

TECNOLOGÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL COLOMBIA 1960-1995

GABRIEL POVEDA

Profesor Emérito, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín

Recibido para revisar 17 de Mayo de 2000, aceptado 17 Agosto 2000; versión final recibida 3 de Julio 2001

RESUMEN: Este documento consiste de dos partes. La primera contiene una exposición resumida del proceso cambiante del desarrollo industrial de Colombia entre 1960 y el 2000, donde se hace énfasis en las innovaciones y los avances tecnológicos, que fueron muchos y muy importantes. La segunda es una nómina de más de 130 innovaciones específicas que llegaron al sector fabril del país durante ese período. El propósito es: (1) exponer dicho proceso de progreso industrial y de cambio técnico, que es muy interesante; (2) sostener que la tecnología de la industria del país ha sido abierta a la innovación, a mejorar eficiencias, a elevar calidades y a modernizarse; (3) señalar que a pesar de lo anterior, el país no genera tecnología para su propio desarrollo industrial; y (4) destacar el papel paradójico pero decisivo de los ingenieros en la industria en Colombia, en esos años y en el pasado.

PALABRAS CLAVES: Tecnología industrial, Industria colombiana, Colombia-Tecnología-Historia.

ABSTRACT: This document consists of two parts. One is a brief report on the changing process of industrial development in Colombia 1960-2000, emphasising on technological innovations and advancements, which were many and very important. The second part is a short description of each one of 130 or more specific innovations which entered the industrial sector of the country during the period. The purpose is four-fold: (1) to describe the referred process of industrial advancement and technological change; (2) support the statement that colombian industry has been ready to accept innovation, to increase efficiencies, to improve qualities and to modernize; (3) to point out that, in spite of this, the country does not produce technology for its own industrial development; and (4) to underscore the paradoxical but decisive role of colombian engineers in industry in these years as well as in the past.

KEY WORDS: Industrial technology, Colombian industry, Colombia-Technology-History

1 INTRODUCCIÓN

Este es un informe sobre las principales innovaciones tecnológicas que fueron incorporadas al sector industrial de Colombia en el lapso de 40 años entre 1960 y el 2000. Este no es un ensayo. Si se quiere es una monografía técnica. Es resultado de la experiencia del autor como ingeniero químico y electricista durante el período mencionado, como asesor técnico y consultor de una asociación colombiana de industriales, de organismos técnicos del gobierno, de entidades internacionales y de numerosas empresas industriales del país. Se escribe como documento para la información y el estudio de ingenieros de las varias denominaciones que se interesan en la tecnología industrial: químicos, mecánicos, industriales, metalúrgicos, etc., y de economistas estudiosos del sector fabril.

Se escribe por varias razones:

- Porque reunir esta información exigiría hoy (año 2000) un equipo de ingenieros, economistas e in-

dustriales, trabajando no menos de uno o dos años. En consecuencia, esta tarea no ha sido hecha en Colombia en ninguna otra parte.

- Porque constituye una síntesis ordenada de la historia industrial del país en la etapa más interesante de su evolución tecnológica.
- Porque el autor mantiene esta información en su memoria y desea compartirla con colegas y con estudiantes a quienes les interesará.
- Porque esta relación pone de relieve varias características de la industria colombiana, sobre las cuales hay mucha desinformación.
- Porque ésta información no ha sido publicado en ninguna parte. Es por eso un trabajo totalmente original e inédito.
- Para completar los varios artículos y libros que el autor ha escrito sobre la historia de la ingeniería y la tecnología colombiana.

La única fuente que se ha necesitado para este documento es el archivo personal y la memoria del autor. En ningún libro ni documento alguno se encuentran ni siquiera fragmentos de lo que se expone aquí. Este trabajo es importante tanto en el plano micro-tecnológico como en el plano macro-tecnológico. Es importante para ingenieros especialistas, para gobernantes, para micro-economistas, para planificadores, para académicos y para otros estudiosos, para entender cómo se hizo el desarrollo tecnológico y el desarrollo industrial de Colombia en el lapso que se indica en el título.

2 LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL

En este documento llamamos innovación tecnológica, en el sector industrial colombiano, a algún nuevo producto, nuevo proceso, nuevo equipo, nuevo material, o combinación de lo anterior, que antes no existía en dicho sector en el país. Tales innovaciones (salvo algunos pocos casos de menor importancia o que se frustraron) han venido todas desde Europa o desde Estados Unidos. No han nacido en fábricas del país, ni en sus laboratorios, ni en el cerebro de sus ingenieros. En varios libros anteriores sobre la historia de la tecnología en Colombia el autor ha demostrado que esta es una constante en la historia del país desde que comenzó su vida en 1820*. Esta realidad no es grata pero es la realidad. Esta sólidamente asentada en cuatro factores poderosos con 180 años de vigencia, a saber: a) el sólido retraso técnico y científico de la España que nos ocupó por más de tres siglos, y que ella nos dejó como herencia; b) el estilo seguidista y repetitivo de enseñar que ha predominado ponderosamente en nuestras escuelas, colegios y universidades**; c) el desinterés y la negligencia de los gobiernos colombianos por la ciencia y la tecnología, con poquísimas excepciones†; d) el tradicional desprecio de industriales

e inversionistas colombianos por la ciencia y particularmente por su cultivo en Colombia; y e) como consecuencia y como agravante de lo anterior, está la incapacidad de las universidades, en este siglo y medio, para hacer investigación científica aplicada y desarrollo tecnológico que sean relevantes y sustantivos. Estas barreras se han ayudado mutuamente desde 1820 y solo hoy hay signos incipientes de cambio. Por estas razones el autor afirma que la clase de las innovaciones tecnológicas nacidas en Colombia y que sean de alguna significación internacional es un clase vacía.

Pero, por el contrario, los ingenieros y los industriales colombianos han cumplido con muy notoria idoneidad otras dos funciones que han necesitado para dotarse de tecnologías productivas, a saber: la de ubicarlas y escogerlas en los países desarrollados, por un lado (aunque usualmente a costos muy altos); y la de asimilarlas rápidamente, operarlas con gran idoneidad y adaptarlas a las circunstancias del país, por otro lado. De todas las innovaciones que se mencionan en este artículo, el autor da fé de que, en cada una de ellas todo ocurrió como se acaba de mencionar. En esos 40 años sólo hubo tres intentos de nuevos procesos en la industria colombiana que fallaron por errores tecnológicos en su escogencia o en su manejo.

Las innovaciones tecnológicas en la industria colombiana han venido, pues, de origen extranjero, pero su manejo en el país por ingenieros casi todos colombianos, fué siempre acertado y eficaz en el plano técnico, salvo los casos escasos y menores mencionados. De todas maneras esta dependencia tecnológica le ha ocasionado al país varios costos ocultos que más abajo señalaremos.

3 BREVE HISTORIA INDUSTRIAL 1960-2000

En estos cuatro decenios la industria, vista en conjunto, atravesó por cuatro etapas sucesivas y claramente diferenciadas:

- Período 1960-1979. Veinte años de crecimiento, diversificación y modernización; con muchos productos nuevos, fábricas nuevas, exportaciones nuevas, etc. Ha sido el período mas brillante de desarrollo industrial en el siglo XX§.
- Período 1985-1991. Nuevo crecimiento estadístico del sector industrial en todas sus ramas. Gran aumento de exportaciones manufacturadas. En 1989

* Véase en la bibliografía: Poveda, 1976; Poveda, 1984; Poveda, 1988 a; Poveda 1988 b; Poveda, 1993 a; Poveda, 1993 b; y varios artículos en revistas, del mismo autor.

** Que también heredamos de España. En 1935 don Miguel de Unamuno, rector de la Universidad de Salamanca exclamó con desprecio: "Que inventen ellos". Se refería a Inglaterra, Alemania, Francia y Estados Unidos.

† El autor puede demostrar que los pocos presidentes que se han interesado en esta materia han sido Santander, Mosquera, Murillo Toro, Núñez, López Pumarejo, Ospina Pérez, Rojas Pinilla y Carlos Lleras Restrepo. Quedan otros 58 que nada (o casi nada) hicieron al respecto.

§ El autor está escribiendo la historia de toda la economía de Colombia de 1900 al 2000, y por eso puede sostener esta afirmación.

el país y su industria estaban casi listos para entrar en una fase de crecimiento y mejoramiento muy fuertes.

- Período 1992-2000. Estancamiento, retroceso y casi colapso, sucesivamente, debido a políticas "neo-liberales" de los gobiernos, sin asidero en la historia ni en la realidad social y económica de Colombia. Algunos cambios tecnológicos "de salvamento". Alta mortalidad empresarial. Desempleo masivo.

Partiendo de una base muy pequeña en 1905, la industria colombiana avanzó con notorio éxito durante 85 años, salvo en la crisis mundial, de 1930 a 1933, de la cual salió muy robustecida. A ello contribuyeron decisivamente: los obreros e ingenieros colombianos; muchos empresarios shumpeterianos; algo de nuestros recursos naturales; y nueve gobiernos inteligentes. Es gruesamente erróneo atribuir ese desarrollo a un presunto "modelo cepalino". Hubo errores (no muchos ni muy graves) y hubo costos. Pero los beneficios económicos, sociales, culturales y tecnológicos de industrializar al país fueron inmensamente mayores.

El café fué un apoyo decisivo como fuente de divisas. Pero desde 1960 varios sectores industriales ya estaban exportando: textiles, azúcar, cemento, metal-mecánicos, hidrocarburos, etc. El sabio decreto-ley 444 de 1967 reforzó decisivamente la posición exportadora de la industria y los otros sectores. Y en el lapso 1960-1990 que se mencionan hubo otros factores que apoyaron la creciente industrialización: la educación técnica (universidades y Sena); la electrificación del país; el crédito de fomento a industria y agroindustria; el ensanche de la demanda agregada nacional; y la salida decidida a los mercados internacionales. Es crasamente equivocado decir que la industria colombiana haya sido siempre ineficiente, obsoleta, cara en costos y precios, de malas calidades e incapaz de exportar. Hacia 1989 y 1990, el sector aportaba el 20% del PIB nacional; ocupaba directamente 500 mil personas (el mayor número en su historia), exportaba decenas de productos manufacturados; alcanzaba altas productividades en muchos sectores; había logrado calidades internacionales en muchos productos; e iba en camino de ascenso.

Desde 1975 comenzaron algunos gobiernos a ensayar políticas manchesterianas de "laissez-faire" de la Escuela de Chicago. Se intentó repetirlas en 1978-1982 y en 1987-1988. Pero en 1990 se le aplicaron drásticamente al país esas doctrinas y esas políticas. La industria resistió el impacto por tres años, reduciendo personal, invirtiendo en maquinización, cerrando muchas dependencias marginales y elevando rendimientos y

productividades. Se le frenaron sus exportaciones con tasas de cambio artificiales y desestimulantes. De 1995 a hoy (año 2000) el sector industrial ha retrocedido dramáticamente. Su aporte al PIB es en este año del 2000 tan solo del 15%, sobre un PIB total muy castigado, en todos los otros sectores.

4 DINÁMICA Y AVANCE TECNOLÓGICO 1960-1995

Estos 35 años fueron especialmente dinámicos en la industria colombiana del siglo XX. Véanse, si no se cree, los siguientes hechos contundentes.

- En 1960 el sector ocupaba 265220 personas. En 1993 llegó a 514867. Aumento porcentual promedio acumulativo de 5.0% anual, muy superior al del resto de la economía que sólo fué de 3%. Véase el anexo estadístico al final del documento.
- En 1960 el "stock" de capital en el sector era de 35551 millones de pesos constantes de 1975. En 1995 llegó a 265000 millones en la misma moneda. Crecimiento: 5.9% anual promedio.
- En 1960 el aporte industrial al PIB valió 37553 millones de pesos de 1975. En 1990 valió 176500 millones. Crecimiento promedio acumulativo: 4.8% anual. El PIB nacional total pasó de 184723 millones de pesos de 1975, en 1960, a 920902 millones en 1990, marcando así 4.6% anual de crecimiento (menor que el industrial).
- El consumo de electricidad industrial en 1960 fueron 0.651 tera-vatios-hora. En 1990 fueron 5.5 tera-vatios-hora (1 tera-vatio-hora=1 billón de vatios-hora). Tasa de crecimiento acumulativo promedio: 7.37% anual, mas acelerado que en el resto de la economía. Este es el indicador más elocuente de crecimiento físico y de maquinización de la industria en todo país del mundo

Pero el sector no solo creció en su conjunto. Todos y cada uno de sus subsectores lo hicieron. Y esto ocurrió también al nivel de cada una de las áreas urbanas industriales. Hay cifras abundantes para demostrarlo. Comenzó a producirse muchísimos artículos y productos nuevos con tecnologías nuevas en el país: monómeros petroquímicos, resinas sintéticas de varios tipos, fibras textiles sintéticas, polímeros plásticos, aceros especiales aleados, muchos productos fitosanitarios, muchos materiales y productos farmacéuticos, máquinas-herramientas para metales, grandes equipos en acero inoxidable, nuevos materiales cerámicos, papeles y cartones finos, impresos exportables, manufacturas de metales no fer-

rosos, automóviles, autopartes, máquinas y equipo eléctrico, aparatos motrices industriales, productos químicos minerales nuevos, estructuras de acero, productos químicos orgánicos nuevos, etc. El gran grueso de estos nuevos productos novedosos fueron de tipo químico, siderúrgico, metal-mecánico, de pulpa y papel, de aparatos mecánicos y, en general, de bienes intermedios y bienes de capital. Lamentablemente este proceso se detuvo (como ya se dijo) hacia 1990 ó 1991 por efecto de la "apertura" con dólar devaluado. De 1990 a 1995 el sector estuvo reestructurándose para hacer frente a la apertura agravada con sobrevaloración del tipo de cambio. En el quinquenio final de siglo el sector retrocedió en su importancia, en su tamaño y en su dinámica tecnológica.

5 EL ORIGEN DE LA TECNOLOGÍA

Aquí llamamos tecnología a los factores de producción constituidas por: máquinas y equipos; herramientas; materiales e ingredientes; métodos y normas de producción; saberes y destrezas específicas; diseños, formulaciones y patentes. En el período examinado (1960-2000) prácticamente toda ha venido del exterior: de Estados Unidos y de la entonces Comunidad Económica Europea, algo como cuatro quintas partes; del Japón y Asia Oriental, casi todo lo demás; y un pequeñísimo residuo de Suecia, Brasil, Dinamarca y México.

En las 130 y más innovaciones que presentamos aquí, el papel de los ingenieros colombianos fué altamente valioso y útil y se expresó en las siguientes actividades:

- Los ingenieros nacionales originaron en sus empresas innumerables ideas de establecer nuevos productos, nuevos procesos, sustituciones de materias primas, mejoramiento de calidad, uso de nuevas máquinas, etc.
- Ellos buscaron y seleccionaron proveedores idóneos de los elementos tecnológicos que se requirieron y seleccionaron correctamente los mejores a nivel técnico y los más económicos dentro de las limitaciones de capital de nuestro país y de las limitaciones de los mercados accesibles a nuestros productores.
- En fábricas y laboratorios del exterior o en las suyas propias nuestros ingenieros se entrenaron, junto con supervisores y obreros colombianos, para asimilar y dominar las nuevas tecnologías.
- Asesorados por ingenieros y técnicos extranjeros, los ingenieros colombianos instalaron en el país

las nuevas producciones, nuevos procesos, nuevos equipos, etc., los pusieron a funcionar, los ensayaron y ajustaron y los pusieron "on stream", siempre con éxito (salvo dos o tres casos que ya aludimos y que no incluimos en los 130 y más que abajo mencionamos).

- Con las tecnologías ya en marcha los ingenieros nacionales idearon y aplicaron numerosas ideas, mecanismos auxiliares y cambios para mejorar los procesos y los productos, en unidades por hora, en costo por unidad, en calidades y en economías de capital fijo.

Pero ninguna de las innovaciones que mencionamos aquí y de muchas otras que conoció el autor surgió en Colombia. Nuestros ingenieros han sido desde hace siglo y medio aprendedores inteligentes y operadores eficaces de tecnologías correctamente elegidas por ellos. Pero como inventores han sido poco fértiles.

6 COSTO DE LA DEPENDENCIA

Todo país con algún desarrollo de industria ha importado y sigue importando tecnología. Aún los más avanzados lo hacen, unos de otros. Colombia ha comprado en el exterior toda su tecnología industrial, y la ha elegido, en lo sustancial, de manera adecuada. Las numerosas y grandes innovaciones que presentamos aquí son prueba de ello. Unos sectores fabriles han sido más dinámicos y emprendedores que otros en su avance técnico. Pero, en general, de 1960 a 1995 todo el sector avanzó de modo sorprendente en este y en otros varios aspectos, pese a las enormes dificultades de los años ochentas y noventas.

Pero el haber dependido totalmente del exterior, renunciando del todo a hacer desarrollos tecnológicos propios, le ha acarreado a la industria y al país seis grandes desventajas. Ellas son las siguientes, según la experiencia profesional del autor, y a su juicio:

- (i) El costo de la inversión en las fábricas, en relación a su capacidad física de producción, nos ha resultado demasiado alto. Por ejemplo: si hubiéramos desarrollado en Colombia un know-how sustancial en diseño de maquinaria de hilandería textil, ésta se hubiera podido construir en buena parte en el país, con un costo en miles de dólares por cada mil husos, que hubiera sido sensiblemente menor de lo que nos ha costado trayendo esa maquinaria totalmente del exterior. Este efecto ha sido agravado por el hecho de que nuestras fábricas son, forzosamente, más pequeñas que las de Estados Unidos, Inglaterra o Alemania, y el

fenómeno universal de las economías de escala determina que el costo de las plantas, por unidad de tamaño, ha sido, por eso, apreciablemente más alto. Basta que recordemos la conocida ecuación de Williams[†]. Cada mil toneladas diarias de capacidad para producir cemento nos ha costado en Colombia más que esa misma capacidad en Estados Unidos o, aún, más que en el Brasil que ya fabrica en escalas grandes y que ya genera mucho de su propia tecnología.

- (ii) Segundo inconveniente. Cada unidad física de hilados, o de cemento, o de acero, etc. tiene un componente de capital (costo financiero o de depreciación) en su costo total de producción, y este componente es por lo que se acaba de decir, más elevado en Colombia que en los países que sí producen tecnología propia y que, además, disponen de grandes mercados.
- (iii) Tercer inconveniente, muy grave. Nuestra negligencia por desarrollar tecnologías colombianas ha conducido a no aprovechar posibilidades importantísimas de industrializar muchos recursos naturales propios. Hubiera sido el caso de la carbotecnología, la sucroquímica, la fitoquímica farmacéutica, la minisiderurgia, la tecnología maderera y otras ramas que no hemos construido porque no hicimos nada para desarrollarlas o redesarrollarlas al nivel del país.
- (iv) Cuarto inconveniente. Los países extranjeros muy industrializados donde hemos comprado toda nuestra tecnología son y han sido ricos en capital, y sus salarios han sido y son altos. Luego sus diseños de máquinas, procesos, métodos, etc. se han hecho con un criterio muy marcado de economizar mano de obra, aunque la inversión de capital sea más fuerte. Al traerlos a Colombia sin adaptaciones sustantivas, nuestra industrialización ha requerido mayores exigencias de inversión y ha limitado notoriamente la capacidad generadora de empleo industrial frente a lo que Colombia ha necesitado y necesita, por razones sociales.
- (v) Quinto inconveniente. Por varias razones, las tecnologías que hemos importado han tenido impactos ambientales que en nuestro país (muy escaso en capital para corregirlos) han sido más severos que lo que son aquellas mismas en sus países originarios, que son ricos en capital.

- (vi) Sexto inconveniente. Los tres o cuatro sobrecostos de capital ya mencionados han resultado funestos con la aplicación insensata de la apertura indiscriminada de nuestros mercados, desde 1990, sin compensaciones, sin gradualidad y sin selectividad, y con efectos muy graves en desempleo, en balanza comercial negativa, y en retroceso económico

7 SUBSECTORES MAS DINÁMICOS

En los siete lustros que vieron crecer y mejorar la industria antes de 1994 ó 1995, los sectores que mostraron la mas vigorosa capacidad de tecnificación y modernización fueron, claramente, los que siguen: la petroquímica, la siderurgia, el petróleo en todas sus etapas, la de productos químicos industriales, la textil (contra lo que dicen algunos desinformados), los ingenios azucareros, la cervecería, el de construcción de equipos mecánicos, el de maquinaria eléctrica, el automotriz, el de autopartes y el de papel.

Un poco menos dinámicos fueron: la fabricación de alimentos preparados, las confecciones textiles, la fundición de metales, las metal-mecánicas livianas, las de jabones y detergentes, otras paraquímicas, el cemento, las de vidrios, las cerámicas, las imprentas y editoriales y las de electrodomésticos. Pero también éstas registraron avances técnicos importantes.

Bastante inactivas fueron: las tabacaleras, las manufacturas de madera, las gaseosas, las cárnicas, las lácteas, las de molinería y trilla, las curtiembres, las manufacturas de cuero y otras ramas fabricantes de bienes de consumo personal.

Explicar por qué estos sectores tuvieron esas conductas tan diferenciadas en su evolución tecnológica sería muy largo y desborda los alcances de este documento

8 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS 1960-1995

Es común oír decir que Colombia es un país tecnológicamente retrasado. Esta es una verdad a medias. Ella oculta una realidad que en nuestro país muy pocas personas parecen haber percibido y que "menos aún" han puesto de presente. Nos referimos al hecho de que el sector de la industria manufacturera y fabril, en su amplia generalidad, ha mantenido desde hace largo tiempo un serio esfuerzo financiero y técnico para mantenerse al día en materia de tecnología frente al resto del mundo, operando dentro de las severas restricciones que nuestro país subdesarrollado ha padecido (y sigue padeciendo), en términos de sus escasos recursos de capital y de sus mercados estrechos.

[†] La ecuación o ley de Williams (o de los dos tercios) es la expresión de la realidad empírica y casi universal de que para cierto tipo de fábricas (p.e.: tejedurías de algodón), su costo de inversión crece con su tamaño o capacidad, pero solo lo hace en proporción a la potencia fraccionaria 2/3 de ésta última.

Entre 1960 y 1990 Colombia vivió un vigoroso período de crecimiento industrial y de diversificación de sus productos manufactureros. Muchísimas fábricas grandes, medianas y pequeñas se fundaron en esos años. Una gran parte de ellas se dedicaron a hacer uno o varios productos que en ese momento eran nuevos en el catálogo de productos nacionales. Otras venían a ampliar la capacidad nacional de fabricación de artículos que ya antes eran conocidos en nuestro mercado.

Otras plantas industriales que ya existían, ampliaron y diversificaron en esos años su "product mix" con bienes que eran nuevos en el marco del mercado colombiano y que en varios casos se destinaron a exportar. Hubo sectores industriales enteros que nacieron en esos años, como fueron el petroquímico, el automotriz, el agroquímico y el sector fabricante de polímeros plásticos. Todo ello significó que se adoptaran, a nivel del país, muchas importantes innovaciones en la industria, con una celeridad que casi nunca, antes o después, ha mostrado el sector fabril del país. Hablamos de innovaciones en el sentido de que fueron novedades en el aparato productivo colombiano, aunque todas ellas (casi sin excepción) fueron inventadas o desarrolladas en los grandes países industriales del mundo, como ya se dijo. Esta circunstancia prolongaba la tradición centenaria en nuestro país, de que aquí no se inventa nada, sino que todo lo que se ha necesitado en materia de tecnología para atender la evolución técnica y de los mercados, se ha importado tal cual, o se ha comenzado a producir dentro de Colombia con tecnología totalmente importada de los países más avanzados.

Para ilustrar con hechos reales lo que se expone en este documento, presentamos, para concluir, una relación bastante completa de las innovaciones (en el marco del mercado de Colombia) que han aparecido en la industria fabril, y que han tenido la mayor importancia económica y tecnológica, entre 1960 y 1995. El autor ha registrado y conservado estas realizaciones en su memoria personal, como resultado de su condición de consultor de numerosas empresas industriales colombianas, de agencias del gobierno, de entidades internacionales, de asociaciones gremiales industriales, y de las empresas individuales que ejecutaron esas innovaciones. El autor fue testigo, promotor y co-ejecutor de todas ellas. Desde 1995 hasta hoy (año 2000) los trastornos graves que ha sufrido la industria nacional paralizaron su progreso tecnológico. Por eso esta relación no presenta casi ninguna innovación en este quinquenio.

Cuando se habla de una innovación tecnológica en un país como el nuestro, se está aludiendo a un nuevo producto, a nuevos elementos o a nuevos factores de

tipo tecnológico que antes no operaban en el país. Se habla pues de:

- Un nuevo producto de las fábricas nacionales; y/o
- Una nueva maquinaria o nuevos equipos que vienen a elaborar los productos que ya eran tradicionales, o a hacer otros nuevos; y/o
- Un nuevo procedimiento técnico de producir: nuevos procesos, nuevas especificaciones, nuevas operaciones, etc.; y/o
- Una nueva materia prima que antes no se usaba en el país; y/o
- Unos nuevos oficios que antes no se ejercían en el país, que ahora aparecen y/o
- Unos nuevos oficios métodos de trabajar en las fábricas; y/o
- Una combinación de lo anterior.

Muchas de las novedades tecnológicas que presentaremos han implicado transformaciones de todos estos tipos. Pero muchas otras han producido efectos menos amplios aunque muy profundos. Ejemplo de las primeras (entre muchas) fue la novedad, en 1961, de comenzar a producir automotores en el país, por la vía del ensamble. Ello significó nuevos productos en el mercado (los automotores); nueva maquinaria y nuevas herramientas en las fábricas, que antes no se usaban en ninguna empresa colombiana; nuevos procesos físicos de producción; nuevos insumos y nuevas materias primas (las autopartes para ensamble de los carros y camiones); y nuevos procedimientos técnicos (nuevas formas de control de calidad, nuevas técnicas de pintura). Pero otras innovaciones industriales, tan importantes, o más que la anterior no han implicado tantos elementos físicos novedosos, pero si varios cambios muy profundos. Un ejemplo es la adopción generalizada del computador personal, que ha implicado grandes y numerosas transformaciones en todo el país en forma de hardware, de los nuevos softwares, y de los nuevos oficios. Estos seis tipos de novedades que vimos más arriba se incluyen en la tabla a que nos estamos refiriendo; y en ella marcamos con una equis ("X") aquellos nuevos factores tecnológicos de producción que han venido con cada novedad al país.

Nuestro cuadro (y otros ya elaborados por este autor para épocas anteriores) demuestra vívidamente tres hechos protuberantes de nuestra realidad tecnológica, que son los siguientes:

- (i) Nuestros empresarios y nuestros ingenieros inventan muy poco (casi nada), y traen toda la tecnología que necesitan por el camino de las im-

portaciones (de máquinas, de insumos, de "know-how" y de metodologías de producción), casi siempre con acierto técnico en su elección.

- (ii) Nuestros ingenieros son excelentes aprendedores y operadores de esas tecnologías importadas. Esta pericia ha sido decisiva en el resultado casi siempre muy exitoso de las tecnologías importadas.
- (iii) La industria colombiana ha vivido abierta al cambio tecnológico y a la actualización de su tecnología, salvo en lo que exija inversiones desmesuradas o que requiera grandes mercados de compradores para aplicar en forma económica esas novedades.

La industria colombiana en su gran mayoría no es una industria ineficiente, ni anticuada, ni de malos productos. Han sucedido casos esporádicos y aislados de errores tecnológicos que se han cometido. Es el caso de empresas que trajeron al país tecnologías inadecuadas, como ocurrió en Forjas de Colombia, en Bucaramanga; en Sucroquímica S.A., en Cali, y en una que otra ocasión más. Pero en general, la tecnología industrial que se ha instalado en Colombia ha sido la apropiada, y los productos, que así se han producido, han sido de calidades al menos aceptables, o tan buenas que aquéllos se exportan ampliamente.

Finalmente, el cuadro muestra que nuestro país no es un país muy retrasado tecnológicamente (como lo han propalado los últimos gobiernos y muchos economistas, que no conocen la realidad del país), pero sí es muy dependiente del exterior. Por esta última circunstancia, la producción de numerosas empresas industriales ha resultado más costosa por unidad de producto. También por esa razón hemos tenido que hacer cuantiosos gastos en el exterior por asistencia técnica y hemos mantenido desutilizada nuestra pequeña, pero valiosa capacidad para hacer investigación científica y para generar desarrollo tecnológico a nivel del país.

Por esto este cuadro es un llamado a que el mundo empresarial nacional, y los grupos académicos se entiendan a través de planes y proyectos específicos de *I + D* en el país, para subsanar los extra-costos que las tecnologías importadas nos han causado (y siguen causando) y para que ya vayamos convirtiéndonos en un país donde la cooperación ternaria de la industria con la academia y con el gobierno, genere una actividad muy vigorosa en el sentido de crear y aplicar tecnologías autóctonas, y donde podamos jugar algún papel, no solo como compradores acertados pero sumisos de tecnologías extranjeras, sino como proveedores de tecnologías colombianas para todo el resto del mundo.

REFERENCIAS

- Poveda, G. *Políticas Económicas Desarrollo Industrial y Tecnología en Colombia, 1925-1975*. Bogotá. Colciencias, 1976.
- Minas y Mineros de Antioquia*. Bogotá. Banco de la República. 1984.
- Simesa. Cincuenta Años de Siderurgia en Colombia*. Medellín. Editorial Colina. 1988.
- Historia Económica de Antioquia*. Medellín Colección de Autores Antioqueños. Departamento de Antioquia. 1988.
- Ingeniería e Historia de las Ciencias* (2 volúmenes). Bogotá. Colección de Historia Social de la Ciencia y la Tecnología en Colombia. Colciencias. 1993.
- Las Principales Innovaciones Tecnológicas en Colombia de 1500 a 1995*. Medellín. Colección Cuadernos de Formación Avanzada. Universidad Pontificia Bolivariana. 1999.
- Archivo personal, memoria personal y experiencia como ingeniero consultor de industrias desde 1960 hasta 1995.

CRECIMIENTO REAL DE LA INDUSTRIA 1953-1994

AÑO	EMPLEO INDUSTRIAL #	CAPITAL INDUSTRIAL	PIB INDUSTRIAL \$const.
	Personas	\$const. de 1975 x10 ⁶	de 1975 x10 ⁶
1953	263.676	19.015	23.871
1954	183.300	21.527	26.100
1955	211.979	24.824	27.857
1956	230.736	28.302	29.906
1957	236.540	31.909	31.268
1958	248.540	32.961	32.654
1959	254.100	34.008	35.370
1960	265.222	35.551	37.553
1961	276.159	3.724	39.799
1962	280.520	41.363	42.535
1963	283.441	42.983	44.554
1964	294.221	46.437	47.188
1965	299.508	50.425	49.401
1966	293.825	54.363	50.995
1967	302.319	58.751	54.332
1968	326.826	60.931	57.831
1969	347.159	64.142	61.866
1970	330.679	69.219	65.783
1971	383.853	74.685	71.395
1972	424.017	82.218	79.046
1973	447.899	90.092	85.789
1974	456.823	95.478	92.936
1975	470.055	101.029	94.086
1976	537.326	106.406	98.210
1977	500.991	113.870	99.625
1978	516.658	120.846	109.559
1979	516.400	127.625	116.264
1980	501.021	133.494	117.672
1981	489.023	141.114	114.556
1982	472.044	151.303	112.906
1983	464.457	162.312	114.197
1984	446.771	166.956	121.035
1985	457.196	171.284	124.610
1986	477.170	176.568	132.021
1987	482.962	183.467	140.229
1988	492.655	189.824	142.887
1989	496.175	196.102	150.913
1990	496.449	206.005	157.290
1991	501.165	213.167	158.583
1992	508.413	224.913	165.690
1993	514.867	238.138	168.417
1994	504.106	254.093	172.998

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Unidad de Industria, www.dnp.dnp.gov.co

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1960 - 1970

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Instrumentos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Uso del telar sin lanzadera		X		X		X	1960	Medellín	Coltejer y Fabricato	Era una innovación muy reciente a nivel mundial, y ofrecía importante rentabilidad	Aumentó sustancialmente la productividad de las plantas de tejido plano; mejoró calidad de las telas; redujo mucho el costo por metro cuadrado de tela. Los primeros fueron Sulzer.
Comienza producción de resinas de fenol-formaldehído	X	X	X	X	X	X	1960 a 1962	Medellín y Cali	Colresin (1960) Borden (1962)	Desde 1937 se consumía este producto en fabricación de artículos de plástico, en el país	Las dos compañías iniciadoras trajeron toda la tecnología de Alemania (la una) y de EE.UU. (la otra)
Producción de amoníaco - urea - ácido nítrico, y fertilizantes nitrogenados a partir de gas de refinería	X	X	X	X	X	X	En 1960 ó 1961	Cartagena (Mamonal)	Amocar - Abocool	La demanda crecía con rapidez. Se trataba de aprovechar el gas residual de la refinería de petróleo vecina	Era la primera fábrica mayor de estos productos, después de la pequeña planta de amoníaco - urea en Barrancabermeja, que operaba desde 1958
Se instalan primeras plantas de lavado de lana y de hilado de tops de lana	X	X	X	X	X		1959-1960	Medellín, Cali y Pereira	Indulana, Vicuña, Omnes, Britilana	Una severa escasez de divisas obligó a los industriales textiles laneros a hacer esta sustitución de importaciones	Casi toda la lana necesaria para el sector textil era anteriormente importada de Argentina, Uruguay y Australia como lana lavada.
Producción de papeles blancos a partir de bagazo de caña.	X	X	X	X	X	X	En 1960 ó 1961	Cali (Yumbo)	Propal	Se trataba de usar mejor el sobrante de bagazo de caña que se producía en el Valle del Cauca	La tecnología había sido desarrollada por la Grace en su gran ingenio azucarero de Paramonga, en el Perú.
Se inicia producción de papeles suaves para uso doméstico	X	X	X	X	X		1959 a 1961	Pereira	Papeles Nacionales	El mercado nacional estaba en crecimiento rápido	Era una empresa canadiense que trajo su tecnología de ese país
Uso del computador electrónico digital con tubos de vacío.		X		X		X	1960	Bogotá y Medellín	Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, Escuela de Minas y Empresas Públicas de Medellín	Era una novedad internacional que abría muchas posibilidades nuevas de trabajo.	Había sido desarrollado en EE.UU. durante la Segunda Guerra Mundial. Ya era usado en muchísimas aplicaciones nuevas
Producción de lámina de acero estrada en caliente.	X	X	X	X		X	1960 ó 1961	Belencito (Boyacá)	Paz del Río	Se buscaba diversificar la producción siderúrgica de la empresa y sustituir las importaciones	Era un producto nuevo en Colombia que se importaba en su totalidad para muchos usos en las industrias metal - mecánicas. El equipo que se instaló venía ya usado de Chile.
Construcción de telares planos con lanzadera y de máquinas continuas de hilar	X		X	X	X	X	1960 ó 1961	Medellín	Furesa (Coltejer)	Para aprovechar incentivos tributarios a fabricaciones metal - mecánicas; y para sustituir importaciones	Era un producto nuevo en Colombia. Se usó tecnología de Draper (en EE.UU.). Duró en producción hasta ca. 1970 y luego se terminó.
Producción de negro de humo a partir de residuos pesados de refinería	X	X	X	X		X	1961	Cartagena (Mamonal)	Cabott Colombiana	El tamaño del mercado nacional justificaba la producción para reemplazar las importaciones	Era producto nuevo, de empresa nueva, en fábrica nueva. Se aprovechaban así los subproductos pesados (como bunker oil) de la refinería vecina en Mamonal.
Producción de detergentes sintéticos sulfonados de anil - arquillos.	X	X	X	X	X	X	1960 ó 1961	Cali	Colgate - Palmolive	El consumo nacional lo justificaba y la empresa tenía la tecnología	Se estaba consumiendo hacía algunos años y la demanda crecía rápidamente. Aun a nivel mundial era un producto nuevo en los mercados.
Uso del espectro - fotómetro de luz visible para análisis químico en laboratorios industriales.		X	X	X		X	1961 ó 1962	Medellín y Bogotá	Varias plantas químicas en una y otra ciudad	Pieza nueva de análisis químico instrumental, con muchas posibilidades nuevas.	En el mundo desarrollado se había generalizado su uso en análisis químico instrumental, por su potencia, eficacia y exactitud.

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1960 - 1970

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Producción de fibras, filamentos y tow de poliéster textil (saturado)	X	X	X	X	X	X	1963	Girardota (Medellín)	Enka	La demanda por estas fibras estaba creciendo aceleradamente	La empresa Enka fue fundada para producir el poliéster y las fibras textiles que mencionamos.
Diseño nacional y tallado de engranajes helicoidales y dientes en epicicloide	X			X			ca. 1960	Medellín	Un fabricante de tornos y un profesor de la Escuela de Minas	Comenzaba a abrirse el mercado de reconstrucción de cajas de cambio para tornos.	Fue un caso precursor de cooperación entre industriales y académicos.
Producción integral de motores eléctricos de C.A. de inducción, para uso industrial.	X	X	X	X		X	Hacia 1962	Bogotá	Siemens Colombiana	Había mucho interés en fabricar bienes metalmecánicos.	Se desarrolló la tecnología mediante ingeniería reversa y con aportes extranjeros de planos y normas y métodos.
Ensamble de automóviles colombianos.	X	X	X	X	X	X	1961	Bogotá	Colmotores	El mercado nacional ya lo necesitaba	Fue muy importante en su momento. El gobierno nacional tenía interés en crear un vigoroso sector industrial automotriz. Los kits CKD era importados de Europa y de EE.UU.
Producción (por polimerización) de cloruro de polivinilo (PVC) tipo suspensión, a partir del cloruro de vinilo (CVM)	X	X	X	X	X	X	ca. 1962	Cartagena (Mamonal)	Petroquímica Colombiana	El mercado en crecimiento y los incentivos tributarios fueron su gran fuerza.	La empresa Petroquímica Colombiana fue creada para ese fin. El monómero de CVM era importado, inicialmente.
Construcción nacional de taladros y fresadoras para metal.	X		X	X		X	ca. 1962	Bucaramanga	Famagrin + Penagos Estrada	Antes no se había producido estas máquinas en Colombia	Fueron las primeras empresas que produjeron máquinas herramientas para metales en Colombia. También había un claro estímulo tributario para industrias de bienes de capital
Producción de atileno y de polietileno de baja densidad	X	X	X	X	X	X	ca. 1962	Barrancabermeja	Policolsa	El consumo mundial y nacional crecía rápidamente	La empresa fue creada para empezar esta producción, usando gas de la refinería vecina de Barrancabermeja. Policolsa era propiedad oficial
Producción por extrusión de aluminio en perfiles, tubos, barras y otras formas	X	X	X	X		X	ca. 1963	Cali	Aluminio Alcán (hoy Imusa)	Había un fuerte incentivo tributario para industrias metal - mecánicas	Alcán se fundó en dicho año, precisamente para producir estos materiales
Uso del reactor continuo para polimerizar resinas.	X	X		X		X	ca. 1963	Cartagena (Mamonal)	Petroquímica Colombiana	El consumo de plásticos de PVC crecía en el país	Había incentivos tributarios para industrias químicas
Producción de resina de melamina - formaldehído	X	X	X	X	X	X	ca. 1963	Cartagena (Mamonal)	Cyanamid	El consumo de plásticos de PVC crecía en el país	Había incentivos tributarios para industrias químicas
Instalación y uso de nuevos molinos de harina altamente automatizados.	X	X	X	X		X	ca. 1964	Bucaramanga y Pereira	Antguas fábricas harineras en esas ciudades	Se trataba de aumentar la producción de harina de trigo y de rebajar el costo unitario de producción	Fue un cambio tecnológico muy importante para las entonces anticuadas fábricas harineras
Primera producción de poliestireno de uso general, en chips, en el país, a partir de estireno monómero importado.	X	X	X	X	X	X	ca. 1964	Mamonal (Cartagena)	Dow - Chemical en Colombia	La demanda del producto era grande y crecía rápidamente	Era una producción nueva en el país. Su producto iba a muchas fábricas de plásticos que ya había en el país
Comienza producción de parafina de petróleo y de benceno-tolueno-xilenos	X	X	X	X	X	X	ca. 1964	Barrancabermeja	Ecopetrol	Antes era totalmente importada	Se le adicionó a la refinería la planta para reparación de parafinas de petróleo y la planta para separación de BTX

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1960 - 1970

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Producción de tetracloruro de carbono, sulfato de manganeso y sulfato de cromo	X	X	X	X	X	X	ca. 1965 ó 1966	Barranquilla	Quintal (filial de Celanese). Se fundó para este fin	Se trataba de suministrarle estos productos a la fábrica de rayón de Celanese, al lado de Quintal	Estos productos eran nuevos a nivel nacional. Se trataba de sustituir las importaciones que hacía Celanese y destinadas a su planta de rayón
Producción de dodecil - benceno (DDB) y de tridecil - benceno (TDB), de cadena ramificada, para detergentes sulfonados	X	X	X	X	X	X	ca. 1964	Barrancabermeja	Ecopetrol	El consumo nacional de detergentes sulfonados de aril - alkil estaba aumentando muy rápidamente	Ambos productos (DDB) y (TDB) eran consumidos para sulfonarlos en plantas de detergentes en el país. Eran de cadena ramificada y por eso los detergentes no eran biodegradables
Producción de azufre por desulfuración de petróleos nacionales "amargos"	X	X	X	X	X	X	ca. 1965	Barrancabermeja	Ecopetrol	La única producción de azufre era en Puracé. Era insuficiente, caro e impuro	Casi todo el azufre iba a las fábricas de ácido sulfúrico del país. El consumo nacional de H ₂ SO ₄ estaba creciendo muy rápidamente
Producción de carburo de calcio en horno eléctrico	X	X	X	X		X	1964	Nare	Colcarburo, que se fundó para producir el carburo CaC ₂		El horno era de los de arco eléctrico sumergido, con carga de calizas y carbón. Aprovechaba los finos de caliza que producía la vecina fábrica de cementos. El horno consumía electricidad en cantidades efectivas
Producción de nylon - 6 (poliacaprolactama) a partir de E- caprolactama	X	X	X	X	X	X	ca. 1964	Girardota (al norte de Medellín)	Enka	Enka ya producía poliéster textil y quiso producir el nylon textil	La E-caprolactama la producía Monómeros Colombo-Venezolanos. Esta empresa se constituyó para producir E- caprolactama, entre otros productos químicos
Polimerización del metil - metacrilato en chips para producir piezas en resina acrílica (polimetil - metacrilato)	X	X	X	X	X	X	ca. 1965	Medellín	Dos o tres empresas medianas y pequeñas en Medellín	Anteriormente se importaba el metil - metacrilato monómero. El mercado de productos en acrílico crecía rápidamente	El monómero en chips era importado (y se sigue importado)
Producción y generalización de pesticidas, herbicidas, insecticidas y fungicidas químicos para uso agrícola							En el lapso de 1964 a 1967	Barranquilla (Du Pont), Medellín (Invequímica), Bogotá (Profol) y Cali (Hoechst)		En años anteriores se había acelerado la tecnificación de los cultivos de algodón, caña, oleaginosas, arroz y otros que había creado una demanda en ascenso rápido	Se trata de un gran número agroquímicos fitosanitarios, muy específicos para cada plaga y para cada cultivo. Todas las materias primas básicas eran y son importadas. El valor agregado nacional es modesto.
Uso de espectrógrafo de masas atómicas en laboratorios de siderúrgicas para análisis químico - metalúrgicos		X		X		X	ca. 1966	Medellín	Siderúrgica Simesa	Había un boom de toda la industria metal - mecánica	Era un instrumento nuevo, a nivel nacional, en las plantas siderúrgicas
Producción de sacos de empaques para granos pesados y cordelería en polipropileno textil, para subsistir el fique natural	X			X	X	X	ca. 1965 ó 1966	Medellín	Fábrica de Empaques	Era necesario atender las solicitudes de usuarios de tales empaques, que son mecánicamente más resistente	La producción de fique en las tierras altas vecinas a Medellín entró en un largo proceso de desaparición

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1960 - 1970

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Producción de cereales sopladados para alimentación humana	X	X	X	X		X	En algún momento entre 1965 y 1968	Medellín	Una fábrica ya antigua de alimentos	Una empresa extranjera otorgó sus marcas y su know - how	Los consumidores colombianos dieron su aceptación a estos productos alimenticios
Construcción nacional de hornos eléctricos de resistencia, de mezcladoras y de otros equipos para industria de alimentos	X		X	X		X	En algún momento entre 1964 y 1969	Bogotá y Medellín	Dos o tres talleres y fábricas en Bogotá y Medellín	Se trataba de aprovechar estímulos tributarios a fabricantes metal - mecánicos	Había en ese momento numerosos beneficios arancelarios, tributarios y crediticios a las industrias metal - mecánicas y a constructores nacionales de bienes de capital
Producción de pulpa química de celulosa para papeles, obtenida de maderas mixtas tropicales		X	X	X			ca. 1967	Yumbo (Cali)	Cartón de Colombia	Se quería integrar la producción de papeles a partir de maderas tropicales, porque antes se usaban maderas de coníferas	Hasta entonces la pulpa química para papeles era en gran parte importada o producida nacionalmente de madera de coníferas nacionales. Se aprovechaban así los estímulos tributarios que había.
Desarrollo y uso del know - how nacional para fundir hierro nodular			X	X			ca. 1967	Medellín	Siderúrgica Simesa	Esa tecnología no era dominada en el medio. Había grandes incentivos para esos desarrollos de tecnología metalúrgicas	El desarrollo se hizo "at home" por un buen equipo de ingenieros y técnicos
Producción de dinamita a partir de nitroglicerina importada	X		X	X	X	X	1966 ó 1967	Soacha Bogotá	Fábrica José María Córdoba, Industria Militar	La demanda por dinamita crecía rápidamente	Además las autoridades militares lo solicitaron porque se trata de un tema de seguridad nacional
Producción de hojalata por estañado electrolítico continuo	X		X	X	X	X	ca. 1967	Medellín	Holas	Fue creada la empresa por la matriz Simesa para producir hojalata	La empresa importa la lámina de acero estimada en frío para estañar en su planta
Implantación de métodos de la Investigación de Operaciones para optimizar el manejo de plantas textiles				X		X	ca. 1967	Medellín	Coltejer y Fabricato	Fue iniciativa de funcionarios de las empresas, para mejorar su administración	La Investigación de Operaciones había sido desarrollada durante la II guerra mundial y ya era muy usada en EE.UU.
Adopción del saponificador continuo por algunas jabonerías		X	X	X	X	X	ca 1967 ó 1968	Bogotá, Medellín y Cali	Varias jabonerías situadas en estas ciudades	Se buscaba aumentar las capacidades de producción y las calidades del producto	El saponificador continuo aumenta mucho la capacidad de producción y rebaja el costo de producción por tonelada
Comienzan a construirse reactores químicos, columnas de destilación y otras grandes piezas en acero inoxidable, con diseños nacionales	X		X	X	X	X		Bogotá	Dos o tres talleres metalmeccánicos en esa ciudad	Había fuertes incentivos tributarios y arancearios para empresas metalmeccánica	La industrialización intensa de los años sesenta generó una demanda importante para este tipo de equipos. El know - how que se usó era, en gran parte, desarrollado en el país.
Producción de café soluble por liofilización		X	X	X		X	1969	Chinchiná (Caldas)	Fábrica nueva de la Federación Nacional de Cafeteros	Se trataba de conquistar mercados externos muy exigentes	Era (y es) todo para exportar
Construcción con diseños nacionales de calderas de vapor, de alta potencia	X		X	X		X	1969	Bogotá	Distra	La empresa ya construía calderas de baja potencia	Buena parte de la tecnología fue desarrollada por el mismo fabricante. Otra parte fue con asesoría de Westinghouse, socio de la empresa

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Construcción de prensas hidráulicas	X		X	X			1969 ó 1970	Medellín	Un taller metal- mecánico tecnificado (George Villegas)	No se hacían en el país. Un empresario schumpeteriano lo hizo con proceso propio	Se usaban ya en talleres metalmecánicos y otras industrias
Construcción de máquinas inyectoras de plásticos	X			X			ca. 1970	Medellín y Bogotá	Algunos talleres constructores de equipo industrial	Había ya una demanda importante. Era un producto nuevo	Había ya más de 100 inyectoras de plástico en producción y se veía crecer el mercado. Se hicieron por copi - seño, sin ayuda técnica extranjera
Producción de E - caprolactama a partir de hexa - cloro - benceno	X		X	X		X	1969 ó 1970	Barranquilla	Fábrica de Monómeros. Colombo - Venezolanos	Antes se importaba para convertirla en nylon - 6. Nuevo producto nacional	La empresa Monómeros se construyó para producirlo junto con otros productos químicos. Ecopetrol le suministró el benceno que es la materia prima necesaria
Producción de resinas poliestéricas no saturadas, líquidas, para pinturas	X		X	X			ca. 1970	Medellín y Bogotá	Fábricas de Andercol y Carboquímica	Antes se importaba todo. Había demanda creciente	Para hacer productos con fibra de vidrio incorporado
Supresión generalizada del metanol como solvente para pinturas			X	X	X		Desde 1969 en adelante	En todo el país	Todas las fábricas, especialmente del sector químico	Se abolió por los efectos tóxicos del metanol en las personas	Antes se usaba principalmente para hacer y diluir pinturas
Supresión generalizada del benceno como solvente industrial			X	X	X		Desde 1970 en adelante	En todo el país	Todas las fábricas, especialmente del sector químico	Se supo que es cancerígeno	Se usaba principalmente en fábricas de caucho, pinturas y otras paraquímicas
Uso de criogenia en procesos químicos o alimenticios de baja temperatura		X	X	X	X		ca. 1970	Bogotá	Dos fábricas de alimentos	Fue necesario para mejorar calidades y obtener nuevos productos e industrias de alimentos	Nunca habían operado procesos industriales criogénicos en el país
Producción de gelatina comestible	X	X	X	X	X	X	1971	Manizales	Fábrica de Progel en Manizales	La demanda nacional ya era grande y seguía creciendo	Fue creada por empresas curtidoras de cueros, que le generaban su materia prima
Uso del análisis térmico diferencial para análisis de minerales industriales		X		X		X	ca. 1972	Medellín	Fábrica de Pintuco en Medellín	Para mejorar conocimiento de materias primas minerales	Se realiza con un aparato de laboratorio, que antes no se conocía en el país
Instalación equipos de descontaminación de SO ₂ y SO ₃ en fábricas de ácido sulfúrico		X	X	X			1970 y 1971	Yumbo y Bogotá	Fábricas de Quin y Acider	Para poder producir H ₂ SO ₄ y en vista de problemas recientes de contaminación por fábricas antiguas	Son precipitadores electrostáticos, fáciles para instalar, pero muy útiles
Uso del horno de inducción (caldeo por inducción) para fundir metales ferrosos y no ferrosos		X		X		X	ca. 1970	Bogotá, Medellín y Cali	Talleres de fundición en estas ciudades	Para mejorar calidades de productos fundidos, regularizar la productividad y aumentar capacidades de producción	Era un equipo nuevo en Colombia. Reemplazó a muchos cubilotes en los talleres de fundición

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Uso de la gamagrafía en pruebas no destructivas de materiales y piezas metálicas		X		X		X	Primeros años sesenta	Bogotá, Barranquilla y Medellín	Especialmente en funciones y talleres metal - mecánicos	Para mejorar calidad de productos metálicos fundidos o maquinados	Por primera vez se usaba rayos gama como probador de calidades de metales
Construcción de máquinas y equipos para lavanderías	X			X			ca. 1972	Medellín y Bogotá	En talleres metal - mecánicos medianos	Se esperaba exportar el Grupo Andino	Era una producción nueva en fábricas ya existentes
Supresión general del asbesto como aislante térmico y eléctrico				X	X		1972 en adelante	En todo el país	En todas las instalaciones industriales	Gobiernos, entidades internacionales y salubristas de todo el mundo lo exigieron por ser cancerígeno	Fue sustituido como aislante por lana de vidrio y por piezas de poliuretano rígido.
Uso empalmadores automáticos de hilos en máquinas de hilandería textil		X		X		X	1972 en adelante	Medellín	Hilanderías de las tres mayores empresas textiles del país	Para reducir costos de mano de obra y elevar eficiencia productiva en hilatura	Mejoraba la calidad del producto y reducía costos de producción
Fabricación de gelatina comestible	X	X	X	X		X	1971	Manizales	Fábrica de Progel S.A.	No se producía en el país. Los curtidores fundaron la empresa productora en Manizales	A partir de recortes de cuero de las curtumbres
Producción de ácido acético vía sucroquímica (fermentación de melazas)	X	X	X	X	X	X	ca. 1974	Cali	Fábrica de Sucromiles	Hacia varios años se intentaba producirlo aprovechando melazas residuales de ingenios azucareros	Se destinó a proveer fábricas textiles y otras usuarias del ácido acético. Los ingenios constituyeron la empresa productora
Producción de ácido cítrico vía sucroquímica (fermentación de melazas)	X	X	X	X	X	X	ca. 1974	Cali	Fábrica de Sucromiles	Hacia varios años se intentaba producirlo aprovechando melazas residuales de ingenios azucareros	Se destinó a proveer fábricas textiles y otras usuarias del ácido acético. Los ingenios constituyeron la empresa productora
Producción de vidrio plano templado para vidrios de seguridad para automóviles	X	X	X	X			1972	Bogotá	Una fábrica abastecedora de las ensambladoras	Las ensambladoras de automóviles ya formaba una demanda en aumento	A partir de vidrio plano nacional tipo Fourcault
Construcción de tornos paralelos para metales	X			X		X	1971 ó 1972	Medellín	Fábrica de Prominsa, filial de Fabricato	El Grupo Andino había creado grandes expectativas de mercado importantes y crecientes	Los primeros tornos se hicieron por copidiseño de los importados
Producción de plastificantes ftálicos (ftalatos dialquílicos)	X	X	X	X			ca. 1971	Bogotá y Medellín	Carboquímica y Andercol	Para aprovechar el anhídrido ftálico que ya producían, y ante un mercado nacional en crecimiento	Lo usaban otros fabricantes de productos plásticos de PVC: zapatos, telas plásticas
Uso generalizado de instrumentos y equipos microelectrónicos para registro, medición y control automático de procesos químicos y metalúrgicos		X		X			Entre 1972 y 1975	Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena	Numerosas fábricas químicas, de papel, de alimentos, cerveceras y metal - mecánicas	Para mejorar la confiabilidad de los sistemas de instrumentación en las fábricas	Reemplazaron a los tradicionales sistemas hidráulicos y electromecánicos de instrumentación industrial
Se inicia producción de anhídrido ftálico a partir de orto-xileno	X	X	X	X	X		1972	Bogotá y Medellín	Carboquímica S.A. y Andercol	Había ya una demanda grande del producto, para fabricar resinas alquídicas, ftalatos plastificantes y resinas de poliéster no-saturado	Se escogió el proceso a partir de orto-xileno porque éste ya era producido por Ecopetrol en Barrancabermeja

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Producción de arroz precocido	X	X	X	X		X	1973 ó 1974	Espinal (Tolima)	Una empresa agroindustrial en el Tolima	Para industrializar el arroz que esa región producía ya en abundancia	Era producto nuevo, a escala nacional
Uso generalizado de capacitores para factor de potencia		X		X			1972 en adelante	Ciudades mayores Cali, Bogotá, Medellín y Nobsa	Muchas empresas fabriles	Para mejorar factores de potencia eléctrica en las fábricas	Era (y es) la tecnología universal para ese fin
Uso generalizado de precipitadores electrostáticos de Cotrell para eliminar humos particulados en chimeneas		X		X			1972 en adelante	Cali, Bogotá, Medellín y Nobsa	Varias fábricas de cementos, cerámicas y químicas en estas ciudades	Había una presión fuerte de la opinión pública contra la polución de polvos de esas fábricas. La inversión es moderada	La contaminación de polvos en el aire era especialmente severa en Cali - Yumbo, en Bogotá y en Nobsa
Uso generalizado de máquinas - herramientas para metales, con control numérico		X		X		X	A lo largo del periodo 1972 - 1975	Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla	Unas 10 plantas y talleres metal - mecánicos	Para mejorar la eficiencia y la calidad de productos maquinados en talleres metal - mecánicos	Reemplazaban o complementaban las máquinas - herramientas convencionales que ya operaban en fábricas y talleres metal - mecánicos
Producción de argón y óxido nítrico para soldadura de arco	X	X	X			X	Entre 1972 y 1975	Medellín, Bogotá, Cali	Tres fábricas ya existentes de gases industriales	Antes no se producían; y para atender la demanda nacional en crecimiento	El proceso básico es la destilación del aire licuado, para el argón; y la oxidación del nitrógeno, para el NO
Producción de aisladores eléctricos de porcelana (porcelana eléctrica) para líneas de transmisión	X		X	X	X		ca. 1974	Sabaneta (Antioquia)	Fábrica de Electroporcelana Gamma, filial de Locería Colombiana	Para atender la demanda de aisladores para alto voltaje, dentro del país	Antes no se producían en el país. Fue un avance importante en tecnología
Uso generalizado de la ecografía para control calidad materiales y piezas sólidas		X		X		X	Durante el periodo 1972 - 1980	Bogotá, Medellín y otros centros industriales	En varias fábricas de productos metálicos y cerámicos	Para mejorar el control de calidad de piezas y materiales metálicos y sólidos	Antes no se usaba en el país. La técnica y los equipos no se conocían en el país
Uso de celdas electrónicas de carga, digitales, para medir pesos en básculas hechas en el país	X			X	X		ca. 1975	Manizales	Fábrica de básculas de Prometálicos	Para mejorar la calidad de las básculas y simplificar su construcción	Las celdas de carga actúan como sensores de presión y dan una señal digital para medir peso en la báscula
Producción de ácido benzóico para alimentos y bebidas, a partir de benceno y/o tolueno	X	X	X	X	X	X	1974 ó 1975	Bogotá	Fábrica de filial de Líquido Carbónico S.A.	Para atender la demanda nacional que crecía y no había otro productor nacional	Los fabricantes de gaseosas que le compraban el CO2 a Líquido Carbónico necesitaban también el benzóico
Producción de ácido acetil - salicílico (aspirina) a partir de ac. salicílico	X	X	X	X	X		ca. 1976	Bogotá	Cabarria	No se producía en el país y la demanda nacional era grande y creciente	El ácido salicílico era importado. El proceso es el de acetilación
Cemento gris a partir de escorias de alto horno siderúrgico			X	X	X		ca. 1976	Sogamoso	Nueva filial de la Siderúrgica de Paz del Río	Para aprovechar las escorias colcáreas que genera el alto horno; y el mercado creciente de cemento gris	Este proceso no se conocía en el país. Era una innovación muy útil y rentable para Paz del Río
Uso de método color - matching electrónico, computerizado, con programación lineal		X		X		X	1976	Medellín	Fábrica de pinturas Pintuco y otras de ese sector	Para mejorar la calidad de las pinturas y los procedimientos de mezcla de colores	Fue una buena innovación en los laboratorios de fábricas de pinturas

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Fecha Aproximada	Sitios del País	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Recuperación de metanol secundario resultante en esterificación de dimetiltereftalato con di - etilen - glicol en producción de poliéster textil	X		X	X	X		1975 ó 1976	Medellín	Enka de Colombia y su filial Interquim	En la reacción del dimetil - tereftalato y el dietilenglicol para producir el monómero (dietilen - tereftalato) se genera metano residual impuro. Se trataba de recuperar puro	No se producía metanol en el país, y se le importaba en cantidades crecientes para hacer formaldehído en varias plantas
Uso de cromatografía computarizada en laboratorios químicos industriales		X		X		X	ca. 1972	Medellín, Bogotá, Cali	Fábricas de productos químicos	Para modernizar los métodos de análisis cualitativo y cuantitativo en laboratorios de fábricas	La cromatografía era ya una técnica muy conocida en países avanzados
Construcción de ascensores de personas para edificios	X		X	X	X	X	1975 ó 1976	Medellín	Coservicios (taller de construcciones metalmeccánicas)	La demanda nacional crecía con el aumento de construcciones	Se inició en un taller ya antiguo, con asistencia técnica española
Uso de programadores electrónicos digitales para ordenamiento y control de tiempos de proceso en hornos, reactores, mezcladores, etc.		X		X			1975 ± 2	Ciudades industriales	Fábricas usuarias de equipos de proceso químico, térmico, cerámico y metalúrgico	En esos años la microelectrónica estaba permitiendo crear programadores y controladores digitalizados para operaciones y procesos industriales. Se mejoraba la eficiencia de esas operaciones	Esta innovación era novedosa también a nivel mundial. Ya los ingenieros colombianos tenían las capacidades técnicas para dominar esta tecnología
Diseño autóctono y construcción de medidores microelectrónicos digitales para medición de tiempos, temperaturas y otras variables en procesos industriales	X			X			1976	Bogotá, Medellín y Cali	Fábricas usuarias de equipos de proceso químico, térmico, cerámico y metalúrgico	Para mejorar la exactitud de las mediciones	Los ingenieros electrónicos colombianos ya sabían hacerlos
Uso de polarógrafos en laboratorios industriales de análisis químico		X		X		X	ca. 1978	Bogotá, Medellín, Cali, Baranquilla, Cartagena, &	Empresas con laboratorio químico o metalúrgico	Para mejorar y acelerar los análisis de materiales en laboratorios industriales	Antes no se conocían los polarógrafos en el país
Adopción en siderúrgicas del proceso de colada continua del acero líquido para formar paletilla		X		X		X	1979	Medellín, Cali, Bogotá, Paipa	Empresas siderúrgicas semi - integradas en esas localidades	Para simplificar las operaciones de colada del horno; eliminar el vaciado de lingotes y el recalentamiento	En los países desarrollados ya se conocía esta innovación, pero en Colombia no. Solamente la empresa Paz del Río no lo introdujo
Uso de saponificadores continuos en fábricas de jabón grandes		X	X	X			ca. 1979	Bogotá y Cali	Dersa, Varela y otras fábricas grandes de jabón	Para acelerar procesos y aumentar así las capacidades de producción	Era tecnología ya muy conocida en países desarrollados

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Factores y elementos novedosos						Época de aparición	Ciudades	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
	Equipos	Productos	Procesos	Insumos	Métodos	Oficios					
Uso y fabricación de envases metálicos para bebidas con cierres twist - off, easy - open y pull open		X	X		X		Entre 1979 y 1982	Bogotá y Medellín	Fábricas de envases metálicos para líquidos	Eran sistemas nuevos en los países desarrollados, y se imponían en todo el mundo. Se trataba de mejorar calidad y presentación de envases metálicos para bebidas	Había que competir con los envases importados
Producción de café granulado soluble	X	X	X		X		ca. 1980	Bogotá y Medellín	Fábricas de café soluble en polvo	No se producía en Colombia pero si se producía en países desarrollados	Lo hicieron las dos empresas que ya producían café soluble molido
Uso de celdas no-mercúricas para electrólisis de sal común y producción de soda-cáustica y cloro			X	X	X	X	ca. 1987	Cali	Prodesal	La empresa Alcalis de Colombia producía los mismos productos, pero con celdas mercuriales, muy dañinas para el ambiente	Traía la sal desde el Perú
Uso de tanques verticales Uniproceso en cervecería	X		X		X	X	ca. 1984 hasta 1987	Cali, Bogotá, Medellín y otras ciudades con cervecerías	Plantas de cervecería en el país	Para reducir costos de producción y para aumentar capacidades de producción de las plantas cerveceras	Era una innovación tecnológica a nivel internacional de pocos años antes
Construcción de transformadores eléctricos de potencia, > 5 ó 10 MVA		X	X	X	X	X	ca. 1980	Bogotá y Medellín	Fábricas de Siemens y Transformadores Andinos	Ya se construían, desde 1954, transformadores de distribución hasta de 200 ó 300 KVA	Se hizo con la experiencia y el conocimiento de transformadores que ya se tenían. Además la demanda nacional crecía muy rápidamente
Producción ácido fórmico a partir de formiato de sodio	X	X	X				ca. 1980	Manizales	Fábrica de ácido fórmico (única en Colombia)	La demanda nacional ya era importante y crecía con rapidez	Iba destinada a los procesos de acabados en plantas textiles
Curtición al cromo de cueros de alta calidad			X	X	X	X	ca. 1980	Medellín y Bogotá	Dos o tres curtimbres grandes en esas ciudades	Para atender necesidades de los fabricantes de cuero y de fabricantes de zapatos	Con mucha ayuda de los fabricantes extranjeros de curties, pigmentos y productos químicos auxiliares para curtición
Uso fibra óptica en telefonía urbana y telecomunicaciones	X				X	X	1980 ó 1981	Medellín y Bogotá	Empresas grandes de telefonía urbana	Para aumentar capacidades en nuevas plantas telefónicas urbanas	Era una tecnología que se venía aplicando internacionalmente desde los últimos años setenta
Uso de siliconas como materias primas para numerosos productos paraquímicos			X	X	X		Entre 1980 y 1982	Medellín, Bogotá y Cali	Fábricas de productos químicos y paraquímicos	El mercado nacional la demandaba. Antes de ese momento el mercado era pequeño	Las siliconas eran usadas desde los años cincuenta en muchos procesos industriales en países avanzados
Uso sistema rotores open - end en hilanderías textiles	X				X		1980 ó 1981	Medellín	Las tres más grandes fábricas textiles de Medellín (y del país)	Para elevar la productividad en las hilanderías del país	El sector textil atravesaba una profunda crisis del mercado
Uso telares Jacquatronic (Jacquard Electrónico) para tejidos finos	X				X	X	ca. 1982	Medellín	Fábricas de tejidos especiales y decorados	Para elevar la productividad de esas plantas	Sustituyeron los antiguos jacquard mecánicos que trabajaban con tarjetas metálicas

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

Innovación	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Época de aparición	Ciudades	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Producción penicilina vía síntesis bioquímica	X	X	X	X	X		ca. 1982	Barranquilla	Un laboratorio de productos farmacéuticos	El mercado nacional crecía. No se producía en el país	En el país nunca se ha intentado el método biotecnológico de fermentación para antibióticos
Uso de pruebas electrónicas no destructivas para control de calidad de materiales sólidos		X		X		X	1982	Bogotá, Medellín	Varias fábricas metalmeccánicas	Para mejorar el control de calidad y las calidades de metales y artículos metálicos	Eran técnicas ya conocidas en países más avanzados, desde 10 ó 20 años antes. Era muy importante en su momento
Uso de envases de poli - etileno de alta densidad y de PET, para productos químicos muy activos		X	X	X	X		ca. 1982	Medellín, Bogotá	Fábricas de resinas líquidas para pinturas	Para economizar costos por envases de vidrio, que eran más costosos	El uso del PET para este fin se había adoptado en países mayores desde los años mediados de los setenta
Uso generalizado de instrumentos de medición de valores eléctricos y mecánicos, de tipo digital		X		X			Desde 1982 en adelante	Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y otras menores	Ingenios azucareros, plantas químicas y de paraquímicas	La impusieron los fabricantes de este tipo de instrumentos. Era la tendencia predominante en el mundo	La tecnología digital electrónica se abría paso en el mundo desde comienzos y mediados de los años setenta
Mecanizado fino de metales en máquinas de alta precisión	X	X	X	X		X	Primeros años ochenta	Medellín, Bogotá	Varias fábricas metalmeccánicas	Para poder abastecer a los ensambladores de automóviles	El SENA fue decisivo para aclimatar esta tecnología
Fabricación de motores eléctricos de altas potencias (> 100 KW) en CA	X	X		X		X	Primero años ochenta	Bogotá	Siemens	No se fabricaban antes en el país. Pero ahora el mercado nacional crecía y se abría prometedor	Era una tecnología muy conocida en los países adelantados desde fines del siglo XIX
Diseño autóctono y construcción de hornos y cámaras secadoras para materiales industriales y agrícolas	X			X		X	Entre 1980 y 1985	Medellín, Bogotá y Cali	Algunas fábricas metal-mecánicas	Para atender la demanda de cafeteros, otros agricultores y muchos industriales	Se hizo por ingenieros y empresarios colombianos, por retro - ingeniería
Comienzo producción de ferro - níquel a partir de lateritas niquelíferas	X	X	X	X	X	X	1983	Montelíbano (Córdoba)	Fábrica de Cerromatoso	No se producía en el país. El gran yacimiento en Montelíbano lo justificó	La tecnología era conocida por pocas empresas del mundo. Toda ella se importó
Producción de maderas aglomeradas, plastificada en fenol - formaldehído y electrofraguada por caldeo dieléctrico	X	X	X	X		X	1985 ó 1986	Medellín	Una fábrica de artículos de madera	Antes no se producían en Colombia	La tecnología vino incorporada a las máquinas de proceso
Producción pigmentos químicos inorgánicos para pinturas, cueros y cerámicas	X	X	X	X		X	Entre 1975 y 1980	Medellín	Pigmentos S.A.	Eran productos nuevos en Colombia pero su demanda era grande y creciente	Lo hizo una empresa española que ya conocía la tecnología
Uso del sistema electrónico de control de encendido en automóviles ensamblados en el país		X		X	X	X	Hacia 1985 ó 1986	Bogotá	Colmotores S.A.	Para modernizar los nuevos automotores	La tecnología procedía de EE.UU. donde fue desarrollada por las dos mayores empresas automotrices de allí

Dyna 131, 2000

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Época de aparición	Ciudades	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Dosificación computerizada de ingredientes en muchos procesos de solución, reacción y mezcla de materiales		X	X	X		X	Desde 1985 hasta 1990	Medellín, Cali, Bogotá, Barranquilla y otras vecinas	En numerosas plantas químicas	Para mejorar calidades de productos en procesos químicos, farmoquímicos, de alimentos y otros	Esta tecnología era relativamente nueva, aun en países desarrollados
Producción de poli - etilen - tereftalato (PET) para hacer envases	X	X	X	X	X	X	1984 ó 1985	Copacabana	Fábrica Enka de Colombia	Para atender la demanda creciente: y porque no había producción nacional	A partir de dimetil - tereftalato y etileno. No había producción nacional. La tecnología fue importada por Enka, de su matriz Akso - Glensloff alemana
Uso y producción de envases de aluminio de dos cuerpos para cerveza y bebidas	X	X	X	X	X	X	1981	Bogotá	Fábrica de Bavaria	Para atender la demanda creciente: y porque no había producción nacional	Era en ese momento un movimiento técnico generalizado en el mundo
Uso generalizado de microprocesadores en muchísimos procesos para control automatizado de operación de equipos		X	X	X		X	ca. 1985	Las principales ciudades industriales	Plantas Químicas y papeleras, ingenieros azucareros y otras	Para mejorar la calidad de procesos y de productos industriales	Mejoró productividades y calidades en muchas fábricas
Uso de máquinas embotelladoras de alta velocidad para bebidas y otros líquidos		X		X			1985	Bogotá	Varias fábricas de cerveza y otras bebidas	Para acelerar la producción y elevar la capacidad de las cervecerías	Se trataba de balancear, a nivel de plantas industriales las capacidades de embotellado con las capacidades mayores de otras etapas de la producción
Generación y uso como combustible industrial de gas de carbón	X	X			X	X	1986	Medellín	Fábrica de alimentos Noel	Había y hay carbones abundantes muy cerca a la ciudad. Dió lugar a grandes economías en costo del combustible	Se instaló un gasificador de carbón y el gas se uso como combustible para hornos industriales de panadería
Producción de caolín de alta pureza para fabricar papeles	X		X	X			1986	La Unión (Ant.)	Fábricas de Minerales Industriales	Ya había un consumo grande y creciente para fabricar papeles blancos	Antes se producían caolines ordinarios para usos cerámicos o químicos. La calidad para papel nunca se había producido en Colombia
Comienza a construirse motores de arranque, para automóviles	X	X	X	X	X		1986	Medellín	Bosch	La política gubernamental estimulaba la producción nacional de autopartes	La empresa era filial de la empresa extranjera dueña de la tecnología
Diseño y construcción de tanques exteriores verticales de cervecería		X		X		X	1986 ó 1987	Barranquilla	Fábrica de Unial	Las plantas de cervecería los necesitaban para mejorar calidades de cervezas y su costo de producción	Nunca se habían construido en el país. Se construyen en acero inoxidable
Uso métodos computerizados de fotocomposición y fotomecánica en imprentas y talleres editoriales		X	X	X			1985 ó 1986	Bogotá, Medellín y Cali	Imprenta de Carvajal y Cia. y varias imprentas de periódicos y otras de artes gráficas	Para reemplazar los lentos procesos manuales de fotocomposición y fotomecánica, y el ya anticuado linotipo	Esta tecnología había surgido en el mundo desde los años setenta y estaba mejorado por la adición de los recientes computadores personales
Uso de microscopio electrónico en laboratorios de control de calidad		X		X		X	Finales años ochenta	Medellín	Laboratorio de control de calidad en fábrica de cigarrillos Colombiana de Tabaco	Para mejorar y ampliar los métodos de microscopía en laboratorios industriales	Los 3 primeros que se instalaron en el país fueron el de esta fábrica y los de las universidades Nacional (Bogotá) y de Antioquia (Medellín)
Uso de incineradores para eliminar desechos industriales contaminantes, sólidos y líquidos		X		X		X	1986 ó 1987	Medellín	Fábrica de Basf en Medellín	Para eliminar residuos de proceso químico, que antes se descargaban a las alcantarillas públicas	Era una tecnología reciente en países desarrollados y muy nueva en Colombia
Comienza a producirse lámina de acero estimada en frío	X	X	X	X	X		ca. 1992	Barranquilla	Acesco	La demanda nacional ya era de 30000 tns. anuales y justificaba la producción	En el país nunca se había producido. La empresa es nacional pero la tecnología fue importada totalmente
Comienza la producción de polipropileno en chips	X	X	X	X	X		ca. 1987	Cartagena (Mamonal)	Propileo	El mercado nacional ya justificaba la producción y crecía con rapidez	Trabajaba a partir del monómero importado
Uso de pintura por catóforisis, sobre lámina de acero		X	X	X	X		ca. 1995	Medellín	Sofasa	La competencia con vehículos importados obligó a adoptar este procedimiento más moderno	La empresa la usa para pintar automóviles, camperos y camiones

PRINCIPALES NOVEDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: 1970 - 1995

	Productos Nuevos	Equipos Nuevos	Procesos Nuevos	Métodos Nuevos	Insumos Nuevos	Oficios Nuevos	Época de aparición	Ciudades	Empresa (s) Innovadora (s)	Antecedentes y móviles	Notas, observaciones y comentarios
Fabricación de alternadores automotrices y de motores de arranque	X		X	X		X	1987 ó 1988	Medellín y Bogotá	Una fábrica de piezas automotrices	Para atender la demanda de los ensambladores y del mercado de reposición	La tecnología la trajeron los inversionistas extranjeros de estas fábricas y los mismos ensambladores
Uso de vaporadores continuos en ingenios azucareros		X	X	X			ca. 1988	Valle del Cauca	Dos ingenios más grandes		Era tecnología ya conocida en varios países azucareros
Producción de pinturas y esmaltes sintéticos acrílicos	X		X		X		ca. 1987	Medellín y Bogotá	Fábricas de Pintuco, Terinsa e Icopinturas	Para atender la demanda de los ensambladores por mejores lacas para pintar las carrocerías de automóviles	La tecnología para producción la desarrollaron las fábricas nacionales de lacas y pinturas, con asesoría de empresas químicas del exterior
Producción de ácido oxálico en pequeña escala	X		X	X	X		1988 + 1	Buga (Valle)	Una empresa pequeña que se estableció para producirlo	Para atender la demanda nacional que crecía	La tecnología la desarrolló la misma pequeña empresa que la estableció en Buga para producirlo. Antes nadie lo hacía en Colombia
Producción de oxo - cloruro de cobre como fungicida para cafetos	X		X		X		1988 ó 1989	Manizales	Una empresa mediana que se creó para producirla	Intensa demanda de los cafeteros como fungicida contra la roya del cafeto	Se fundó una empresa ad/hoc para producirlo, en Manizales
Producción de pinturas en polvo para esmaltar lámina de acero	X		X	X		X	1988	Medellín	Fábrica de Pintuco	Demanda del mercado de esmaltes en industrias	Destinadas especialmente para hacer esmaltes para carrocerías de automóviles y de cuerpos en lámina de acero para electrodomésticos
Proceso autóctono y producción de clorato de potasio	X		X		X		1987 ó 1989	Bogotá ó Cali	Una fábrica química antigua	Para atender la demanda nacional que crecía	La tecnología fue desarrollada por una empresa química mediana dentro del país