

Proyecto de estación depuradora de las aguas residuarias de Madrid¹

Digestión de cienos.—Los cienos que se producen en los tanques de sedimentación preliminar y el exceso de los activos se reúnen en tanques cerrados para su digestión. En este proceso la materia orgánica e inestable se transforma en inorgánica y estable por la acción de las bacterias, que la disuelven y transforman para hacerla asimilable. Esta disolución o fermentación puede ser ácida o alcalina. Cuando los sólidos fecales se descomponen, no en contacto del aire, la fermentación empieza por ser neutra; pero muy rápidamente se convierte en ácida, bajando el valor de pH de 7 a 5. Este tipo de fermentación ácida es el que se conoce con el nombre de putrefacción; es muy perjudicial en las instalaciones de depuración de aguas residuarias, pues los gases que se producen tienen muy mal olor y contienen gran parte de hidrógeno sulfurado. Los cienos digeridos son difíciles de secar y producen, con sus olores, grandes molestias cuando se manipulan, al desprenderse de su masa los gases que encierra. La fermentación alcalina es totalmente distinta: los gases son ácido carbónico, nitrógeno y especialmente (en una proporción del 75 por 100) metano, o gas de los pantanos. El valor de pH permanece por encima del punto neutro. La digestión de los cienos pasa siempre en sus principios por un período de fermentación ácida que cesa al cabo de cierto tiempo: a 15° C, el tiempo que tarda en establecerse la fermentación alcalina es 5 meses; si la temperatura es mayor, la fermentación alcalina se inicia antes. Si un cieno en fermentación alcalina se mezcla con un cieno fresco, puede evitarse en absoluto la fermentación ácida, siempre y cuando la mezcla se verifique en determinadas condiciones.

Las condiciones que debe reunir una buena instalación son las siguientes:

Primera. Mezcla del cieno fresco en la proporción debida con el cieno en fermentación alcalina, mezcla que debe ser lo más uniforme e intensa posible.

Segunda. *Periodo de digestión* apropiado, que viene dado por la relación de la capacidad del tanque con la proporción de cieno que de un modo uniforme en él se introduce.

Tercera. *Temperatura* apropiada. Con la elevación de temperatura disminuye considerablemente el período de digestión.

Cuarta. *Reacción* para una buena digestión. El valor de pH debe ser superior al neutro, estando comprendido entre 7 y 7,6. Esto se consigue cuando las tres primeras condiciones se cumplen.

La producción de gases depende de los siguientes factores principalmente:

a) Mezcla íntima de los cienos digeridos y sin digerir y mayor uniformidad posible en la masa en digestión.

b) Temperatura de digestión.

Para conseguir la condición a) se disponen en los tanques de digestión aparatos mezcladores. Efectúan

éstos la mezcla bien según planos horizontales (digestores tipo Dorr), o bien en planos verticales (digestores tipo Prüss).

Hemos preferido los digestores de este último tipo por entender que la mezcla que se logra es más perfecta y ser constructivamente más convenientes, a nuestro juicio, pues los del tipo Dorr tienen armaduras metálicas sumergidas dentro de los cienos en digestión, que pueden ser atacadas por ellos.

El factor temperatura es esencial. En la curva de la figura 14 puede verse que prácticamente la gasifica-

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS GASES PRODUCIDOS EN LA DIGESTION

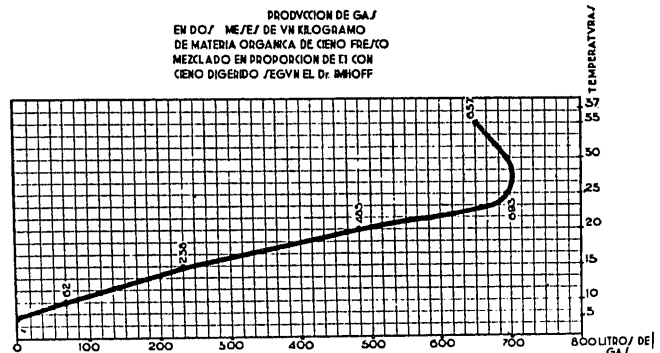


Fig. 14.

ción cesa a 5° C, y alcanza un máximo a 25° C. Actualmente se están haciendo ensayos para calentar hasta 45° C, a cuya temperatura se reduce mucho el período de digestión, cambiando la flora bacteriana y produciéndose, dicen, un 50 por 100 más de gases. Estas últimas experiencias están, no obstante, en sus comienzos, y hay que tener la máxima prudencia con relación al valor de sus resultados; y aunque éstos fuesen absolutamente ciertos, habría que ver si el gasto tan grande de potencia calorífica que se precisa para elevar las aguas a esa temperatura, económicamente compensa.

En los sitios fríos, se proyectan los tanques con distintos aparatos para calentar los cienos, utilizando la combustión de los mismos gases que la digestión produce. El doctor Imhoff, en Essen, ha empleado las aguas procedentes de la refrigeración de los motores de gas que pasan por un serpentín sumergido en los tanques de digestión; se ha podido así elevar la temperatura tres o cuatro grados. El problema de la conveniencia de calentar los cienos es prácticamente de orden económico; dadas las condiciones locales de temperatura y el consumo de potencia que se necesita para calentar, hay que ver si este aumento de consumo se compensa o no, con el aumento de gases producidos.

¹. Véase el número anterior, página 128.

calorífica es de 7 500 a 8 000 calorías por metro cúbico, y nosotros hemos tomado 7 000 calorías solamente para proceder con la máxima prudencia.

Para el movimiento de la instalación necesitamos:

Para la aireación	2 197 CV
Para servicios auxiliares	50
	2 247 CV

Es decir, que con absoluta seguridad podemos contar con la potencia precisa obteniéndola de los gases de digestión.

Este extremo es el que con mayor interés hemos comprobado en nuestra visita a Alemania, pues la afirmación era de importancia excepcional desde el punto de vista económico. Los doctores Imhoff y Prüss, personalmente, nos han corroborado las cifras que anteceden con la experiencia de sus instalaciones; la gran instalación de Berlín, actualmente a punto de terminarse, cuyas obras visitamos, está calculada, como la nuestra, sobre la base de obtener la potencia necesaria para su funcionamiento, de los gases de digestión de los cienos.

Cienos digeridos.—La instalación producirá diariamente unos 400 m³ de cienos digeridos con el 80 por 100 de agua.

Para la desecación se proyectan lechos secadores calculados sobre la base de un período de un mes para el secado; el espesor de cienos que se supone es de 0,20 m; el suelo de estos lechos se forma por una capa de piedra partida de 0,10 m de espesor, y sobre ella, un lecho de arena de 0,05 m; la superficie que se necesita en total es 62 050 m².

De cieno seco se producirían los dos tercios del cieno sin desecar, o sea al día 272 m³, que representarían unas 283 toneladas. ¿Cuál es el valor de este material como abono?

El doctor Imhoff da la siguiente composición media:

Materia orgánica	52,1
Idem mineral	47,9
TOTAL	100,0

La cantidad de nitrógeno es 2,3; la palomina tiene de 2 a 6; el guano, de 4 a 7, y el estiércol de oveja, 0,8. El valor del cieno seco, como abono, no es muy grande, pero es evidente que si el punto de utilización está próximo, para no recargar con los transportes su costo, puede tener un mercado relativamente fácil. En Leipzig y Essen, a pesar de no ser zonas agrícolas, se lo llevan, pagando por carro una pequeña cantidad, 2 marcos. Nosotros creemos prudente no contar con ningún ingreso por este concepto; pero

es evidente que no debe contarse tampoco con gasto ninguno.

Utilización de las aguas depuradas.—La importancia que para Madrid tendría disponer de su huerta, no hay que razonarla. Una extensa zona de terreno de regadío a las puertas mismas de una capital de un millón de habitantes sería una fuente enorme de riqueza. Dentro de los límites del estudio que se nos había encomendado no entraba el hacer un proyecto completo de riego; sólo debíamos estudiarlo en principio y dar una idea aproximada del costo que podría representar.

Las aguas depuradas tienen una proporción relativamente grande de nitratos y son, por ello, excelentes para el riego agrícola.

Hemos visto, al tratar del problema de la producción de gases, que cuando la temperatura de los cienos excede de 20° C, la cantidad de gases se duplica; esto en Madrid nos sucede, según puede verse en el gráfico de temperaturas, desde 1.º de abril a 30 de

CANTIDADES DE MATERIAS UTILIZABLES COMO ABONO CONTENIDAS EN 1 M³ DE AGUA RESIDUAL Y CANTIDADES QUE Quedan DE ESTA MISMA MATERIA EN LOS DIFERENTES ESTADOS DE LA PURIFICACION SEGUN EL Dr. PRÜSS

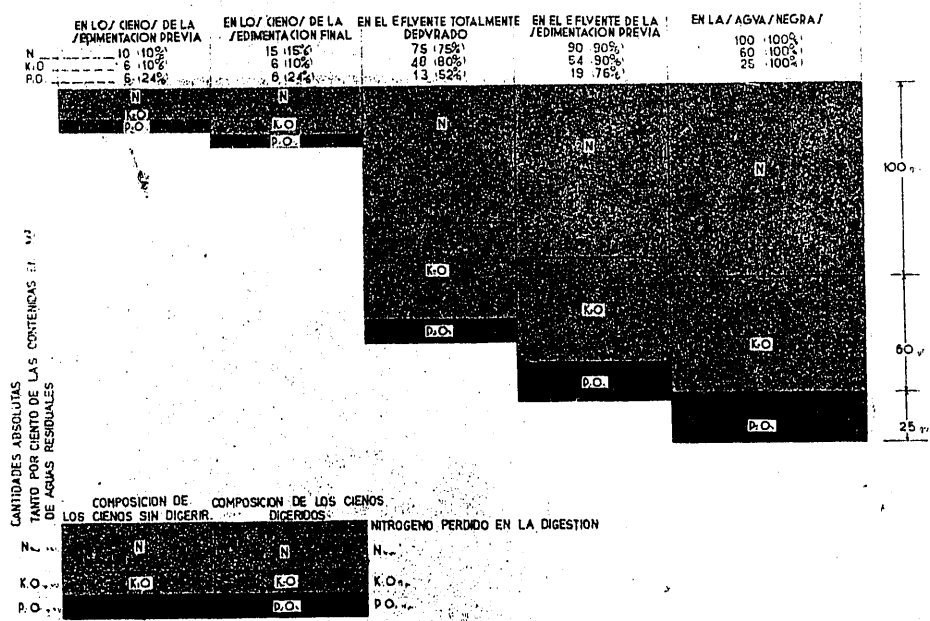


Fig. 17.

septiembre, exactamente en la época en que es preciso regar. Podríamos entonces disponer de 2 000 CV en números redondos, que nos servirían para elevar hasta la curva 580, 20 m sobre el Manzanares, la totalidad del caudal depurado. Un canal trazado siguiendo esa curva (fig. 18) convertiría en regadío 4 150 hectáreas, con una dotación de un litro hectárea segundo, aproximadamente, y esto podríamos hacerlo sin gasto alguno de fuerza extraña.

El canal costaría, aproximadamente, 5 000 000 de pesetas, y su longitud sería de 44 km.

Hoy día la hectárea de secano cuesta en aquella zona 400 pesetas; convertida en regadío no creemos bajase su valor de 3 500 pesetas.

Hay que pensar también que las 300 toneladas diarias, en números redondos, de cieno seco, al poderse utilizar a las puertas mismas de la estación, adqui-

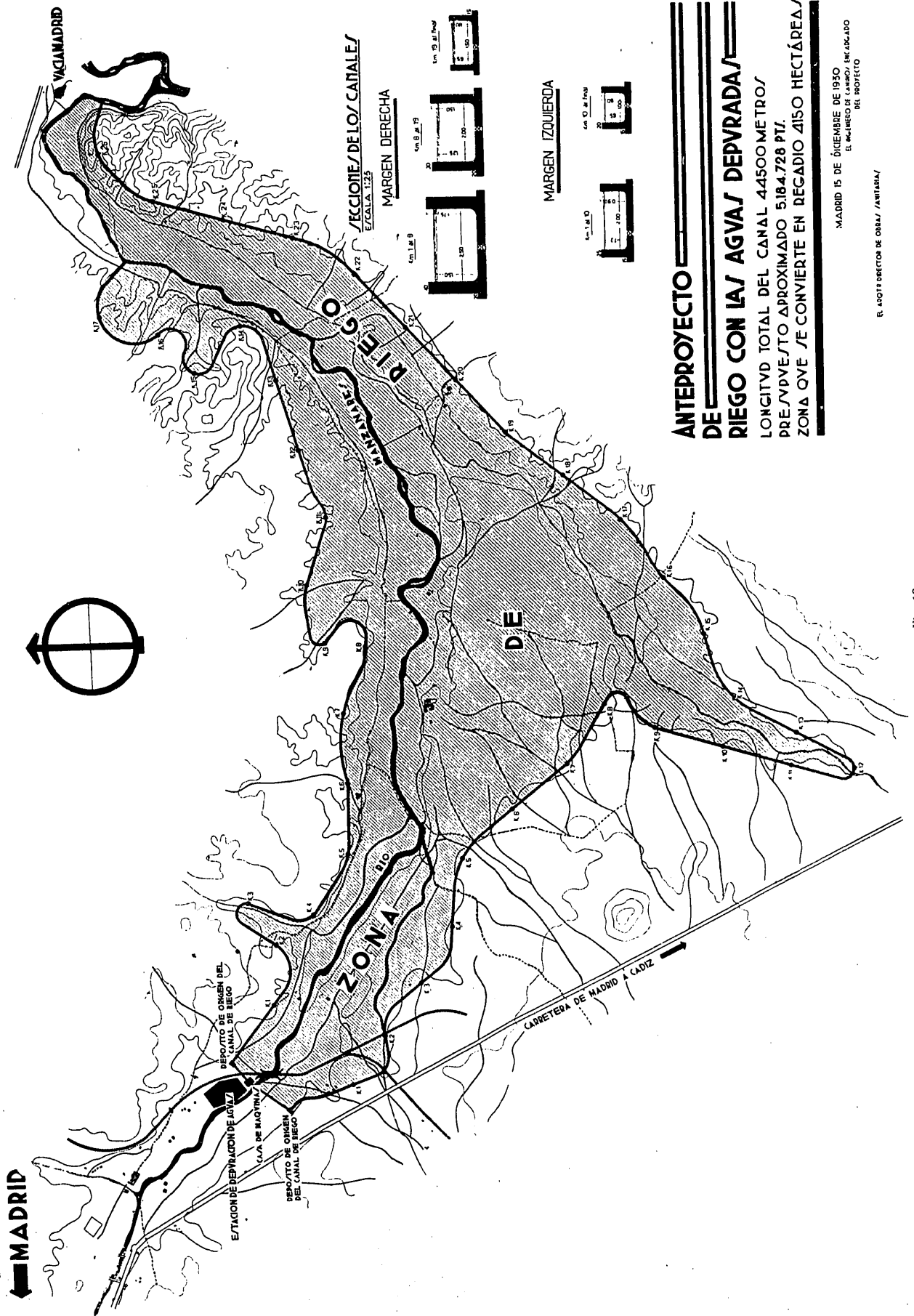


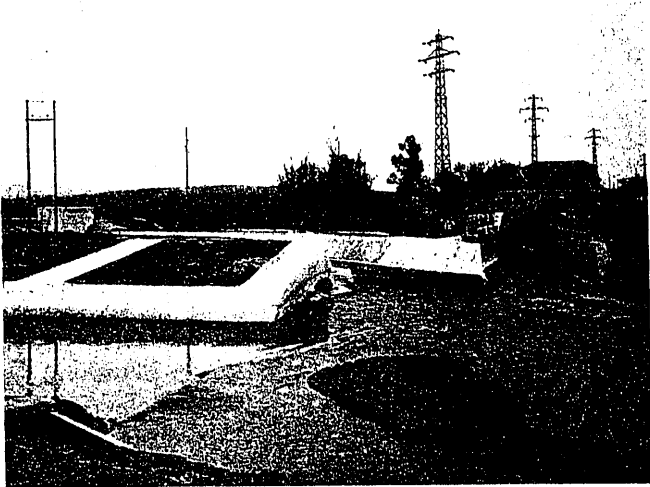
Fig. 18.

rían un valor respetable y podrían contribuir eficazmente al cultivo del regadío.

Edificios.—Se ha proyectado, además de la casa

de máquinas, edificio de oficinas y casas de vivienda para el personal.

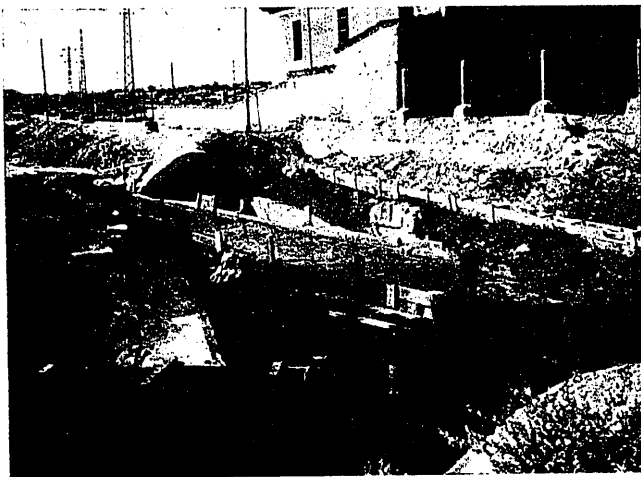
Presupuesto.—El presupuesto total de contrata,



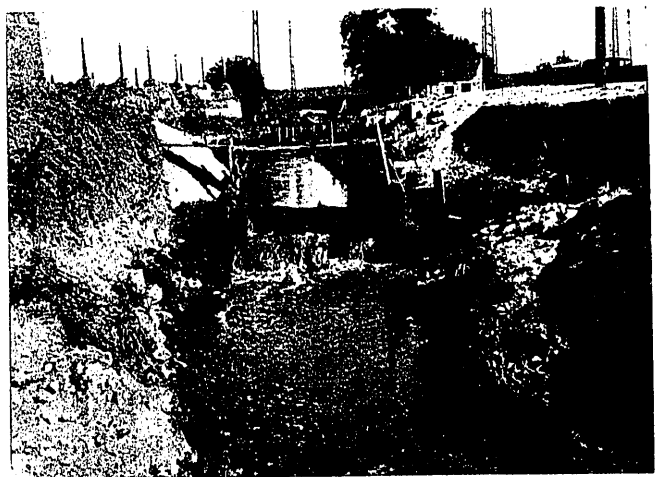
Desagüe del colector general en el Manzanares.



Magnífico colector, roto, para utilizar las aguas que conduce en el riego de huertas.



Solución de continuidad en el colector del Abroñigal, con objeto de desviar las aguas fecales para el riego.



Desviación, en La China, de aguas fecales en putrefacción. El grado comprueba el desprendimiento de gases por las burbujas que se ven en la superficie de las aguas.



Desviación para el riego del colector de Méndez Alvaro en las inmediaciones de la estación de Atocha, en plena zona urbana.



Riego de las huertas próximas a Madrid con aguas fecales. El ganado que pasa junto a las acequias se abreva en ellas frecuentemente.

Fig. 19. Información gráfica del estado actual del problema del saneamiento en Madrid.

incluida la prolongación del colector, es de pesetas 18 399 300,72.

Los gastos de explotación se calculan en 225 800 pesetas anuales.

Si se lleva a cabo el proyecto complementario de riego con las aguas depuradas, no solamente los gastos de explotación, sino también la carga del interés y amortización del capital invertido, se verían ampliamente compensados.

El problema higiénico, que de todas maneras se resolvería, es de importancia capital. La forma en que hoy día se vierten las aguas negras de Madrid (figura 19) a la vista del Ministerio de la Gobernación, donde residen las más altas autoridades sanitarias del Estado, es una verdadera vergüenza y un crimen contra la salud pública. Acometer el problema, desde el pun-

to de vista financiero, es perfectamente realizable, y bajo el aspecto técnico no presenta la menor dificultad, dado el perfeccionamiento a que ha llegado la Ingeniería sanitaria.

El actual ministro de la Gobernación, marqués de Hoyos, era un ferviente convencido de la necesidad de acometerlo en su totalidad; a su entusiasmo se debe que el problema esté en vías de solución. El alcalde actual, D. Joaquín Ruiz Giménez, fué uno de los primeros que en su paso, hace años, por la Alcaldía se ocupó de este asunto e intentó enfocarlo; tal vez sea él quien inaugure las obras; es de esperar.

La estación proyectada es una de las mayores del mundo, y su construcción colocaría a Madrid a la cabeza de las capitales europeas por lo que a servicio tan esencial como el saneamiento se refiere.

José LUIS ESCARIO
Ingeniero de Caminos. Profesor agregado
de la Escuela Nacional de Sanidad.

El problema del paro¹

III

En el artículo anterior hemos pasado revista a los obstáculos que al cambio se presentan en el orden internacional; pero también vimos que, aun prescindiendo de la complicación que en la economía introduce la diversidad de naciones, dificultades de orden más general pueden producir análogos efectos.

También aquí la evolución natural de la economía individualista, que tan beneficiosos resultados produjo mientras no se trató más que de suprimir trabas molestas e ineficaces, anacrónicas ya con el adelanto de la técnica y con el progreso del mundo, encuentra detenido su desarrollo y vacilantes las esperanzas que hicieran concebir sus primeros éxitos.

En las antiguas economías rurales, la producción tenía como principal objeto el consumo inmediato, y como las más perentorias necesidades de la vida sólo pueden satisfacerse mediante la ganadería y el cultivo del campo, era la Agricultura la actividad económica preferente y la que en realidad regulaba todas las demás. El poder político iba íntimamente ligado a la propiedad de la tierra, cuya explotación era dirigida en su mayor parte por los mismos dueños del suelo.

La industria le estaba subordinada. Aun exigiendo para sus obreros una más refinada técnica, no conseguía elevar a éstos sobre el nivel social del artesano. Las que hoy llamamos industrias agrícolas no habían llegado a diferenciarse como tales; formaban parte de la explotación total, que abarcaba igualmente las transformaciones que exigía el producto para ser consumido o utilizado.

Concebida y organizada la hacienda como un todo, no quedaba mucho huelgo para el comercio, limitado a sufrir inevitables deficiencias de la producción con los productos sobrantes después de cubiertas todas las necesidades. Cuán escaso papel debía representar en la vida y en la ideología del agricultor lo demuestra el adagio de nuestros antiguos labradores: «Compra en casa y vende en casa, y harás casa.»

No ocurría así en algunos países de suelo pobre o estéril, pero favorablemente situado a orillas del mar o en el cruce de los grandes caminos, donde aquel tráfico venía a acumularse, para distribuirse por el mundo, hasta llegar atomizado a los países de tipo preponderantemente rural.

En estas especiales circunstancias, podían surgir organismos sociales de muy diferente carácter, donde el poder político estaba naturalmente en manos de aristocracias de comerciantes, desligados los más de toda producción directa y atentos sólo a aumentar su fortuna con las ganancias que le proporcionaba el cambio de productos, de origen, con frecuencia, muy distante.

Pero mientras los cambios tuvieron poca intensidad, esos núcleos comerciales no podían ser muy numerosos, porque sólo cabía que se desarrollaran donde la masa de productos acumulados o de tránsito llegara a adquirir verdadera importancia; de modo que, al iniciarse el gran avance industrial moderno, la mayoría del mundo se encontraba en la fase de organización económica de tipo rural.

Al desarrollarse la Industria, preséntase con caracteres un poco diferentes: también ella tiene que producir para el consumo; pero las necesidades que debe satisfacer no son ya aquellas exigencias imperiosas de la vida, que encuentran su total satisfacción en el medio rural y que, por su misma naturaleza, son fundamentalmente comunes a todos los hombres. Suponen, por el contrario, un cierto refinamiento, y por ende una mayor intervención del factor personal, que implica y exige una diferenciación más avanzada de consumidores y productores. El mercado gana en extensión lo que pierde en intensidad, y la variedad de gustos y aptitudes tiende a provocar procedimientos más perfectos y concepciones más amplias; la competencia se acentúa, la propaganda avanza invasora, y en vez de limitarse a seguir el consumo, se procura adelantarse a él, estimulándolo; no basta con satisfacer necesidades; se las aumenta o se las crea, para satisfacerlas después.

Hay aquí ventajas evidentes: el nivel de vida se eleva, las actividades se multiplican con acelerado

¹ Véase el número de 15 de marzo, página 109.