múltiples trabajos gracias al diseño por simulación, con aplicaciones especializadas en este campo. *“Ahora se puede determinar cuántos montacargas se deben utilizar para descargar un avión en el menor tiempo posible y liberar la pista para que vuelvan a aterrizar aviones de carga. Estas son aplicaciones muy avanzadas realmente de la ingeniería industrial”,* añadió.

Según las especialistas consultadas por la Revista del CFIA, para el futuro se espera implementar algún protocolo de comparación de la situación inicial con situación mejorada, con el objetivo de seguir perfeccionando los procesos, bajo el liderazgo de los profesionales en ingeniería industrial.



Metodología de simulación

Caso: Banco Nacional de Costa Rica

Definir: Elementos y propiedades de la simulación. Para una oficina bancaria se necesita conocer: la demanda (tiempos entre ingresos) para cada una de las áreas, las áreas a simular (cajas, plataformas, crédito, etc.), los porcentajes de abandono de los clientes, los tipos de transacciones, distribución, tiempos por tipo de transacción, cantidad de recursos, tiempos de almuerzo, tiempos de fallas, porcentaje de clientes transferidos a otras áreas, horario de atención, días feriados, tipos de clientes, entre otras.

Análisis: análisis estadístico de los datos. Deben ser representativos y aleatorios, con las respectivas pruebas asociadas a estas. Se determinan las distribuciones de frecuencia para los tiempos de atención. Además, se realizan pruebas de hipótesis y Anovas en caso de que los datos se ajusten a una distribución normal o de Kruskal Wallis u otra prueba no paramétrica en el caso de no normalidad, para llegar a segmentar el proceso de una manera adecuada.

Por ejemplo para la distribución de la demanda por días, los lunes, viernes y sábado, puede ser que no exista una diferencia estadísticamente significativa, por lo que van a tener la misma curva de demanda, mientras los demás días van a tener una frecuencia de ingreso distinta. Igualmente para segmentar por horarios, hay que probar en cuáles horas hay diferencia estadística significativa para poder establecer las franjas horarias con su respectiva distribución. Se utilizan herramientas como el SPSS, el StatSolver y el ExpertFit (herramienta del Flexsim para el ajuste de curvas de distribución).

Modelo: se crea la simulación en Flexsim con las respectivas entidades, variables salidas deseadas y la cantidad de iteraciones necesarias.

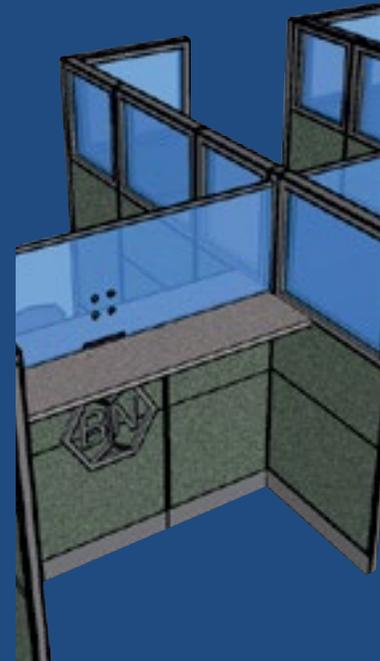
Animación: es opcional. El software por sí mismo es animado en 3D, pero en caso que se requiera, se realizan los dibujos en Sketchup o AutoCAD y se importan al Flexsim para adaptarlo a lo deseado.

Escenarios: se realizan todos los escenarios necesarios; variando las condiciones iniciales para conocer el qué pasaría si por ejemplo; los clientes deben durar menos de quince minutos en espera o si la cantidad de cajeros se incrementa. De aquí se obtienen los tiempos de espera, tiempos de servicio, utilizaciones, entre otros datos importantes. La variación de escenarios se facilita con el Experimenter que es otra herramienta que posee el Flexsim.

Optimización: en caso de estar buscando un escenario optimizado, el simulador Flexsim posee la opción llamada OpQuest que permite llegar a una solución óptima según alguna(s) variable(s) por optimizar. Por ejemplo, la cantidad de cajeros se deben emplear para que los clientes tengan un tiempo en fila máximo de 10 minutos. La diferencia entre los escenarios y la optimización es que no siempre la solución óptima se puede implementar, por cuestiones de costo o disposición de recursos, por lo que los escenarios permiten tener soluciones alternativas a la hora de tomar una decisión.

Presentación de los resultados: deben ser claros y concisos, enfocados siempre en el impacto de la mejora.

Fuente: Ing. Marcela Meza, Dirección General de Modernización, Banco Nacional.



Topografía: base de las ingenierías

Karen Castro, Comunicación CFIA

Una profesión forjada en el tiempo...

"Al hablar de la ingeniería topográfica, hablamos del tiempo, de las bases de muchas ingenierías. La topografía es cómo describir la tierra y plasmarla en mapas, que al final servirán para un sinfín de técnicas". Con estas palabras describe el Ing. Juan Andrés Mora, ex presidente del Colegio de Topógrafos (2000-2002), a una profesión milenaria que ha mostrado veloces avances tecnológicos en los últimos años.

El tránsito y el teodolito, íconos de la profesión en el siglo pasado, han cedido espacio a la estación total y los sistemas de posicionamiento global (GPS). Esos equipos de antaño "hoy son recuerdos de cómo fueron muchos de los trabajos en ciertas épocas", comenta el Ing. Juan Carlos Saborío.

De esta manera, el estilo de topografía técnica que se aprendía en la época de la posguerra, actualmente se ha transformado en una ingeniería altamente sofisticada, que permite precisión, velocidad y aporta información fundamental para la toma de decisiones en otras áreas relacionadas.

Desarrollo académico en Costa Rica

Según el propio Colegio de Ingenieros Topógrafos, la historia de la enseñanza de la topografía en nuestro país inicia en los años 40, en la Universidad de Costa Rica. En esa década, se incluyó un curso de topografía de seis horas semanales dentro plan de estudios de la "Escuela de Ingeniería".

En los años 70, cooperación internacional alemana promovió el nacimiento de la primera Escuela de Topografía y Catastro, en la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Esta se encargó de formar al primer grupo centroamericano de especialistas en el área, con el fin de promover un sistema catastral para toda la región.

En cuanto a la UCR, para finales de los 70, nuevos planes de estudio posibilitan que se otorgue el título de Bachiller en Topografía. En el año 1988, el Consejo Universitario crea la Escuela de Topografía, lo cual permite un desarrollo propio e independiente.



“Topografía es un nombre que se puede decir que es histórico. Gracias a los implementos que ha desarrollado el hombre, esta técnica se vuelve algo maravilloso.”

Ing. Inocente Castro Barahona, Primer presidente del Colegio de Ingeniero Topógrafos
1973-1974

A finales de los años 90, la UACA abrió su carrera en Topografía, y es, hasta ahora, la única universidad privada en impartir esta profesión.

Para el Ing. Inocente Castro, primer presidente del Colegio de Ingenieros Topógrafos, formalizar la carrera universitaria es uno de los principales hitos históricos para los profesionales nacionales. Como promotor de la educación, el Ing. Castro es de la opinión que “la persona que no estudia hoy, amanecerá más ignorante, porque los adelantos son experiencias vividas, y son instrumentos para el mañana.”

La transición de la topografía

Dentro del equipo topográfico podemos clasificar al equipo en tres categorías, que sirven para realizar diferentes mediciones de:

- ángulo (brújula, tránsito y teodolito),
- distancias (cinta métrica, odómetro, y distanciómetro)
- pendientes (nivel de mano, de riel, fijo, basculante, automático).

1 TRANSITO:

Instrumento topográfico para medir ángulos verticales y horizontales, con una precisión de 1 minuto ($1'$) o 20 segundos ($20''$), los círculos de metal se leen con lupa, los modelos viejos tienen cuatro tornillos para nivelación, actualmente se siguen fabricando pero con solo tres tornillos nivelantes.

2 TEODOLITO ÓPTICO:

Es la evolución del tránsito mecánico, en este caso, los círculos son de vidrio, y traen una serie de prismas para observar en un ocular adicional. La lectura del ángulo vertical y horizontal la precisión va desde 1 minuto hasta una décima de segundo.

TEODOLITO ELECTRÓNICO:

Es la versión del teodolito óptico, con la incorporación de electrónica para hacer las lecturas del círculo vertical y horizontal, desplegando los ángulos en una pantalla eliminando errores de apreciación.

DISTANCIOMETRO:

Dispositivo electrónico para medición de distancias, funciona emitiendo un haz luminoso ya sea infrarrojo o láser, este rebota en un prisma o directamente sobre la superficie, y dependiendo del tiempo que tarda el haz en recorrer la distancia es como determina esta.

ESTACIÓN TOTAL:

Es la integración del teodolito electrónico con un distanciómetro. Las hay con cálculo de coordenadas. Al contar con la lectura de ángulos y distancias, al integrar algunos circuitos más, la estación puede calcular coordenadas.

3 GPS:

Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System), hay dos tipos:

NAVEGADORES GPS:

Estos son más para fines recreativos y aplicaciones que no requieren gran precisión, consta de un dispositivo que cabe en la palma de la mano.

GPS TOPOGRÁFICOS:

Estos equipos tienen precisiones desde varios milímetros hasta menos de medio metro. Existen GPS de una banda (L1) y de dos bandas (L1, L2),

Fuente: Adonis Eralte fundador y webmaster de Arquigrafico.com



¿Alquila oficina o carece de ella?

¿Tiene su propia oficina pero sus gastos de operación son altos y afectan sus ingresos?



INTUS fue diseñado para satisfacer TODAS sus necesidades administrativas como profesional, permitiéndole AHORRAR dinero y tiempo.

- Salas de reuniones y oficinas equipadas
- Soporte administrativo
- Asistencia telefónica personalizada
- Servicios contables
- Mensajería
- Impresiones y fotocopiado

INFORMES 2527-5050

¡Programe cita con nuestra representante y le obsequiamos 2 horas de oficina!

¡Visítenos, será un placer recibirle!

ADEMÁS: SI PAGA CON LA TARJETA PLATINO BNCR - RÉGIMEN DE MUTUALIDAD OBTENGA 15% DE DESCUENTO AL PAGAR SU PAQUETE DE SERVICIOS INTEGRADOS

*Ofertas válidas hasta el 30 diciembre del 2012. Aplican condiciones



Entre con nosotros a la NUEVA ERA en Sistemas de Información Geográfica (GIS)

2012



ArcGIS Online

ArcGIS Online, la plataforma de GIS por excelencia basada en la nube cambiará su noción de **todo lo que puede lograr con un GIS.**

Consúltenos como llegar al próximo destino del mundo geoespacial. ▶



Para más información:
Tel: 2280-5479
info@geotecnologias.co.cr
www.geotecnologias.com





CFIA.... Construyendo historia
www.cfia.or.cr