



Sebastián David
Huérfano Aguilar

DEL BUEY A LA LOCOMOTORA



OTRAS COLOMBIAS POSIBLES



OTRAS
COLOMBIAS
POSIBLES

OTRAS
COLOMBIAS
POSIBLES

Del buey a la locomotora

Energía, acero y contaminación
en el valle de Sogamoso
(Boyacá, Colombia, 1954-1983)

SEBASTIÁN
DAVID
HUÉRFANO
AGUILAR





Ministra de las Culturas, las Artes y los Saberes
Yannai Kadamani Fonrodrón

Viceministra de los Patrimonios, las Memorias y la Gobernanza Cultural
Saia Vergara Jaime

Viceministro de las Artes y la Economía Cultural y Creativa (e)
Fabián Sánchez Molina

Secretaría general
Luisa Fernanda Trujillo Bernal

Director del Archivo General de la Nación
Francisco Javier Flórez Bolívar

Jefe de la Oficina Asesora de Comunicaciones MinCulturas
Oscar Javier Cuenca Medina

Grupo MiCASa
Sergio Zapata León
María Lucía Ovalle Pérez
Dilían Querubín González
Simón Uprimny Añez
María José Castillo Ortega
Paola Caballero Daza
Andrés Ramírez Muriel

Archivo General de la Nación
Jorge Alberto Cote Rodríguez (líder de comunicaciones)
María Paula Díaz Castro (editora)
Diego Alejandro Rodríguez Gracia (diagramación)

Diseño y diagramación de la colección
Alejandro Medina Florián

Corrección de estilo
Juan Daniel Neira

Gestión administrativa
Vannessa Holguín Mogollón

Asesoría legal
Yivy Katherine Gómez Pardo

Primera edición: diciembre de 2025
ISBN (impreso): 978-958-753-794-9
ISBN (digital): 978-958-753-795-6

Título de la publicación
Del buey a la locomotora
Energía, acero y contaminación en el valle de Sogamoso
(Boyacá, Colombia, 1954-1983)

Autor
© Sebastián David Huérfano Aguilar

Fotografía de portada
© Ferrocarril Paz de Río-Belencito (1958). Fondo fotográfico digital Nereo López, Biblioteca Nacional de Colombia.

© Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes
© Archivo General de la Nación
Esta publicación cuenta con el apoyo de Corpoélite.
Está prohibida, sin la autorización escrita del editor, la reproducción total o parcial del diseño y del texto de esta obra por cualquier medio o procedimiento.
Está prohibida la venta de esta obra.

En busca de otras Colombias posibles

Francisco Javier Flórez Bolívar
Director del Archivo General de la Nación

En 1974, la editorial Antares publicó *El hombre colombiano*, resultado de quinientos programas radiales que Manuel Zapata Olivella había dedicado a reflexionar sobre la identidad nacional. No era un proyecto más en el panorama intelectual de su tiempo: se trataba de uno de los esfuerzos más ambiciosos por comprender el origen, la composición y el sentido de lo que significaba ser colombiano. Partiendo de un estudio profundo de la historia y de su relación con la cultura, Zapata Olivella propuso una explicación distinta a la versión oficial: una mirada compleja sobre el mestizaje y su impacto en la idiosincrasia del país. Frente a quienes veían la mezcla de pueblos como un simple proceso de asimilación hacia un modelo dominante, él afirmaba que en Colombia la diversidad no se borraba: se transformaba y persistía como una fuente creadora.

En su diagnóstico, esa diversidad había sido mistificada y muchas veces negada. “Al introyectarse la mirada discriminadora del conquistador —escribió—, el mestizo aceptó inconscientemente la subvaloración a la que fue sometido, considerando su hibridez como un lastre cultural”. Esa mirada ajena y jerárquica condujo, durante siglos, al ocultamiento de la identidad propia y a la imitación de patrones culturales extraños.

Para él, la respuesta a esa historia borrada, silenciada, estaba en reconocer y potenciar la participación creadora de los distintos grupos poblacionales que le daban forma a la nación, en particular los indígenas, los afrodescendientes y los sectores populares en general. Al hacerlo, decía, era posible reconstruir una historia más equilibrada. Esta visión dialoga directamente con el espíritu de la colección *Otras Colombias posibles* del Archivo General de la Nación y del Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes, porque ambos parten de una misma certeza: la historia oficial ha dejado en la sombra las luchas y creaciones de gran parte de la población colombiana.

Durante mucho tiempo, la narrativa histórica sobre Colombia enseñada en la escuela y difundida para el debate público se construyó en torno a una galería de héroes y hechos políticos que exaltaba, casi siempre, a figuras de las élites. En ese relato, los aportes de mujeres; comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas, obreras y migrantes, y movimientos sociales quedaban relegados y reducidos a meros datos formales, a simples elementos del paisaje o a anécdotas pintorescas. Esta forma de contar el país, heredera del siglo XIX y de su *historia patria* centrada en próceres y batallas, produjo una memoria incompleta, incapaz de dar cuenta de la verdadera complejidad y heterogeneidad de la nación.

Por fortuna, en las últimas décadas numerosas investigaciones históricas han enriquecido y transformado ese relato, dotándolo de una diversidad antes ignorada. Hoy sabemos que pueblos indígenas y comunidades afrodescendientes participaron activamente en la independencia y en la construcción de la República. También hemos descubierto que la cultura letrada no estuvo reservada exclusivamente a intelectuales varones blancos, sino que, desde finales del siglo XIX, se consolidó una vigorosa tradición intelectual afrodescendiente y popular. Gracias a estas recientes investigaciones, la historia ambiental, los movimientos obreros y las luchas campesinas, entre muchos otros temas, han entrado en escena para ofrecer un panorama más complejo y plural. Sin embargo, estos avances no han permeado con la amplitud necesaria la enseñanza escolar ni el debate público.

Para contribuir a cerrar esa brecha entre los hallazgos de la investigación histórica y su presencia en la conversación ciudadana,

nació la colección *Otras Colombias posibles*. Sus libros invitan a abrir archivos, rescatar memorias y poner en circulación relatos que, hasta ahora, han permanecido confinados en bibliotecas universitarias o en bases de datos digitales. No se trata de reconstruir el pasado desde el vacío, sino de partir de las huellas que persisten: documentos, testimonios orales, canciones, objetos y tradiciones que revelan un mapa distinto del país, donde confluyen voces y miradas que no caben en los márgenes estrechos de la historia oficial.

La colección, compuesta por dieciséis títulos, reúne investigaciones históricas que muestran diferentes maneras de contar a Colombia y que insisten en que todas son necesarias para entenderla.

Un primer grupo de obras recupera el pensamiento de intelectuales afros e indígenas, cuyas narrativas de nación han ampliado los horizontes democráticos. Otro conjunto se adentra en la historia de las mujeres y sus luchas por la igualdad. Este tipo de investigaciones revela que la historia política colombiana no puede comprenderse sin atender a las experiencias de género.

Las culturas campesinas tienen un lugar destacado en la colección, con miradas que retratan la vida rural en medio de la violencia de mediados del siglo xx. Estas aproximaciones van más allá de lo productivo: exploran la identidad, los lazos comunitarios y la relación con el entorno. Algo similar ocurre con las historias de migrantes, que reconstruyen las experiencias de inmigrantes *indeseados* entre finales del siglo xix y las primeras décadas del xx, un tema de renovada relevancia en el contexto actual. Otras ofrecen un relato que apela a la mayoría de nuestras historias familiares, tejidas por las migraciones al interior del país en busca de un mejor prospecto de vida.

El agua, en todas sus formas, también ocupa un lugar central en la colección. Es el caso del estudio del río Magdalena en la época colonial, donde se entrelazan comercio, poblamiento y vida cotidiana. Estos trabajos recuerdan que los ríos fueron, durante siglos, verdaderas columnas vertebrales del territorio. De igual manera, las investigaciones sobre poblaciones costeras y ribereñas como Santa Bárbara de Iscuandé demuestran que la historia urbana no es

exclusiva de las grandes capitales: también se forja en comunidades donde las dinámicas sociales y ambientales son inseparables.

La colección incluye campos de estudio esenciales para la historiografía colombiana contemporánea, como la historia laboral, y uno de sus títulos se centra en el análisis de las luchas por la vivienda en Bogotá a finales de los años veinte del siglo pasado y su relación con los procesos de organización obrera. También explora la intersección entre industria, energía y medio ambiente en regiones como el valle de Sogamoso, evidenciando cómo las decisiones productivas modifican el paisaje e inciden en la salud de las comunidades.

Otras líneas temáticas cuestionan los cánones culturales e iconográficos al analizar cartografías contemporáneas de la memoria cultural afrocolombiana, o al revisar la historia de instituciones culturales como el Museo Nacional. Estos estudios evidencian que dichos espacios funcionan como escenarios de disputa por la memoria.

La relación entre archivos y enseñanza de la historia aparece en investigaciones que rescatan experiencias como el Bachillerato por Radio en los años setenta y ochenta del siglo xx, una iniciativa que acercó el conocimiento de la historia a públicos amplios y diversos, y en otras que centran su atención en los manuales con los que se ha enseñado esta disciplina a lo largo del tiempo. En la misma línea, se documentan trayectorias de líderes sociales y políticos que constituyen testimonios de resistencia frente a la violencia.

Lo que une a todos estos trabajos no es solo su rigor investigativo, sino la voluntad de cuestionar la narrativa única y abrir el espacio a múltiples voces. En este sentido, la colección prolonga la lección de Zapata Olivella: la identidad colombiana no es un bloque uniforme, sino un entramado dinámico de memorias, saberes y territorios. “Una cultura no puede entenderse sin una geografía”, advertía el autor. Las obras aquí reunidas muestran que, en Colombia, esa geografía es tan diversa como sus pueblos y que la interdependencia entre regiones y comunidades ha sido una constante histórica.

Además, estos libros no se limitan a mirar hacia atrás. Al recuperar memorias olvidadas, plantean preguntas urgentes para el presente: ¿cómo garantizar la igualdad de género?, ¿qué significa la reparación histórica para comunidades indígenas y afrodescendientes?, ¿cómo

integrar la justicia ambiental en las agendas políticas?, ¿de qué manera los archivos pueden contribuir a formar ciudadanos críticos?

En un país donde, durante décadas, la historia ha sido reducida a un espacio mínimo dentro del área de ciencias sociales y dejó de enseñarse de manera autónoma, la circulación de estas investigaciones tiene un valor pedagógico incalculable. No se trata de sustituir un relato por otro, sino de construir un mosaico que reúna narraciones diversas, incluso aquellas que se contradicen entre sí, siempre que no promuevan el racismo, la discriminación o el odio. Esa pluralidad de miradas, basada en el respeto y la inclusión, es en sí misma una forma de construir un pensamiento democrático desde la historia.

Al invitar al público lector a recorrer estas páginas abrimos una ventana a esas otras Colombias, a sus paisajes y a sus rostros silenciados históricamente. Proponemos un viaje en el que las palabras, las imágenes y los documentos se convierten en ríos que confluyen, en caminos que se bifurcan y se encuentran. Y también queremos que se sorprenda ante la vitalidad de quienes, a pesar de las borraduras y el silencio, han seguido cantando, escribiendo, cultivando, resistiendo. Porque en cada trazo, en cada voz rescatada, yace la posibilidad de un país más amplio y diverso.

Esta colección, más que un inventario de hechos, puede ser definida como una travesía. Un viaje que empieza abriendo gavetas de archivo y termina en plazas, riberas, veredas y barrios; que camina con cronistas anónimos, canta con bullerengueras, conversa con líderes comunitarios y escucha a quienes nunca tuvieron tribuna. Porque la historia, cuando se cuenta entera, nos permite encontrar esas otras Colombias posibles que, aunque ignoradas, laten con fuerza.

Del buey a la locomotora

**Energía, acero y contaminación
en el valle de Sogamoso
(Boyacá, Colombia, 1954-1983)**

Contenido

Agradecimientos	15
Introducción	17
El metabolismo urbano-industrial como perspectiva de investigación histórica	25
Energía y metabolismo	28
Flujo de energía y materiales	32
Avances desde el metabolismo industrial y la historia ambiental	33
El valle de Sogamoso como unidad de análisis	37
Energía y siderurgia en una nación de los Andes	41
Historia de las transiciones energéticas	44
Las transiciones energéticas en Colombia	53
El hierro y las ferrerías decimonónicas	58
Acerías Paz del Río, entre sueños y necesidades	68
El Proyecto Siderúrgica Nacional Acerías Paz del Río	73
Sogamoso al calor de Paz del Río	79
El valle se ilumina	81
La región se moviliza	90
De villa a ciudad	100
Entre acero y azadones	109
¿Adiós a la siembra?	111

Tras las huellas ecológicas de la siderurgia en el valle de Sogamoso	119
Una ciudad bajo tierra	122
Del horno al aire	134
Lo que el agua se llevó	143
El Lago de Tota	152
Conclusiones	159
Índice de imágenes	163
Índice de recursos gráficos	164
Bibliografía	165

Agradecimientos

La culminación de esta investigación se logró gracias a la formación disciplinar e investigativa en el oficio de historiador recibida por parte de la Universidad Nacional de Colombia y del cuerpo profesoral del Departamento de Historia de la sede Bogotá. Me resultaron muy valiosos los cursos de Historia agraria y del conflicto armado recibidos en el IEPRI. Agradezco con especial afecto al profesor Francisco Gutiérrez Sanín. También a la profesora Stefania Gallini, directora de la investigación, quien desde su experiencia y astucia investigativa orientó mis preguntas de orden social, económico y urbano en la región boyacense, con un enfoque desde la historia ambiental, transversal al amplio proceso histórico.

Con cariño afectuoso agradezco a mis compañeros de la maestría e integrantes de la tertulia de “El Gran Garrote”. Cada uno desde su campo de investigación juiciosamente analizó y comentó el desarrollo del presente trabajo. También agradezco a Ligia María, Natalí y Leonilde, secretarías del Departamento de Historia, y a la orientación en los campos de la física, ingeniería y mecánica de mi querido amigo Carlos Zambrano.

Este trabajo está dedicado a todos mis antepasados de la región boyacense en el municipio de Tota y la vereda Donsiquira, a la familia Huérfano Riaño y, en especial, a mi padre Santos Miguel, quien con su entereza y franca identidad me mostró las particularidades sociohistóricas de la región, desde los más tempranos años de mi vida. A mi madre Ilba Eugenia y mi hermana Gina Alejandra, mujeres valerosas que mediante el ejemplo me han enseñado la importancia de la entrega y la disciplina. A mis abuelos maternos

Salvador y Tilcia del Carmen, laboriosos agricultores de tierras cafeteras y paneleras del Boyacá más templado.

Finalmente, ofrezco un reconocimiento póstumo a todas las personas que desde su esfuerzo, trabajo y humildad participaron individual y socialmente en el auge industrial y minero del valle de Sogamoso, y a las víctimas de accidentes industriales, derrumbes mineros y deslizamientos de tierra relacionadas con este proceso histórico en particular.

Introducción

En 1851, durante el primer viaje de la Comisión Corográfica comandada por Agustín Codazzi por los territorios del centro-oriente colombiano, el secretario de la Comisión Manuel Ancízar describió así el paisaje que encontró a su llegada al valle del río Sogamoso, en el actual Departamento de Boyacá:

Por encima de los cerros, a salir sobre el alto de Tibasosa, desde el cual vimos a nuestros pies la hermosa planicie de Sogamoso, cargada de prados y mieses [...] A lo largo del verde llano corre manso y tortuoso el río de Paipa [Chicamocha]. Numerosos grupos de reses mayores i menores animan los prados, [...] dando a todo aquello el aire tranquilizador de una comarca poblada, abundante i hospitalaria (Ancízar, 1853, pp. 336-337).

El valle de Sogamoso, una altiplanicie enclavada en la cordillera Oriental de los Andes colombianos a una altura de 2 500 metros y con una extensión aproximada de 200 km² a 190 km de Bogotá, fue llamado Iraca o Suamox por los muiscas: antiguos pobladores prehispanicos para quienes, según su cosmogonía, este territorio era un lugar sagrado, creación del dios Sol.

A las seis poblaciones que se asientan al interior de este territorio las encabeza Sogamoso, una villa que rondaba los veinticinco mil moradores en 1952, el año en que inició en sus inmediaciones la construcción de la siderúrgica Acerías Paz del Río. Este fue el proyecto industrial más ambicioso en la historia de Colombia frente a la producción masiva de acero, que en su mejor momento llegó a

producir alrededor del 70 % de la demanda nacional: unas 350 000 toneladas anuales de la materia prima.

Desde la perspectiva de la historia ambiental, este trabajo se propone interrogar cuáles fueron los efectos sociales y ecológicos de la industria siderúrgica en el valle de Sogamoso entre 1954 y 1983. Consideramos que se requieren nuevas aproximaciones históricas a las actividades industriales y agroindustriales que tuvieron lugar durante los siglos XIX y XX en Colombia, pues son pocos los autores que han historizado la producción industrial y la contaminación que afectaron al país antes de 1980. La ausencia de fuentes y la falta de estudios histórico-ambientales han limitado en parte la problematización del actor industrial en el cambio ecológico del país. Por lo tanto, esta investigación es una oportunidad para reconocer los efectos históricos y socioecológicos que uno de estos actores industriales, Acerías Paz del Río, pudo tener sobre el altiplano colombiano durante la segunda mitad del siglo XX.

En el norte del valle, en Belencito, la acería instaló su planta con el fin de emplear los millones de toneladas de hierro y carbón que habían sido hallados, apenas unos años antes, en una serie de afortunados yacimientos ubicados a una treintena de kilómetros. El arribo industrial significó un antes y un después para el valle y para la serena población de Sogamoso que se había dedicado durante siglos a la ganadería y a las faenas agrícolas típicas de un altiplano andino sudamericano.

El impulso que se le dio a la producción industrial nacional de acero en esta región de Colombia aparece como un caso ejemplar, a escala andina y latinoamericana, del proceso global de industrialización y crecimiento económico ocurrido luego de la Segunda Guerra Mundial. En América Latina, este crecimiento siguió los preceptos de una política económica delineada por el modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI)¹ que contó con la

.....
¹ Formulado por la CEPAL, el modelo ISI buscaba impulsar el desarrollo económico a través de la promoción a industrias nacionales dirigidas al autoabastecimiento de productos manufacturados, superando así la dependencia de las importaciones desde los países industrializados (Almandoz, 2008).

protección del Estado. La utopía de la industrialización cobijó al planeta entero, pero se realizó a distintos ritmos y dejó resultados muy diferentes en determinados lugares donde ocurrió el impulso económico e industrial (Sierele, 2009).

El resultado global de este esfuerzo fue un desarrollo económico sin precedentes, pues apresuró el tránsito de una humanidad organizada en sociedades agrícolas a la prevalencia de sociedades urbano-industriales en el último siglo. Este proceso, advierte la crítica histórico-ambiental, generó desde 1950 la *Gran Aceleración* (McNeill y Engelke, 2015) de una serie de parámetros que, combinados, han señalado con contundencia que en las últimas siete décadas las acciones antrópicas han alterado los sistemas vitales de la Tierra a partir, sobre todo, de las sistemáticas emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera provocadas por la economía fósil, la industria y el transporte².

La industrialización es interpretada como un proceso de origen ecológico que se sustenta en la oferta de recursos naturales, según el historiador económico Carlo Cipolla y la economía ecológica han planteado desde la década de los sesenta. Ambos proponen interpretar la historia económica humana a partir de la energía y la disponibilidad de limitados recursos físicos y naturales del planeta. Cipolla toma como referencias a la Revolución Neolítica y a la Revolución Industrial: dos momentos claves en los cuales la humanidad descubrió el uso de nuevas y mejores fuentes energéticas que trajeron consigo múltiples innovaciones tecnológicas³. Durante la Revolución Industrial, la inclusión de la máquina de vapor y el carbón a la industria permitió el inicio de un proceso de

.....
² Siguiendo los planteamientos de McNeill, desde 1950 se registró un *boom* de natalidad, urbanización, producción y consumo nunca vividos previamente por las sociedades humanas, y que han impactado en la tierra y la biósfera a un nivel sin precedentes desde hace 200 000 años (McNeill y Engelke, 2015).

³ “En la primera revolución energética, hace unos 10 000 años, los cazadores-recolectores lograron la domesticación de las plantas y animales, incrementando y controlando la gama de convertidores biológicos de energía; empezaron a servirse de combustibles orgánicos, aunque en un sentido limitado. La energía disponible ya no dependía únicamente de la fuerza de sus cuerpos y del sol” (Cipolla, 2009, pp. 35-39).

transformación socio-metabólica que se basó en la explotación de recursos energéticos fósiles: primeramente, el carbón y, en el último siglo, el petróleo. En América Latina, siguiendo a Mauricio Folchi y Mar Rubio, el desarrollo económico y el consumo energético con base en el carbón mineral y las energías fósiles llegó con los buques de vapor y los ferrocarriles, que empezaron a surcar los territorios hasta bien entrado el siglo XIX. Sin embargo, cada nación latinoamericana experimentó de manera diferente el proceso de transición energética de un sistema agrario colonial a uno industrial, regido por combustibles fósiles (Folchi, 2006). McNeill ha mencionado la ausencia de una era del carbón como tal en el continente, pues el uso de combustibles orgánicos siguió teniendo preminencia en la alimentación de las industrias hasta bien entrado el siglo XX. Es poco lo que sabemos de la historia de las transiciones energéticas latinoamericanas, pero en especial de la colombiana, la cual no ha sido estudiada históricamente en los últimos años.

En 2009 John Soluri llamó la atención de los estudiosos para invitarlos a investigar procesos socioecológicos que consideraran el papel de la energía y sus flujos en contextos regionales, culturales y locales. Siguiendo este sendero, el presente trabajo aspira a ser una contribución desde Colombia a estos estudios, poniendo su enfoque sobre el valle de Sogamoso y una de las experiencias industriales y metalúrgicas más relevante en la historia del país.

El desarrollo energético e industrial en los últimos dos siglos ha permitido la urbanización de las sociedades y una calidad de vida sin precedentes en la historia. Sin embargo, este proceso ha generado una serie de efectos históricos y socioambientales debidos a las actividades extractivas y extensivas. En el caso que nos compete, la minería y la industria hicieron mella en los trabajadores, las comunidades y la naturaleza. La pérdida de vidas, los accidentes, las quemaduras químicas, el envenenamiento por gases tóxicos y la ruptura del tejido social han sido problemas comunes y persistentes en los lugares a donde llegaron las industrias química y minera. A su vez, la producción industrial y el crecimiento de las ciudades han ocasionado una serie de problemáticas tales como un mayor consumo de recursos naturales y energéticos, la emisión de humo y

desechos tóxicos, la contaminación química, la deforestación y los deslizamientos y movimientos de tierra. Todos estos factores han desembocado en diferentes cambios y transformaciones del paisaje físico, los bosques, la atmósfera y los cuerpos de agua que cohabitan con las sociedades.

En el marco de esta discusión, la tesis argumenta que la explotación y transformación masiva de materiales para la producción de acero y derivados en el valle de Sogamoso generó afectaciones y dejó huellas posibles de rastrear históricamente en el ecosistema y en la población. La investigación se enfoca en el período entre 1950 y 1983, años del auge industrial del valle y la ciudad de Sogamoso, que vivieron una transformación urbana y socioecológica sin precedentes, experimentando a la par el deterioro de su paisaje y de las fuentes y recursos naturales más próximos.

Los conceptos de *metabolismo* y de *transición sociometabólica* que abordaremos líneas más adelante son adoptados en esta investigación para referirse al valle de Sogamoso como un ecosistema, una unidad básica funcional que integra tanto a los organismos vivos como al medio ambiente abiótico⁴, sujeto a cambios según su interacción con actores endógenos y exógenos, un organismo vivo en permanente evolución⁵. Desde la ecología: “un proceso mediante el cual las poblaciones modifican sus características y contenido genético en el transcurso del tiempo” (Harmon y Sutton, 1972, p. 160).

La acería Paz del Río y las explotaciones de carbón subsidiarias inauguraron una nueva etapa metabólica para esta región. Hasta la mitad del siglo xx, la villa de Sogamoso dedicaba su economía a los molinos de cereales, a la agricultura y al comercio ganadero con los llanos de Casanare. La cobertura de electricidad fue insuficiente para todas las viviendas de la villa y la mayoría de las faenas

.....
⁴ Abiótico: elementos de un ecosistema que carecen de vida, tanto físicos como químicos, y que influyen en los organismos vivos

⁵ “La *evolución* de una ciudad puede entenderse como el resultado de varios factores: abundancia de recursos naturales, condiciones climáticas favorables, facilidades de acceso para la transferencia de bienes y servicios, épocas de confinamiento y aislamiento, escenarios de estrategia militar y política, contextos de religión y fe, capacidad de prestación de servicios públicos y administrativos, o simplemente, tipo de gobierno” (Díaz, 2011, p. 19).

agrícolas dependían de la ayuda de bueyes y del arado. El concepto metabólico permite identificar la transformación en la extracción de materiales y en la producción industrial y agrícola de la región, y cómo este crecimiento productivo se ha reflejado en la alteración progresiva de la población y el ecosistema.

Trazar el cambio socioambiental que el desarrollo industrial del acero significó para esta región implica recopilar datos cuantitativos de población, extracción de materias primas, producción de acero, mercado regional, empleo industrial y agrícola, y vivienda, durante las tres décadas de estudio; datos todos difíciles de encontrar, dispersos y, a menudo, inconsistentes e incompletos. Las mejores fuentes primarias de tipo cuantitativo que sirvieron de evidencia empírica a este estudio son documentos de diferentes dependencias administrativas del Estado, como el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud, Departamento Nacional de Estadística, Departamento Nacional de Planeación, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Así mismo, se utilizaron informes y documentación publicada por la misma Aceñas Paz del Río que reposan en la biblioteca Luis Ángel Arango. Quedan campos por cubrir ya que, lastimosamente, no se encontró documentación cuantitativa relacionada con las industrias derivadas e informales más pequeñas que el desarrollo industrial impulsó en las latitudes del valle. Estas actividades, junto con la urbanización de Sogamoso y Duitama, generaron evidentes afectaciones al medio ambiente y a los habitantes de la región.


Entre las fuentes cualitativas destaco veintitrés entrevistas hechas en 1993 por el historiador Felipe Angulo Jaramillo a los empleados que trabajaron desde los primeros años en la empresa: testimonios que rescatan las experiencias de personas estrechamente vinculadas al proceso histórico de la siderúrgica.

La consulta de los documentos oficiales en Bogotá se realizó en la Biblioteca Luis Ángel Arango, el Archivo General de la Nación, el Fondo de documentación del Departamento Nacional de Estadística (DANE), la Biblioteca Enrique Hubach del Servicio Geológico Colombiano, el IGAC, la Biblioteca del IDEAM y de la Unidad

Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Las tesis y documentos académicos consultados provinieron de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional y la prensa de la Biblioteca Nacional. En Tunja se consultó el Archivo Histórico Regional de Boyacá y en Sogamoso el Archivo Central, la Biblioteca Alfonso Patiño Roselli y el Hospital Regional de Sogamoso. Todos estos lugares brindaron información útil para la gradual comprensión histórica del caso de estudio.

Este libro está organizado en cuatro partes. La primera presenta un acercamiento conceptual y metodológico a la ecología y al metabolismo como herramientas de análisis para la historia ambiental. La segunda busca entender las transiciones energéticas, la apropiación tecnológica y el uso y producción metalúrgica en Colombia, factores que dieron cabida al proyecto Acerías Paz del Río a finales de la década de 1940. La tercera parte se interesa en los cambios físicos, sociales y urbanos experimentados en el valle y Sogamoso gracias a la llegada de la siderúrgica. En la última parte profundizamos en las implicaciones socioecológicas de la industria y la minería en el valle hasta 1983, tomando como variables de análisis la tierra, el aire y el agua. Las conclusiones buscan sintetizar los análisis, indicadores y resultados alcanzados a lo largo de la investigación.

Este análisis busca invitar a nuevos investigadores a considerar el factor ambiental dentro la investigación histórica, a valorar históricamente las experiencias industriales, la memoria de los trabajadores y a hacer énfasis en los efectos ecológicos de estas actividades prolongadas en el tiempo y en el mismo lugar. La energía, las materias primas, el metabolismo y el ecosistema han sido claves en la industrialización y el desarrollo económico del último siglo.



**El metabolismo
urbano-industrial
como perspectiva
de investigación
histórica**



En el año 2000, el nobel de química Paul Crutzen planteó que había llegado el momento de reconocer el fin de la época del Holoceno —que empezó hace unos 10 000 años— y el inicio del Antropoceno, la era de los humanos. La evidencia central estaba en las exponenciales emisiones de dióxido de carbono producidas por la actividad antrópica de los últimos dos siglos que provocó cambios en la composición atmosférica y en los sistemas naturales de la Tierra. Para Crutzen, el Antropoceno se suscitó a finales del siglo XVIII con la segunda revolución energética y la explotación masiva de combustibles fósiles, los cuales actuaron como mecha de la Revolución Industrial.

Este hito histórico, junto con la explotación y la disponibilidad energética, posibilitaron materialmente la industrialización, el crecimiento económico y la urbanización de las sociedades en el mundo a lo largo del siglo XIX y XX. A la par del desarrollo industrial y urbano, ocurrió una serie de cambios socioecológicos en los ecosistemas en donde se realizaron estas actividades humanas. Nuestro caso es el de la producción industrial de acero en un altiplano andino colombiano entre 1954 y 1983, años en los que se dio un desarrollo y crecimiento productivo global sin precedentes.

El valle de Sogamoso y la producción industrial en su conjunto son comprendidos como actores parte de un ecosistema en permanente cambio y evolución. En el planteamiento de un problema interdisciplinar, el presente capítulo explora el papel de la energía en la historia y el concepto

de *metabolismo* para la investigación histórica, a la vez que hace un inventario de los trabajos producidos en estas líneas con el interés de reconocer los conceptos fundamentales para la delimitación del caso particular de la industria siderúrgica colombiana en Boyacá.

Energía y metabolismo

La primera revolución energética se dio hace unos 10 000 años en el Neolítico, cuando los cazadores y recolectores descubrieron la agricultura, la domesticación de plantas y animales, y el uso de combustibles orgánicos⁶, lo que incrementó la gama disponible de convertidores biológicos de energía. Los humanos ya no disponían únicamente de la fuerza de sus cuerpos y del sol, sino también de caballos, leña y herramientas manuales, entre otras.

En el siglo XVIII, la segunda revolución energética logró la transición de la energía generada por molinos de viento y ruedas hidráulicas hacia la energía cinética, producida por el carbón coque y el vapor. Los agricultores y pastores de la sociedad agrícola inglesa —la primera en experimentar este proceso— se fueron convirtiendo en operarios de máquinas a vapor propulsadas por carbón, las cuales estimularon la aparición de innovaciones tecnológicas desde entonces. La Revolución Industrial se tradujo en la explotación y aprovechamiento constante de energía para las diversas actividades humanas⁷.

En términos ecológicos, los ecosistemas dependen de dos tipos principales de energía: la solar y la producida por combustibles químicos. En el mundo natural y en las sociedades agrarias preindustriales el sol dominó como el único generador de energía en el

.....
⁶ Los combustibles orgánicos son materiales de origen animal o vegetal capaces de liberar energía cuando se cambia o transforma su estructura física.

⁷ “Ambas consistieron en la introducción de unos determinados convertidores de energía que multiplicaron la energía disponible por persona, lo cual propició que se ampliara la productividad del trabajo, y consecuentemente, se incrementara el nivel de vida de las personas de forma significativa” (Folchi, 2006, p. 1).

planeta⁸. Con el advenimiento de la sociedad industrial, los sistemas urbano-industriales reemplazaron al sol por materiales y combustibles como madera, vapor, carbón, petróleo, entre otros (Odum, 1989). En los últimos dos siglos, las ciudades se convirtieron en ecosistemas heterotróficos, dependiendo cada vez más de grandes insumos de flujo energético, generalmente provenientes de fuentes externas al sistema, ya que las ciudades por sí mismas no tenían la capacidad de producir su propio alimento, ni de asimilar sus desechos. La energía potencial de los combustibles sustituyó a la solar y brindó la posibilidad de producción, consumo, técnica y desarrollo material de las sociedades gracias, a la disponibilidad cada vez mayor de energía (Marquardt y Siefert, 2009, p. 23).

Es evidente que la humanidad, a lo largo de su coevolución con la naturaleza, ha generado una serie de prácticas en torno a ella que la han afectado significativamente. Las diversas sociedades han modificado su entorno natural y se han modificado a sí mismas, generando una serie de relaciones de interdependencia entre los ecosistemas y las comunidades humanas⁹. Esta interdependencia de factores biofísicos y sociales, ecológicos y socioeconómicos se denominan *sistemas socioecológicos* (Cumming, 2008), y son aquellos a través de los cuales el ser humano apropia y transforma la energía, a la vez que consume y excreta sustancias dependiendo de sus necesidades e intereses (González de Molina, 2009). En los sistemas socioecológicos, los ecosistemas y su funcionamiento son el resultado de una red de procesos y actores biológicos, físicos y químicos denominados *metabolismo*. A la par, los sistemas culturales son resultado de la interacción entre la población, la tecnología, las relaciones sociales y la red simbólica (Maya, 1995).

.....
⁸ “El régimen del flujo de energía solar controlada de las sociedades agrarias empezó hace alrededor de 10 000 años con el paso histórico a la agricultura por la así llamada revolución neolítica, y llegó a su final con la transformación industrial” (Siefert, 1997, p. 76).

⁹ Autores como Maurice Godelier o Rolf Siefert han buscado comprender teóricamente la reciprocidad de los sistemas sociales y ecológicos como un conjunto, abriendo nuevas perspectivas científicas para el estudio de la biósfera, como un sujeto amplio y global (Fischer-Kowalski, 1991).

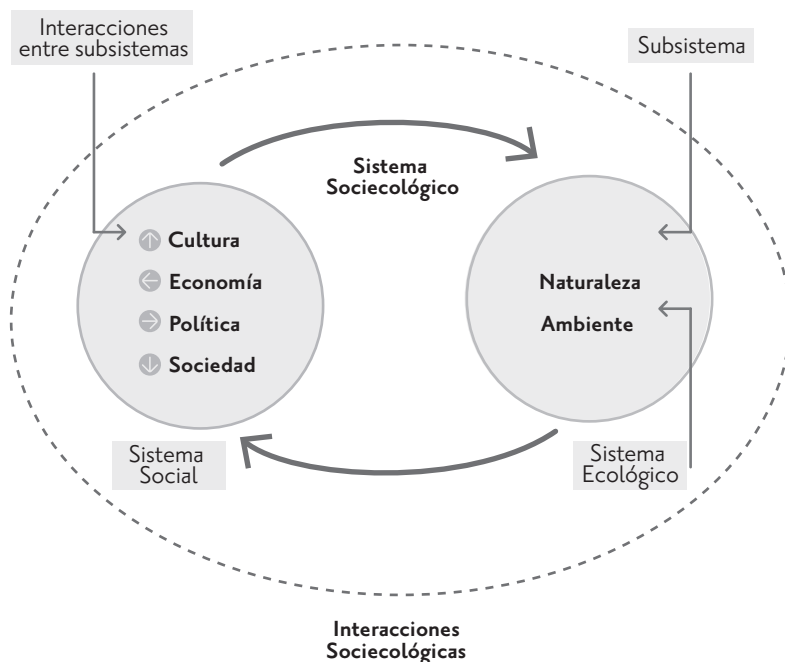


Figura 1. Sistema socioecológico

Fuente: Tomado de Sánchez, Walter; Ríos-Osorio, Leonardo y Álvarez, Javier. (2011). "Conceptual bases for a classification of socioecological systems in sustainability research" (p. 2), *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2).

Las transformaciones resultantes dentro del sistema permiten establecer una cronología diferente a la historia tradicional y que no corresponde necesariamente a la misma periodización de la historia económica o política (Gallini, 2004, p. 152). Este enfoque nos permite establecer y comparar los modos de uso de los recursos por parte de grupos sociales específicos, su evolución en el tiempo y sus implicaciones socioecológicas.

Así mismo, permite visualizar y construir modelos futuros de sustentabilidad y sostenibilidad en poblaciones y ciudades.

Por su parte, la palabra *metabolismo* se encuentra asociada a estudios de biología y ecología. Desde 1839 fue acuñada en la ciencia por Theodor Schwann y se convirtió en el término más preciso para enunciar el conjunto de transformaciones químicas que tienen lugar constantemente en los seres vivos para obtener energía (Reina, 2013). En las ciencias sociales su mención se destaca en Karl Marx y

Friedrich Engels, quienes plantearon el concepto *Stoffwechsel* (intercambio material) para el metabolismo que acontece entre hombre y naturaleza bajo el “trabajo”¹⁰. La noción de metabolismo es usada en Marx y Engels en un sentido metafórico: pretenden implicar una relación de intercambio de material entre el hombre y la naturaleza, una interdependencia mutua más allá de la simple idea generalizada del hombre “utilizando a la naturaleza” (Fischer- Kowalski, 1998).

El uso de este concepto en los estudios sociales se expandió a finales del siglo XIX, impulsado por los avances de la biología y la química, así como por las contribuciones de Marx. En *First Principles* (1862), Herbert Spencer vinculó la energía, su transformación y su utilización con la organización social. Para Spencer, la diferenciación social, el progreso de las sociedades y las diferencias en sus ritmos de desarrollo se explican por la cantidad de energía disponible. El filósofo y naturalista inglés sostenía que el progreso social se fundamenta en la teoría del excedente de energía. Por su parte, el químico Wilhelm Ostwald, bajo el concepto de *Energetischer Imperativ* (imperativo energético) y la Segunda Ley de la Termodinámica, argumentó que la transformación eficiente de energía bruta en energía útil representa el mayor progreso de una sociedad. En los albores del siglo XX se enriquece el enfoque desde la antropología ecológica y la geografía social, pues allí se problematizan las relaciones, interacciones y limitaciones entre metabolismo, energía y sociedad¹¹. De igual manera, se plantean discusiones en torno a la disponibilidad de la energía, la eficiencia en su transformación y el desarrollo económico, puesto que son décadas de crecimiento de la productividad global.

.....
¹⁰ “El trabajo es, en primer lugar, un proceso mediante el cual el hombre, a través de sus propias acciones, media, regula y controla el metabolismo entre él y la naturaleza. Él se enfrenta a los materiales de la naturaleza como una fuerza de esta. Pone en movimiento las fuerzas naturales que pertenecen a su propio cuerpo, sus brazos, piernas, cabeza y manos, con el fin de apropiarse de los materiales de la naturaleza para adaptar a sus propias necesidades. A través de este movimiento actúa sobre la naturaleza exterior y la cambia; y de esta manera, cambia su propia naturaleza al mismo tiempo [...] [E]ste proceso [de trabajo] es la condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, la eterna condición impuesta por la naturaleza de la existencia humana” (Marx, 2010, p. 216).

¹¹ En cuanto a este tema destacan autores como Lotka (1921), Cottrell (1955) y White (1949).

Flujo de energía y materiales

La identificación, análisis y estimación de los flujos de materia y energía se constituyen como el núcleo de la composición metabólica de un sistema, ya sea urbano, rural o industrial. Históricamente, con estos flujos

se puede hacer seguimiento a los movimientos de los bienes y sustancias en un sistema desde el medio circundante y de abastecimiento, a través de la producción y consumo, y de vuelta a los compartimentos aire, agua y suelo. También permite aproximarse a la cantidad de trabajo en términos energéticos que el sistema manejó, junto al trabajo que ejercieron los sistemas y las redes exógenas en su abastecimiento en un período histórico definido (Díaz, 2011, pp. 17).

El análisis de los flujos de materia y energía se fundamentan en las leyes o principios de conservación de la masa y la energía. Para el caso de la materia, los balances deben ceñirse a la razón fundamental de que ninguna masa es creada o destruida por proceso alguno de transformación fisicoquímica¹². Frente a la energía, según la Primera Ley de la Termodinámica, el balance también se mantiene: “la cantidad total de energía, en todas sus formas, permanece constante. No obstante que la energía puede cambiar de una forma y otra, la suma de todas las formas debe permanecer constante” (Sutton, 1972). Tal estudio de balances no trae consigo limitaciones de escala, pues puede tener diversos alcances espaciales, ya sea en lo urbano, lo rural, lo nacional, lo regional o lo local. Todo depende de la pertinencia de la unidad de análisis delimitada y del acceso a las fuentes esenciales que permitan la equivalente reconstrucción cuantitativa o cualitativa del proceso histórico.

Abel Wolman se destaca como el primer autor en adoptar el concepto de metabolismo para pensar las ciudades. En su *Metabolism of*

.....
¹² Antoine Lavoisier (1785) y Mijail Lónosov (1745) —padres de la química moderna— definen: “en todas las acciones del arte y la naturaleza nada es creado; una cantidad igual de materia existe, tanto antes como después del experimento”.

the cities (1965) analizó (sin cuantificarlo) el flujo de entrada (*input*) y salida (*output*) de energía y materiales en una hipotética ciudad estadounidense de un millón de habitantes¹³. Desde aquel primerísimo trabajo, los estudios del metabolismo urbano se han multiplicado a diferentes escalas, ya sean en barrios, villas, ciudades, regiones o naciones. En los años setenta aparecieron los novedosos trabajos de balance de energía de las ciudades de Tokio, Bruselas y Hong Kong (Hanya y Ambe, 1976). El estudio del metabolismo se fortaleció durante esta década gracias a la sistematización de un método de análisis, llamado *Material Flow Analysis* (MFA) que, entre otros aportes, estandarizó las unidades de medida para la cuantificación de flujos y materiales.

Los análisis de metabolismo socioecológico se sostienen en gran medida sobre fuentes cuantitativas institucionales y gubernamentales: informes, boletines, anuarios, etc. El Estado y sus entidades administrativas han asumido históricamente la recopilación de datos y series frente a los *inputs* y *outputs* de energía, agua y materiales en ciudades o lugares específicos, permitiéndoles ejecutar planes y políticas públicas a partir de la inclusión de los recursos y materias primas.

Avances desde el metabolismo industrial y la historia ambiental

El metabolismo industrial encuentra sus orígenes en la década de los sesenta a la luz de los problemas ambientales que se evidenciaban con el vertiginoso crecimiento extractivo y productivo que se dio después de la Segunda Guerra Mundial. Entre los primeros planteamientos se hallan los de Robert Ayres y Allen Kneese, quienes empezaron a repensar la economía partiendo de los inventarios e insumos ambientales disponibles. Estos autores buscaban reformular

.....
¹³ “Los requerimientos metabólicos de una ciudad pueden ser definidos como los materiales y las materias primas necesarias para mantener a los habitantes de la ciudad, en sus hogares, en el trabajo y en el juego [...] el ciclo metabólico no se completa hasta que los desechos y residuos de la vida cotidiana han sido retirados y eliminados con un mínimo de molestia y peligro” (Wolman, 1967, p. 179).

el equilibrio en la producción económica global a partir de la concepción de la naturaleza como un agente finito, la base material fundamental para la producción y la riqueza (Ayres y Kneese, 1969).

El enfoque del metabolismo industrial es holístico, puesto que las interacciones entre energía, materiales y medio ambiente se analizan como un conjunto: todo el sistema integrado de procesos físicos que convierten materias primas y energía, además de la mano de obra invertida en productos terminados y desechos, es una condición más o menos estable, donde el papel del ser humano es directo, como insumo laboral, e indirecto, como consumidor del producto. En nuestro caso, el análisis se centra en la producción de acero, el flujo de materiales y energía que se explotan y circulan dentro y fuera del ecosistema del valle de Sogamoso en Boyacá. El sistema se encuentra estabilizado en su funcionamiento gracias al componente humano y al componente económico de la ley de la oferta y la demanda; ley que se cumple en todo el proceso de extracción, fundición y comercialización del acero o cualquier mercancía (Erkman, 1997).

Los ciclos naturales como el del agua, el carbono, el nitrógeno o el azufre son biológicamente cerrados, pero los ciclos industriales permanecen abiertos porque este sistema generalmente no recicla sus nutrientes: inicia el ciclo con materiales de alta calidad, ya sean combustibles fósiles o minerales extraídos del suelo, que son luego transformados y posteriormente devueltos a la naturaleza en forma degradada. Los nutrientes se transforman en desechos y no se reciclan de forma significativa.

En Acerías Paz del Río, desde la extracción de minerales de hierro, carbón y caliza, hubo cantidades significativas de oligoelementos tóxicos como arsénico, cadmio, plomo y zinc; en la fundición se produjeron residuos sólidos (*escoria*)¹⁴ que, a su vez, produjeron dióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, material particulado y pérdidas disipativas¹⁵ emitidas al aire y a las fuentes

.....
¹⁴ La escoria es la materia prima del cemento. Puede usarse para infraestructura urbana o reciclarse para un proceso secundario de producción metalúrgica.

¹⁵ Las pérdidas disipativas son los desechos invisibles del proceso, tales como los lubricantes, solventes, pigmentos, explosivos, fertilizantes, entre muchos más, que a lo largo de la producción emiten diferentes gases y compuestos como dióxido de azufre, hidrógeno

hídricas que recorrían el valle. En la producción de acero también se requieren altos volúmenes de agua y energía: en Acerías Paz del Río provinieron del Lago de Tota y de una planta de fuerza térmica a base de los gases del carbón coque de 25 000 kilovatios, instalada en 1954 en Belencito.

Los estudios en Ciencias Sociales que incluyen el enfoque del metabolismo industrial son de carácter interdisciplinar, la tradición investigativa inició a principios de los años noventa con la publicación de las Naciones Unidas y la edición de Robert Ayres de *Industrial Metabolism, Restructuring for Sustainable Development* (1994). En esta obra se hicieron las primeras aproximaciones históricas a los casos industriales de Estados Unidos, India, Suecia, la región suiza y la cuenca del Rin, profundizando en las emisiones tóxicas (cromo, cadmio, chatarra), desechos, nutrientes (nitrógeno) y la eficiencia metabólica. En 2002 Joel Tarr publicó un estudio sobre el metabolismo de la ciudad acerera de Pittsburgh entre 1800 y 2000, ahondando en el devenir histórico, político y social del suministro de agua, las emisiones al aire y los usos de la tierra desde un perfil cualitativo, pero no desarrolló un estudio cuantitativo de balances metabólicos (Tarr, 2002). Desde el análisis de materiales y nutrientes, Baker (2001) analizó el balance del nitrógeno en la ciudad de Phoenix. Faerge (2001) realizó el mismo análisis tomando en cuenta el nitrógeno y fósforo en Bangkok (Tailandia), y Burstrom (2003) con los metales pesados en Estocolmo (Suecia).

Alrededor del vínculo entre la energía, la industria y la historia ambiental, en los últimos quince años han aparecido extensas investigaciones en distintas latitudes del mundo que han buscado comprender las particularidades y la participación histórica de cada nación en el concierto global energético moderno. Se destacan los trabajos de Paul Warde (2007) acerca del consumo energético de Gales e Inglaterra entre los años 1560 y 2000 y la obra de Kander, Malanima

.....
de sulfuro, cromo, entre otros. Estas pérdidas disipativas se mezclan con agua y aire en el proceso siderúrgico, y posteriormente continúan su flujo por la biósfera. Estos desechos son muy complejos de cuantificar por la precariedad de los documentos para el período de análisis en cuestión.

y Warde, *Power to the People* (2014), acerca de la evolución histórica del uso y consumo de energía en Europa entre 1500 y 2000.

En el caso de América Latina, en el último decenio la historia ambiental ha impulsado el estudio del papel histórico de la industria extractiva y el petróleo en particular, abordando los impactos naturales y sociales y los conflictos socio-ambientales derivados, pero también tomando en consideración el complejo entramado político-cultural que las actividades extractivas implicaron en la región. Se destaca en especial la contribución de Myrna Santiago por su énfasis en el trabajo y los trabajadores de la industria extractiva: un enfoque seguido tanto en su estudio sobre la historia del petróleo en México como en la visión sintética del extractivismo latinoamericano en el siglo XIX y XX (Santiago, 2019). La historiografía ambiental minera es un campo que en todo caso sigue en la búsqueda de más autores, debido a que los vacíos temáticos y geográficos son numerosos.

En Colombia, las investigaciones desde las Ciencias Sociales y la historia que vinculan el *metabolismo* se han concentrado en el papel de la energía, el agua y la industria en períodos históricos particulares. Para el caso de la ciudad de Bogotá se puede citar a Cristian Díaz (2011), quien busca construir históricamente las rutas metabólicas de agua y energía en la ciudad desde una perspectiva de sostenibilidad, y a Juan David Reina (2013), quien investiga los impactos de los chircales y las industrias extractivas en los cerros nororientales de Bogotá en los años setenta. También Piña y Pardo (2014) hacen un estudio de identificación y análisis de flujos de materiales urbanos en Bogotá, identifican los flujos de insumos (agua, energía, alimentos y otros) y las salidas (aguas residuales, contaminación del aire, desechos y otros) a la ciudad, para determinar la relación entre la demanda de recursos y el impacto ambiental. Finalmente, el estudio de Laura Felacio (2015) evidencia los problemas histórico-ambientales y sanitarios en la ciudad entre 1886 y 1927, teniendo en cuenta la provisión de agua y energía.

En cuanto a nuestra unidad de análisis, el valle de Sogamoso, conviene citar el trabajo de Omar Ruíz (2014) en su estudio histórico-ambiental en perspectiva metabólica, quien centrado en la primera mitad del siglo XIX inquiriere por la producción agraria y el

metabolismo rural en el área entre Tunja y Sogamoso. Resaltamos la obra de Gabriel Camargo, historiador sogamoseño que dejó entre sus trabajos un valioso estudio de geografía histórica de Sogamoso de 1934 y el texto *Del Barro al Acero* (1961), de ineludible referencia histórica. En 2012 Paulo González publicó un notable esfuerzo por construir una historia ambiental de Sogamoso de todo el siglo xx, desde la perspectiva teórica de Ángel Maya. Finalmente, vale la pena mencionar el reciente trabajo de Rodrigo Chaparro (2018) quien, desde la geografía humana y la territorialidad, abre la discusión frente al discurso de “desarrollo” y “modernización” en regiones andinas, poniendo en cuestión el caso del valle de Sogamoso.

El valle de Sogamoso como unidad de análisis

La perspectiva metabólica requiere la delimitación de una unidad de análisis o ecosistema a estudiar, para luego identificar las entradas y salidas de energía y materiales de dicha unidad (Kennedy, 1972). La delimitación espacial del análisis es evidentemente una necesidad también de la presente investigación histórica, indispensable para poder comprender el funcionamiento de las ciudades e industrias en puntos particulares del tiempo, identificando sus cambios, transformaciones y permanencias, además del papel de los actores humanos en la naturaleza.

De la geología y prehistoria del valle de Sogamoso, Manuel Ancízar anotaba en 1851:

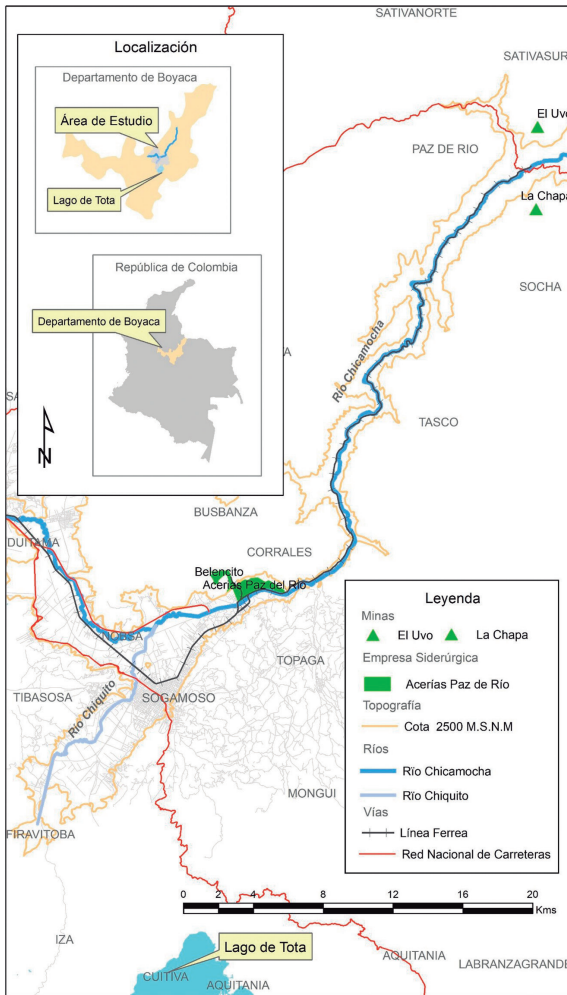
Donde ahora está la villa de Sogamoso, había 194 metros de agua, explayándose en figura de ensenada, como lo atestiguan las capas horizontales de arena i pedrejuelas que se descubren en alturas inmediatas, i el cerrito redondo empataado por curvas suaves en el llano frente a la villa [...] La mayor profundidad del lago alcanzaba a 254 metros, cubriendo una superficie de 15 ½ leguas cuadradas; por manera que lo que hoy es asiento de muchas villas i aldeas donde moran más de 40 000 habitantes i se mantienen 50 000 cabezas de ganado mayor i menor, era en otro tiempo mansión solitaria de pequeños “pezes” (pp. 349).

Las condiciones lacustres de la región en la antigüedad formaron los altiplanos andinos que reconocemos en la actualidad. Según Ancízar, “[a]guas extrañas provenientes de Tunja y Santa Rosa” aumentaron el caudal del lago, rompiendo sus antiguas barreras en la zona nororiente de Tópaga, y desaguando las aguas en las comarcas de Gámeza y Chicamocha. De aquel evento prehistórico solo quedó el pequeño cauce del río Chicamocha y el Lago de Tota, que se halla fuera del sistema hidrológico del valle (Ancízar, 1853, p. 351).

Geológicamente, la región forma parte de la cuenca Cordillera Oriental y al bloque Tota-Paz de Río (Ingeominas, 2000). Posee rocas sedimentarias que datan entre las edades del Cretáceo (145 m. a.) y Cuaternario reciente, hace 11 700 años. A lo largo del valle y sus alrededores se encuentran diversas formaciones geológicas como Ermitaño, Guaduas, Socha (inferior y superior) y Picacho. La composición arenisca y arcillosa de los mantos, más la alta concentración de minerales y carbones, permitió la llegada y el desarrollo de la industria extractiva a gran escala a principios de los años cincuenta (Reyes Chittaro, 1984).

El valle de Sogamoso hace parte de la cuenca alta del río Chicamocha, que atraviesa el valle de occidente a oriente, y que desemboca sus aguas en el río Magdalena a unos 300 km al norte. Los ríos Chiquito y Monquirá irrigan el valle desde los páramos adyacentes y sirven sus aguas al río Chicamocha. Por su parte, el Lago de Tota, ubicado a 30 km y con un área de 55 km², es el más grande de Colombia y posee gran valor hídrico para la región. La temperatura media anual en el valle y Sogamoso promedia los 14.7 °C y la precipitación media es de 798 mm. El primer período seco se presenta a mediados de diciembre hasta la tercera semana de marzo y el segundo del mes de junio hasta finales de septiembre. Los períodos lluviosos se dan a partir de los primeros días de abril hasta finales de mayo, con el 15 % de la precipitación total anual, y durante los meses de octubre, noviembre y primeros días de diciembre con promedio del 14 %¹⁶.

.....
¹⁶ Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, 1987.



Mapa I. El valle de Sogamoso como unidad de análisis histórico-ambiental
Fuente: Elaboración propia.

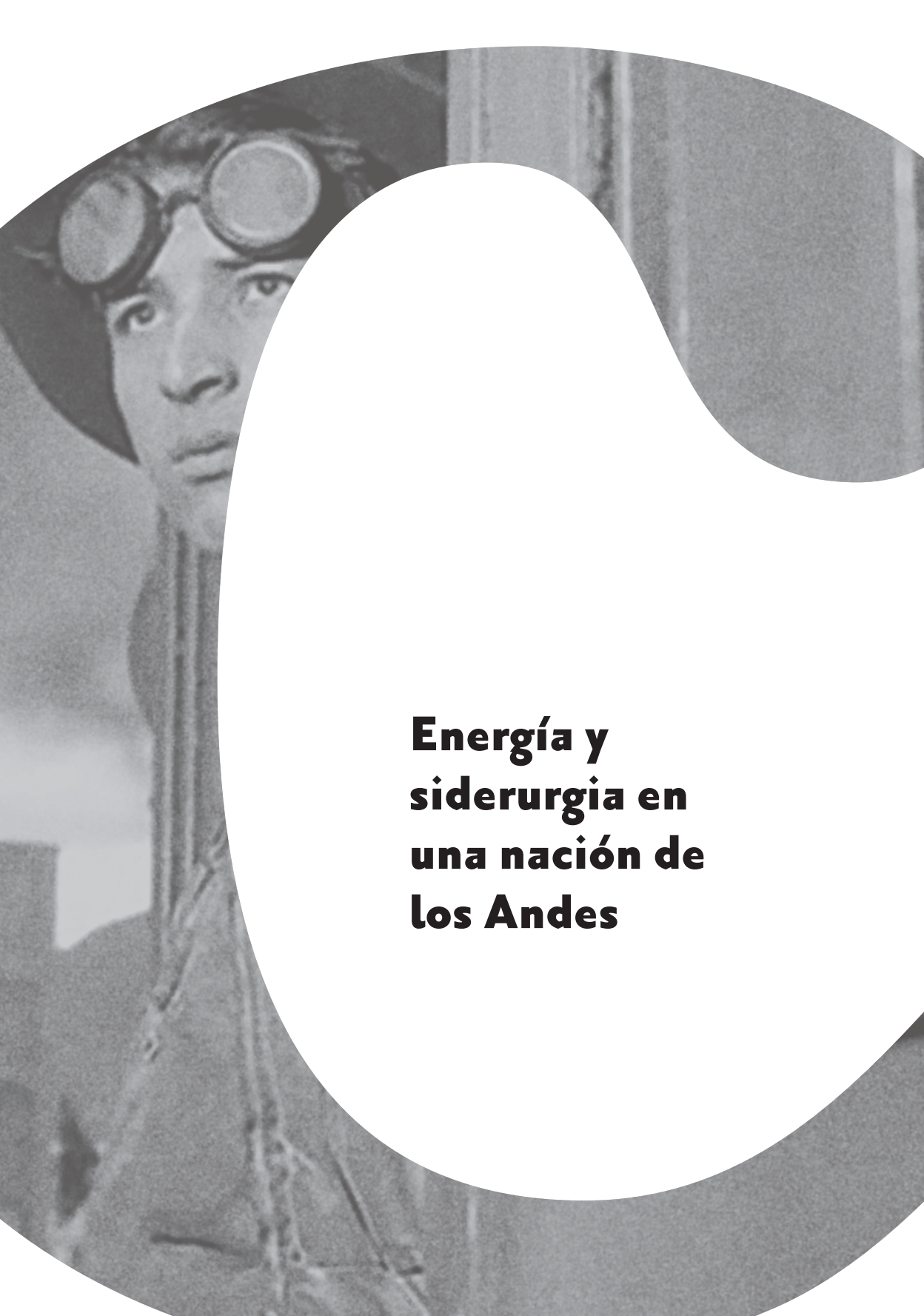
En la región existen alrededor de diecinueve pequeñas poblaciones históricamente vinculadas a Sogamoso, territorio que funciona como foco de encuentro de habitantes y centro de la comercialización de productos y mercancías de los alrededores¹⁷. Para el análisis central

¹⁷ Estas poblaciones son: Aquitania (Pueblo Viejo), Betétiva, Corrales, Cuitiva, Duitama, Fravitoba, Floresta, Gámeza, Iza, Miraflores, Mongua, Monguí, Nobsa, Paipa, Paz de Río, Pesca, Sogamoso, Tasco, Tibasosa, Tópaga y Tota.

nos concentramos en la ciudad de Sogamoso y en los municipios de Tibasosa, Nobsa, Belencito, Firavitoba e Iza, pertenecientes físicamente al valle, al igual que en las poblaciones agroindustrialmente interconectadas de Duitama y Paipa y en los municipios mineros de Socha y Paz de Río, que funcionaron como lugares de extracción.

En términos de población, según el XII Censo de Población y I de Vivienda del 6 de mayo de 1951, en el valle habitaban 47 084 personas en 8 744 viviendas entre urbanas y rurales. Si incluimos a toda la provincia de Sugamuxi, las cifras de viviendas alcanzaban las 36 889.

La disponibilidad energética en 1952 provenía de la red eléctrica La Mesa-Suba-Chivor-Tunja y alcanzaba una potencia efectiva de 2 600 kilovatios. Entre 1950 y 1954 se construyó para la siderúrgica la Central de Fuerza, instalada en Belencito por la casa Alshtom con una potencia de 25 000 kilovatios. En los primeros años la acería arrendó parte de su fluido para atender la urbanización progresiva del valle: unos 7 500 kilovatios aproximadamente. El transporte y la comunicación terrestre dependían principalmente del automóvil y del ferrocarril. La carretera entre Bogotá-Tunja y Sogamoso estaba pavimentada en aquel momento, mientras que el Ferrocarril del Nordeste ya había llegado a Sogamoso en 1931, y siete años después culminó su trazado en Paz de Río, lugar de extracción de las materias primas para la siderúrgica en Belencito.



**Energía y
siderurgia en
una nación de
los Andes**



La instalación de una siderúrgica en Colombia a principios de 1950 requirió de la complicidad de diversos factores históricos, el avance tecnológico y económico y la disponibilidad geoquímica de las materias primas. Mientras en el occidente europeo y Estados Unidos ocurrió la Revolución Industrial, en la Colombia colonial y republicana predominó el uso de energías orgánicas y el transporte por tracción animal. El oficio de la forja de metales estuvo limitado a unos cuantos herreros en Cartagena, Popayán y Bogotá. Fue con la Independencia y las reformas liberales de 1850 que se empezó a abrir la economía a la influencia técnica e industrial de los países en avanzada.

Tras varios intentos de desarrollar industrias metalúrgicas en el siglo XIX y en los primeros años del XX, Acerías Paz del Río se convirtió en el proyecto industrial orientado por el Estado más ambicioso del sector siderúrgico en la historia del país. Su objetivo consistió en superar la dependencia al mercado internacional de acero y metales, además de garantizar la autosuficiencia productiva. El acero es un material fundamental para la construcción, la infraestructura y el desarrollo industrial y urbano, y su consumo en el país aumentó con la industrialización y urbanización iniciada hacia la década de 1920.

El presente capítulo busca comprender cuáles fueron las condiciones históricas de Colombia frente al uso de energía y la producción metalúrgica, y cuál fue el proceso técnico e industrial que permitió la construcción de una siderúrgica

integrada en Boyacá a mediados del siglo xx. Para tal fin, recorro las particularidades energéticas y metalúrgicas del caso colombiano durante el siglo xix para llegar a las puertas de Paz del Río.

Historia de las transiciones energéticas

La Revolución Industrial y la transformación de sociedades agrícolas en urbanas se debió fundamentalmente a dos materias primas: el carbón y el hierro. El carbón es un combustible fósil que almacenó la energía solar de las plantas de hace más de 250 millones de años, mientras el hierro es un metal que se halla junto a los minerales de las rocas. En el siglo xviii el desarrollo de la tecnología para la extracción del carbón, junto al descubrimiento del *coque* (una variedad de carbón con alta volatilidad) permitieron el inicio de un régimen de explotación y uso de energía a partir de combustibles fósiles¹⁸.

El occidente europeo y Estados Unidos tomaron temprana ventaja en el uso del carbón y empezaron a experimentar el desarrollo económico y la industrialización de sus naciones a lo largo del siglo xix y xx. En América Latina no existe un estudio compilado que analice las transiciones energéticas en los diferentes territorios desde finales del siglo xviii, en buena parte debido a la ausencia y poca fiabilidad de los registros y fuentes institucionales antes de 1940. En general, América Latina no vivió una era del carbón como tal sino una era de energías orgánicas que se extendió hasta la segunda mitad del siglo xx.

Folchi y Carreras, pioneros en el estudio de las transiciones energéticas en Latinoamérica las explican así:

A lo largo del tiempo se pueden distinguir etapas en las que una fuente de energía predomina ampliamente, y que poco a poco comienza a retroceder ante el avance de una nueva fuente que termina reemplazándola. Este fenómeno se ha bautizado como transición energética, que se define

.....
¹⁸ En cuanto al carbón como portador de energía, dice Siefertle: “los portadores de energía posibilitaron una expansión rápida de producción y consumo” (2009, p. 55).

como la sustitución gradual de una fuente de energía o tipo de fuente energética por otra, a lo largo de la historia (Folchi y Carreras, 2006).

La sustitución gradual de una fuente de energía por otra más moderna y eficiente trae consigo cambios de orden social, económico y ambiental¹⁹. Como herramienta histórica, para Melosi este proceso ayuda a comprender la evolución de la cultura material humana, su crecimiento y desarrollo económico, a la vez que su interrelación con las fuerzas técnicas, económicas, políticas, medioambientales y sociales que señalan el rumbo de una sociedad (Melosi, 1982).

En términos historiográficos, a la par de las primeras publicaciones en Europa realizadas por Kander, Warde y Malanima, desde el año 2005 surgió el interés por estudiar la especificidad energética latinoamericana. Los primeros acercamientos estuvieron a cargo de María del Mar Rubio, Christian Brannstrom, Mauricio Folchi, Albert Carreras y John Soluri, reconocidos historiadores ambientales que empezaron a problematizar la modernización económica, energética y social de las sociedades latinoamericanas antes de 1945. El artículo “Energy as an Indicator of Modernization in Latin America by 1925” (2005) y la ponencia “El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930” (2006) presentada en el III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental por Rubio y Folchi, fueron las primeras aproximaciones a la particularidad energética en América Latina.

La modernización de la economía entre 1880 y 1930 en once países y la estimación de los consumos aparentes de energía fósil fueron los puntos de partida de los autores para reconocer la transición energética de energías tradicionales a energías fósiles en los países latinoamericanos. Pese a los límites de información del consumo de energías fósiles, por medio del *Estudio Económico de América Latina* (1949) de Raúl Prebisch, la Oficina de Estadísticas de las Naciones

.....
¹⁹ “La eficiencia de un proceso de transformación de energía es el cociente entre la cantidad de energía que entra en el sistema y la cantidad de energía que sale. Esta medida se utiliza para describir el rendimiento de los convertidores de energía, tales como calderas, máquinas, células fotovoltaicas o lámparas” (Smil, 2001, p. 12).

Unidas, *La energía en América Latina* (1956) de la CEPAL y *Energy in the World Economy; A Statistical Review of Trends in Output, Trade, and Consumption since 1925* (1971) de Joel Darmstadter, Rubio y Folchi estimaron el consumo aparente de combustibles fósiles en veintitrés países latinoamericanos hasta 1925. Sus estimaciones señalaron que Cuba, Chile, Argentina, Uruguay y México fueron los cinco países de la región que experimentaron el mayor consumo aparente de energía fósil en el año 1925.

Las conclusiones preliminares obtenidas a partir de la reconstrucción serial histórica —sin contabilizar los portadores tradicionales— apuntaron a que no existió una transición de las energías orgánicas al carbón como tal, sino directamente de la leña al petróleo. Solo países como Chile, Uruguay y Cuba experimentaron la inserción del carbón en sus economías en la segunda mitad del siglo XIX. Por lo demás, en la mayoría de los países de América Latina la transición al petróleo ocurrió con anticipación y precozmente comparada con las experiencias europea y estadounidense. La baja inserción del carbón y los avances tecnológicos del petróleo en la Primera Guerra Mundial hicieron que países como República Dominicana, Ecuador, Colombia, Costa Rica y El Salvador, entre otros, completaran la transición energética para 1925. Este año resulta muy temprano al lado de los casos del norte global, donde la mayor dependencia del carbón ralentizó la transición energética al petróleo hasta después de 1945.

En América Latina, como en el sur de Europa, Norteamérica y Suecia, la leña tuvo un papel significativo en las primeras fases de modernización e industrialización. En 2005 el historiador ambiental brasileño Christian Brannstrom, en su artículo “Was Brazilian Industrialization Fuelled by Wood?”, discutió la participación de la leña en la industrialización de la ciudad portuaria de São Paulo. A partir de series estadísticas, informes y relatos de autoridades de la época, Brannstrom demostró que la cantidad de leña explotada en los bosques del interior, transportada en el ferrocarril y consumida en la costa fue muy superior en comparación con el consumo de la hidroelectricidad y el petróleo. En São Paulo, la leña de los bosques subtropicales sustentó la demanda energética de industrias y viviendas durante la primera mitad del siglo XX, sobre todo durante

la escasez de combustibles fósiles en la Segunda Guerra Mundial, cuando la leña alcanzó cerca del 70 % del suministro y alentó a la producción industrial a retornar a las energías tradicionales. Al igual que en buena parte del norte global y en comparación con algunos países de Suramérica y el Caribe, Brasil inició su transición al petróleo a partir de 1945. Hace falta una historia ambiental de la energía en Brasil que demuestre el peso de las energías orgánicas y que señale los lugares y los momentos en donde inició el consumo de carbón, petróleo e hidroelectricidad en el país.

Los análisis de Folchi, Rubio y Brannstrom plantearon desde 2005 nuevos horizontes metodológicos a la historia ambiental de la energía en América Latina, introdujeron nuevos actores en la comprensión de la singularidad energética regional e impulsaron a los historiadores a reconstruir los complejos consumos de energías orgánicas en la región para antes de 1945. En su artículo de 2009 “Tierras, montes y aguas, apuntes sobre energía, medio ambiente y justicia en las Américas” John Soluri propuso una agenda investigativa para avanzar en la comprensión de la historia de la energía en América Latina. Soluri instó a los historiadores ambientales a comprender los patrones históricos y geográficos en el uso de la energía, a reconstruir la historia de los bosques, los campos petroleros y las plantas hidroeléctricas donde tuvieron lugar la producción y el consumo. El artículo afirmó que la comprensión de la historia de las transiciones energéticas inserta al historiador en los debates historiográficos y políticos actuales frente al desarrollo económico y la transformación de las sociedades.

En 2011 la tesis doctoral de Ciencias Sociales con énfasis en Historia Económica de Reto Bertoni “Energía y desarrollo: la restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000)” ahondó en la experiencia energética uruguaya y su histórica dependencia de las importaciones de energía. La inmigración y la urbanización uruguaya en la primera mitad del siglo xx profundizó la demanda de energías fósiles, y la restricción energética en la oferta y la baja disponibilidad interna de recursos marcaron el ritmo de la economía uruguaya a lo largo del siglo xx, incluso durante la crisis energética de 1973 que impactó con fuerza la economía uruguaya.

La publicación de Bertoni se destacó por su estimación del consumo de energías tradicionales (leña y energía muscular animal), su cálculo de la intensidad energética y su aproximación al sector eléctrico en la comprensión de la transición energética uruguaya. Con el acompañamiento de Rubio, fue el primer estudio nacional en América Latina que reconstruyó su trayectoria energética moderna.

Al año siguiente, en el marco de su tesis de doctorado en Historia Económica en la Universitat de Barcelona, José Jofré González reconstruyó las series de patrones de consumo aparente de energías fósiles y modernas en los países de América Latina entre 1890 y 2003. Su trabajo abrió el panorama investigativo y brindó herramientas cuantitativas para la comprensión de la modernización energética latinoamericana. El mismo año se publicó el artículo “Modernización económica y consumo energético en Chile 1844-1930” de César Yáñez y Jofré González, un estudio que caracterizó el perfil energético chileno desde mediados del siglo XIX hasta el año 1930. Yáñez y Jofré observaron que las grandes reservas de carbón y la capacidad importadora del país convirtieron a Chile en el primer país de la región que se modernizó y alcanzó la transición energética a finales del siglo XIX. La economía chilena fue la que más aprovechó el avance del mercado internacional entre 1870 y 1914, año del estallido de la Primera Guerra Mundial; tiempo en el que inició su conversión al petróleo, aunque mantuvo la participación del carbón hasta 1930.

Entre 2005 y 2014 la historiografía de la energía en América Latina se concentró en aproximarse a la modernización energética de la región hasta 1930, y se ocupó de contabilizar los consumos aparentes de carbón, petróleo, hidroelectricidad y gas que tuvieron lugar durante este proceso. Los trabajos de Rubio, Folchi, Yáñez y Jofré avanzaron en la comprensión de la especificidad latinoamericana, aunque el análisis de la trayectoria energética de otros países se encuentra aún en construcción. Los estudios de caso nacionales han mostrado las divergencias históricas en la transición y modernización energética de cada país.

En 2021 se publicó el estudio de caso nacional más reciente hasta ahora: *Fueling Mexico: Energy and Environment 1850-1950* de Germán

Vergara. En este libro, el autor aborda la historia energética mexicana durante su modernización económica entre 1850 y 1950. En su investigación, Vergara encontró que la introducción del carbón en la década de 1880, la adopción del petróleo en la primera mitad del siglo xx y el consumo de gas natural a partir de 1940 fueron parte del mismo proceso: la conversión de México en una sociedad de combustibles fósiles.

A partir de la demanda de Estados Unidos y su fiebre del coche automotor, la economía de México se orientó hacia la producción petrolera, y entre 1907 y 1911 el país pasó de producir un millón de barriles de petróleo a más de 14 millones. En 1918, en medio de la Revolución Mexicana, el país se convirtió inusualmente en el segundo productor mundial, incluso superando a Rusia. Vergara observó que la cercanía con Estados Unidos alentó a la industrialización en Monterrey y al aumento del consumo de *fuel-oil* en las locomotoras, que pasaron de 2.2 millones de barriles en 1916 a cerca de 5.5 millones en 1922. El mercado energético doméstico mexicano despegó en los años treinta, el parque automotor se multiplicó respecto a los transportes animales y el consumo interno de petróleo empezó a absorber la producción. La investigación de Vergara demuestra que entre 1938 y 1970 la demanda interna mexicana absorbió cerca del 80 % de la producción petrolera, por lo que la primera nacionalización petrolera del mundo ocurrida en México en 1938 no fue una oportunidad inmediata de abrir el comercio exterior sino, por el contrario, le costó a la industria nacionalizada más de una década recuperar su potencial productivo.

En la actualidad, la historiografía de la región asume, en la mayoría de los países en general, la permanencia histórica del consumo de energías tradicionales hasta mediados del siglo xx, la baja inserción del carbón hasta 1914 y la rápida transición al petróleo desde la década de 1920. La disponibilidad de bosques tropicales y subtropicales, la comunicación portuaria con el exterior y las políticas económicas internas han sido parte de los factores que han determinado la historia de las transiciones energéticas en América Latina. Sin embargo, hacen falta estudios particulares para los casos andinos de Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia, y

para los casos de Argentina, los países centroamericanos y las islas del Caribe, de los que actualmente se desconoce buena parte de su trayectoria histórico-energética.

En América Latina, a diferencia de Europa, los primeros usos del carbón mineral (coque) estuvieron más ligados al transporte que a la explotación de minas e industrias. Podría decirse que los buques de vapor importados de Inglaterra iniciaron la *era de la cinética* en el continente. Entre finales del siglo XVIII y la primera mitad del XIX, solamente Cuba (líder en la producción mundial de azúcar) y Chile (único productor de carbón en la región) incrementaron considerablemente el uso del carbón mineral en sus territorios (Yáñez, 2013).

Los territorios latinoamericanos permanecieron bajo los regímenes de las sociedades agrarias coloniales y preindustriales, debido a su limitado acceso a fuentes y reservas energéticas más allá de las orgánicas y la solar. Siguiendo a McNeill, el uso y consumo de combustibles orgánicos para la industria (leña, carbón vegetal, hulla, estiércol o bagazo de caña) fueron superiores a los combustibles fósiles incluso hasta 1950 (Leal, Soluri y Padua, 2019).

Pese a las independencias nacionales, a lo largo del siglo XIX los países latinoamericanos, más allá de exportar productos agrícolas y forestales, permanecieron rezagados en la economía internacional. Solo con la llegada del ferrocarril, la construcción de vías férreas y el rápido transporte de materiales, el consumo de carbón mineral y otras materias orgánicas (leña y carbón vegetal) se disparó en el continente. América Latina vivió una transición energética a los combustibles fósiles lenta y dispar, y solo países como Uruguay, Chile, Argentina y Cuba pudieron compararse con la periferia europea en términos de consumo energético y “modernidad económica” (Yáñez, 2013).

El consumo de carbón mineral aumentó conforme a la ampliación de las líneas ferroviarias. Sin embargo, la producción latinoamericana permaneció mínima, ya que todos los países (excepto Chile) dependieron en un 90 % de las importaciones de carbón mineral de Inglaterra, Estados Unidos y Alemania hasta la Primera Guerra Mundial. Hacia 1930 la situación no cambió y la producción interna de carbón solo cubrió el 30 % de las demandas nacionales de energía.

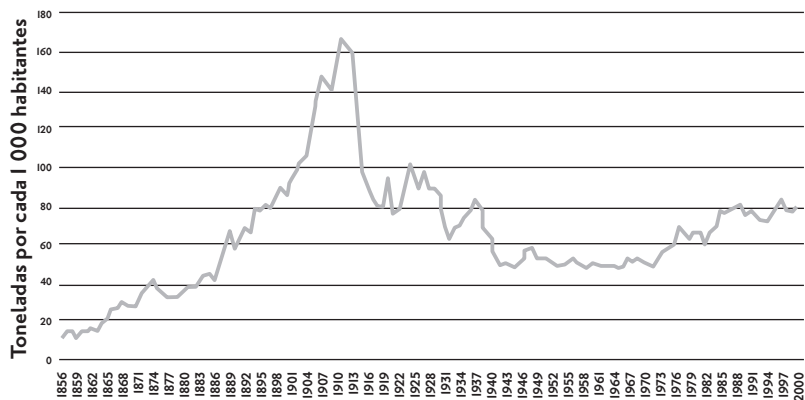


Figura 2. Consumo de carbón mineral de América Latina, 1856-2000 (toneladas por cada 1000 habitantes)

Fuente: Tomado de Yáñez, César y otros (2013). “El consumo aparente de carbón mineral en América Latina, 1841-2000. Una historia de progreso y frustración”. *Revista de Historia Industrial*, 0 (p. 43).

Durante el período 1856-1914 el carbón mineral alimentó la industria y los ferrocarriles, convirtiéndose así en la energía primaria fósil dominante en el mundo, y en el agente de industrialización y modernización económica por excelencia (Yáñez, 2013). También en América Latina, junto a las materias orgánicas, el uso de carbón mineral aumentó y se dirigió principalmente a las locomotoras de vapor, puesto que otras industrias apenas despuntaban. El consumo de carbón mineral al interior de los países latinoamericanos resultó siendo desigual y heterogéneo, y dependió en buena medida de las condiciones socioeconómicas de cada grupo social.

A principios del siglo xx llegaron los primeros barriles de petróleo, mucho más baratos que el carbón mineral gracias a su precio por unidad calorífica y al transporte por medio de barcos y oleoductos²⁰. En sus inicios, el combustible del petróleo facilitó la iluminación, para luego revolucionar su uso en el transporte y la agricultura (fertilizantes y pesticidas) (Santiago, 2019). Como apunta Folchi: “además de la relación precio/unidad calorífica en punto de

²⁰ La capacidad calorífica o capacidad térmica de un cuerpo es el cociente entre la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta.

consumo, el petróleo contaba con otros atributos técnicos como la versatilidad, el peso o el volumen, que le daban una ventaja absoluta frente al carbón en sectores como el transporte motorizado o la industria farmacéutica” (2006, p. 23).

Según Folchi, la transición energética al petróleo en América Latina se dio con anticipación con respecto a Estados Unidos e Inglaterra, quienes por su alta dependencia e infraestructura orientada al carbón tardaron más tiempo en su conversión al petróleo. En cambio, los países latinoamericanos abrazaron la sustitución al petróleo rápidamente gracias a su baja o nula infraestructura de carbón, más allá de sus ferrocarriles y pequeñas ferrerías. Ecuador, Colombia, Haití, Costa Rica, El Salvador y Guatemala en 1925 ya habían completado esta transición (Folchi, 2012). Por su parte, Argentina, Chile, Uruguay y Brasil conservaron más tiempo su patrón de consumo en el carbón, dado por el grado de dependencia alcanzado.

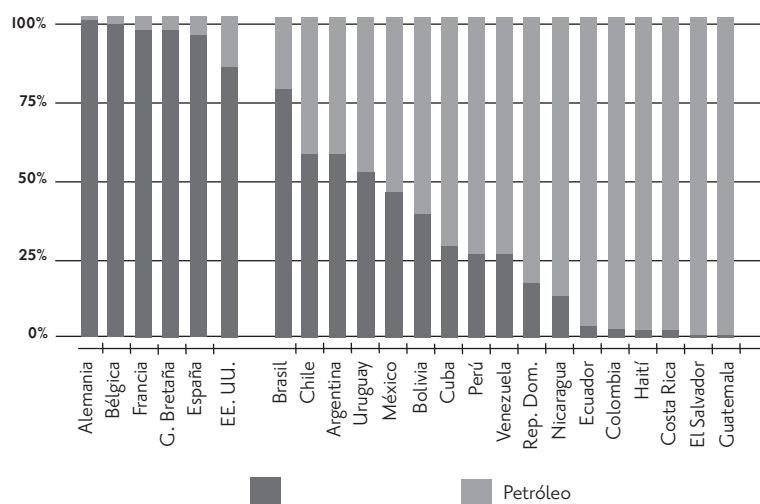


Figura 3. Transición energética al año 1925 en América Latina

Fuente: Tomado de Folchi, Mauricio (2006). “El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930” (p. 18). *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental*.

La rápida conversión al petróleo de estos países, incluyendo a Colombia, no se tradujo en desarrollo ni en crecimiento económico.

Por el contrario, el distintivo de estas naciones fue el bajo consumo de combustibles fósiles y la casi nula cobertura energética en sus territorios. Las energías orgánicas y el transporte por tracción animal dominaron la geografía de la región, y la condición agrícola y rural se mantuvo con fuerza hasta entrado el siglo xx.

Las transiciones energéticas en Colombia

En los tiempos coloniales de la Nueva Granada el acceso a energía y calor de los habitantes dependió de materias orgánicas, animales de carga, leña y velas²¹. En los siglos xvii y xviii el Estado colonial español buscó regular la distribución de leña, que por entonces se utilizaba en todas las viviendas del altiplano, así como en las industrias artesanales de tejas y ladrillos de barro, en las salinas de Zipaquirá y en los trapiches de las tierras más bajas (Poveda Ramos, 1994).

Unas décadas después de la Independencia, el carbón vegetal²² empezó a ganar terreno en las salineras y en los hogares de Bogotá, preferencia provocada por la creciente escasez de leña en los bosques cercanos al altiplano: “en 1852 la recolección de leña no había dejado palos en las partes bajas de los cerros, y esta escasez se veía compensada por el carbón vegetal, que desde 1840 constituía la mayoría del combustible de la ciudad [de Bogotá]”²³. El uso del carbón empezó a crecer en el territorio concentrándose en zonas cercanas a las ciudades, en las ferrerías y en los talleres de los ferrocarriles ubicados en Facatativá, Girardot, Chipichape (Cali) y Bello (Antioquia)²⁴.

.....
²¹ La experiencia colonial, en términos energéticos, colaboró en el intercambio cultural en muchos niveles. En cuanto al uso de velas, Crosby presta atención a su utilización en el alumbrado. Traídas por los españoles, su fabricación se convirtió en una pequeña industria que empleaba el sebo del ganado como materia prima y entró a colaborar con la leña en el alumbrado de los hogares urbanos y rurales (Crosby, 1972).

²² El carbón vegetal es el resultado del calentamiento de madera y residuos vegetales, su capacidad calorífica es menor que el carbón térmico y el coque, pero es mayor al que ofrece la madera.

²³ Con el carbón vegetal se podía traer combustible de regiones más distantes como La Calera, y ya para 1874 se decía que el carbón vegetal era “el combustible que todos usan [...] Desde 1860 se cotizaba carbón de piedra para el suministro de Bogotá. Este carbón era mucho más barato que el vegetal” (De la Pedraja, 1986, p. 42).

²⁴ Poveda Ramos, 1994.

Por lo demás, en la mayoría de las zonas rurales (e incluso urbanas) aisladas de industrias productivas, la leña y las velas mantuvieron su predominancia como únicos proveedores de energía y calor.

Períodos	Carbón mineral y coque	Petróleo	Gas natural	Hidroelectricidad
1856-1859	3			
1860-1869	8			
1870-1879	20	1		
1880-1889	42	1		
1890-1899	23	3		
1900-1909	16	3		0.012
1910-1919	13	6		1
1920-1929	48	144	53	4
1930-1939	209	259	83	13
1940-1949	465	599	188	35
1950-1959	1.068	1.812	222	120
1960-1969	2.000	3.542	774	323
1970-1979	2.373	4.156	1.877	578
1980-1989	3.303	7.509	3.881	1.853
1990-1999	3.455	10.406	4.582	2.607

Tabla I. Promedio de consumo aparente²⁵ de energías modernas en Colombia, 1856-2000 (miles de toneladas de petróleo equivalente²⁶)

Fuente: Tomado de Jofré González, José (2013). *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890-2003* (pp. 41-42). [Tesis doctoral]. Universitat de Barcelona²⁷.

²⁵ El consumo aparente es una cifra estadística del consumo nacional o regional de un producto durante un tiempo dado y se basa en la suma de los informes de producción de las fábricas a los que se le adicionan las importaciones y se le restan las exportaciones.

²⁶ La tonelada equivalente de petróleo es una unidad de energía cuyo valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo, la cual varía según la composición química de este. Se ha tomado 11 630 kWh (kilovatios-hora) como el valor convencional.

²⁷ El autor basa sus cálculos en: 1856-1930: Base de Datos del Proyecto de Investigación *Importaciones y Modernización Económica en América Latina, 1890-1960*. CEPAL, Naciones Unidas.

Jofré confirma que la tendencia latinoamericana y colombiana durante todo el siglo XIX y hasta la segunda década del XX fue la de un consumo precoz y fluctuante de carbón. Las cifras del consumo aparente corroboran que el impulso inicial se debió al transporte por las líneas de ferrocarril y buques de vapor, que en Colombia empezaron a surcar los ríos Magdalena y Cauca hacia 1850.

En comparación con la región, el consumo de carbón mineral en Colombia fue menor a los casos de países como Argentina, Uruguay o Perú, y muy inferior frente a casos como los de México, Chile o Brasil en los que el consumo ya rondaba promedios anuales cercanos al millón de toneladas a inicios del siglo XX. Fue hasta el inicio de la producción de Acerías Paz del Río que Colombia superó por primera vez el millón de toneladas, pues en 1954 la acería utilizó cerca de 356 604 toneladas de carbón y coque para la obtención de acero (Yáñez, 2013).

Pese a ser un país de tradición minera, la explotación de carbón en Colombia fue tímida hasta Paz del Río, ya que no existía una infraestructura tecnológica establecida para la extracción masiva de carbón. Por el contrario, las investigaciones y los yacimientos encontrados eran exiguos para la década de 1940. En adelante, Boyacá se convirtió en el referente y en el eje de producción minera nacional hasta los descubrimientos de yacimientos en El Cerrejón (La Guajira) a principios de los años ochenta, período histórico que abordaremos con más atención líneas más adelante.

El petróleo vino a superar al carbón como el combustible fósil más utilizado en el país apenas en los años veinte. La fiebre del “oro negro” llegó a Colombia hacia 1890 con las tempranas exploraciones hechas por empresarios estadounidenses en Atlántico, Catatumbo y el Magdalena Medio. En el informe “Coal and petroleum in Colombia: commercial information” presentado en Washington para el Bureau of the American Republics en 1893, se pueden observar los resultados de las primigenias exploraciones²⁸. A principios de siglo, el Estado aprobó un par de concesiones a organizaciones de empresarios colombianos y estadounidenses, y

.....
²⁸ Caracristi y Bureau of the American Republics, 1853.

de allí surgieron empresas como la Tropical Oil Co. en Barrancabermeja en 1916 y la Richmond Petroleum Co. en Barraquilla (Ave-llaneda, 1998).

La explotación petrolera despegó en estos años con las concesiones dadas a las empresas estadounidenses, filiales de las gigantes Standard Oil y Gulf Oil. El kerosene para las lámparas y la gasolina para los automóviles sustentó buena parte de la demanda interna del crudo. En 1951, con la culminación de la concesión dada a Tropical Oil (TROCO) en Barrancabermeja, nace la producción petrolera dirigida por el Estado bajo la forma de la Empresa Colombiana de Petr6leos (Ecopetrol), que actualmente continúa explotando y refinando en los pozos dejados por la Tropical Oil.

Sin embargo, a lo largo del siglo xx fueron descubriéndose otras fuentes de energía diferentes al carbón mineral y al petr6leo. Fue el caso de la corriente alterna y directa de la electricidad, la cual se dirigió especialmente a la iluminación y electrificación de las ciudades del mundo desde finales del xix. En Colombia todo comenzó con la hidroeléctrica Central “El Charquito”, de 300 kilovatios, instalada en las inmediaciones de Bogotá. Además, el sector eléctrico colombiano se fortaleció en los años veinte a partir de tres eventos:

1. El proceso de reemplazo del vapor por la electricidad como energía motriz en las industrias.
2. La Aprobación de la Ley 113, la primera de carácter regulatorio del sector eléctrico.
3. La construcción de la primera gran central hidroeléctrica de Guadalupe I en Medellín con una generación de 5 000 kilovatios (Poveda Ramos, 1993).

Antes del descubrimiento de los campos Ballenas y Chuchupa en La Guajira en 1964, el país siempre consideró al gas natural como un subproducto de la explotación petrolera, por lo que se quemaba en las teas de los campos petroleros. La Ley 10 de 1961 prohibió esta práctica comprendiendo su valor energético y sus bajos costos de explotación. Su utilización inició en la Costa Atlántica con la construcción de un gasoducto en 1973, cuyo objetivo era proveer de energía al sector industrial del norte del país. Con el paso de las décadas

su uso y cobertura se amplió, alimentando de energía a cocinas y vehículos de todo el país²⁹.

Las materias orgánicas (y en menor medida el carbón) dominaron en Colombia a lo largo del siglo XIX hasta la Primera Guerra Mundial, alimentando las ferrerías, los ferrocarriles y los vapores. El rápido avance del petróleo y el aumento de la industria automovilística hizo que desde la década de 1920 el país empezara a consumir más petróleo que carbón. Sin embargo, el carbón no decayó, ya que desde 1954 aumentó su extracción y consumo dirigido en buena parte a la producción de Paz del Río. En 2003 la participación energética del carbón alcanzó el 15 % del consumo del país. Además, Colombia destaca sus reservas carboníferas como las más extensas de América Latina.

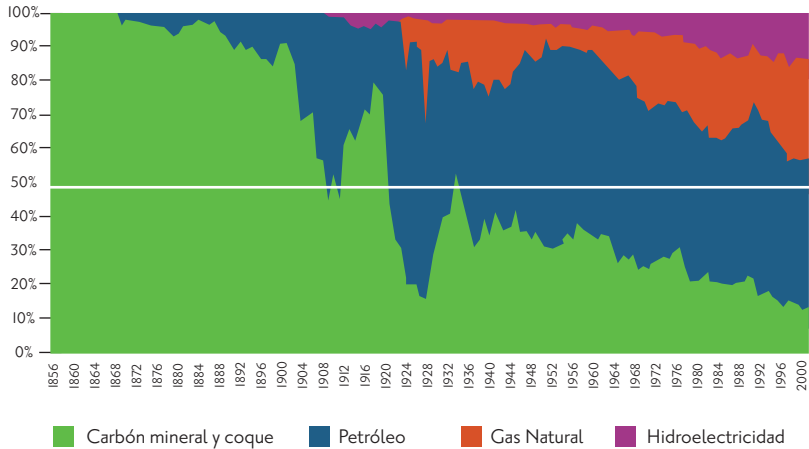


Figura 4. Participación de energías modernas en Colombia (1853-2003)

Fuente: Tomado de Jofré González, José (2013). *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890-2003* (p. 42). [Tesis doctoral]. Universitat de Barcelona.

El petróleo se ha mantenido como el líder energético en Colombia hasta el punto de que a principios del milenio superó los 10 millones de toneladas consumidas por año. El gas también aumentó su participación en el mercado energético, alcanzando un margen

²⁹ Guerrero y Camacho, 2003.

cercano al 32 % desde 1990. En cambio, las hidroeléctricas instaladas sobre todo en el río Cauca y Magdalena han alcanzado el 12 % del total anual. La comprensión de las transiciones energéticas en los países andinos se halla en construcción, pues su experiencia y dimensión es significativamente distinta a los paradigmáticos casos de industrialización de Europa y Estados Unidos. Por su condición andina y ecuatorial, el caso colombiano se destacó por su apego a las energías orgánicas, a la leña y a la tracción animal. Han sido el petróleo y la electricidad los recursos que llevaron al país a la transición energética fósil y al transporte motorizado a lo largo del siglo xx. Aún hacen falta investigaciones que problematicen el lugar de la energía en el desarrollo económico del siglo xx pues, en general, la variable de la energía no ha sido tomada en cuenta por la historia económica y ambiental en la explicación de la modernización de las economías latinoamericanas.

El hierro y las ferrerías decimonónicas

Luego de ser extraído de las minas y fundido a altas temperaturas, el hierro es un metal que se utiliza como un robusto material de construcción. Junto a la energía del carbón y a la fuerza motriz del vapor, el hierro fue uno de los protagonistas del avance material de las sociedades desde finales del siglo xviii (Gener, 2014). Y no solo eso, sino que este es un metal que ha acompañado al ser humano a lo largo de su desarrollo, pues es el segundo elemento más abundante en la naturaleza y desde hace unos 7 000 años la humanidad descubrió cómo extraerlo.

El proceso tecnológico del hierro es más complejo que el de otros metales como el cobre, el oro o la plata, que ya se usaban previos a su descubrimiento. Su extracción de las rocas se denomina químicamente reducción³⁰, un proceso que requiere de temperaturas superiores a los 1 000 °C que suelen alcanzarse gracias al uso del carbón

.....
³⁰ En química, reducción es el proceso electroquímico por el cual un átomo o un ion gana electrones. Implica la disminución de su estado de oxidación.

coque y aire comprimido. Este proceso químico requiere de un alto horno, una estructura que concentra los elementos y conserva por mucho tiempo las altas temperaturas. En el horno se colocan el mineral de hierro, el carbón coque y la caliza. A partir de la combustión del carbón y de la inyección de aire, la temperatura se eleva hasta superar los 900 °C, momento en que las partículas de hierro se empiezan a unir y los minerales a reducirse. El resultado, después de un lapso de dieciocho a veinticinco horas, es una masa compuesta de hierro metálico también llamado *arrabio*, y una serie de compuestos desechos que se acumulan en el fondo del horno llamados *escoria*³¹.

La fundición del hierro posee particularidades sociotécnicas de acuerdo con el lugar de instalación del alto horno. En altitudes bajas y tropicales la diferencia de temperatura entre el líquido fundido y la temperatura ambiente es menor, por lo que la transferencia de calor es más lenta y el endurecimiento del metal también tarda más tiempo o necesita de enfriamiento superficial. En zonas altas como el altiplano cundiboyacense, por ser lugares más fríos y con menor presión atmosférica, el proceso siderúrgico requiere más energía para alcanzar las altas temperaturas, aunque el líquido fundido se endurece más rápido.

El acero se inventó en el siglo XVIII y es una aleación de hierro y carbono. Sus propiedades físicas como la dureza, la tenacidad y la resiliencia varían de acuerdo con la cantidad de carbono, entre 0 y 1 % en porcentaje de masa³². En plena Revolución Industrial se

.....
³¹ Una vez el carbón inicia su combustión libera dióxido de carbono (CO₂) dentro del horno. Tal combustión se genera con un déficit de oxígeno por la acumulación de carbón, mineral y aire al interior del horno. Allí se produce monóxido de carbono. Dentro del horno, en una atmósfera rica en CO₂, estos elementos se combinan con los óxidos presentes para extraer el oxígeno del hierro y dar como resultado un hierro metálico reducido de oxígeno. Si bien esta reacción empieza a producirse a los 900 °C, se requieren unos 1 100-1 200 °C para que sea eficiente la reducción y la calidad del material sea óptimo. A esta temperatura el mineral se reduce y reacciona produciendo otros compuestos, tales como la escoria líquida que se acumula en el fondo del horno (Lasheras, 1959).

³² En el caso del acero, las condiciones ideales para que el hierro absorba carbono y se transforme en acero inicia con temperaturas superiores a los 900 °C, una atmósfera rica en CO y tiempo. En esta temperatura el hierro está sólido, pero en una condición que acepta bien el carbono en disolución, permitiendo que este circule por su interior mediante el proceso de difusión. El CO reacciona con el metal y la capa superior se enriquece en carbono; cuanto más tiempo el hierro esté sometido a estas condiciones, más carbono se irá adhiriendo al material (Gener Moret, 2014).

conocían el hierro forjado, el hierro fundido y el acero: con ellos se fabricaban máquinas, se construían edificios, tuberías, ferrocarriles, rieles y otros artefactos metálicos. El acero es el más resistente de los tres, pero era muy costoso de producir hasta la invención en 1856 del *Procedimiento Bessemer*³³ en Inglaterra. Este fue el primer proceso de fabricación química para la obtención de acero en serie.

En el territorio colombiano, al momento de la Conquista, los pobladores aborígenes no conocían el uso del hierro. En la Colonia su producción y consumo permaneció siendo ínfimo, pues el trabajo del metal se limitó a unos pocos herreros en Santafé, Popayán y Cartagena, quienes forjaban a mano rejas para ventanas, pequeñas herramientas agrícolas, herraduras para bestias, faroles y objetos decorativos. Por lo demás, la totalidad del hierro provenía de Cataluña, Vizcaya y Toledo.

La técnica disponible para obtener hierro antes de la Independencia consistía en un método instaurado por los españoles llamado *forja catalana*. Se trataba de un establecimiento metalúrgico que consistía fundamentalmente en un horno que quemaba carbón mezclado con aire a presión para alcanzar los 1 000 °C de temperatura. Allí el mineral se derretía logrando la separación del hierro y las impurezas para finalmente darle forja mediante calor y golpes.

Mientras a finales del siglo XVIII crecía en Europa la industria minera y siderúrgica, en la América Española la Corona se negó a estimular el desarrollo de este tipo de industrias, pues únicamente se interesaba en explotar las minas de oro, plata y esmeraldas. En este siglo XVIII la producción del virreinato de la Nueva Granada alcanzó el 24 % de la producción mundial

.....
³³ Ernest Welleck describe el tratamiento del arrabio líquido en el proceso Bessemer de la siguiente manera: “El recipiente, que se asemeja a una botella grande con el cuello roto, está forrado con material ignífugo de un pie de grosor y tiene un fondo extraíble, a través del revestimiento a prueba de fuego del cual una serie de tuberías se extienden en el convertidor. El recipiente se inclina y se vierte suficiente arrabio fundido para cubrir el fondo a una altura de dieciocho pulgadas. La ráfaga de aire a una presión de veinte libras por pulgada cuadrada es forzada a través de las tuberías en el fondo y suministra el oxígeno que oxida o quema las impurezas. Mediante la adición de una cantidad pesada de carbono, el hierro se transforma en acero” (1910, pp. 30-31).

de oro³⁴. Desde Antioquia, región minera por excelencia, el oidor Antonio Mon y Velarde, a sabiendas de los acontecimientos industriales en Europa, envió en 1788 muestras de mineral de hierro al Virrey en Santafé. Este le contestó en pocas palabras que los minerales eran buenos, pero que se guardara de fomentar el desarrollo de la mina porque: “a Su Majestad no le convenía el incremento de esta clase de industrias en las Indias” (Ospina, 1900, p. 7).

Con a la llegada de la Independencia, Francisco de Paula Santander consigue traer en 1820 a una comisión científica desde París a la Gran Colombia, con el objetivo de establecer en Bogotá una escuela de minas y un museo de ciencias. El atraso tecnológico e industrial era palmario: Inglaterra ya producía 520 000 toneladas de hierro por año (Poveda Ramos, 1986). En esta comisión se encontraba el químico y mineralogista Jean Baptiste Boussingault, quien realizó exploraciones y pruebas a lo largo del centro del país. La química y la metalurgia eran disciplinas completamente desconocidas en el territorio. Sin embargo, Boussingault halló pequeñas muestras de hierro en Santa Rosa de Viterbo, cerca de Sogamoso, y algunas más en Pacho y Zipaquirá³⁵.

El Consejo de Gobierno del 21 de agosto de 1827 decretó una resolución aprobada por el Senado y la Cámara de Representantes que otorgó por primera vez el privilegio de “trabajar minas de hierro en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá” (Restrepo, 1827, p. 271). Leandro Egea y Bernardo Daste de la Compañía Franco Colombiana fueron los beneficiados. El Gobierno granco-lombiano buscaba la manera de introducir técnicas y estimular la producción de manufacturas hasta el momento inexistentes en el

.....
³⁴ La historia de la minería en la Colonia está marcada por los ciclos de producción del oro, calculados por Germán Colmenares a partir de los fiscales del quinto y la amonedación. Durante los tres siglos de explotación aurífera, la Nueva Granada aportó un 18 % de la producción mundial de oro en el siglo xvi, el 40 % en el siglo xvii (cuando se convirtió en el primer país en la producción mundial) y el 24 % en el xviii (2018, p. 51).

³⁵ “De esta misión quedaron resultados técnico-científicos importantes, especialmente para el fomento de la minería de socavón, en campos como la geología estructural, la mineralogía y la química analítica, y prácticos como la amalgamación, el uso de la pólvora, el trazado de túneles y de caminos” (Poveda Ramos, 1994, pp. 68-69).

territorio. Egea y Daste adquirieron los derechos de Jacobo Wiesner³⁶, un ex empleado administrativo de las minas de sal en Zipaquirá. Wiesner había descubierto en 1814 unas minas de hierro en Pacho. Sin embargo, debido a las restricciones españolas, fue solo hasta 1822 que el alemán pudo construir un horno para obtener el hierro que funcionó mediante la forja catalana (Mächler, 1994).



Ferrería de Pacho, Comisión Corográfica, 1853

Fuente: Tomado de *Láminas de la Comisión Corográfica, provincia de Bogotá* (Manuel María Paz, 1858), Biblioteca Nacional de Colombia. Acuarela sobre papel (42 × 26 cm).

En 1830 Egea y Daste sustituyeron la forja y construyeron un alto horno de diez metros de altura con capacidad para producir hasta cuatro toneladas diarias de hierro fundido. Este fue el primer alto horno construido en el país, y fue fabricado según la técnica de producción de Inglaterra y Estados Unidos. El horno fue instalado sobre los 1 900 metros de altura y se empezó a alimentar con carbón vegetal obtenido de los bosques sub-andinos cercanos a la planta. La ferrería de Pacho construyó dos hornos de pudelado

³⁶ Jacobo Wiesner era un ingeniero de minas que había venido en 1804 a una misión con colegas alemanes, traída por el Virrey-Arzbispo Caballero y Góngora para estudiar los recursos de oro y plata en la Nueva Granada.

para descarburizar el hierro y hacerlo maleable, un martillo de vapor para forjarlo, y un laminador de cilindros para producir barras y planchas (Poveda Ramos, 1986).

En las cercanías de la ferrería existían valiosos yacimientos de mineral de hierro y caliza, corrientes de agua para mover las ruedas hidráulicas y extensos bosques para obtener el carbón vegetal. Para el acarreo y transporte de materias primas a la planta se servían de bueyes y mulas. Esta ferrería ubicó a Colombia como pionera latinoamericana en la producción de hierro junto a México y Brasil, quienes poseían entre dos y tres ferrerías cada uno.

El alto horno de Pacho produjo arrabio de hierro gris, el cual se vaciaba en piezas fundidas, para luego convertirse en hierro maleable que se vendía en forma de planchas y barras. La ferrería centró su producción en rejas para balcones y ventanas, yunques, pisones de molinos y, sobre todo, herramientas para trabajar la tierra como barras y planchas. Algunos de estos utensilios eran de hierro gris fundido y otros de hierro maleable. Corradine afirma que la producción alcanzó a satisfacer la demanda de las poblaciones del altiplano cundiboyacense (Núñez de Corradine, 1986), y calcula que la capacidad de producción de esta ferrería durante su funcionamiento ascendió desde unos 300 a 600 quintales por mes y de 180 a 360 toneladas por año (Poveda Ramos, 1986).

En 1850 la ferrería introdujo el coque para la alimentación del horno y construyó un horno de reverbero para pudelar el arrabio, mejoras técnicas que aumentaron la producción a unos 32 quintales diarios (1.5 toneladas). No existen estudios que aborden el componente humano que trabajó en la ferrería, como tampoco hay detalles de la influencia socioeconómica en la región circundante. Esta ferrería existió sin competencia hasta 1855 y recogió la participación y los esfuerzos de hacendados, abogados, comerciantes mineros y exportadores de esmeraldas. Fue la primera apuesta por la siderurgia nacional.

Teniendo en cuenta la aparente viabilidad de Pacho, en 1855 los británicos Martín Perry y William Wittingham construyeron un pequeño y rudimentario establecimiento para aprovechar el mineral de hierro y unas ricas minas de carbón halladas en Samacá (Boyacá). Roberto Bunch colaboró comprando todos los terrenos donde

se hallaron las afloraciones, y luego se construyó el alto horno y una represa en piedra de 50 x 6 metros para embalsar las aguas del río Gachaneque y usarlas para el suministro de agua y fuerza necesaria³⁷.

La inexacta prospección química de las reservas, sumado al mal montaje de la planta, llevó a la quiebra prematura de la ferrería. Ante esta situación el presidente del Estado de Boyacá, José Eusebio Otálora, decidió adquirir la empresa. “El Estado [boyacense] hizo grandes inversiones para construir un nuevo alto horno, hornos de pudelado, hornos para fabricar ladrillos refractarios e instalaciones de agua, y para importar un completo y moderno equipo mecánico” (Poveda Ramos, 1986, p. 78). A pesar de que los arreglos se hicieron, la primera fundición fracasó dejando grandes averías en el horno. Este se volvió a reparar, pero surgieron más dificultades, por lo que en 1884 la ferrería cerró sus puertas definitivamente³⁸.

En 1858 John James, Rafael Forest y Samuel Sayer emprendieron la explotación de un yacimiento de mineral de hierro en un paraje a diez kilómetros de Subachoque (Cundinamarca) llamado La Pradera, sobre los 2 600 metros de altura. Allí construyeron un alto horno para funcionar con carbón vegetal³⁹. Los empresarios recibieron la negativa de las autoridades eclesiásticas de la zona que miraron con malos ojos la llegada de protestantes, y persuadieron a los trabajadores para no colaborar en la ferrería (Mayor, 1989).

En 1881 nuevos dueños montaron un alto horno más grande para producir tres toneladas diarias de arrabio, además de un nuevo cubilote, hornos para producir coque, hornos refractarios, hornos de pudelado y cilindros de laminación (Poveda Ramos, 1986). Esta inyección tecnológica diversificó la producción de La Pradera, que empezó a fabricar masas molidoras, herramientas agrícolas, fondos para trapiches, barras de hierro forjado y planchas en hierro maleable; todas

.....
³⁷ Corradine, 1976, p. 23.

³⁸ En los antiguos terrenos de la ferrería se fundó la Fábrica de Hilados y Tejidos Samacá que utilizó la represa, la chimenea del alto horno y las minas de carbón.

³⁹ “Este alto horno aprovechaba los gases para el calentamiento del aire que era producido por sopladores de la marca Roots, movidos por una turbina. El martillo de vapor y los laminadores también eran mucho más potentes. Este alto horno trabajaba con carbón de palo y producía hierro colado de buena calidad, su conversión en maleable por el sistema de pudelaje daba un producto aceptable” (Núñez de Corradine, 1989, p. 13).

herramientas para las ciudades y las labores agrícolas en los campos. El contrato adquirido con el presidente Rafael Núñez en 1882 representó un gran éxito para La Pradera, pues se le encomendó a la ferrería la producción de los rieles del Ferrocarril de la Sabana en la sección Facativá-Bogotá⁴⁰. Tal impulso productivo hizo que alcanzara ese mismo año una producción diaria de hasta 4.8 toneladas (Valero, 2003).

En 1886 se registró el empleo de setenta y seis obreros en la ferrería y se advirtió el crecimiento de un poblado en sus inmediaciones. El contrato con el Estado hizo pensar en la ampliación de la planta, por lo que el director técnico de la empresa Thomas Corradine viajó a Inglaterra. Corradine deseaba traer un alto horno más pequeño y comprar una planta de conversión de acero Bessemer-Siemens, la cual sustituiría la conversión por pudelaje. Sin embargo, la empresa rechazó la propuesta y, finalmente, trajo un alto horno marca Wildon y Co. de 20 metros de altura. Tenía una capacidad para 40 toneladas diarias y se utilizó esencialmente para la producción de rieles. Lastimosamente, este proyecto resultó en un desastre, pues los rieles producidos no soportaron el peso de las locomotoras y se partieron a su paso⁴¹.

Este nuevo alto horno introdujo el uso del coque, el cual estaba presente en la zona, aunque con alto contenido de azufre. Este material fue probado para la producción de acero, pero no alcanzó las especificaciones de aceros importados. La ferrería La Pradera alcanzó un nivel de complejidad técnica superior a las demás y se situó a la vanguardia de este tipo de plantas en Colombia⁴². Sin embargo, con los años aumentó la necesidad del horno Bessemer para optimizar la producción.

.....
⁴⁰ La construcción de esta línea férrea se detuvo por la Guerra Civil de 1885. Sin embargo, esta obra de unos 40 kilómetros se culminó en 1890.

⁴¹ La Pradera también produjo buena parte de los rieles del Tranvía de Bogotá, las columnas de hierro del Teatro Colón y otras edificaciones de fin del siglo XIX.

⁴² “Contaba con un horno Pudler, dos hornos de calcinación y 10 hornos para preparar coque, la planta estaba dividida en cinco departamentos: el de fuerza, con dos máquinas de vapor de 400 HP; el de fundición, con un horno de cubilote y un horno reverbero, estufa y grúa; el de cerrajería, con 6 fraguas y un martillo pilón de 500 kilos; el de laminación, con un tren laminador de rieles; y el de maquinaria, con tornos, cepilladores y máquinas de hacer tornillos y clavos” (Núñez de Corradine, 1976, p. 14).

Con el cambio de siglo y en medio de la Guerra de los Mil Días (1899-1902), La Pradera continuó sus labores, respaldada por incentivos del Gobierno de Rafael Reyes, que mantuvo los encargos de los rieles para el ferrocarril. El cambio de Gobierno en 1909 no conservó los contratos y no pagó las deudas contraídas con la ferrería, la cual cerró sus puertas para siempre en 1911.

Pacho, Samacá y La Pradera se ubicaron en el centro del país, pero otro polo de desarrollo germinó en el departamento de Antioquia, en donde la demanda de hierro motivó la construcción de la Ferrería de Amagá, sobre los 1 250 metros de altura. En 1865, gracias a la inversión de Eugenio Uribe y Javier Echeverry, se compraron los terrenos y bosques del paraje La Clara, en donde había presencia de minas de hierro y carbón. Así mismo, se construyeron los hornos y las instalaciones que abrieron el camino a la creación de la ferrería. El primer alto horno era un pequeño y antiguo modelo inglés que trabajaba con carbón vegetal obtenido de los bosques húmedos premontanos de los alrededores. Años después, el horno se adaptó para que pudiera trabajar con coque, combustible obtenido en las minas de hulla de Titiribí⁴³.

Los problemas que rondaron a la ferrería de Amagá fueron la baja disponibilidad de coque de “buena calidad” y el lento transporte del carbón vegetal desde los bosques húmedos al horno: debilidad inherente a la construcción de hornos a la altura del trópico, y condición que hizo aumentar los tiempos de fundición de 18 a 30 horas. Gabriel Poveda Ramos, estudioso de la región y eminente historiador de la ciencia y la tecnología en Colombia, destacó la ausencia de equipos de buena calidad, impidiendo a la ferrería producir hierro maleable. Hacia 1870, la planta alcanzó una producción de hierro crudo cercano a las 1 200 toneladas anuales que se destinaron a los requerimientos de la economía regional: pistones para moler material en las minas de oro y fondos de trapiches para moler caña (Poveda Ramos, 1986).

.....
⁴³ La hulla es roca sedimentaria orgánica, un tipo de carbón mineral que contiene entre un 80 y un 90 % de carbono.

La reactivación económica de 1906 benefició a Amagá, pues hizo que aumentara la demanda de ruedas Pelton, despulpadoras, alambres y láminas galvanizadas. La ferrería se fortaleció con la llegada del ferrocarril desde Medellín a unos 40 kilómetros; línea que serpenteaba el territorio buscando el río Cauca. En 1914 entró en funcionamiento la línea que facilitó el transporte de productos terminados al Valle de Aburrá, y dos años después la ferrería instaló un alto horno con capacidad para 2 toneladas diarias y aumentó la ocupación a unos 60 trabajadores (Mayor, 1989).

En 1931 terminaron las adecuaciones para aumentar la capacidad del alto horno a 5 toneladas diarias, llegando a ocupar a unos 100 trabajadores. El ensanche coincidió con la Gran Depresión internacional de 1929 y la demanda se desplomó a niveles que la ferrería no pudo sobrellevar, desembocando en su irremediable cierre.

Existe poca documentación de las ferrerías en cuanto a temas geológicos y químicos referentes a las extracciones, la producción formal, los fletes de transporte y ventas y en cuanto la composición social de sus trabajadores. El único cálculo comparativo de producción diaria de las cuatro ferrerías se halla en el *Informe relativo a la Ferrería de Samacá* hecho por Nepomuceno Rodríguez en 1883:

Ferrería de Samacá:	7 toneladas, 7 quintales.
Ferrería de La Pradera:	1 tonelada, 13 quintales.
Ferrería de Amagá:	2 toneladas, 10 quintales.
Ferrería de Pacho:	7 toneladas, 10 quintales.

La producción aparente de hierro en Colombia se acercó entonces a las 7 000 toneladas anuales en 1883, pero aún no había posibilidad técnica para producir acero: el material que estaba revolucionando al mundo. Al otro lado del océano, con la inclusión tecnológica de los procedimientos Siemens-Martin⁴⁴, Inglaterra produjo el mismo año 2 841 000 toneladas de hierro y Francia 1 030 000 de acero.

.....
⁴⁴ Los hornos Siemens-Martin son de reverbero y se utilizan para la fusión y afino del acero, destinado a la fabricación de lingotes. Representó la forma de fabricación de acero más extendida en Gran Bretaña y Estados Unidos.

A pesar de que la experiencia de la siderurgia colombiana en el siglo XIX distó de las de líderes mundiales, fue sobresaliente a nivel regional, y en este período el país aprendió el oficio de la metalurgia. La proximidad a bosques con abundantes fuentes de carbón vegetal y a corrientes de agua fue clave. En términos técnicos, el país se familiarizó con la ingeniería, aprendió el manejo del alto horno y las altas temperaturas, la explotación de minas de carbón y el uso de técnicas de soplado (Poveda Ramos, 1988).

Por su parte, los ferrocarriles ayudaron a las ferrerías en varios sentidos: a abrir el horizonte a nuevos mercados dentro del territorio, a transportar la pesada producción siderúrgica y a crear demanda de rieles y otros productos metálicos derivados. Durante todo el siglo existió una demanda de hierro para las ciudades y de herramientas para la agricultura, y los ferrocarriles y las ferrerías repuntaron el consumo energético de carbón y estimularon en parte la producción agrícola, representada en el auge del café.

En el ámbito empresarial prevaleció la participación inglesa, tanto en la inversión como en la transferencia tecnológica. Según Alberto Mayor, a los empresarios colombianos, aunque activos participantes, los dominaba el deseo de “monumentalidad” y elegancia por encima de la eficiencia y el pensamiento capitalista de la época. No obstante, vale reconocer algunas de las dificultades del negocio del hierro en su momento: la imposibilidad técnica de hacer prospecciones químicas a los yacimientos encontrados, los altos costos de inversión y producción, la falta de soporte estatal y las dificultades en la comercialización del pesado producto. Las ferrerías del siglo XIX demuestran los intentos por establecer este tipo de industrias que acercaron al país a este oficio y sirvieron de experiencia histórica para el ambicioso proyecto de Acerías Paz del Río décadas más adelante.

Acerías Paz del Río, entre sueños y necesidades

La inestabilidad de las constantes guerras civiles, además de las dificultades financieras y técnicas que se sumaron al crecimiento de la competencia importadora de metales, hizo que la industria

siderúrgica nacional entrara en receso casi absoluto a partir de 1910. Solo pequeños talleres metalúrgicos en Bogotá, Antioquia y Santander siguieron trabajando para la demanda local y ferroviaria⁴⁵. Fue hasta 1931, con el ánimo de estimular de nuevo la industria interna, que el Estado comenzó a aplicar restricciones y aranceles a las importaciones masivas con el fin de brindar un soplo de vida a la siderurgia colombiana.

En la década de 1910 el país empezó a experimentar avances sustanciales en su economía gracias a la inserción de capital extranjero, a la inusitada bonanza cafetera y a la indemnización de EE.UU. por la pérdida de Panamá. Esto resultó en el aumento y concentración significativa de capitales que el país dirigió en buena parte al fortalecimiento de la producción agroexportadora de regiones como Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca y el “Viejo Caldas”⁴⁶. El extenso departamento de Boyacá, que por esos años incluía a las tierras del Casanare, se convirtió en una región de segundo orden y con procesos económicos menos dinámicos.

Las empresas colombianas empezaron a atender la demanda interna de productos anteriormente importados; proceso que se afianzó con la Segunda Guerra Mundial. Artículos como alimentos, bebidas, tabaco, vestuario, calzado, muebles y otros, consolidaron los bienes de consumo en la industria doméstica⁴⁷ y alimentaron el surgimiento de manufacturas de textiles, papel, caucho y llantas (Barreto, 2017). El país trató de robustecer su economía mediante la diversificación productiva y la disminución de la dependencia a las importaciones. El proteccionismo estatal se combinó después de

.....
⁴⁵ Para más profundidad consultar: Mayor Mora, Alberto (1996). *Cabezas duras y dedos inteligentes*. Colcultura.

⁴⁶ Historiadores económicos como Bejarano, Ocampo y Kalmanovitz coinciden en señalar que, desde principios del siglo xx, el país desarrolló un ciclo de crecimiento económico orientado hacia la producción de bienes que hasta la época eran importados. El empresariado colombiano empezó a atender la demanda de los productos extranjeros.

⁴⁷ “Durante aquellos años se experimentó un gran aumento en la producción [...] el índice de cuantía de la producción de alimentos manufacturados pasó de 100.0 puntos en 1934 a 110.0 puntos en 1938. La producción de gasolina subió de 404 mil barriles anuales a 866 mil barriles en este cuatrienio. La de cerveza ascendió de 37.1 millones de litros a 53.6 millones de litros. La fabricación de telas de algodón pasó de 40.7 millones de m² en 1934 a 78.1 millones de m² en 1938” (Barreto y Jurado, 2017, p. 34).

la Segunda Guerra con la política de “Industrialización por Sustitución de Importaciones” formulada por la Cepal. En la posguerra existió una firme convicción económica y política frente a la industrialización de América Latina⁴⁸.

La diversificación industrial de Colombia fue un proceso continuo entre 1945 y 1974, y estuvo soportado por la disponibilidad de la energía del carbón y el petróleo (Tabla 1)⁴⁹. El Estado reactivó su atención al estratégico sector siderúrgico en los años treinta y promulgó la Ley 97 de 1938 que lo facultaba para estimular la creación de fábricas productoras de hierro y acero con asignación presupuestal por cuatro años⁵⁰. Autores como Poveda y Barreto sugieren que esta ley resultó de la influencia de legisladores antioqueños que ya tenían listo el proyecto Industria Siderúrgica de Medellín (SIMESA) creada el mismo año (Poveda Ramos, 1988).

A esta ley se sumó la iniciativa estatal de autorizar créditos dirigidos a las siderúrgicas y la conexión de vías férreas con los lugares de fundición. El propósito era el de agilizar el abastecimiento de materias primas y de productos metálicos terminados para su transporte y comercialización. Al año siguiente, en respuesta a la difícil situación de orden internacional debida al estallido de la guerra, el presidente Eduardo Santos promulgó la Ley 54 de 1939, que facultó al presidente para “conjurar, corregir o atenuar los efectos de la actual crisis mundial sobre la organización económica y fiscal del país, [y adoptar] las medidas necesarias [...] [para] el fomento

.....
⁴⁸ La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) estaba imbuida por corrientes funcionalistas y adoptó los planteamientos de académicos desarrollistas como W. W. Rostow, Hauser y Reissman. Estos autores creían posible la industrialización de los países latinoamericanos siguiendo la ecuación industrialización-urbanización-modernización. Para mayor profundidad consultar: W. W. Rostow, *Las Etapas del Crecimiento Económico*; Almandoz, Arturo, “Despegues sin madurez. Urbanización, industrialización y desarrollo en la Latinoamérica del siglo xx”; Drakakis-Smith, D., *The Third World City*; Hauser, P.M., *La Urbanización en América Latina*.

⁴⁹ “Las industrias de sustitución tardía pasaron de representar el 10.3 % del valor agregado industrial al 42.2 %. Las de sustitución temprana (bienes de consumo) redujeron su participación en el mismo período del 62.4 % al 35.9 %” (Ocampo, 1994, p. 273).

⁵⁰ Estos cuatro años incluían el derecho de adquirir acciones en las primeras siderúrgicas que se establecieron y, a la vez, reclamar participación en sus juntas directivas (Barreto, 2017, p. 214).

y defensa de las industrias” (Barreto, 2017). Con esta ley nació el Decreto 1147 de 1940 con su estímulo oficial e irrestricto a las actividades económicas del país.

El decreto resultó fundamental para la orientación agrícola, ganadera y manufacturera de la economía nacional, privilegió a las industrias básicas y de primera transformación de materias primas y reguló la importación de materias primas que pudieran ser reemplazadas por nacionales. En medio de esta lluvia de leyes, el Artículo 30 incluyó el nacimiento del Instituto de Fomento Industrial (IFI), ente fundamental en el resurgimiento de la siderurgia en Colombia años después⁵¹.

A principios de los años cuarenta se constituyeron varias siderúrgicas modestas para atender la demanda local. La Empresa Siderúrgica de Medellín (1938) fabricaba acero en barras, la Siderúrgica Corradine (1946), instalada en las cercanías de Pacho, producía hierro fundido para acueductos y repuestos para máquinas y la Siderúrgica del Muña trabajaba fundiendo chatarra. Finalmente, unos treinta talleres y fundiciones de hierro aparecieron en esta década por todo el país (Poveda Ramos, 1988). Pese a la variedad productiva, la participación total alcanzaba apenas al 10 % de la demanda nacional de barras y varillas y cerca del 3 a 4 % del total de acero. Para nuestra mala fortuna, no encontramos estadísticas sobre la producción interna de acero en todas estas instalaciones durante la primera mitad del siglo xx⁵².

.....

⁵¹ En el mismo año, por medio del Decreto 1439 de 1940, se definió el carácter de las industrias que serían de atención para la inversión estatal. Entre ellas se encontraba la industria siderúrgica, definida así: “En cuanto al beneficio de minerales de hierro, la producción de hierro de primera fundición y acero. Se consideran además como parte de esta industria las explotaciones complementarias indispensables, como las de minas de hierro, cal y carbón, la producción de coque, materiales refractarios, etc.” (Silva, 1956, p. 150). En el mismo epíteto, pero en segundo renglón, se encontraban las industrias de tratamiento metalúrgico de minerales no férricos y metales livianos (aluminio) y sus industrias complementarias extractivas. Luego se encontraban las industrias dedicadas a la producción de carbón, cerámica, soda y similares, y también de la industria química y sus derivados para la agricultura (Barreto, 2017, p. 216).

⁵² Según el Censo Industrial de Colombia de 1945, existían para la época 546 establecimientos dedicados a la “metalurgia, fabricación de maquinaria y manufactura de metales comunes de un total de 7 853 establecimientos registrados en todo el país”.

Años	Población (miles de habitantes)	Producto Nacional Bruto (millones de pesos de 1950)	Importación de acero (miles de toneladas)	Consumo de acero por habitante (kilogramos)
1935	8.199	3.478	53.6	6.5
1936	8.363	3.662	75.4	9.0
1937	8.531	3.719	101.4	10.6
1938	8.702	3.961	112.8	11.3
1939	8.886	4.204	115.0	11.5
1940	9.076	4.295	88.8	8.9
1941	9.269	4.367	69.3	6.6
1942	9.469	4.394	15.0	1.3
1943	9.673	4.691	38.0	3.7
1944	9.883	4.911	84.0	8.0
1945	10.098	4.911	108.3	9.3
1946	10.318	5.383	137.3	11.6
1947	10.545	5.592	164.0	15.5
1948	10.777	5.751	98.6	9.1
1949	11.015	6.253	109.8	10.0
1950	11.260	6.322	152.2	13.5

Tabla 2. Colombia y el mercado del acero (1935-1950)

Fuente: Tomado de "Estudio de la industria siderúrgica en América Latina" por CEPAL, de "La industria siderúrgica en Colombia" (pp. 81-84) por Agustín Amaya Roja en *Anales de Economía y Estadística*, Vol. 35, dic. 1947, y de Acerías Paz del Río, "Balance e Informes", 1959.

La economía colombiana creció a partir de los años treinta gracias a las industrias de textiles y alimentos, además de las cerveceras, farmacéuticas y cementeras. Esta fue una diversificación que incidió en la demanda de acero para la construcción de infraestructuras y obras públicas en las ciudades del país (Amaya Rojas, 1947). Aunque el flujo de acero importado fue continuo en las primeras décadas del siglo xx, con la entrada de Estados Unidos a la guerra en 1942 únicamente 12 000 toneladas llegaron al país. La situación

no mejoró, y a finales de los cuarenta se importó menos acero del requerido (CEPAL, 1952, p. 8). En medio de tal contexto de escasez la autosuficiencia acerera se convirtió en una prioridad para el desarrollo económico del país.

El Proyecto Siderúrgica Nacional Acerías Paz del Río

Con la participación del Ministerio de Minas y Petróleos y el IFI, en el año 1941 inició la exploración de yacimientos de hierro por todo el país. Los estudios se concentraron en regiones con previos indicios de presencia del mineral como Pacho y La Pradera. También se exploró por primera vez en Zipaquirá, Nemocón, Guasca y La Calera. Las primeras valoraciones del IFI apuntaron a la construcción de una planta en La Caro (sabana de Bogotá), la cual tendría capacidad para 100 toneladas diarias de arrabio (Wiesner Duran, 1963, p. 4). Las exploraciones continuaron en Tolima, Huila y Boyacá. Tiempo después Benjamín Alvarado Biester y Vicente Suárez, ingenieros encargados de las exploraciones en su momento, demostraron que ninguna reserva de hierro justificaba la instalación de una siderúrgica a excepción de los yacimientos de Paz de Río en Boyacá⁵³.

Durante todo el año de 1943 se recogieron muestras de mineral de hierro y carbón en el centro de Boyacá. El propósito era explotar las minas de carbón de San Jorge en Zipaquirá, ya que las primeras muestras de carbones boyacenses no cumplieron los requerimientos. Nuevas muestras se enviaron a Estados Unidos bajo la asesoría de la Casa Brassert de Nueva York, dando resultados alentadores, pues arrojaban que era posible instalar una planta para 100 toneladas diarias con base en un horno eléctrico. Para surtir la energía necesaria se pensó la construcción de una hidroeléctrica con las aguas del río Cusiana⁵⁴.

.....
⁵³ Existe el adagio en la región de que quien encontró los yacimientos en la zona fue el ingeniero boyacense Olimpo Gallo en 1940 (Pérez, 2012, p. 14).

⁵⁴ El horno eléctrico permite la utilización de carbones menos eficientes; la capacidad unitaria es menor en estos hornos (Wiesner Duran, 1963, p. 5).

Todo se replanteó con el hallazgo de inmensas reservas de carbón coquizable también en las inmediaciones de Paz de Río; un inesperado descubrimiento que posibilitaba la instalación de una siderúrgica más grande e integrada en la región⁵⁵ y que permitía desechar la idea del horno eléctrico y de la hidroeléctrica. Se decidió así la construcción de un alto horno para aumentar la capacidad a 300 toneladas diarias. El suministro energético se haría por medio de una planta térmica que usaría el material fino del coque y sus gases, así como los resultantes de la planta de coque y el alto horno (Wiesner Duran, 1963, p. 6).

Con la avanzada técnica lista, el Congreso Nacional dictó la Ley 45 de 1947, por la cual se proveía la creación de la Empresa Siderúrgica Nacional de Paz de Río y, en desarrollo de esta, el 17 de septiembre de ese mismo año se constituyó la sociedad anónima del mismo nombre. Con un capital inicial de 100 millones de pesos el objetivo central consistía en producir 500 toneladas diarias de acero, una producción sin precedentes en la historia colombiana. Ya que poseía el 51 % de las acciones, el Gobierno dictó las disposiciones, decidió los derechos sobre los subsuelos mineros, la merced en la utilización del agua del lago de Tota y la obra de enlace ferroviario entre Sogamoso y el municipio de Paz de Río (Camargo, 1962). Sin embargo, el capital faltante para la construcción de la obra comprometía al interés privado, y esta contribución se logró al emitir algunas excepciones impositivas⁵⁶. Por fortuna para el país, la Segunda Guerra Mundial y el alto precio internacional del café —derivado de las fuertes heladas en Brasil y Centroamérica en 1953 y 1954— elevaron las reservas internacionales de 42 a 430 millones de dólares en pocos años (Echandía González, 1957, p. 468).

Para el diseño de la obra se contrató en 1948 a la firma Koppers Co. de Pittsburgh, la empresa con la mayor experiencia en montajes

.....
⁵⁵ La siderurgia integrada es el proceso de producción de acero a partir del hierro. En la siderurgia semintegrada se utiliza chatarra ferrosa.

⁵⁶ Según la Ley 95 de 1948 (artículo 9) estas excepciones fueron las siguientes: exenciones específicas para sus clientes: 20 años de exención de impuestos a la renta y complementarios y a excesos de utilidades a las industrias agregadas del hierro que utilizaran el 80 % de la materia prima de la siderúrgica nacional. Exención de derechos de aduana en la importación de equipos y maquinaria para la acería. Exoneración por 20 años de impuesto a Paz del Río (Barreto, 2017).

siderúrgicos del mundo (Wiesner, 1963). Roberto Jaramillo Ferro, primer gerente de Acerías Paz del Río, a sabiendas de la magnitud del gasto y el lento recaudo propuesto por el Estado, consiguió con agilidad un empréstito del Banco de París y los Países Bajos por 25 millones de dólares, dinero que ayudó decididamente al avance de la obra (Camargo, 1962, p. 165).

En términos operativos (y pese a la violencia bipartidista de estos años) la maquinaria se importó de Francia y entró al país por el río Magdalena hasta Puerto Agudelo (Carare santandereano) para iniciar su transporte por tierra hacia Belencito. El trabajo de ingeniería lo acometió la firma norteamericana Arthur G. Mckee de Cleveland y en las minas la ordenada técnica estuvo a cargo de trabajadores alemanes; la transferencia y enseñanza tecnológica la hizo personal francés radicado en Belencito⁵⁷. Los colombianos proveyeron la mano de obra necesaria para la explanación y montaje de la planta: unas 10 hectáreas sobre el valle de Sogamoso. Se estima que alrededor de 13 000 trabajadores colaboraron en todo el proceso de construcción de la acería, que fue culminada en 1953⁵⁸.

La planta siderúrgica se instaló en Belencito sobre los 2 500 metros de altura. Belencito era un convento y una hacienda colonial ubicada al noroeste del valle, a seis kilómetros de Sogamoso. Una de las particularidades de la ubicación de la siderúrgica fue su impresionante cercanía con los lugares de acopio de las materias primas fundamentales, pues a tres kilómetros del lugar se abrieron las bocas para la extracción de caliza⁵⁹, a veintiséis kilómetros y 3 015

.....
⁵⁷ Más de siete años transcurrieron para cubrir todas las actividades necesarias y obtener como resultado la planta totalmente terminada, cuyo costo se estimó en 40 millones de dólares, equivalentes en su época a 400 millones de pesos. En una entrevista hecha a Benjamín Alvarado en la *Revista Perfiles* de octubre de 1988 y recogida por Pérez se menciona: “Yo recuerdo para mi sorpresa [que los franceses] nos prestaron toda la plata, con la condición de que ellos suministraban todo el equipo, la tecnología y una delegación numerosa de técnicos. Por eso se construyó en Belencito una planta ciento por ciento francesa” (Pérez, 2012, p. 52).

⁵⁸ En Belencito, en un área de ocho kilómetros cuadrados, se movilizaron alrededor de 2 millones de metros cúbicos de tierra y algo así como 150 000 toneladas de concreto para la cimentación (Camargo, 1962, p. 175).

⁵⁹ “Las calizas puras de Paz de Río hasta Tibasosa probablemente pertenecen al tipo de caliza Hauteriviano-Valanginiense (segunda y tercera edad del Cretácico Inferior: 139.8 a 129.4 m. a.) la facies de este tiempo es arcillosa y arenosa y la del resto del cretáceo esencialmente

metros de altura se ubicaba el agua del lago de Tota, y a treinta y cinco kilómetros las minas de hierro (El Uvo) y carbón (La Chapa), en las poblaciones de Socha y Paz de Río. Es decir, en un radio de treinta y cinco kilómetros se hallaban todos los materiales esenciales para la alimentación del alto horno⁶⁰. Se decidió aprovechar también una mina de carbón coquizable en Samacá, usada por la vieja ferrería y de ideal composición química⁶¹.

No existía en la región la potencia energética suficiente para suplir las necesidades de producción industrial de Paz de Río, así que por primera vez en Colombia se aprovecharon los finos y gases del carbón coque como materia prima. Para tal fin, se construyó una planta de fuerza de 25 000 kilovatios al interior de la planta y se dirigieron 2 000 kW a las minas, a partir del concepto de provisión energética hecho por Koppers Co⁶². El estudio de factibilidad del uso del agua del Lago de Tota quedó encargado a la firma R.J. Tipton y asociados de Colombia, la cual concluyó que la máxima utilización de las aguas del lago estaba en 2.2 metros cúbicos por segundo. Finalmente, las obras de adecuación se hicieron a la par que la instalación de la planta⁶³.

Debido a que la primer siderúrgica integrada del país y la tercera de América del Sur se montó entre 1948 y 1954 (tiempo durante el cual Colombia vivía el crudo enfrentamiento civil y político

arenosa Calizas ubicadas: 24 millones de toneladas; reservas probables 41 millones de t.” (Hubach, 1953, pp. 8-9).

⁶⁰ La instalación siderúrgica que más se acerca a tales circunstancias está localizada en Birmingham (Estados Unidos), pero cuenta con el hierro a veintidós millas, el carbón a once y las calizas a distancias superiores a las de Belencito-Paz del Río (Camargo, 1961, p. 435).

⁶¹ Los carbones de La Chapa se empezaron a mezclar con los de Samacá y se demostró que mejoraban la calidad del coque. El coque obtenido de la mezcla de paz de Río reúne las siguientes condiciones: material volátil 1.72 %, carbono 84.4 %, cenizas 13.18 %, azufre 0.75 %, densidad aparente 0.994, índice de ruptura 50.8, índice de abrasión 33.4, dureza 68.8, coque +2: 73.9 % (Hubach, 1957).

⁶² La energía necesaria para las minas de La Chapa se descompone como sigue: compresores: (3 x 6) 1 800 HP, shaker conveyors (10 x 10) 100 HP, shuttle Cars (3 x 30) 90 HP, ventiladores (5 x 10) 50 HP, ventiladores (20 x 1) 20 HP, cobrestantes 20 x 10 x 0.3= 60 HP, banda transportadora: 40 HP, tipples, scrapers, etc: 20 HP, talleres: 30 HP, diversos: 20 HP. Total= 2230 HP, lo que representa aprox. 1 650 kW (Ghillain, 1949, p. 24).

⁶³ “La regulación del Lago de Tota puede efectuarse convenientemente construyendo una presa de control en la región del Desaguadero que evite las salidas de aguas que hoy en día corren hacia el río Upiá” (R.J. Tipton y asociados de Colombia, 1955).

conocido como La Violencia) la culminación de esta obra estuvo constantemente cargada de escepticismo⁶⁴. El valle de Sogamoso cambió socioeconómicamente con la obra, principalmente debido al aumento del flujo de capitales y de mano de obra dirigida a levantar la planta y a adecuar las minas. Tras retrasos en la culminación de la obra, la inauguración se hizo el 13 de octubre de 1954 con la presencia del presidente Gustavo Rojas Pinilla y del presidente de la empresa Roberto Jaramillo Ferro.



Discurso del presidente Gustavo Rojas Pinilla,
evento de inauguración de la siderúrgica, 1954

Fuente: Tomado de “En la Inauguración de Paz de Río” (14 de octubre de 1954). Archivo digital de *El Tiempo*.

.....

⁶⁴ “Vivimos toda una odisea para traer en camiones el material necesario para construir la planta. Aún siento escalofrío cuando en plena Violencia nos mataron a ocho trabajadores en Cimitarra y quienes cometieron el delito tuvieron la osadía de enviarnos los cadáveres” (Pérez, 2012, p. 32).

Acerías Paz del Río se convirtió en el complejo industrial y tecnológico más avanzado en Colombia hasta entonces. Representó un sacudón energético e industrial para un país (y, sobre todo, para una región) que dependía en gran medida de la agricultura. La acería fue posible gracias a la bonanza económica nacional desde los años veinte, a la Segunda Guerra Mundial y al consiguiente afán por autoabastecer de acero a un país que no dejó de crecer con la guerra. No obstante, la naturaleza jugó un rol determinante gracias a los excepcionales y cercanos yacimientos de hierro, carbón y caliza, junto al inmenso cuerpo de agua que representaba el Lago de Tota.

Aunque la transferencia tecnológica estuvo a cargo de franceses y alemanes, gracias a estas ferrerías el país se familiarizó a mediados del siglo XIX con el oficio metalúrgico y desde luego con la actividad minera y energética en la extracción de carbón para los hornos y los ferrocarriles. Con Acerías Paz del Río Colombia se empezó a enfrentar a un desafío de producción industrial muy superior y totalmente inédito para Boyacá⁶⁵.

.....
⁶⁵ Por ejemplo, en 1950 en Medellín existían cuatro plantas (hidráulica-carbón), generadoras de 53 200 kilovatios de energía para toda la región. En Bogotá había cuatro de 29 500 kilovatios, y en Boyacá una de 2 131 kilovatios. Acerías Paz del Río construyó entre 1952 y 1954 una planta de generación de energía de 25 000 kilovatios (Poveda, 1993, p. 70).



**Sogamoso
al calor de
Paz del Río**



Acerías Paz del Río se convirtió a finales de 1954 en la apuesta industrial más vigorosa en la historia del país y en una realidad para Boyacá. En menos de ocho años y con el trabajo de miles de trabajadores, se instaló definitivamente la industria siderúrgica en el valle de Sogamoso. La prensa local y los campesinos se esperanzaron con el advenimiento de tiempos más prósperos, pues los azares de la agricultura por siglos los habían mantenido en constante escasez y atraso. Es por esto que, partiendo de la llegada de las actividades siderúrgicas e industriales a Boyacá, nos cuestionamos en este capítulo qué cambios físicos, sociales y económicos experimentó el valle y Sogamoso con la llegada de Paz del Río. Buscamos comprender cómo una villa colonial de un puñado de miles de habitantes se convirtió en el centro acerero y metalmeccánico de Colombia en las décadas posteriores.

El valle se ilumina

Desde las tres de la tarde del 19 de agosto de 1931, cientos de personas de la Villa del Sol (Sogamoso) y otras poblaciones circunvecinas se congregaron en la improvisada estación de trenes ubicada en la finca “El Durazno” al norte de la localidad. Con banderas de Colombia los moradores esperaban el primer viaje realizado en tren desde Bogotá, que estaba pronosticado para arribar a las tres y media de

la tarde⁶⁶. La ampliación del Ferrocarril del Nordeste, realizada por ingenieros belgas que había sido empezada en la capital y traída hasta Sogamoso, estaba lista. A las diez de la noche de ese día, y pese a que muchos de los asistentes fueron espantados por el frío:

La aguda sirena resonó en todos los ámbitos del valle, estrellando su sonido contra los grises flancos de la cordillera, y nuevamente se desbordó la multitud hacia el lugar de la estación, entonando el Himno nacional y lanzando patrióticas vivas a Colombia y a Bélgica (Camargo, 1934, p. 163).

La llegada del ferrocarril a esta población marcó un hecho trascendental en el transporte y la comunicación de la región con Bogotá y el centro del país. Gabriel Camargo Pérez, historiador y erudito sogamoseño, relató en un valeroso trabajo de geografía histórica de 1934:

La locomotora del ferrocarril entró con majestad al ubérrimo valle de Sogamoso, iniciando la fácil comunicación con la capital de la República y con la capital del Departamento. Una de las perspectivas de progreso que se abrieron para esta ciudad con motivo del movimiento ferroviario (*ibid.*).

Sogamoso se sustentaba económicamente de los molinos de trigo, maíz y cebada que desde finales del siglo XIX fueron apareciendo para moler los granos traídos por los agricultores de las poblaciones aledañas. La villa había sido históricamente el centro de acopio agrícola de todo el centro-oriente de Boyacá y gracias al establecimiento de molinos harineros, la región empezó a conocer las virtudes de la máquina de vapor hacia 1909⁶⁷. En estas primeras

.....
⁶⁶ “El 24 de enero de 1931 llegó el ferrocarril a Tunja, y de ahí en adelante, en un término de siete meses, nada más, fueron extendidos los rieles hasta la ciudad de Sogamoso en una extensión de 68 kilómetros. El 12 de agosto llegó la primera locomotora, el miércoles 19 del mismo mes, recorriendo 248 kilómetros desde Bogotá” (Camargo, 1932, p. 163).

⁶⁷ “El primer molino que existió en Sogamoso fue el de San Agustín, establecido en el año de 1907. Su dueño era el entonces acaudalado negociante don Agustín Camargo. En esta ciudad no se tenía ni la menor idea de lo que pudiera ser una máquina a vapor, ni mucho menos el complicado mecanismo que la inventiva de los hombres ha utilizado para la ejecución de

décadas del siglo se destacaban los molinos San Agustín, Tópaga y Sugamuxi, los cuales brindaron empleo a decenas de personas y garantizaron la conversión del grano en harinas para su posterior comercialización por todo el departamento.

Por encima del sector harinero, el mercado ganadero era el renglón más importante de la economía: en los meses de junio y diciembre unas 20 000 cabezas de ganado vacuno eran arriadas desde Casanare, sumándose a las de alrededor de 5 000 que se criaban en el valle⁶⁸. En aquel momento Cusiana era la única carretera existente entre el altiplano cundiboyacense y los llanos orientales casanareños (Celemín, 2019). Este era un camino de ascenso constante que se coronaba a los pies del Lago de Tota y luego descendía serpenteante al valle de Sogamoso. El ganado criado en los Llanos y consumido en Boyacá y Cundinamarca tenía en Sogamoso su centro de exhibición y comercialización.

Desde tiempos de la Colonia la villa había ganado influencia comercial en la región. La producción de harinas, ropas, cebolla y sal permitió su contacto con Pamplona, Vélez, Tunja y el Magdalena, poblaciones que dotaron de vuelta a Sogamoso con panela, arroz y plátano, productos provenientes de tierras más bajas (Ruíz, 2014). No obstante, solo quedaban las remembranzas de aquellas épocas, pues desde la década de 1930 Sogamoso se estancó, en comparación con los promisorios casos regionales de Antioquia, Bogotá y Valle del Cauca, focos de desarrollo y detonadores de la bonanza agrícola y productiva entre 1920 y 1950 en Colombia (Camargo, 1934, p. 441).

Los martes y los domingos eran los días de mercado en los que campesinos de unas quince poblaciones aledañas como Monguí, Pesca y Aquitania se dirigían a la villa a ofrecer sus cosechas, las cuales se entremezclaban con el mercado de semovientes. Al ser

.....
diversas labores de la industria harinera, razón por la cual el día que empezó a funcionar el molino del señor Camargo, numerosas personas invadieron el edificio donde estaba montado, llevados por un sentimiento de curiosidad muy explicable” (Coy, 1972, p. 208).

⁶⁸ “El negocio más importante es el del ganado que se saca de Casanare en junio y diciembre. Los pastos son excelentes y forman una renta para los dueños de haciendas y potreros. La mayor parte del ganado se consume en Santander y Cundinamarca [...] se le suman las industrias anexas de queso y mantequilla” (Camargo, 1934, p. 137).

un altiplano sobre los 2 500 metros de altura, la papa, la cebada, las habas y las alverjas eran los alimentos más baratos e infaltables en la mesa de los agricultores y pobladores de la región.

Para 1930 existían en Boyacá cerca de sesenta pequeñas empresas registradas, dedicadas principalmente al comercio y a la compra de artículos nacionales y manufacturas importadas para el consumo interno (Acuña, 2014). Por lo demás, el departamento permanecía ceñido a la pequeña agricultura sin tecnificación, al minifundismo, al uso del azadón y al arado rudimentario con bueyes y mulas⁶⁹. Sogamoso no era ajeno a esta situación, pues según cuentas de Coy Montaña, entre 1944 y 1945 se produjeron en todo el departamento únicamente 720 azadones, siete zorras y treinta y ocho trilladoras, en contraste con los 31 412 juegos de herraduras para las bestias (Coy Montaña, 1990).

Fue particular en la región la emigración —sobre todo masculina— desde finales del siglo XIX. Los censos de población entre 1928 y 1938 evidenciaron tal disminución: 12 809 hombres en Sogamoso en el primer año y 9 945 en el segundo. Hallamos tres posibles causas a este fenómeno: 1. Un proceso de colonización dirigida a los llanos del Casanare para trabajar en la ganadería⁷⁰; 2. La violencia política entre liberales y conservadores con la llegada al poder del liberal Enrique Olaya Herrera en 1930, la cual tuvo en Boyacá un escenario protagonista. Estos enfrentamientos dejaron un número considerable de víctimas y desplazamientos (Guerrero Barón, 2017 y Acuña Rodríguez, 2014). 3. La migración voluntaria de estos hombres hacia Cundinamarca, Santander y Antioquia en busca de mejores oportunidades⁷¹.

.....
⁶⁹ Fals Borda (1979) sugiere que la rígida estructura rural, las características de titulación y las pequeñas propiedades (microfundios y minifundios), proceso acaecido desde finales del siglo XVIII, aisló a Boyacá de concentrar grandes haciendas y capitales que le permitieran al territorio generar grandes inversiones para el desarrollo a la par de otros departamentos.

⁷⁰ “El caballo, o una escena llanera, simbolizaría la gran hazaña cumplida por los hijos de Sogamoso en el siglo pasado, que fue la colonización de los Llanos Orientales —ancho campo para el trabajo, la emoción y la aventura sogamoseña— y el establecimiento en éstos de la próspera industria ganadera” (Camargo, 1953, p. 80).

⁷¹ “La tendencia migratoria fuera del departamento, en el cual predomina el elemento masculino [...] Aun desde antes de sufrir la violencia política, los boyacenses han estado saliendo en buen número a otras regiones, especialmente al Tolima y Caldas, así como a los departamentos vecinos de Cundinamarca, Santander y Antioquia” (Fals Borda, 1979, p. 52).

Según el censo de población de 1938, en todo el valle habitaban unas 35 000 personas aproximadamente y en Sogamoso unas 5 200, población que disminuyó a unos 4 000 habitantes en 1938. La condición de la región era eminentemente rural y profundamente dispersa. Sogamoso era el centro de acopio y abastecimiento, pero no era considerado como un lugar atrayente para vivir.

Gabriel Camargo describió en 1934 los persistentes problemas que perseguían a la villa: “dos defectos naturales afligen a Sogamoso: la escasez de agua para los regadíos y la falta de combustibles para el uso doméstico, ocasionado por la lejanía cada vez mayor de los bosques” (Camargo, 1934, p. 138). La disponibilidad energética de Sogamoso era insuficiente, la población tenía que servirse de materias orgánicas acudiendo a la leña y al carbón vegetal de los bosques cercanos. En torno a la disponibilidad de agua, por su condición de planicie eran frecuentes las inundaciones y los encharcamientos durante el invierno, generando con el tiempo problemas sanitarios en los pobladores⁷². En contraste, en otras épocas del año la villa sufría la permanente escasez del líquido para el abastecimiento de las viviendas, problema que se agravaba en los veranos intensos:

Los caudales de los ríos disminuyen considerablemente y en muchas ocasiones llegan a secarse, dejando sus cauces completamente limpios. Por la falta de agua, los preciosos cultivos, meses antes frondosos y lozanos, se convierten en enfermos y raquíuticos para decaer en retostados pajonales de color amarillento, modificando así el aspecto del hermoso valle (Camargo, 1934, p. 61).

.....
⁷² “Es el hecho que sus cauces excesivamente sinuosos o la falta de una canalización correcta, les hacen imposible contener y conducir las enormes avenidas, y por lo tanto sus desbordamientos vienen en seguida, inundando una gran extensión de territorio cultivado, y convirtiéndolo en lecho de lagunas inmensas [...] Las enfermedades que más predominan en Sogamoso, según un concepto de notables médicos, son las de las vías respiratorias, causadas en parte por la inhalación de ciertos miasmas deletéreos que se levantan de las aguas estancadas en tiempo de grande inundación, y en parte, por irregulares y fuertes cambios de temperatura. El agua es uno de los elementos más poderosos por la propagación de las epidemias infecciosas como el sarampión, la escarlatina, la tos ferina, la viruela y la fiebre tifoidea” (Camargo, 1934, pp. 62 y 147).

La provisión de combustibles y agua fue un problema persistente en la villa, y desde finales del siglo XIX hallamos esfuerzos para la distribución de agua en Sogamoso. En 1878 se creó la Junta de Canalización con notables y campesinos de la zona: personas afectadas por las inundaciones. Cuatro años después se iniciaron los trabajos de construcción del camellón del “Río grande” o Chicomocha, nunca terminado (González, 2012, p. 59). En 1886, por medio de la Ley 55, el Estado autorizó por primera vez una concesión para aprovechar 30 000 pies cúbicos de agua del Lago de Tota, y al año siguiente la “Sociedad Lasprilla buscó de manera infructuosa dotar de agua a la villa desde el río Monguí” (Coy Montaña, 1990). El estallido de la Guerra de los Mil Días en 1899 paralizó toda obra y hasta el año 1926 el tema revivió con la visita de algunos parlamentarios desde Bogotá que visitaron la villa para monitorear los trabajos de canalización y desecación, obras imprescindibles para la construcción de la línea férrea desde la capital (*ibid.*, p. 237).

Un pequeño acueducto construido en las cercanías de Monguí entró en operaciones en 1926 y por primera vez surtió de agua a Sogamoso. En 1934 la cobertura alcanzó a unas 350 casas por medio de tuberías de 3/8 de pulgada, que lograban un flujo estimado de doce litros por segundo (Camargo, 1934). En 1927, durante la administración municipal de José Reyes, se inició la construcción de una zanja abierta que —a partir de un boquerón hecho en Cuitiva, a 450 metros de altura del valle— aprovechó formalmente y por primera vez las aguas del lago de Tota⁷³.

Junto con los avances en la distribución de agua surgieron por las mismas décadas los primeros esfuerzos por la provisión de energía. El 9 de marzo de 1911 se firmó un contrato para la instalación de una planta eléctrica aprovechando la fuerza hidráulica del

.....
⁷³ “En el mes de junio de 1926 comenzaron los trabajos bajo la dirección del Ingeniero Dr. Joaquín E. Cardozo, y el 16 de abril de 1930 un chorro hermosísimo de agua atravesó por primera vez la perforación hecha en las inmensas rocas [...] La toma está a dos metros bajo el nivel del lago y en esta forma se aprovechan 1 500 decímetros cúbicos de agua por segundo, que bajan con una pendiente del 1 % con que se construyó el túnel. 1 000 fanegadas se beneficiarán con las aguas que descienden de 450 metros de altura sobre Sogamoso, las propiedades agrarias de una de las regiones más ricas del departamento” (Camargo, 1934, p. 38).

río Chicamocha, otra obra que nunca fue llevada a término. Años después, Aristídes Calderón construyó una planta para los molinos de Tópaga valiéndose de las aguas del Chicamocha. La Administración Municipal se interesó en utilizar el fluido sobrante y, a partir de unas cuantas bombillas montadas en postes de eucalipto, el 20 de julio de 1916 Sogamoso se iluminó por primera vez.

Por medio de la corriente alterna trifásica y una turbina de 200 caballos de fuerza, la planta alcanzaba los 150 kilovatios, proporcionando electricidad también a las poblaciones de Santa Rosa de Viterbo, Floresta, Corrales, Tibasosa y Tópaga⁷⁴. Pese a los avances, el suministro de agua y electricidad era irregular, intermitente y costoso, generando continuas quejas en los habitantes⁷⁵. La Administración Municipal buscó adquirir la empresa de Calderón, propuesta que apoyó la casa suministradora de la planta eléctrica, la General Electric Company. De la compra nació la Compañía Eléctrica de Sugamuxi y Tundama que por décadas alumbró la villa y alimentó la pequeña industria harinera.

En sus inicios, el acceso a la electricidad y agua fue exclusivo de las casas más pudientes, haciendo que los más pobres debieran conformarse con el agua de las pilas, la leña y las velas para su iluminación doméstica. La explotación de carbón era muy limitada, así que todos por igual debieron seguir viviendo bajo el régimen de las materias orgánicas y de la leña para las cocinas: único combustible disponible para la cocción de alimentos y el calentamiento de las frías noches de la altiplanicie.

La llegada del ferrocarril en 1931 comenzó a atraer el crecimiento urbano hacia su línea férrea, ubicada al norte de Sogamoso. En un documento de 1933 el Concejo Municipal prevé el aumento del área

.....
⁷⁴ “La capacidad es de 150 kilovatios y la transformación es de 2 300 a 23 000 voltios para la transmisión de líneas de alta tensión, y de 2 300 a 110 voltios para el alumbrado” (Camarago, 1934, p. 146).

⁷⁵ El entusiasmo de la población era grande por el nuevo y moderno servicio, que poco duraría al crecer el descontento contra el contratista, por los continuos apagones. En hojas volantes se invitaría al pueblo a boicotear el servicio de la luz eléctrica si no se modificaban las condiciones de suministro y, principalmente, en lo que se refiere al pago de las instalaciones, cuyo precio se consideraba demasiado gravoso para los consumidores o usuarios del servicio (Coy Montaña, 1972, p. 228).

urbana al norte, hacia la Carretera Central, y para ello planea la ampliación de 250 metros de las calles Primera, Décima y Once hacia al noroccidente, además de la avenida Sucre a Nobsa, y la avenida Bélgica rumbo a la Estación de trenes⁷⁶. Se destaca a comienzos de la década del cuarenta la inauguración de un rudimentario aeropuerto al sur, vía a Firavitoba.

Bajo el amparo de estas medidas de planeación surgieron otras de orientación higienista. El Concejo buscó trasladar el mercado agrícola y semoviente de la plaza principal del municipio a la nueva plaza de mercado Seis de Septiembre y a un espacio contiguo a la estación del ferrocarril. Pese a las disposiciones del cabildo, por varios años se mantendrá el expendio de carne, verduras y frutas en la histórica plaza de la Villa⁷⁷. Las preocupaciones municipales giraban en torno al continuo desaseo e insalubridad provocados por los trajines del mercado y de las chicherías contiguas que solazaban a los vendedores y visitantes⁷⁸. En la plaza de la Villa de Sogamoso y sus alrededores se concentraban las funciones públicas, la Casa de Gobierno, la Catedral, los comercios de mayor categoría, las posadas y hoteles, así como las viviendas de las élites locales, todas entremezcladas con los oficios del mercado.

En 1948 la incipiente ciudad se extendía sobre un área de cuarenta y un hectáreas, conteniendo dentro de sí a unos 13 000 habitantes⁷⁹.

.....
⁷⁶ La avenida Bélgica fue construida con la ayuda de la Empresa del Ferrocarril del Nordeste. La Estación de Trenes inició su construcción en 1942.

⁷⁷ “El Concejo municipal de Sogamoso, en uso de sus atribuciones legales acuerda: Art. 1: Todos los artículos traídos al mercado que sean transportados en semovientes se expendirán en la plaza contigua a la estación. Art. 2: En la plaza central se expendirán solamente la carne, las verduras, las frutas y las mercancías ambulantes” (Coy Montaña, 1990, p. 276).

⁷⁸ “Ignoramos si se están tomando las medidas conducentes al traslado de este desapacible expendio. En todo caso Sogamoso está impaciente para que cuanto antes se le quite esa lacra que tanto afea la calle de mayor tránsito que posee uno de los sectores más céntricos. No se pueden soportar por más tiempo los escándalos de los martes y domingos que escalofrían a los desventurados transeúntes a quienes toca en suerte presenciarlo. No podemos seguir exhibiendo en sitio tan visible las escenas de suciedad, agresividad y demencia a que se entrega nuestro pueblo bajo el efecto embrutecedor de la chicha”. (Acción Cívica, 1955, p. 3).

⁷⁹ El XII Censo de Población y I de Vivienda de 1951 registra 29 077 habitantes en Sogamoso: 13 574 en el área urbana y 15 503 desperdigados en el área rural. El valle contiene unos 47 084 pobladores en toda su extensión, sumando los municipios de Iza, Firavitoba, Sogamoso, Tibasosa y Nobsa.

Las casas de la villa eran de gruesos muros de adobe, tejas de barro y madera, con amplios solares al mejor estilo colonial. Herrera calculó en ochenta y cinco hab/ha. la densidad poblacional de la villa por entonces⁸⁰. Pese a lo anterior, la población continuaba siendo eminentemente rural, pues unas 34 000 personas permanecían dispersas a lo largo del valle.

El 9 de abril de 1948 ocurrió en Bogotá el asesinato del líder liberal Jorge Eliécer Gaitán, hecho que desató una ola de violencia por todo el país de la que Sogamoso no estuvo exenta⁸¹. Pese a la difícil situación política derivada, la región se enteró de la aprobación y el nacimiento oficial de la Siderúrgica Nacional de Paz del Río, la cual se construyó entre 1948 y 1954 en las inmediaciones de Sogamoso. La noticia llenó de júbilo la región, como demuestran las siguientes dos declaraciones:

La oportunidad está servida para Sogamoso, como el núcleo urbano más próximo (6 km) a la mayor factoría que se haya montado en Colombia [...] Las actividades industriales de la ciudad, por el año 1950, apenas incluían uno que otro molino, una que otra pequeña fábrica de cerveza o de jabón, una limitada explotación de sílice y carbón, y su artesanía tradicional: productos alfareros para la construcción, menajes de cerámica popular, tejidos de lana y fique. Lo demás, todo era derivado de la función agropecuaria: excelentes cosechas de cebada de trigo y de maíz; muy buenos quesos y lechería, muy buenas crías ganaderas, bovina, ovina y caballo (Camargo, 1961, p. 438).

.....
⁸⁰ La configuración de Sogamoso es por manzanas y está caracterizada por una morfología constructiva de edificaciones adosadas entre sí, cerradas sobre los ejes viales, pero con mucho espacio al interior. A lo largo del eje de la carrera once se distribuía la mayor parte de las actividades y servicios jalonados por la nueva plaza de ferias y mercado al norte (Herrera Salamanca, 2004).

⁸¹ “Cuando abandonamos el colegio (Sugamuxi), ubicado en el costado norte de la Plaza de la Villa, nos encontramos con una enorme multitud de revoltosos, armados de machetes y otras armas contundentes y punzantes. Los desmanes no se hicieron esperar, y nuestros ojos atónitos podían contemplar la iracunda frenética de las gentes las cuales arremetieron contra los establecimientos comerciales y las residencias de los pocos conservadores de la pequeña ciudad de entonces” (Vargas Izquierdo, 2011, p. 15).

En Sogamoso se está operando una transformación decisiva con motivo de la próxima explotación siderúrgica en parajes circunvecinos. Esta circunstancia, afortunada desde múltiples puntos de vista, nos ha atraído buen acopio de gentes de distintas regiones del país, las que cada día serán más, hasta convertir a la antigua Villa del Sol en ciudad relativamente populosa. Esta realidad es actualmente tangible. Los sogamoseños que por uno u otro motivo se han ausentado de su solar nativo por dos, tres, cuatro años, al regresar quedan maravillados al encontrarse con caras nuevas y tropezar con multitud de personas desconocidas, acostumbrados como estaban a saber quién era quién dentro del marco relativamente pequeño de su ciudad y de su valle (Carlos Vargas Rubiano, *Periódico Acción Cívica*, 1952, p. 3).

La región se moviliza

Juan Acevedo Herrera nació en abril de 1926 en Corrales (Boyacá) y recuerda del año 1944:

Yo conocí a los dueños de donde es ahorita la Planta de Acerías Paz del Río; los primeros dueños que conocí fueron don José Peña, don Joaquín Serna y don Hernán Archila, que fue el que le vendió al IFI. Esa hacienda era de cultivos y ganadería, allá éramos... éramos alrededor de 30-40 arrendatarios. Eso allá también nos pagaron muy mal; nosotros les servimos mucho; no sólo yo, sino mis padres les sirvieron mucho a esos patronos, sin pagarnos cinco centavos de jornal, no (Juan Acevedo Herrera. Nobsa, 30 de septiembre de 1993, Angulo Jaramillo, 1993)⁸².

Los primeros trabajos de exploración hechos por el Instituto de Fomento Industrial iniciaron en 1943 en Belencito y en la prospección de las minas al oriente, en Paz de Río —revisar sección: El

.....
⁸² Archivo privado de Felipe Angulo Jaramillo. Las citas de este archivo se reproducen con permiso de su propietario, quien concedió el acceso a estas fuentes orales para fines de la presente investigación y de las labores de la Línea de Historia Ambiental en la Universidad Nacional de Colombia.

Proyecto Siderúrgica Nacional Acerías Paz del Río—. El historiador Felipe Angulo Jaramillo realizó una serie de entrevistas en 1993 a personas que por entonces hacían parte del personal de la acería. En ellas se expresaba la voz de los trabajadores protagonistas en los diferentes puestos de trabajo, antes y durante los primeros años de producción. Las siguientes citas recuperan sus esfuerzos y vivencias y buscan cualificar la comprensión del fenómeno de movilización social que vivió el valle y los cambios de orden social y económico de Sogamoso:

Como la hacienda la vendió don Hernán al IFI, entonces el IFI empezó sus estudios y trabajos, y así empezamos a trabajar ahí los mismos que vivimos ahí en la Hacienda. Eso sí, los primeros que empezamos a trabajar ganando 0.60 centavos, con el IFI trabajamos un poco en las excavaciones de las trincheras para eso [...] Después en la explanación, eso vino ese barro que como le decía, le daba a uno a la rodilla, ese barro, allá quedan los zapaticos ahí entre el barro, en ese tiempo qué botas ni que nada nos daban; para mover las estructuras a sus sitios, eso era al hombro, para descargar el ladrillo refractario, eso era todo [...] Cuando empezamos con el IFI éramos unos 30-35 trabajadores (Juan Acevedo Herrera. Nobsa, 30 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Así mismo, cuenta otro testimonio:

Por ahí en los años del 45 comenzaron a hacer los primeros socavones en minas de hierro. Inicialmente se hizo para perforar la peña, se hacía a golpes: un hombre tenía lo que se llamaba el taladro y el otro hombre le daba con el martillo; en esa forma principiaron a hacer los socavones, y ya usando la dinamita claro (Marco Lino Cuevas⁸³. Paz de Río, 31 de agosto de 1993, Angulo Jaramillo, 1993).

La explanación del terreno en Belencito para el montaje de la planta inició en 1947 con trabajadores oriundos de las inmediaciones, y a principios del año siguiente empezaron a llegar los primeros

.....
⁸³ Entrevista a Marco Lino Cuevas, Minero de dieciocho años.

extranjeros contratados por Koppers Co. para el diseño del complejo. Con los estudios listos y la conformación legal de la empresa los trabajos de montaje comenzaron formalmente en 1952 a cargo de la firma francesa Tissot. El supervisor del montaje Jean Pierre Widdrekeher, describió así su llegada al país y a Belencito:

Estaba La Violencia en Colombia en esta época. Se atrasó la llegada del material hasta el mes de agosto del 52. Los ingenieros franceses llegaron en el mes de septiembre-octubre. Nosotros vinimos el 2 de noviembre del 52 y arrancamos para Belencito el 5, los que llegamos fuimos los supervisores del montaje, en el 52 no vino montador, la tarea nuestra estaba en seleccionar el personal. La gente que vino la mayoría estaba de ruana, sombrero y alpargates; la mayoría no sabía ni leer ni escribir, se dibujaba sobre un papel, por ejemplo, A-1, B-5, y la gente buscaba las piezas así. Cuando llegamos aquí, nos tocó a nosotros comprar la carne para esa gente, porque llegaba del campo con dos papas y dos puños de arroz; ¡y para subir a 20 metros de altura qué fuerza van a tener! El principal personal era de Tópaga, Mongua, Monguí, Floresta, algo de Corrales, Sogamoso sí (Jean Pierre Widdrekeher. Belencito, 25 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Los trabajos en Belencito estuvieron a cargo de ingenieros franceses y las minas a cargo de ingenieros metalúrgicos alemanes. Mientras en Belencito los trabajadores de las intermediaciones trataban con franceses, en Paz de Río y Socha lo hacían con alemanes. De su trabajo en las minas Ezequiel Jiménez recuerda:

Cuando se dijo Empresa, se dijo “abrir eso” y a quien trajeron fue a los alemanes que eran los más expertos en minas en el mundo entero [...] Los primeros alemanes que trajeron a la mina ni siquiera manejaban el español, y entonces venían, se embravecían porque no los entendían y cómo los entendía uno. Bueno, bueno, esos fueron muy inteligentes. Eso duraban un mes, dos meses y ya se hacían entender (Ezequiel Jiménez Pinto⁸⁴. Sogamoso, 6 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

.....
⁸⁴ Nacido en Socha en 1930 y minero de La Chapa en 1952.

Todo el material para el montaje provino de Francia, atracó en Barranquilla y entró al país por el río Magdalena. En el Carare santandereano se instaló un puerto improvisado que se llamó Puerto Agudelo en honor a Gabriel Agudelo, el superintendente de construcción de la obra. Desde el Magdalena —trópico monzónico— el material subió en camiones por carreteras maltrechas hasta el altiplano cundiboyacense. Acerca de este episodio el ingeniero Benjamín Alvarado Biester cuenta:

Vivimos toda una odisea para traer en camiones el material necesario para construir la planta, aún siento escalofrío cuando en plena Violencia nos mataron a ocho trabajadores en Cimitarra [Santander] y quienes cometieron el delito tuvieron la osadía de enviarnos los cadáveres (Benjamín Alvarado. *Revista Perfiles*, 1988).

Y el ayudante Luis Rafael Cerón dice en una entrevista:

Para el montaje de la Planta venían pues los fierros, los traían en remolques “poallá” del río Magdalena, torcidos y todo eso, venía numerado con planos, destapaba uno esas cajas, esa gente sabía que gastaban mucho acetileno y oxígeno, calentaban esa vaina con soplete para enderezar las piezas, le echaban agua y eso iban poniendo reglas metálicas (Luis Rafael Cerón. Sogamoso, 30 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

La llegada de la siderurgia y la industria pesada mostró a los campesinos lo arduo y recio del trabajo con metales, labores totalmente ajenas a la agricultura y la ganadería existentes hasta ese momento en la región. Pasaron de hablar de vacas y bultos de papa a toneladas de tierra y carbón. Así queda consignado en las siguientes entrevistas:

En la época del montaje se trabajaba diez horas diarias; cinco-cinco. En fabricación, al principio como había muchos problemas de ajuste, la gente trabajaba ocho horas y horas extras. Los colombianos estaban de turno de cinco a una y de una a nueve, gente de buena voluntad pero

que no sabía nada, pero con deseo de aprender (Ezequiel Jiménez Pinto. Sogamoso, 6 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Ellos no sabían sino sembrar papas, se enganchaban y había que tener escuela en el Sindicato para entrenarlos, para enseñarlos a pegar ladrillos, a batir cemento, enseñarlos a toda esa cosa, y soldadura, y mecánica (Joselyn Martínez⁸⁵. Sogamoso, 22 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).



Campeños mineros de la región

Fuente: Tomado del Centro Interamericano de Vivienda, Servicio de Intercambio Científico "Proyecto Sogamoso-Paz de Río, ensayo de una metodología". Bogotá, 1956.

Jóvenes en su mayoría provenientes de la ruralidad empezaron a llegar a Belencito y a las inmediaciones de las obras pidiendo trabajo. Sus lugares de origen se ubicaban sobre todo en los alrededores del valle de Sogamoso, aunque existen registros de personas que llegaron de departamentos como Santander, Tolima y Bogotá, incluso del Valle del Cauca (Vega Pérez, 1983). Sus experiencias evidenciaban la situación de escasez y pobreza de la vida rural frente a

.....
⁸⁵ Primer encargado del sindicato y de la capacitación de personal.

la estabilidad y mejora salarial que significó trabajar con la siderúrgica. Así queda retratado en los siguientes relatos:

Mucha, mucha gente se vino de los campos, pues lógico, tenían un jornal máximo diga usted, máximo de 50 centavos diarios, un tipo que araba un potrero, una vaina de esas para sembrar maíz ganaba por ahí 0.50 o 0.70 centavitos diarios, y aquí el sueldo mínimo en esa época era de 2.45, entonces la diferencia era bárbara (Luis Ernesto Guauque⁸⁶. Belencito, 24 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Y también:

Un trabajador que antes de entrar a la empresa pues podía pasar meses... si de pronto engordaban un cerdito era para comérselo en Semana Santa, eso en las familias que mejor se comportaban, de lo contrario en todo el año no conocían qué era la carne. Después de ser unos mineros, pues ya normalmente en el mercado diario forma parte la carnecita, los huevos (Ezequiel Jiménez Pinto. Sogamoso, 6 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

La empresa pa' que, la empresa cada 15 días tenía uno su sobrecito ahí. Ahora tenía uno seguro, tenía subsidio, en el campo qué, el mero lo que hiciera uno y cada año ve la "platica" (Pedro Feliz Gutiérrez⁸⁷. Tibasosa, 5 de octubre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

La adecuación y construcción de la obra en todas sus secciones (alto horno, planta de coque, las minas y el ducto desde el lago, entre otros), requirió de la participación de alrededor de 13 000 trabajadores entre 1948 y 1954. El proceso de enganche de trabajadores a la siderúrgica fue relatado así:

En la portería había unas casetas de varias compañías que estaban enganchando gente para el montaje, la construcción de esto. Entonces me

.....
⁸⁶ Nacido en Nobsa en 1938 y ayudante de laboratorio en la planta.

⁸⁷ Nacido en Tibasosa y ayudante de construcción en el complejo habitacional en Belencito.

dijo el compañero “oiga por qué no trabajamos durante las vacaciones”. “Bueno”, le dije yo, y llegamos y nos metimos dentro de una de esas colas. Dio la casualidad que preciso nos invocamos en la cola que era para la Siderúrgica Nacional de Paz de Río, esa era la razón social; y nos metimos ahí (Luis Ernesto Guauque. Belencito, 24 de septiembre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Llegaba la gente, solicitaba el trabajo, y lo mandaban al frente que le tocara. Había varias secciones: si son de minería, si son de plantas, a donde lo mandaran, allá llegaban los jefes que le tocaban, allá le asignaban su trabajo (Javier Rincón⁸⁸. Belencito, 23 de septiembre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

El conflicto político-partidista desatado por el asesinato de Gaitán en 1948 perduró hasta 1953 y también se trasladó a la siderúrgica, permeando el proceso de enganche de los trabajadores:

Una cosa importante en esa época, para entrar a Acerías Paz del Río, teníamos que traer la recomendación de un jefe godó [conservador], y si no, no había posibilidad de entrar gente aquí. Me consta porque a mí me lo contaba por ejemplo un señor: a él lo hicieron jurar. Él era liberal, pero lo hicieron jurar que a partir de ese momento él era conservador, y le dieron la recomendación y así pudo entrar a trabajar a Acerías (Luis Ernesto Guauque. Belencito, 24 de septiembre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Antes de la pacificación iniciada en 1954, los abusos y la violencia eran ejercidas sobre todo hacia los liberales en esta región de Boyacá. Luis Rafael Cerón nació en Iza en 1919 e hizo parte de la Policía de su municipio durante el 9 de abril. Luego se trasladó al centro de Bogotá a trabajar como peluquero y en 1952 volvió a la región para trabajar en Acerías Paz del Río. En su intento por entrar a la empresa recordó:

.....
⁸⁸ Nacido en Nazareth y revestidor de túneles de las minas en 1952.

Me dio por bregar con la Empresa, pero ya había una política desesperada oiga, jodida, jodida, política de partidos. Estaba de Jefe de Personal un tal Coronel Cuervo Araoz, y ese con el solo hecho de decir “soy de Iza, o soy de Sogamoso” de una vez, sin asco, le decía a uno “estás matando ¿no? Estás en la chusma [liberal]” (Luis Rafael Cerón. Sogamoso, 30 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

La llegada de extranjeros que se sumó al movimiento poblacional rural dirigido hacia Sogamoso hizo que la villa, 20 años atrás sorprendida por la llegada del ferrocarril, ahora viera sus carreteras invadidas de camiones y personas de diversos orígenes hablando en diferentes idiomas. Cecilia Bernal, que nació en esta población, en 1931, y trabajó como Secretaría Ejecutiva en la empresa, observó acerca de los primeros cambios:

Fue de un progreso tremendo para Sogamoso, porque empezamos a ver desfilar por estas calles vehículos de gran magnitud, digámoslo así; y ver desfilar el material que llegaba, toda la maquinaria que llegaba para Acerías Paz del Río y la invasión cosmopolita que llegó a raíz de los trabajos de Paz de Río: llegaron franceses, llegaron mexicanos, había norteamericanos también (Cecilia Bernal. Sogamoso, 3 de octubre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

El primer fenómeno socioeconómico que experimentó Sogamoso fue la subida de los precios de los alquileres, pues la vivienda existente no alcanzaba para alojar el volumen foráneo. Gabriel García Márquez, en un reportaje para *El Espectador*, describió la situación de Sogamoso a mediados de 1954 de la siguiente manera: “Una habitación para una sola persona, que hace pocos años valía siete pesos mensuales, cuesta cincuenta en la actualidad. En esa proporción está subiendo el costo de la vida en Sogamoso”.

Muchas de las antiguas casas de adobe de la villa, con pisos de tierra y tejas de paja y barro, empezaron a llenarse⁸⁹, y “en muchos zaguanes de las vetustas casas improvisáronse divisiones de cartón para acomodar dormitorios y reemplazar expendios” (Camargo, 1962, p. 440). El trabajador Luis Rafael Cerón cuenta así sus dificultades para encontrar vivienda en la ciudad por estos años: “La vivienda no le digo que iba ahorrando ahí pa, el resto era pagar arriendo y eso, y eso se puso templado esa cuestión, conseguir una casa, una pieza” (Luis Rafael Cerón. Sogamoso, 30 de septiembre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).



Acerías Paz del Río, Boyacá, Colombia (1955)

Fuente: Leonard J. Currie Papers (Ms2007-028).

Sogamoso también empezó a experimentar el aumento de flujo de capitales, no solo de pesos colombianos sino también de dólares. Esto resultó en una economía dual que provocó que, sobre todo durante el montaje, subieran los precios de los alimentos para las

⁸⁹ El XII Censo de Población y 1 de Vivienda de 1951 caracterizó las condiciones físicas de las viviendas así: Vivienda urbana. Pisos (46 % tierra, 20 % cemento, 28 % madera, 16 % ladrillo) Muros (90.5 % adobe, 9.2 % ladrillo, 0.3 % bloques) Cubiertas (80.5 % teja de barro, 12 % fibro-cemento y metálica, 7.5 % paja). Por su parte, la vivienda rural poseía: Pisos (94 % tierra, 4 % cemento, 2 % madera) Muros (95 % adobe, ladrillo 4 %, bloques 1 %) Cubiertas (40 % teja de barro, 1 % fibro-cemento y metálica, 59 % paja).

personas oriundas de la villa. Al tiempo, el Centro Cívico empezó a adaptarse al aumento del flujo comercial y de servicios que devinieron con la población migrante, como lo cuenta en su entrevista Cecilia Bernal:

Se elevó el nivel de vida de la gente, se encareció la vida, terrible, terriblemente se encareció la vida, porque el personal extranjero ganaba en dólares. Entonces esas familias salían a la plaza de mercado, por decir algo, y pagaban lo que se les pidiera, y luego llegaba una de la región, y tenía que pagar lo mismo que pagaba la señora del alto ejecutivo (Cecilia Bernal. Sogamoso, 3 de septiembre 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Las tiendas del Centro Cívico que se hallaban por la vía del Comercio (antes llamada la *calle caliente*) y en las que solían venderse *panelitas de leche* y bizcochos de maíz para los escolares, poco a poco fueron reemplazadas por amplios almacenes de abarrotes y mercaderías (Camargo, 1962).

Así mismo, el montaje de la siderúrgica se extendió unos meses más de lo previsto. El 1 de junio de 1954 se encendió por primera vez la Planta de coque, hecho que el presidente de la empresa, Roberto Jaramillo Ferro, comentó así: “Paz de Río comenzó a vivir, le llegó el soplo de vida” (*Acción Cívica*, 6 de junio de 1954). Sin embargo, la obra y los primeros años de producción dejaron un alto e indeterminado número de obreros muertos. Según la prensa local, entre 1954 y 1955 se alcanzó a registrar una treintena de muertos, dato que Diego Pérez relacionó con la poca adaptación del personal al trabajo industrial, al tiempo que delata la peligrosidad de las condiciones de trabajo y la falta de medidas de protección (Pérez 2012).

Con la inauguración oficial y la culminación de las obras, buena parte (aunque no toda) de los trabajadores extranjeros retornaron a sus países en los siguientes dos años, por lo que desde finales de 1955 la acería empezó a ser operada completamente por personal colombiano.

De villa a ciudad

Teniendo en cuenta el inicio de operaciones de Acerías Paz del Río, este apartado se centra en las transformaciones urbanas que empezó a vivir Sogamoso. Es así como nos preguntamos qué cambios tuvo la ciudad y cómo se adaptó para recibir la progresiva llegada de personas atraídas por el auge industrial.

En 1955 se había creado la Compañía de Servicios Públicos de Sogamoso (Coservicios), la cual buscaba unificar la prestación de servicios públicos a los habitantes. Entre los problemas más acuciosos del momento se encontraba la insuficiente distribución de agua, pues el acueducto de Monguí, construido en 1926, tenía una escasa capacidad (12 litros/seg.) y sufría graves problemas de obstrucción de arena (Camargo, 1962). Gracias al proyecto Paz del Río se construyó un acueducto que empezó a utilizar las aguas del lago de Tota a un ritmo de 280 litros/seg., de los cuales setenta fueron dirigidos al abastecimiento de Sogamoso. La captación industrial desde el lago no tenía filtros y muchos tramos de su conducción se encontraban en acequia descubierta, por lo que la distribución a los ciudadanos no pasaba por un tratamiento previo de desinfección (Chaparro, 2013).

El municipio recibió financiación del IFI para adecuar el acueducto de la acería a la ciudad y durante todo el año de 1954 se hicieron los cambios de tuberías, por lo que “presentaban un aspecto dan-tesco, las obras del nuevo acueducto y las lluvias hacían muy difícil transitar por las calzadas” (*ibid.*, 2013, p. 469). Uno de los problemas fue el empate en el desagüe, pues las viviendas con previo acceso a acueducto presentaban desagües construidos en ladrillo y cal frente a las nuevas tuberías en *gress*, por lo cual la Administración Municipal obligó a todas las casas a sustituirlas por *gress*.

En 1957 el Ministerio de Salud Pública encargó a la Universidad Nacional un informe de salud de Sogamoso, que identificó que el sistema de alcantarillado de la ciudad tenía una cobertura del 69.4 % del total de los inmuebles urbanos (2 224), pero que presentaba una casi nula existencia de letrinas (3 %). El 27 % de las viviendas no tenía servicio sanitario para la disposición de excretas y se acostumbraba a eliminar los desechos orgánicos en las vías públicas, generando lo

que la población llamaba *estiercoleros*. En la ruralidad, el porcentaje alcanzaba el 99 % de las viviendas⁹⁰. Los problemas sanitarios y de higiene del valle eran conocidos por lo menos desde la década de 1940: el parasitismo intestinal, la difteria y la fiebre tifoidea eran las principales patologías, las cuales se empezaron a atender a partir de la ampliación del Hospital San José de Sogamoso, de propiedad municipal, con 62 camas nuevas. Su misión se centró en atender el creciente número de enfermos a principios de la década de 1950⁹¹.

En abril de 1953 la siderúrgica ofreció a Sogamoso 5 000 kilovatios de su planta térmica. La conducción eléctrica a la ciudad costaba unos \$400 000 pesos que serían financiados por medio del cobro cívico de 5 centavos a los productos de consumo, en especial licores⁹². En 1957, 1 842 casas fueron cubiertas con fluido eléctrico, consumiendo cerca de una quinta parte de la potencia ofrecida por Paz del Río. Hasta 1963 la acería suministró un promedio de 5 311 megavatios-hora a Sogamoso: el equivalente al consumo industrial de Bucaramanga o a un tercio del consumo total de Ibagué (Chaparro, 2013). A pesar de la disponibilidad energética en Sogamoso, las zonas suburbanas y rurales dispersas por el valle no tenían acceso al fluido (Ministerio de Salud Pública, 1958, p. 29), por lo que se siguieron alimentando con lámparas de petróleo (kerosene), leña, velas de sebo o parafina (CINVA, 1956).

La mano de obra requerida en la acería disminuyó en sus primeros años de producción a alrededor de 3 000 a 4 000 trabajadores. Sin embargo, la migración campo-ciudad persistió junto a la demanda de vivienda en el centro urbano, el cual no vio la disminución de

.....
⁹⁰ “La gran dispersión de la población rural dificulta la posibilidad de dotarla con servicios públicos tan indispensables como suministro de agua potable, energía eléctrica, drenajes, vías de comunicación; por otra parte, el rápido crecimiento de la población urbana ha hecho insuficientes los servicios públicos existentes” (Ministerio de Salud Pública, 1958, p. 55).

⁹¹ “El hospital funciona en un ruinoso edificio, muy deteriorado, ubicado en una vía arteria de gran volumen de tránsito y en la vecindad de las instalaciones de un molino de trigo que produce bastante ruido. Se encuentra en muy malas condiciones de conservación y sus facilidades sanitarias son definitivamente inadecuadas” (Ministerio de Salud Pública, 1958, p. 48).

⁹² “Decreto 27 de noviembre 24 de 1953, Fondos a la conducción de 5 000 Kv de energía eléctrica de Belencito a Sogamoso. Mayor Alfonso Ochoa Combariza, alcalde. En: ACMS, Fondo RDA 1953” (Chaparro Montaña, 2013, p. 457).

los precios del suelo (Camargo, 1962). El Centro Interamericano de Vivienda (CINVA) realizó en 1956 una caracterización de la región, dirigiendo su atención a la formulación y aplicación de políticas públicas de vivienda. De su diagnóstico resaltamos este apartado:

Región de gran belleza y pobre, es uno de los lugares más atrasados del país. Tan sólo hace tres o cuatro años las gentes vivían como lo hacían sus antepasados durante los últimos dos siglos, pastoreando sus ovejas y labrando sus tierras con bueyes y arados de madera. Su suerte cambió cuando fueron descubiertos yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza en dos montañas próximas al valle y se estableció una siderúrgica moderna cerca de la ciudad principal, Sogamoso [...] Ha habido problemas de inmigración y dislocación de familias, falta de vivienda, dificultades de transporte, falta de preparación técnica para las nuevas tareas, especulación de terrenos, desarrollo lineal alrededor de carreteras y falta de controles de zonificación (1956, p. 12)⁹³.

El déficit de vivienda en Sogamoso se puede rastrear desde 1950. El historiador Rodrigo Chaparro encontró que el promedio de personas por habitación aumentó a partir de este año, pasando de 500 a 1 700 casas en las cuáles vivían más de dos personas por habitación (2013, p. 348). La demanda de vivienda se agudizó en 1952 cuando miles de trabajadores venidos del campo no lograban encontrar alquiler en Nobsa o Nazareth, lugares cercanos a la siderúrgica (Zambrano, 2016, p. 124).

Tomamos como ejemplo de crecimiento e informalidad urbana el caso del “tugurio” Santa Bárbara, ubicado en una colina 200 metros al oriente de la plaza principal de Sogamoso. El antiguo propietario, el señor Vicente Torres, había donado esta propiedad a la Villa hacia finales del siglo XIX para que se adelantaran allí construcciones y viviendas para las personas de más escasos recursos. Desde 1950, con el crecimiento del barrio y el advenimiento industrial, el Cabildo

.....
⁹³ La propuesta del CINVA trata sobre el modelo de la ciudad industrial a la manera de *El urbanismo y los tres establecimientos humanos* de Le Corbusier, que para el movimiento moderno imagina una ciudad industrial otorgándole un lugar en el territorio.

empezó a considerar la suerte de estas “casuchas” de lata y cartón que resultaban molestas para el paisaje desde la plaza y que eran habitadas por gentes de “dudosa conducta moral” (Chaparro, 2013). En 1954 existían sesenta y ocho viviendas con habitantes procedentes de lugares como Paipa, Belén e Iza, así como de Bucaramanga, Bogotá y los Llanos, quienes generalmente se dedicaban a la artesanía y los trabajos fabriles. De ellos, treinta y dos personas afirmaron trabajar en la siderúrgica junto con dieciséis familiares que dependían de ellos. Los problemas de planeación de este barrio radicarón en el bajo acceso a servicios públicos y la peligrosa inclinación de sus casas⁹⁴, haciendo que desde el CINVA y el municipio se planteara la necesidad de reubicación.

Para aliviar la escasez de vivienda, Acerías Paz del Río construyó un complejo habitacional alrededor de la iglesia colonial de Belencito para los trabajadores extranjeros y colombianos de medio y alto rango. Al tiempo, el Instituto de Crédito Territorial construyó en suelos de expansión de Nobsa la primera etapa de un parque residencial conformado por tres unidades vecinales. En Sogamoso, el ICT inició en 1952 la construcción de 50 casas en un lote del Barrio Obrero (*Acción Cívica*, 7 de septiembre de 1952) y de allí en adelante, con la participación de este Instituto y el apoyo financiero de Paz del Río, surgieron las urbanizaciones La Magdalena al sur y Santa Helena, El Rosario y Los Libertadores al noroccidente. El objetivo fue dotar de vivienda moderna a los inmigrantes y aumentar la densidad poblacional, que para 1954 alcanzó los 120 habs/ha⁹⁵.

Luis Rafael Cerón vivió en Sogamoso desde 1954 y recuerda:

.....
⁹⁴ Servicios: sin agua el 38.2 %, sin sanitario el 48 %, sin baño el 72.1 %, y sin luz el 63.2 %. Los propietarios lo son de las mejoras y no del terreno, que pertenece a la municipalidad. Como dice el CINVA en su reporte: “La ocupación de áreas con demasiada pendiente por vivienda como en el barrio Santa Bárbara no solamente incide en el aumento de los costos para la dotación de infraestructura vial y servicios” (González, 2014, p. 389).

⁹⁵ “La urbanización Los Libertadores se conforma inicialmente con 96 viviendas de un piso organizadas a partir de un parque recreacional [...] La ciudad industrial de los años 1950 y 1960 se resume en el trabajo del CINVA, la construcción de viviendas por encargo de parte de la Empresa Siderúrgica a firmas de arquitectura y la inversión de vivienda obrera del BCH y el ICT” (Zambrano, 2016, p. 147).

Sogamoso era chiquito, todos estos barrios nuevos, esos fueron hechos por ahorros, diga duraba medio año ahorrando uno y le llegaba a uno la prima de vacaciones, prima de servicios, prima de producción, entonces con eso tenía uno pa' comprar sus ladrillitos y esperar a hacer su casa (Luis Rafael Cerón. Sogamoso, 30 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Cecilia Bernal nació en Sogamoso y experimentó el cambio urbano, del cual decía:

Hubo préstamos para vivienda, entonces la gente empezó a construir, empezó a construir sus viviendas, unas mejores, otras peores, otras modernas, en fin, de acuerdo con el gusto y las capacidades de cada uno, empezaron a construir sus casas, y vino también el auge del comercio, se extendió muchísimo el comercio (Cecilia Bernal. Sogamoso, 3 de octubre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

El impulso urbanizador y comercial en los cincuenta suscitó tres problemas de índole social que apenas mencionamos: la criminalidad, la accidentalidad y la prostitución; problemas intensificados con la llegada de población forastera. El periódico sogamoseño *Acción Cívica* enunció las molestias de los ciudadanos con los ladrones de ovejas en el cerro Santa Bárbara, los “carteristas” de la Plaza de Mercado y los asaltantes de almacenes y bancos (Carreño, *Acción Cívica*, 9 de mayo de 1954). El columnista “Ariel” escribió el 31 de agosto de 1952:

La ciudad ha venido infestándose de elementos antisociales, de delinquentes habituales y ocasionales que han creado justa alarma para la tranquilidad ciudadana. Los delitos contra la propiedad se han multiplicado con utilización de medios técnicos antes desconocidos en este medio: delitos contra la libertad sexual, los delitos de sangre, las estafas, los robos, el giro de cheques sin provisión de fondos son hechos comunes y corrientes (*Acción Cívica*, 31 de agosto de 1952).

Por la villa transitaba una cantidad reducida de automóviles antes de 1952: modelos Ford de 1939, 1941 y 1946 eran vistos de cuando en cuando por las calles (González, 2014). Con el arribo industrial, el transporte regional se sustentó en el automóvil, el camión y el bus intermunicipal, así que el número de vehículos circulantes aumentó junto a la congestión y la accidentalidad, en su mayoría debida a la inexperiencia e impericia de los nuevos conductores, así como a la alta congestión en el centro de la ciudad (Chaparro, 2013).

En torno a la prostitución hay referencias de su existencia en la región desde los años cuarenta, cuando en las ferias de los pueblos viajaba, junto con los empresarios del toreo, un grupo de mujeres que se dedicaban a esta actividad bajo los tablados improvisados de las plazas de toros. A este grupo de mujeres se le conocía como *las Mondoñedas*. Los potreros aledaños a Sogamoso, años después absorbidos por la ciudad, sirvieron como lugares para el ejercicio de la actividad. Entre ellos se encontraban El Durazno y La Playa, hoy convertidos en barrio Santa Helena y la estación de policía, respectivamente. También se usaba el potrero Las Brujas, en terrenos de la plaza de mercado Seis de Septiembre. A la par de la llegada de trabajadores a la ciudad, también arribaron “mujeres de la vida silenciosa”, como las denominaron por entonces las autoridades de la ciudad.

El 11 de octubre de 1962 Celina escribió una carta describiendo su trabajo en un burdel en la vía Sogamoso a Belencito:

Vienen tipos de plata: los que trabajan en los hornos de Belencito, o los que acuden del Llano a vender su ganado en las ferias o en los mercados semanales. Los primeros son toscos, escogen minuciosamente, exigen. Los llaneros en cambio parecen tímidos, son respetuosos y tiran el dinero sin importarles mucho lo que obtengan por él (Soto Aparicio, 1996, p. 184).

El XIII Censo Nacional de Población de julio de 1964 fue un esfuerzo por cuantificar el crecimiento poblacional nacional y de la región desde 1951⁹⁶, momentos previos al montaje de Acerías Paz

.....
⁹⁶ En 1951 se realizó el Censo de Edificios y Vivienda por parte del Departamento Nacional de Estadística.

del Río. El país en su conjunto se enfrentaba a un masivo proceso de migración y urbanización del que Boyacá era protagonista. Sogamoso duplicó su población superando los 50 mil habitantes, aumento considerable comparado con los 29 mil de 13 años antes. La población del valle a su vez superó los 70 mil, en contraste con los 47 mil de 1951. A su escala, las condiciones sociales y económicas de Sogamoso se transformaron en comparación con aquella antigua villa de un par de décadas atrás.



Calles de Sogamoso en 1956

Fuente: Tomado del Centro Interamericano de Vivienda, Servicio de Intercambio Científico “Proyecto Sogamoso-Paz de Río, ensayo de una metodología”. Bogotá, 1956, p. 126.

El Centro Interamericano de Vivienda planteó sin éxito un programa regional de vivienda con el objetivo de sustituir y “dotar de modernidad” a 10 000 de las 38 000 unidades existentes de la región con problemas estructurales⁹⁷. En 1963 se conoció el Plan Regulador

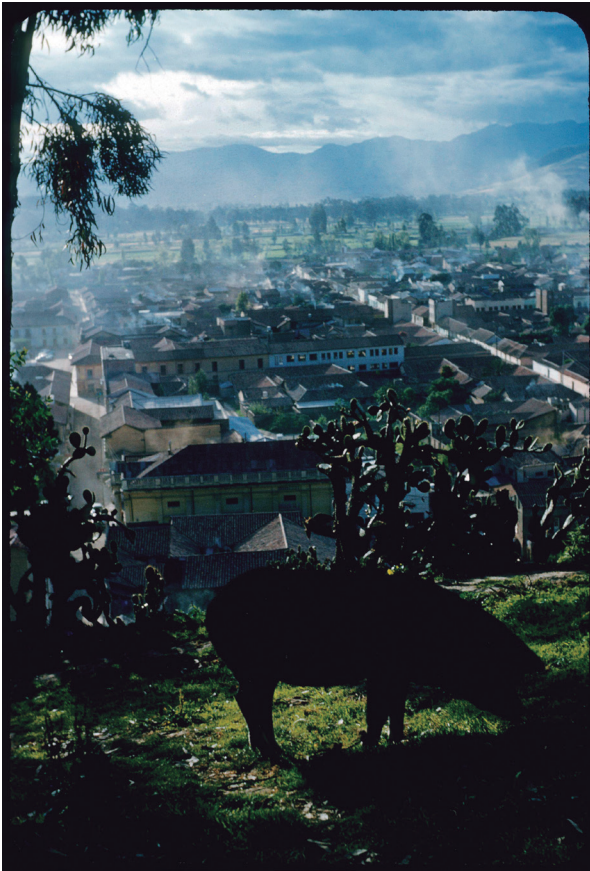
.....
⁹⁷ “El planteamiento de urbanismo sigue las ideas del Movimiento Moderno, las mismas ideas de la ciudad industrial según el pensamiento del arquitecto Le Corbusier, las cuales se materializan en *El urbanismo de los tres establecimientos humanos*. Le Corbusier reconoce tres asentamientos que conforman la ciudad moderna: la unidad de explotación agraria, la ciudad radio concéntrica y la ciudad lineal industrial. Esta última tiene un espacio en el

y el Plan Piloto de Sogamoso, que estuvieron vigentes hasta 1989. Este piloto, según Zambrano, quizás fue el único documento de planeación en Colombia que apostó por la industrialización a gran escala. En él el arquitecto Cesar Garcés —quien también trabajó en el CINVA— propuso la extensión de un plan vial en forma de anillos que iniciaba en el centro colonial y se expandía hacia las periferias, anillos que debían llenarse con las urbanizaciones. Al norte del valle se planteó la extensión de la vía férrea con dirección a las factorías, sin la necesidad de atravesar la ciudad de Sogamoso⁹⁸.

El valle de Sogamoso se estableció como el centro industrial de Boyacá y alrededor de la industria del hierro y el acero surgieron el Parque Industrial de Sogamoso, la Empresa Metalúrgica de Boyacá, Indumil y Sofasa. Al mismo tiempo aumentó la cantidad de hornos artesanales y chircales al oriente de la ciudad. Aprovechando los residuos resultantes de Acerías Paz del Río surgieron Cementos Boyacá (que recogió “la escoria” y la convirtió en la materia prima del cemento) y Abonos de Oriente (que utilizó el fósforo resultante de la coquización y lo dirigió a la composición de abonos y fertilizantes) (Bustamante, 1983).

.....
área rural y funciona como un satélite sobre la vía vehicular, transporte férreo u acuático” (Zambrano, 2016, p. 128).

⁹⁸ “Sobre el propuesto carril férreo se localizaría el área para el uso de industrias pesadas, las cuales se separan de la ciudad con un anillo agrícola. Finalmente, se contempla un área para industrias de menor tamaño en el interior de la expansión de la ciudad” (Zambrano, 2016, p. 136).



Sogamoso, Boyacá (1955)

Fuente: Leonard J. Currie Papers (Ms2007-028).

Para finales de los años sesenta Sogamoso experimentó el aumento en un 30 % de su mancha urbana respecto a 1948 (Herrera, 2004). Su crecimiento se puede resumir en la movilización de población desde las áreas rurales al centro urbano de Sogamoso, que al coparse rápidamente obligó a que se construyeran viviendas en los alrededores. Sin embargo, en esta ocasión ya la mayoría de las personas que realizaron estas construcciones se hallaban en condición de propietarios⁹⁹.

.....
⁹⁹ Sumado al ICT, las entidades bancarias y la siderúrgica brindaron oportunidades para formar una cooperativa de vivienda, que globalmente facilitó a obreros y empleados poseer una propiedad (Herrera Salamanca, 2004).

Entre acero y azadones

Como hemos visto, la industria siderúrgica incidió en importantes transformaciones de orden social, económico y productivo en el valle de Sogamoso desde finales de la década de 1940. Anteriormente, las posibilidades y las aspiraciones del gran conjunto de la población campesina se concentraron en ganar la posesión de un título de propiedad rural para garantizar su usufructo. Ahora, miles de campesinos trabajaban para la siderúrgica más importante del país y eran propietarios de vivienda en Sogamoso o Duitama. En este apartado nos preguntamos cómo se relacionó la producción y comercialización de acero de Paz del Río hasta 1980 con las transformaciones socioeconómicas del sector agrario en el valle.

Paz del Río produjo en su primer año 42 800 toneladas de acero en lingote. No obstante, la inexperiencia y el aprendizaje de los trabajadores colombianos afectaron a las primeras fundiciones¹⁰⁰. En 1957 la acería superó la barrera de las 100 000 toneladas, alcanzando las 114 384. Sin embargo, los Informes Anuales de la empresa revelan que para el año 1960 dos problemas venían inquietando a los presidentes Roberto Jaramillo y su sucesor Julián Moreno Mejía:

1. La baja producción en contraste con la estimada, de lo cual se culpaba a los inesperados y continuos daños en el alto horno durante las fundiciones.
2. Las bajas ventas versus la producción, lo que hacía que las bodegas estuvieran llenas de acero pendiente de comercialización.

Las deudas adquiridas desde el montaje hicieron que los pasivos fueran el común denominador de los Informes Anuales de la empresa en los primeros años¹⁰¹. A nivel latinoamericano, Brasil, México y Argentina eran los países líderes de la región en la

.....
¹⁰⁰ El 15 de diciembre de 1957 el alto horno entró en reparación debido al cambio de revestimiento de ladrillo refractario, el cual estaba en deterioro. La empresa McKee se encargó de dicha reparación y durante dos meses el horno estuvo apagado (Acerías Paz del Río, 1958).

¹⁰¹ Al final del montaje, la empresa reportaba un pasivo de 297 millones de pesos. La cifra se fue reduciendo, pero en 1958, ante la baja producción y los altos costos de reparaciones, subió a 133 millones. En 1962, con el despegue de la empresa, disminuyó a \$7 132 308 (Informes anuales Acerías Paz del Río, 1955-1970).

producción y consumo acerero, con cifras que hace tiempo superaban el millón y medio de toneladas por año. Paz del Río lentamente se fue posicionando hasta lograr reducir en 1958 y 1959 la importación de acero a menos de 100 000 t/año¹⁰².

Acerías Paz del Río producía alrededor del 80 % del total del acero nacional y le seguían las siderúrgicas semiintegradas: SIDELPA (Siderúrgica del Pacífico), SIMESA (Siderúrgica de Medellín S.A.) y Siderúrgica del Muña. La planta concentró su maquinaria en la producción de perfiles, barras, palanquillas y alambres de acero, los cuales vendía a todo público al por mayor y detal indiscriminadamente. Según el Informe Anual de 1958, el acero producido se comercializaba y distribuía por sector así: 13 % a la agricultura, 26 % a la industria, 14 % a otros, y el 47 % restante al Estado (Acerías Paz del Río, 1958).

La demanda nacional fue aumentando. A partir de 1960 las compras hechas por el Estado mejoraron los datos de ventas de la empresa y aliviaron lentamente las finanzas. Esta creciente demanda se debió a la industrialización que vivía el país, al nacimiento de nuevas empresas que cotizaban el precio del acero, y sobre todo al auge urbanizador del país y de Bogotá, que en estos años alcanzó márgenes históricos de crecimiento.

A partir de las reformas de orden agrario y económico motivadas por la política norteamericana de la “Alianza para el Progreso”, la siderúrgica empezó a vender al Estado el acero requerido para los proyectos de desarrollo e industria nacional movidos desde los ministerios e instituciones. Un ejemplo de este tipo fue la venta al Estado del alambre de púa necesario para la delimitación y entrega de baldíos a los colonos en Putumayo, Caquetá, Meta y los Llanos Orientales, según había sido dispuesto por la Ley 165 de 1961 de carácter agrario (Santos, 2006).

El aumento de producción motivó innovaciones tecnológicas hasta tal punto que en 1964 la empresa estrenó el tren eléctrico entre la planta y las minas, ayudando a mejorar la eficiencia en el

.....
¹⁰² Vale la pena mencionar que la acería no tenía la infraestructura para producir aceros planos y gran parte de ellos debían ser importados. En 1960 el consumo subió y la dependencia a los aceros extranjeros, sobre todo planos, que aumentó al 57 %.

transporte y a superar las doscientas mil toneladas producidas durante esta década. En cuanto a la mano de obra, en 1959 la acería requirió de 3 683 trabajadores; cifra que aumentó a 4 422 en 1964. Los registros de la empresa afirman que en estos años el 80 % de sus trabajadores eran de origen boyacense.

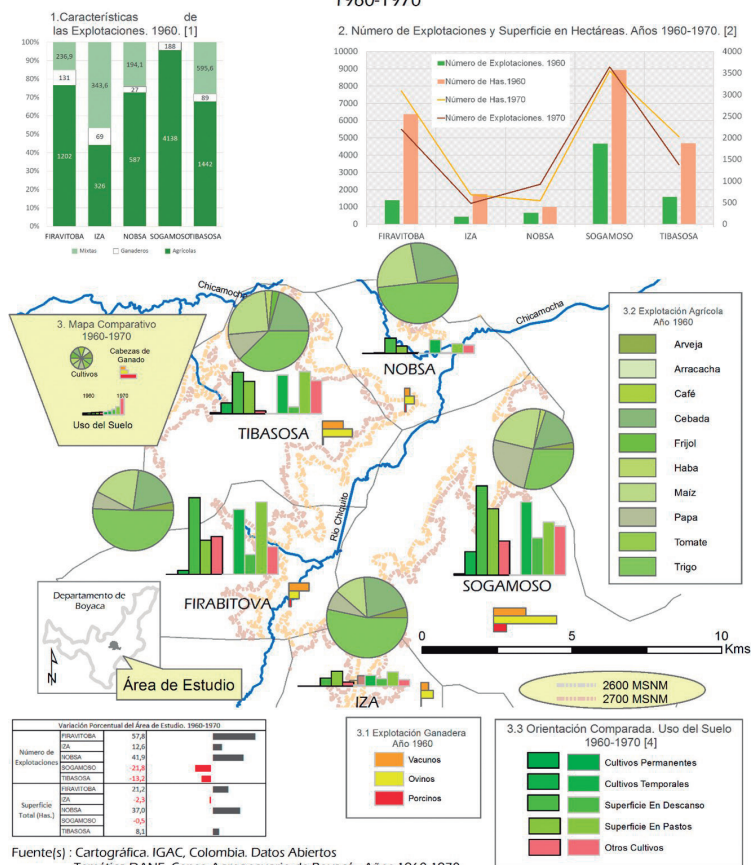
¿Adiós a la siembra?

El aumento de la productividad de la industria siderúrgica durante los años sesenta en la región, logrado principalmente por mano de obra en su mayoría local, nos hizo suponer que el impacto en la producción agrícola del valle debió ser significativo. De hecho, la actividad agrícola se estancó, se reorientó, o sufrió desarraigo como consecuencia de los jóvenes campesinos que abandonaron la ruralidad para dirigirse a la industria, la minería y a las grandes ciudades. Por medio del Censo Agropecuario de Boyacá de 1960, el Censo Nacional Agropecuario Boyacá-Meta de 1970 y los Boletines Mensuales de Estadística levantados por el Directorio Nacional de Explotaciones Agropecuarias y el Departamento Nacional de Estadística, nos proponemos comprender mejor estos desenlaces del desarrollo siderúrgico en el agro del valle de Sogamoso.

En 1960 el trigo era el cultivo principal y ocupaba unas 3 960 ha. Lo seguía el maíz con 2 269 ha. y la cebada con 1 962.5 ha. La disposición del suelo se orientaba a los cultivos de consumo local y su transformación en harinas. La papa, un histórico alimento en la dieta de los pobladores de estas altitudes, alcanzaba las 1 540 ha., sumándose a los cultivos de arveja, frijol y haba. El Censo Agropecuario de 1960 registró un total de ocupación de 15 896 hectáreas del suelo en uso agrícola y 4 502 ha. bajo uso ganadero, distribuidos en 504 predios¹⁰³.

.....
¹⁰³ 2 272.6 hectáreas son explotadas bajo un carácter mixto entre agricultura y ganadería.

Cambios en el Uso del Suelo en el Valle de Iracá 1960-1970



Gráfica I. Cambios en el uso del suelo en el valle de Sogamoso (1960-1970)

Fuente: Elaboración propia.

La planicie está compuesta por unas 20 000 hectáreas. En 1960 estaba dividida administrativamente entre los municipios de Firavitoba, Iza, Nobsa, Sogamoso y Tibasosa¹⁰⁴. Desde 1950 el valle vio la fuga de mano de obra rural a los más remunerativos trabajos mineros e industriales, a pesar del aumento al doble (entre 1953 y 1957) de los jornales agrícolas (arar, sembrar, fumigar y cosechar).

¹⁰⁴ La delimitación administrativa y política de estos municipios incluye zonas de ladera y montaña circundantes al valle que, por supuesto, aumentan el número de hectáreas totales.

El Censo de 1970 evidencia todavía el peso de la ganadería en Sogamoso al registrar que para la fecha existían 18 158 cabezas de ganado vacuno pastando a lo largo del valle. Nos sorprende el registro de 26 425 ovinos y 3 803 cerdos, de los cuales la mitad estaban en los alrededores de la ciudad. Estas cifras nos acercan a la oferta de ganado mayor y menor para consumo al interior del valle y las poblaciones aledañas, y también indican la lenta decadencia del comercio ganadero con Casanare, otrora fuente económica fundamental para Sogamoso. La construcción de la carretera Bogotá-Villavicencio reorientó la comunicación de los Llanos con el centro del país e hizo que la vía de Cusiana cayera en un segundo plano, impactando al comercio ganadero entre los Llanos y el departamento de Boyacá (Celemin, 2014). Sin embargo, el aumento del consumo urbano de carne en el valle de Sogamoso logró reorientar y sostener el histórico mercado ganadero de la región.

Como ilustra la gráfica anterior, entre 1960 y 1970 disminuyó el número de explotaciones agrícolas en Sogamoso y Tibasosa, pero aumentó en Firavitoba y Nobsa, haciendo que en 10 años aumentara la superficie explotada de 22 715 a 24 722 ha.¹⁰⁵. En este período de tiempo el volumen productivo y el uso del suelo aumentó levemente en vez de contraerse. Es particular en la región el predominio de los cultivos temporales menores a un año, preferidos frente a los permanentes¹⁰⁶. Al comparar los censos se evidencia un aumento de 1 515 ha. de la superficie en pastos, suponemos debido a la potrerización que vivió el sur del valle en Firavitoba. A partir de lo anterior, se evidenció la disminución del número de hectáreas de tierras en descanso de 9 624 a 3 023 ha. en 1970.

Según los censos agrícolas y la reconstrucción productiva visualizados en el Mapa 2, el comportamiento agrícola del valle de

.....
¹⁰⁵ “En 1960 por Unidad de Explotación se entiende toda extensión de tierra que se utilice total o parcialmente para la producción agropecuaria por un productor, sin consideración de título, tamaño o ubicación. En 1970 el total de la tierra situada en un municipio de la cual es productor una sola persona o sociedad constituye una Unidad de Explotación” (Censo Nacional Agropecuario, 1960, p. 138).

¹⁰⁶ “Un cultivo permanente son los que duran sembrados varios años y que, al dar la cosecha, la planta no desaparece. Los cultivos temporales que se aprovechan para cultivos cuyo ciclo de crecimiento es menor de un año” (Censo Nacional Agropecuario, 1960, p. 151).

Sogamoso en los mejores años de Acerías Paz del Río fue cambiante y no unidimensional. En algunos municipios aumentó la explotación agrícola y ganadera, suponemos debido al aumento de la demanda de alimentos de Sogamoso y Duitama. El crecimiento en Firavitoba fue de 57.8 %, en Nobsa de 41.9 % y en Iza de 12.6 %. En cambio, la aparición de la minería e industria hizo que disminuyera en Sogamoso (-21.8 %) y Tibasosa (-13.2 %).

En su conjunto, el uso de la tierra del valle durante el auge del acero se mantuvo orientado (por lo menos en tierra ocupada) a la agricultura por encima de la ganadería, la minería y el uso mixto. Con la industria no se transformó la estructura agraria, la cual se caracterizó por un alto número de dueños de minifundios y microfundios que se servían de unos pocos arrendatarios y peones para la cosecha¹⁰⁷.

La década de los setenta inició con optimismo para la empresa y la región por varios hechos destacados:

1. En 1968 terminó la ampliación de la Planta de Laminación y Sinterización de Acerías Paz del Río, que significaba la mejora tecnológica en una sección importante de la planta
2. Según el Censo Industrial de Boyacá de 1969, Sogamoso era la ciudad con mayor presencia de industrias del departamento (399)
3. El Parque Industrial se estaba consolidando como una alternativa para pequeños y medianos comerciantes de metales y manufacturas asociadas¹⁰⁸
4. En 1972 Acerías Paz del Río alcanzó su producción récord con 276 000 toneladas. Buena parte del acero comercializado se dirigió a las manufacturas de Bogotá, Cundinamarca y Valle del Cauca, sostenes del desarrollo del país.

Sin embargo, surgieron varios contratiempos a lo largo de la década que afectaron sensiblemente la producción e impidieron

¹⁰⁷ En 1970 la distribución de la población, la tenencia y la explotación suman a lo largo del valle: 3 201 dueños y patronos, 298 empleados, 2 437 peones, 1 255 arrendatarios y colonos.

¹⁰⁸ “El parque industrial es concebido como un instrumento para lograr el desarrollo y el fomento de la mediana y pequeña industria en Sogamoso. Entre sus objetivos están el fomento para la descentralización industrial, creación de nuevas fuentes de empleo y la atracción de inversionistas y empresarios” (Bustamante Quiroga, 1983, p. 5).

seguir el ritmo de los años sesenta. En la operación de la planta, los continuos daños del alto horno y sus permanentes reparaciones del revestimiento hicieron que la producción se ralentizara. A su vez, en el entorno laboral el Sindicato de trabajadores entró en paro dos veces durante la década, generando traumatismos en el proceso productivo y requiriendo de la intermediación de entidades públicas para su solución.

En términos energéticos y ambientales, a principios de los sesenta la potencia eléctrica (25 000 kW) de la siderúrgica se tornó insuficiente. Sus requerimientos de energía a plena capacidad alcanzaban los 35 000 a 40 000 kW, por lo que inició la compra de energía a Termopaipa¹⁰⁹. En 1975 y 1976, antes de la culminación de la línea eléctrica Paipa-Belencito, ocurrió el racionamiento nacional de energía, que afectó la producción normal de la acería. Por último, a finales de la década, el cruento invierno de 1979 y el catastrófico derrumbe sobre la vía férrea Belencito-Paz de Río hicieron pensar incluso en la imposibilidad de restablecer las operaciones¹¹⁰.

A nivel nacional y estatal el presidente de la empresa Darío Vallejo criticó continuamente la postura del Estado, quien, según él, redujo los estímulos para la industria y la construcción vertical (Carta del presidente, Informe Anual Acerías Paz del Río, 1976 a 1980). El estancamiento de las industrias de la construcción y metalmecánica —esta última destinada a abastecer la primera—, se tradujo en la disminución de la demanda de productos siderúrgicos

.....
¹⁰⁹ “Existen dificultades para la transformación a 66 kW que necesita PDR por la incapacidad de la línea que conduce la energía a Belencito. Por ello se ha adelantado un convenio con la Electrificadora de Boyacá, la empresa vendedora de energía de Termopaipa para que, con financiamiento de Paz del Río, se instale una línea 115 kW Paipa-Belencito. Esta línea terminó de instalarse a fines de 1977” (Puerta, 1978, p. 132).

¹¹⁰ “Los costos se vieron muy afectados tanto por alzas cuantiosas en algunos renglones, combustible, energía, etc., como por las consecuencias de los derrumbes en la vía Belencito-PDR, casi catastróficas. Los movimientos de tierra en las dos riberas del río Chicamocha que se volcaron sobre éste rebosándolo y desplazándolo de su curso, impusieron la construcción de un canal para volver a encauzar sus aguas y para desaguar en él una represa que se formó en longitud de 3 ½ kilómetros con profundidades hasta de 34 metros. La remoción del derrumbe, que durante más de un año interrumpió el tráfico del ferrocarril, significó un movimiento de cerca de 1 800 000 metros cúbicos de tierra con empleo de 63 500 horas de maquinaria pesadas” (Carta del presidente, Informe Acerías Paz del Río, 1980).

en Colombia. Otros golpes desde 1979 provenían del contrabando de acero y del otorgamiento de licencias de importación de aceros extranjeros.

A nivel latinoamericano, el escenario económico e industrial no era el mejor, como comenta el historiador Arturo Almandoz:


El fracaso del crecimiento económico, el desarrollismo y la modernización fue agravado, después de 1973, por los coletazos inflacionarios de las crisis internacionales, que en Latinoamérica no solo fueron causadas por los elevados precios de los combustibles, sino también por el impagable incremento de la maquinaria importada del mundo industrializado (Almandoz, 2008, p. 69).

La siderurgia internacional también se hallaba en crisis, pues el colapso petrolero de 1973 bajó progresivamente los precios internacionales *dumping*¹¹¹ del acero. Por ejemplo, en 1974 las barras de construcción se cotizaban en el mercado europeo a 325 dólares/ton., y a finales de 1980 el precio era de 167 dólares. El problema se agravaba ya que los costes de transporte y combustibles permanecieron al alza durante estos años (Carta del presidente Darío Avello Acevedo, Informe Acerías Paz del Río, 1980).

Acerías Paz del Río tuvo que adaptarse a los tiempos difíciles; sobrevivió y cambió su rumbo en las décadas siguientes. Entre 1954 y 1980 nunca superó las 300 000 toneladas por año. No obstante, Paz del Río colaboró en la materialización del anhelo desarrollista de Colombia, ya que su acero permitió el proceso de industrialización y urbanización de las ciudades colombianas, el crecimiento manufacturero nacional y la distribución estatal de metales a lejanas regiones del territorio. Su impacto local en un territorio que era eminentemente agrícola y socialmente rural fue relevante. En su momento más álgido, más de 13 000 personas oriundas de la región boyacense trabajaron para la acería. El crecimiento y la movilidad

.....
¹¹¹ *Dumping* es un término inglés que hace referencia a la práctica de discriminación de precios y se trata de una técnica de “competencia desleal” que consiste en vender un producto a un precio inferior al coste necesitado para producirlo.

campo-ciudad se presentaron en Sogamoso, villa colonial que vio el crecimiento expansivo de sus calles y el surgimiento de problemas sanitarios, sociales y urbanos inéditos que lentamente fue superando. Sin duda, el valle de Sogamoso se transformó con la llegada de Acerías Paz del Río; el brío del carbón (coque), los metales y el comercio lo convirtieron en el centro industrial y minero de Boyacá y del país en apenas un par de décadas. Sin embargo, en nuestras pesquisas observamos que el vigor industrial y la movilidad social no transformaron estructuralmente la vocación agrícola del valle. Por lo menos hasta 1980, las casas de bareque, los cultivos de trigo y los agricultores enruanados convivieron junto a las factorías, el alto horno y las nuevas generaciones establecidas ya en la ciudad.



**Tras las huellas
ecológicas de
la siderurgia
en el valle de
Sogamoso**



Como hemos visto, el arribo industrial de la siderurgia al valle de Sogamoso en Boyacá provocó la orientación gradual de la región a la minería y a la metalmecánica. En diferentes lugares del valle se abrieron minas en busca de yacimientos de hierro, carbones, calizas y arcillas, dando lugar al aumento de extracciones de minerales desde los tempranos años cincuenta. En muchas ocasiones las extracciones fueron realizadas por cientos de campesinos y sus familias que vieron en este sector una posibilidad de subsistencia y que colaboraron, a su escala, al amplio proceso que convirtió a Sogamoso en el centro minero y siderúrgico de Colombia en los años setenta.

Al comienzo de la investigación consideramos que las emisiones contaminantes del valle procedieron en su mayoría de Acerías Paz del Río. Sin embargo, a lo largo de la investigación descubrimos que durante este período aparecieron otras industrias derivadas y subsidiarias de menor tamaño (tanto formales como informales) que también participaron en la generación de impactos ambientales relevantes. Al mismo tiempo, la misma ciudad de Sogamoso generó su propio impacto a través de la producción de desechos orgánicos e inorgánicos. Aunque no fue posible llegar a la estimación cuantitativa de los flujos de materiales y energías en el *input* y *output* del valle de Sogamoso por la escasa documentación serial (como lo requiere la metodología del metabolismo socioecológico) la investigación sí permitió identificar y documentar esta información, lo que

significa un paso indispensable en el proceso inacabado y pendiente de comprender las transformaciones metabólicas de este territorio.

El proceso de industrialización y urbanización que vivió el valle de Sogamoso de 1954 a 1983 significó la circulación y el transporte de millones de toneladas de materiales, en especial de la energía (carbón) y los metales (hierro) que funcionaron como soportes de la cadena productiva metalúrgica y alfarera de toda la región. La extracción de materias primas, el consumo de energía y agua junto con el proceso de producción industrial generaron una carga ecosistémica que las fuentes permitieron identificar históricamente en la altiplanicie.

El caso de la relación entre Acerías Paz del Río y las transformaciones socioecológicas del valle de Sogamoso en Boyacá representa un ejemplo llamativo para la historia ambiental e industrial en Colombia, ya que aquí es posible estudiar el vínculo entre la producción industrial siderúrgica y extractiva y los residuos y desechos tóxicos industriales emitidos dentro de un ecosistema definido y durante un tiempo específico.

El interrogante fundamental que orienta este capítulo es aquél que se pregunta cuáles fueron las implicaciones socioecológicas de la producción industrial y el proceso de urbanización del valle de Sogamoso. Nos enfocamos en el aire y el agua, partiendo del interés por conocer las afectaciones ecológicas de este tipo de industrias al ecosistema: emisiones de CO₂, gases de efecto invernadero liberados al aire y desechos y sustancias tóxicas emitidas al agua.

Una ciudad bajo tierra

El invierno boyacense de finales de 1933 fue uno de los más fuertes del siglo, pero también uno de los menos conservados en la memoria colectiva¹¹². Sus estragos provocaron decenas de derrumbes

.....
¹¹² “Esta zona se caracteriza por tener dos períodos secos y dos períodos lluviosos. Los períodos lluviosos comienzan desde primeros de abril hasta finales de mayo, con el 15 % de la precipitación total anual y el segundo en los meses de octubre y noviembre y primera

y la destrucción de los municipios de Sativanorte y La Paz, que la exploración del Ministerio de Industrias a cargo de los geólogos Benjamín Alvarado y Enrique Hubach declaró “totalmente perdidos”¹¹³. La misma suerte tuvo Socha Viejo, un municipio aledaño que vio pasar las tropas del Libertador y que en 1870 debió ser reubicado como consecuencia de un derrumbe. Sativanorte mantuvo su nombre en el nuevo lugar de emplazamiento y La Paz se trasladó unos kilómetros al sur, a las estribaciones de los ríos Soapaga y Chicamocha, pasando a llamarse Paz de Río. Nadie tenía idea por entonces de los ricos yacimientos minerales que se hallaban bajo la superficie.

Para entender la dimensión de esta historia es necesario abordar —como lo hace esta sección— el proceso de extracción del hierro y el carbón, la tecnología de las minas y su papel en el proceso productivo de la siderúrgica. Con la claridad acerca de la base tecnológica del emprendimiento siderúrgico será posible preguntarse qué cambios trajo consigo la minería para la región, y cómo se desarrolló el trabajo de extracción para el abastecimiento de materias primas usadas en el alto horno en Belencito.

Geológicamente, la región forma parte de la cuenca de Santafé de Bogotá, y posee facies sedimentarias formadas entre las edades del Cretáceo (hace 145 m. a.) y Cuaternario reciente (hace 11 700 años). Estas facies estuvieron marcadas por dos factores: transgresiones marinas y la oscilación del piso geosinclinal¹¹⁴ de la provincia andina oriental (Reyes Chitarro, 1984). Estas condiciones se traducen en una composición arenisca y arcillosa del suelo y la existencia de considerables mantos de minerales y carbones en la región.

.....
década de diciembre con promedio del 14 %” (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, 1987, p. 13).

¹¹³ “El volumen de esta masa en movimiento es de unos 15 a 20 millones de metros cúbicos. Además, se han movido los terrenos situados en la banda derecha de la quebrada leonas y los de la banda derecha de la quebrada Sascanoas, inmediatos a la población” (Alvarado y Hubach, 1933, p. 2).

“Las causas que provocaron la destrucción de La Paz, población de 1 000 habitantes o más, se relacionan con el agrietamiento del suelo y con la solifluxión. En La Paz se ha deslizado la copa de una masa potente de arcillas” (*ibid.*, 1933, p. 5).

¹¹⁴ Se trata de cuencas alargadas que se rellenan de un gran espesor de sedimento.

En las exploraciones hechas a lo largo de los años cuarenta por el IFI se fueron descubriendo la riqueza de mantos en el centro de Boyacá, con grandes reservas de hierro (estimadas en hasta 50 millones de toneladas) en la Formación Guaduas y Socha-Inferior. Los yacimientos se encontraron en las inmediaciones de Paz de Río, destacándose El Uvo, La Mesa y Coloradales. En 1953 el geólogo Enrique Hubach señaló:

El mayor yacimiento de mineral de hierro de Colombia y el mejor dotado de materias primas esenciales, es el Oolita del tipo Clinton Ore de Paz de Río, compuesto de un banco de 2 a 61 m de grueso en capas plegadas, con una extensión de más de 20 km en ambas bandas del río Chicamocha (1953, p. 7)¹¹⁵.

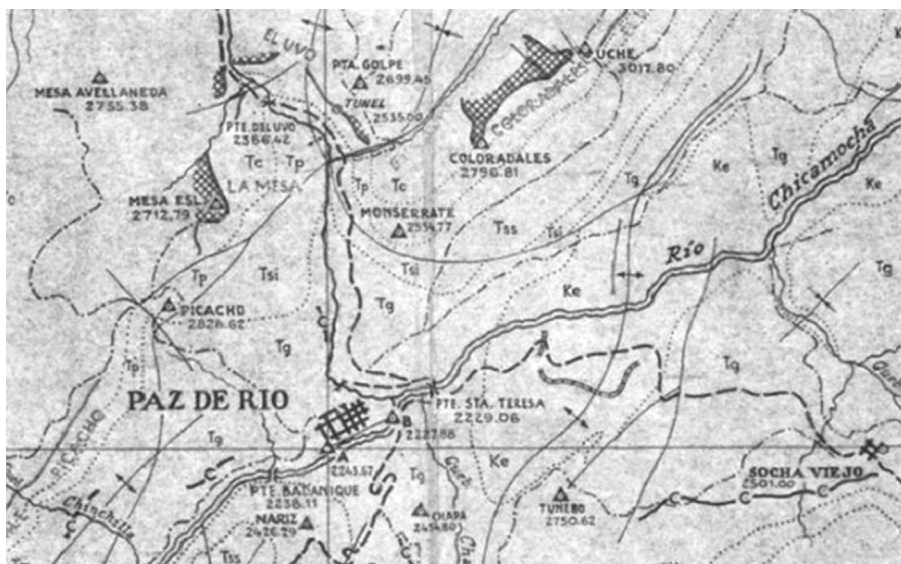
También se encontraron yacimientos de carbón que poseían diferentes composiciones químicas y, por ende, diversos grados de volatilidad. Los carbones aptos para la coquización se componen de altos contenidos de carbono y materias volátiles, así como de cantidades de cenizas inferiores al 9 %¹¹⁶. Los carbones térmicos poseen menos volatilidad y capacidad calorífica y más cantidad de cenizas. Las reservas de ambos carbones se estimaron en cerca de 138 millones de toneladas. Suárez y Alvarado mencionaron al respecto:

Aunque en general los yacimientos de carbón de Cundinamarca y Boyacá se formaron bajo condiciones similares, debe anotarse que en una misma localidad se presenta el caso de que unos mantos coquizan bien y otros no [...] [P]ermite suponer que durante la sedimentación se hayan presentado cambios en el material orgánico que originó los diferentes mantos (Suárez Hoyos, 1957, p. 24).

.....
¹¹⁵ Este autor también especifica que tenor medio del mineral es: Fe (48 %), Mn (0.26 %), SiO₂ (10.53 %), P (0.99 %), Al₂O₃ (5.88 %), S (0.07 %).

¹¹⁶ El carbón extraído es subbituminoso, bituminoso y semiantrácito. Cenizas 7-18 %, Materias volátiles 32- 38 % y Carbones fijos 50-54 % (Suárez Hoyos, 1957).

Como resultado de los hallazgos minerales, en los municipios de Paz de Río, Socha y Samacá se construyeron las minas, destacándose la mina de hierro El Uvo y la mina de carbón La Chapa, de las cuales se extraían y se extraen aún hoy las dos materias primas fundamentales para la acería.



Mapa 2. Mapa geológico general y prospección de yacimientos minerales alrededor de Paz de Río (1945)

Fuente: Sección del Mapa Geológico General del área Paipa-Sogamoso-Paz de Río-Sativanorte. Tipos de Formación: Tc: Concentración fm (Mioceno-Oligoceno), Tg: Guaduas (Eoceno), Tp: El Picacho (Mioceno-Oligoceno), Tsi: Socha Inferior (Eoceno), Tss: Socha Superior (Eoceno), Ke: Ermitaño (Cretaceo). Tomado del Servicio Geológico Nacional, 1945. Servicio Geológico Colombiano, Mapoteca de la Biblioteca Enrique Hubach IGAC, [Escala 1-50.000] T p. 1.

Con el ánimo de reconstruir las formas de trabajo en estas minas, acudimos de nuevo a los testimonios de los protagonistas de los hechos. Alfonso Núñez, nacido en 1929 en Mongua y quien entró a trabajar en la mina de carbón La Chapa en 1956, relata un día normal de trabajo minero:

Uno llegaba a la pieza de cambios de ropas, se cambiaba, iba y preguntaba ahí en la oficina qué novedades había, qué había que hacer. Uno llegaba y cogía su barro y el ayudante iba y llevaba su pólvora y cogíamos, si podía

uno por debajo, por el nivel, o en el tren hasta cierto punto, llegaba al Frente, arreglaba su máquina, la aceitaba, se cubría la cabeza, se equipaba y haga su perforación, esperaba que el capataz revisara y después pues cargue su quema, y queme y eche pa' fuera. Esa era la rutina (Alfonso Núñez. Nazareth, 25 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo 1993).

La Chapa hallaba su primer manto a 450 metros de profundidad y poseía cuatro túneles de acceso a los mantos de explotación. El carbón extraído era ideal para la coquización al poseer una capacidad calorífica de 6 000 a 8 000 calorías por kilogramo (Suárez Hoyos, 1957); era el más valioso de la Nación en ese momento. Respecto al trabajo en el fondo del socavón, Núñez relataba:

Uno lo que hacía era llegar y poner un emplasto con barro, poner la dinamita, dos o tres tacos, depende de la piedra lo gruesa que fuera, y se pegaba ahí con barro ¿no? y el barro se aseguraba ahí, se le prendía y eso estallaba y vencía la piedra, la trituraba, se llamaba emplasto (Alfonso Núñez. Nazareth, 25 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo 1993).

Preparar las explosiones se denominaba entre los mineros comúnmente *chisperiar*. Con el estallido la piedra triturada caía en una tolva, que luego era montada en el tren para su salida a la superficie. Tras los mineros había un equipo de trabajadores que iba revistiendo los túneles para asegurarlos de un eventual derrumbe. En La Chapa, el revestimiento se hacía con arcos de acero tipo D y concreto, pues los techos eran más débiles e inestables. En El Uvo la roca era más dura y el techo más resistente, por lo que el revestimiento se realizaba únicamente con madera. En torno a la madera, sabemos acerca del papel del eucalipto y del aumento de su siembra a lo largo del valle para varios oficios, pero en particular para la construcción y la estabilización de socavones¹¹⁷.

En su mejor momento (1969-1973), en las minas de Acerías Paz del Río trabajaron alrededor de 3 000 personas provenientes en su

.....
¹¹⁷ La búsqueda de fuentes documentales institucionales y de prensa fue infructuosa respecto a este material.

mayoría de zonas rurales que empezaron a poblar los municipios de Tasco, Socha, Paz de Río y Sogamoso. Junto con las extracciones para la acería, en la región se desarrolló la minería informal: un salvavidas para miles de campesinos y agricultores confinados en las montañas estériles del altiplano y sin acceso a energía eléctrica.

La bonanza minera en el centro-oriente de Boyacá enseñó lo fiero y azaroso del trabajo en los socavones. El minero Javier Rincón comentaba: “Ese trabajo es muy hijuemadre, sobre todo el tierrero que hay que soportar cuando están perforando; eso se llena de tierra y no se ve nada, eso sale uno, pero cubierto de tierra de la perforación” (Javier Rincón, Nazareth, 23 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo 1993). Y aunque se usaban máscaras, contaba: “por el calor tocaba quitársela para respirar bien, eso se ahogaba uno, hubo mucho personal enfermo del pulmón por la tierra” (*ibid.*). La minería era un trabajo de resistencia y alto gasto calórico al emplear permanentemente la fuerza de los cuerpos y tratar con rocas de cientos de kilogramos de peso en espacios reducidos y oscuros. Cuenta aún Javier Rincón:

Siempre se enfermaba uno porque eso como laboraba antes hay mucho riesgo, ya un machucón de una espinilla, un raspón, todos los días salía uno “lambrado”, no uno sino diferentes personas, eso todos los días había accidentes diferentes de algún compañero (*ibid.*).

Entrar a un socavón implicaba un riesgo permanente, como señalaba Alfredo Núñez: “El peligro es constante, ya como le digo entre nosotros la costumbre era, apenas entrábamos a los socavones échenos la santa bendición, si sale uno vivo bueno, si no sale muerto también” (Alfonso Núñez. Nazareth, 25 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993). Quedar atrapado, quemarse o envenenarse con gases eran las formas más comunes de morir en la mina. Entre los accidentes más frecuentes Javier Rincón recuerda: “se rodaban, se rodaban los mineros cuando estaba muy pendiente, eso que estaban amarrados, pero al soltarse no sé; cuando nosotros pasábamos estaban pa’ abajo ya muertos” (Javier Rincón. Nazareth, 23 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).



Minero en una entrada de La Chapa (1956)

Fuente: Tomado del Centro Interamericano de Vivienda, Servicio de Intercambio Científico “Proyecto Sogamoso-Paz de Río, ensayo de una metodología”. Bogotá, 1956, p. 142.

Antes de la planta térmica de Belencito (1954) de 25 000 kW y de Termopaipa (1966) de 99 000 kW en el departamento de Boyacá ya existía una potencia energética total de 2 600 kW, suficiente apenas para que los habitantes de los cascos urbanos de la región tuvieran acceso a electricidad. Por lo demás, la mayoría de las zonas rurales mantuvo el uso de lámparas de kerosene, carbón térmico, leña o velas¹¹⁸. A las minas ubicadas en la población de Paz de Río se dirigieron 2 800 kW desde Belencito, los cuales permitieron ejecutar técnicamente las labores de carga y transporte de los minerales explotados.

El transporte es un elemento fundamental para el éxito de la industria pesada. Al principio de la explotación, los obreros debían sacar los minerales con la ayuda de caballos y con los costales en sus hombros¹¹⁹. Más tarde inició el transporte por locomotora y va-

¹¹⁸ Esta potencia fue aumentando conforme creció la red eléctrica nacional, la red íntegra La Mesa-Suba-Chivor y Tunja. En los años en estudio se unieron a la red eléctrica departamental: 1 Mv en Samacá, 2 x 1.25 en Tunja, Turbovapor y Termopaipa de 99 Mv ambas, 2 Mv en Nobsa y el Turbovapor de Belencito de 2 x 12.5 Mv (Villamil Guzmán, 2013).

¹¹⁹ Dice Javier Rincón: “Tocaba en una zorra tirar con un caballo pa’ sacar la carga pa’ afuera”. Y Marco Lino Cuevas: “La sacada del mineral era en costales y a maleta; el trabajador se

goneta, pero el cargue y descargue de miles de toneladas trancaba continuamente la operación, hasta que en 1972 se instalaron cintas transportadoras eléctricas que aumentaron la capacidad a 3 500 toneladas diarias sacadas a la superficie¹²⁰.

El material extraído llegaba a un Patio General de almacenamiento donde se depositaban hasta 12 000 toneladas, que luego pasaba a la trituradora para ser convertido en gránulos inferiores a cuatro pulgadas para tomar rumbo a la planta lavadora. Esta seleccionaba los carbones según el grado de cenizas, dejándolos listos para que fueran cargados en los cables aéreos¹²¹. En el caso de la mina de hierro, el cable aéreo transportaba 400 toneladas de mineral por viaje para ser trituradas a menos de cinco pulgadas en la población de Paz de Río. Este cable aéreo tenía una longitud de 2 900 metros desde la mina al pueblo (López Montoya, 1973).

El circuito productivo de Acerías Paz del Río era único en el mundo en su momento, pues en un radio de treinta y cinco kilómetros hallaba el acopio de sus materias primas fundamentales: hierro, carbón, caliza y agua. El transporte del carbón y el hierro triturado tomaban rumbo a la acería por medio del ferrocarril Belencito-Paz de Río, el cual tardaba una hora y treinta y cinco minutos en llevarlo a la planta en Belencito¹²². Este tramo del ferrocarril era propiedad de la empresa, mientras que el tramo Bogotá-Belencito era administrado por Ferrocarriles Nacionales. A finales de 1950 los técnicos de la siderúrgica iniciaron los estudios para sustituir la

.....
echaba un peso de más o menos tres arrobas subiendo hasta que la sacaba afuera a botarla” (Angulo Jaramillo, 1993).

¹²⁰ Eran bandas transportadoras de 800 mm y 45 kW, con capacidad de 250 ton/hora y velocidad de 1.30 m/seg. (Cantor Maldonado, 1973).

¹²¹ “Un carbón crudo (tal como sale de la mina) está constituido desde el punto de vista de su aplicación industrial, por tres fracciones: Con contenido inferior a 9 % de cenizas, utilizado en la fabricación de coque o en plantas térmicas, con contenido de cenizas comprendido entre 9 % y 30 %, que recibe el nombre de «mixtos» utilizable solamente en plantas térmicas. Y finalmente, con contenido de cenizas superior al 30 % que constituyen los estériles desechables” (Cantor Maldonado, 1973, p. 39).

¹²² La línea corre a lo largo del cañón del Chicamocha, es de una sola vía con apartaderos en cada extremidad, transporta un promedio de 3 200 toneladas diarias y la operan un total de 270 personas (Electrificadora de Boyacá S.A., 1981).

tracción de vapor por una eléctrica, y en 1964 comenzó la operación del ferrocarril eléctrico, primero en Colombia.

La línea Belencito-Paz de Río recorría tres estaciones intermedias: Corrales, Peña Blanca y Tasco, antes de abrirse paso por el amplio valle de Sogamoso. Disponía de 6 locomotoras eléctricas de 1 350 caballos de fuerza que transportaban alrededor de 10 000 toneladas diarias de materiales para la siderúrgica. La electrificación de la línea aumentó la confiabilidad del transporte entre la mina y el alto horno. Sin embargo, en el invierno de finales de 1979 ocurrió un deslizamiento a cuatro kilómetros aguas arriba de Paz de Río, en la vereda Carichana. Este evento paró el tránsito férreo por más de un año y resultó evidentemente funesto para el circuito productivo de la acería, pero también afectó gravemente el río, ya que “el derrumbe causó una gran represa que generó el taponamiento temporal del río y la destrucción de 700 metros del ferrocarril”¹²³.

La llegada del ferrocarril a la acería simboliza, para nuestra lectura, la forma de entrada de materiales al valle y a Sogamoso para su posterior fundición y transformación siderúrgica. Las materias primas que llegaban a la planta de Belencito se reunían en el Patio de Materiales: la caliza era traída de una cantera a tres kilómetros de la planta y el agua del lago de Tota. Según las especificidades granulométricas, el carbón se dirigía a la planta de coque o al alto horno, para consumirse como combustible o fundente.

.....
¹²³ El derrumbe fue uno de los diez más importantes de la historia del país con 1 800 000 toneladas métricas de tierra movida, según Juan Esteban Hernández (2006).



Ferrocarril Paz de Río-Belencito (1958)

Fuente: Tomada del Fondo fotográfico digital Nereo López, Biblioteca Nacional de Colombia. Fotografía en blanco y negro 35 cm.

En el alto horno, con temperaturas cercanas a los mil grados Celsius, se elaboraba el hierro y el arrabio a partir de la fundición de los materiales. La pared del horno estaba revestida con ladrillo refractario para soportar la temperatura (Duarte Riveros, 1966). El alto horno era la cabeza de todo el proceso productivo, pues para él la planta de fuerza producía el vapor: necesario para la inyección en la fundición y el comprimido, fundamentales para la consecución del arrabio.

Este proceso lo describe en detalle Silvestre Escandón, quien se pensionó en 1988 después de trabajar treinta y cinco años en la Sección de Alto Horno. De su trabajo recordaba: “Se cargaba el mineral grueso y mineral mediano, pero fino no, porque eso se adhiere a las paredes [...] Se trataba de sacar el máximo, porque tú todos los días

le estás sacando 800 ton. a 1 000 ton. al horno” (Silvestre Escandón. Bogotá, 15 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993). En ningún momento se apagaba el horno, ya que retornar a las altas temperaturas tardaba mucho tiempo. Incluso las reparaciones se hacían con este prendido, como testimoniaba Escandón:

Reparábamos con el horno lleno, solamente cargando mineral fino, con el fin de evitar que los gases pasaran a través de la carga, porque eso es monóxido de carbono, CO_2 , entonces eso es muy tóxico y, lógico. nosotros trabajábamos con equipo de seguridad, pero nos tocaba trabajar en la parte alta a una temperatura yo creo posiblemente 30 grados o más, trabajar así (*ibid.*).

La temperatura promedio del altiplano es 14 °C, ideal para las fundiciones metalúrgicas. Sin embargo, al interior de la planta el calor era alto y constante, y los accidentes eran muy comunes, dejando consecuencias en la salud de miles de trabajadores, como el mismo Escandón relata:

Claro que sí, claro porque el ambiente: polvillo, gas, temperatura, pues ahí sí... mejor dicho. El sistema de trabajo es sumamente pesado, la mayor parte de los que trabajamos allá todos nos quemamos los pies, nos quemamos las manos, gente mucha, demasiada gente se accidentó, digamos dedos, la cara quemada, el cuerpo, gaseados (*ibid.*).

La producción de arrabio en el alto horno dejaba tras de sí una huella de escorias y desechos. El residuo sólido se aprovechaba como materia prima del cemento, mientras el material químico particulado y líquido salía del complejo industrial emitido al aire y a los cauces de agua. El arrabio líquido dejaba el alto horno y pasaba a la sección de convertidores en donde, como su nombre lo indica, se convertía el arrabio en acero (Diagrama general de producción de la planta de Belencito. Informe anual Acerías Paz del Río, 1955). En las secciones de laminación y trefilería el acero tomaba su forma de acuerdo con los requerimientos del mercado. Aquí terminaba el proceso de producción siderúrgica de Paz del Río.



Alto horno de Belencito, años sesenta

Fuente: Tomado de Rodríguez, H. "Tunja-Belencito, 1963-74". Biblioteca Digital, Fondos Fotográficos, fmanuelh_3118. Biblioteca Nacional de Colombia.

Excede las posibilidades de la presente investigación el cálculo de los balances metabólicos de Acerías Paz del Río durante las tres décadas de funcionamiento, en primer lugar, porque la complejidad del proceso de producción (que incluía varias transformaciones físico-químicas y una variedad de emisiones) demanda experticias a las que no tenemos acceso por ahora para poder traducir la información disponible en cuantificaciones metabólicas. Pero, en segundo lugar, resulta de gran dificultad documentar con precisión las emisiones en el valle por parte de industrias formales e informales que surgieron luego de Acerías Paz del Río, incluidas también las emisiones domésticas por el consumo energético de carbón térmico y de leña en las cocinas. Por último, debe señalarse una vez más la dificultad de acceder a fuentes primarias empresariales. Quisimos recopilar la

información acerca de los consumos energéticos en el período de estudios, pero Acerías Paz del Río S.A., actualmente en manos de la sociedad brasileña Votorantim, y Electricadora de Boyacá (EBSA) afirmaron no poseer las series históricas de consumo eléctrico.

Así, nuestro análisis se orientó hacia identificar el perfil metabólico del valle y sus industrias, y a profundizar en las implicaciones ambientales de la extracción minera y la producción industrial en la atmósfera y en los cuerpos de agua desde el inicio de la producción hasta los primeros años de la década de los ochenta. El análisis de índole cuantitativo se complementó con las fuentes orales y cualitativas que reportaron el histórico deterioro ambiental del valle de Sogamoso y sus actividades mineras y siderúrgicas.

Del horno al aire

A la par de la extracción de materiales hecha por la siderúrgica en las minas La Chapa (carbón coquizable) y El Uvo (mineral de hierro), surgió un mercado alterno e informal con otros materiales: el carbón térmico, la arcilla, la caliza y la roca fosfórica. En 1964, diez años después del arribo industrial, ya se registraban 2 582 personas relacionadas con la explotación de yacimientos de carbón y canchales de la región. En el siguiente censo, en 1973, la cifra se mantuvo en cerca de 2 710 trabajadores mineros. Las poblaciones focalizadas en esta actividad eran Gámeza, Corrales, Sogamoso y Samacá, que en el Censo del sector carbón (Carbocol) de 1983 registraron el mayor número de minas informales y activas de Colombia (Carbocol, 1973, p. 3).

Desde finales de los años cuarenta se incrementó la explotación del carbón térmico usado para la alimentación de los hornos artesanales, chircas y ladrilleras que fueron surgiendo al oriente de Sogamoso, así como para las miles de viviendas y cocinas del valle en proceso de urbanización. Si bien Sogamoso tenía una pequeña participación en la producción alfarera departamental antes de los hallazgos (Barreto, 2014), la producción despegó a finales de 1950 gracias a las reservas de arcilla y caliza de las laderas del oriente de

la ciudad y a la abundante oferta de carbón térmico, que permitió cocinar cada vez mayores cantidades de ladrillos y tejas.

En pocos años Sogamoso se convirtió en el primer productor y distribuidor de materiales de construcción de todo el departamento, abasteciendo las crecientes ciudades de Tunja, Duitama, Paipa, y el mismo Sogamoso. Eran tiempos refulgentes, pues el acero, hierro, cemento, ladrillo y caliza mantenían los hornos del valle encendidos las 24 horas. Pero a la par del fulgor industrial, los cielos del valle se fueron tornando cada vez más oscuros y cenicientos.

La contaminación atmosférica es una consecuencia generada por la quema de combustibles. La interacción del carbón, el coque, el hierro y otros materiales dentro de los hornos resulta en la emisión al aire de CO_2 , óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y polvo (Cadavid Marín, 2014). El material particulado con un diámetro menor a diez micras es perjudicial para la salud humana ya que penetra profundamente en los pulmones, especialmente en niños menores de cinco años y en adultos mayores de sesenta y cinco. A su vez, la alta emisión de CO_2 por fuentes fijas o móviles produce el polvo en suspensión y los gases de efecto invernadero (Avellaneda, 2007, p. 74).

En América Latina, el interés por la contaminación del aire inició en la década de los cincuenta cuando las universidades y los ministerios de salud efectuaron las primeras mediciones. En 1965, durante un período en el que ningún país era consciente de la magnitud de su contaminación atmosférica, la Oficina Panamericana de la Salud inició un programa regional de tecnología de monitoreo de los problemas del aire. Así nació la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES), que por medio de una red de estaciones inició el monitoreo de la contaminación. En 1967 empezó con ocho estaciones y en 1974 ya poseía ochenta y ocho distribuidas en veintiséis ciudades de catorce países (Ángel Macías, Mauricio Alberto, y Stefania Gallini, 2019).

En Colombia se instalaron estaciones en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena y Medellín, pero (lastimosa y curiosamente) no en Sogamoso, polo industrial del

país¹²⁴. En nuestra búsqueda de fuentes que hayan estudiado los cambios fisicoquímicos en la atmósfera del valle, la más antigua que hallamos provino de la Secretaría de Salud de Boyacá del año 1978.

Entre 1952 y 1954, durante de los primeros años de Acerías Paz del Río y mientras Sogamoso se acomodaba a la masiva llegada de personas, los testigos de la vida diaria relataban el arribo de buses llenos de trabajadores de Sogamoso a Belencito por carreteras sin pavimentar y enceguecidos por las polvaredas. La población y los trabajadores estaban completamente expuestos a las emisiones de la planta de coque y el alto horno. Cecilia Bernal trabajó como secretaria de Acerías Paz del Río desde el principio y recuerda:

Era arduo, arduo el trabajo, mucho polvo, una cantidad de polvo en todas partes porque se estaba abriendo la Planta, las excavaciones, y era un polvo tremendo; yo creo que nosotros los que iniciamos a trabajar fuimos los que comimos más polvo en esta República de Colombia, porque era un polvero terrible (Cecilia Bernal. Sogamoso, 3 de octubre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

Silvestre Escandón, quien trabajó desde 1954 en la planta y era el de mayor edad entre sus compañeros, anota: “Yo empecé muy joven en la Empresa, y ya ellos eran maduros y ya han muerto, y murieron mal, hay muchos que han muerto muy mal, mal del pulmón, mal del reumatismo” (Silvestre Escandón. Bogotá, 15 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993). La permanente exposición de los trabajadores a componentes químicos, monóxido de carbono, CO₂ o vapor, generaron varios accidentes dentro de la planta, sufriendo lo que ellos llamaban *gasearse*. Algunos de los pensionados empezaron a sufrir enfermedades respiratorias agudas, según ellos debido a su exposición en las minas o en el interior de la planta en Belencito.

En la década de los sesenta fue aumentando la emisión de CO₂ al aire del valle. La electrificación de la línea Belencito-Paz del Río alivió un poco esta tendencia, no obstante la llegada de empresas

.....
¹²⁴ Organización Panamericana de la Salud, 20 CEPIS, 1974.

asociadas al sector metalmeccánico como Indumil, Cementos Boyacá y SIDENAL. Estas empresas a su vez impulsaron la iniciativa municipal de constitución del Parque Industrial de Sogamoso en 1969 junto con una veintena de otras empresas adscritas en su mejor momento (Bustamante Quiroga, 1983). La línea de ferrocarril Bogotá-Sogamoso de Ferrocarriles Nacionales siguió funcionando con carbón y las carreteras del valle se fueron copando de camiones y tractomulas a gasolina y diésel que transportaban toneladas de materiales e insumos químicos.

En 1965 Acerías Paz del Río superó las 200 000 toneladas de acero/año producido, resultado que se tradujo en la extracción, lavado y quema en la planta de alrededor de 450 000 a 500 000 toneladas de carbón al año. El proceso tecnológico de la empresa fue tornándose más eficiente en esta relación, sobre todo en cuanto al mineral de hierro extraído, que fue sumamente desperdiciado en los primeros años. En 1972 se instaló en el alto horno la inyección del combustible *fuel-oil* que disminuyó en un 30 % el consumo de carbón coque, y también una planta de sinterización de minerales finos que redujo en un 11 % el consumo de materias primas por tonelada de arrabio producido.

A partir del análisis tecnológico de German Puerta (1978), los informes anuales de la empresa y las series históricas de producción levantadas en nuestra investigación, podemos estimar que de 1954 a 1980 se quemaron unos 6 millones de toneladas de carbón solamente en el alto horno de Paz del Río, de los cuales el 50 % se transformó en dióxido de carbono (CO_2) y el otro 50 % en monóxido de carbono (CO), emitidos en su totalidad al aire (Puerta, 1978; Acevedo Aguilera, 2011; Cadavid Marín, 2014).

En Sogamoso se extendió el uso de carbón térmico en las viviendas y sus cocinas. Aún no se había difundido el uso del combustible *cocinol* y mucho menos del gas natural, por lo que este carbón era el único disponible y el más eficiente en la cocción de alimentos y la generación de calor. Hubach calculó el valor calórico de carbón

térmico entre 13 500 y 15 000 b.t.u¹²⁵. En la región, sin embargo, buena parte de la población campesina rural mantuvo el uso de la leña traída de los ralos bosques altoandinos de los alrededores.

En la ciudad también se experimentó el crecimiento de la accidentalidad desde que empezaron a llegar vehículos en masa en los años cincuenta. La inexperiencia, los cables de luz a baja altura y la falta de vías pavimentadas eran las causas más frecuentes de los accidentes. Los periódicos locales daban cuenta de éstos: en los años sesenta el *Diario El Oriente* registró la continua accidentalidad, sobre todo durante la noche, en la vía Nobsa a Belencito, y mencionó la gran cantidad de humo emitido por el alto horno y las cementeras, sumadas a la baja iluminación de las carreteras (Chaparro Montaña, 2013).

En los años sesenta y principios de los setenta se vivió el auge de la industria siderúrgica y metalmecánica. Seguramente existió una correlación entre el aumento del extractivismo, el transporte, la contaminación atmosférica y las afectaciones a la salud humana de los habitantes del valle. El Informe de Salud Pública de Sogamoso de 1958 indicó que la mayor causa de muerte en los niños menores de cinco años eran las enfermedades respiratorias. Para esta investigación establecimos contacto con la Secretaría de Salud de Sogamoso con la intención de buscar las series o registros de morbilidad y mortalidad infantil y adulta, pero se nos informó que la Secretaría en los años de nuestro período de estudio no realizaba vigilancia epidemiológica a los habitantes.

Encontramos, sin embargo, el registro de defunciones en hospitales en 1977 por grupo de edad. De su consulta se comprobó que el 35 % de las defunciones en Sogamoso ocurrió en niños de 0-4 años y el 25 % en personas mayores de 65 años. Lastimosamente, esta fuente no nos permite probar la participación de la contaminación del ambiente en la morbilidad y mortalidad, sumado a que en la

.....
¹²⁵ BTU (British Thermal Unit) es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit. Fue la unidad de medida más utilizada en los informes técnicos y físicos en América Latina, luego sustituido por el J (joule) (Hubach, 1953, p. 8).

historia de Colombia y de Boyacá fue muy común la alta tasa de mortalidad en niños menores de 5 años y sobre todo antes de cumplir el primer año¹²⁶. No hallamos más registros en el Archivo Departamental de Boyacá ni en la Seccional de Salud de Boyacá, por lo que este tópico representa una primera aproximación investigativa a la relación entre la industria siderúrgica, su contaminación y la salud humana en esta región del país¹²⁷.

Para contribuir con el Informe Boyacá en Cifras de 1977-78, el Departamento Nacional de Estadística instaló tres estaciones de control de contaminación atmosférica en Tunja, Nobsa y Sogamoso, buscando medir la contaminación proveniente sobre todo de las industrias Acerías Paz del Río y Cementos Boyacá.

.....
¹²⁶ La Secretaría de Salud-Seccional Boyacá registró en 1977 en Sogamoso la muerte de 29 niños de 0-4 años, 1 de 5-14 años, 10 de 15-44 años, 24 de 45-64 años y 21 de 65 o más años.

¹²⁷ Esperamos que esta aproximación motive nuevas investigaciones que logren vincular la contaminación del aire y la salud humana en la historia de Colombia.

Contaminante	Estación	Tiempo de observación (meses)	Valor mensual máximo registrado mgr/cm ³ 30 días	Promedio general mgr/cm ³ 30 días
Polvo sedimentable	Tunja	20	4.31	2.03
	Sogamoso	34	1.19	0.57
	Nobsa	15	3.05	1.39
Polvo en suspensión	Tunja	20	96	56.47
	Sogamoso	31	170.41	110.75
	Nobsa	14	141.93	83.83
Anhídrido sulfuroso	Tunja	7	2.75	(...)
	Sogamoso	31	24.50	14.65
	Nobsa	14	2	8.15
Corrosividad	Tunja	20	19	335
	Sogamoso	32	12.2	2.11
	Nobsa	14	22	3.86

Tabla 3. Resultados obtenidos de contaminantes por estaciones y tiempos de observación. Valor mensual máximo registrado y promedio general, 1978

Fuente: Tomado del Servicio Seccional de Salud de Boyacá — División de Saneamiento Ambiental, Boyacá en Cifras 1977-78, Departamento Nacional de Estadística, Bogotá.

Según los parámetros de la REDPANAIRE, el polvo sedimentable permisible era 0.5 mg/cm³/30 días; valor que tanto Sogamoso (1.19 mg/cm³/30 días) como Nobsa (3.05 mg/cm³/30 días) ampliamente superaron. En Tunja, las sedes de la Fábrica de Caolines de Boyacá y de Ferroaleaciones de Colombia mostraron sus efectos con 4.31 mg/cm³. El polvo en suspensión permisible, a su vez, era de 100 mg/cm³. En Sogamoso se registraron 170.41 mg y en Nobsa 141.93. La corrosividad, parámetro aun no establecido por la RED, registró en Sogamoso 19 miligramos por centímetro cúbico y en Nobsa 22. El anhídrido sulfuroso establecido por la red era de 70 mg/cm³ y en este caso ninguna población lo superó.

Aunque no se hicieron estudios en su momento para encontrar la correlación entre estos valores y la actividad siderúrgica en el valle, los resultados hacen plausible la hipótesis de que la alta cantidad de polvo sedimentable en el aire de Nobsa estuvo relacionada con la producción contigua de cementos. En Sogamoso la

combustión de la industria siderúrgica y de los hornos domésticos y alfareros provocaron la alta cantidad de polvo suspendido en el aire: casi el doble del permisible por la REDPANAIRE.

A principios de los años ochenta el mercado siderúrgico sufrió varios reveses por las crisis política, económica y energética global que incidieron en el estancamiento industrial de la región durante toda la década. Sin embargo, la producción cementera y metalme-cánica se mantuvo con vigor en el valle, satisfaciendo el consumo interno de ciudades como Bogotá, que no paró de crecer desde los años cincuenta. Por otro lado, la extracción de carbón térmico explotó en las zonas rurales de todo el valle y las laderas circundantes.

En 1983, Carbones de Colombia (Carbocol) registró actividad en 325 minas de las zonas rurales de seis municipios, destacándose enormemente Gámeza, Tópaga y Sogamoso. Solo en el pequeño municipio de Gámeza existían ochenta y siete minas explotadas en su mayoría por la totalidad de las familias campesinas que buscaban en la comercialización del carbón una oportunidad de negocio y subsistencia. Resultó vertiginosa la velocidad con la que al oriente de Sogamoso aparecieron minas y chircales de todo tipo, identificándose 120 extracciones activas para 1983 (Estadísticas Básicas del sector carbón 1970-1983, Carbocol, p. 3).

El carbón térmico extraído de manera artesanal, sin mucha ayuda mecánica, evidentemente conllevó riesgos para la vida y salud de las familias y personas vinculadas al negocio. Nos impresiona que bajo métodos rudimentarios se hayan extraído en 1983 unas 239 287 toneladas de carbón de estas 325 minas (*ibid.*). Con la influencia de la siderúrgica y las minas artesanales, el departamento de Boyacá se convirtió en el primer productor nacional de carbón y un referente en asuntos técnicos mineros, hasta el punto que desde 1960 existe allí una sede de formación técnica en industria y minería del SENA. En 1983 se calcularon alrededor de 1 205 minas en todo el país y solo en Boyacá habían 600, doblando en capacidad instalada a Cundinamarca y quintuplicando a Antioquia(*ibid.*).

A la par del crecimiento extractivo de carbón térmico fueron aumentando el número de hornos artesanales y chircales para la cocción de miles de ladrillos y tejas. Las laderas orientales de la

ciudad sufrieron paulatinamente la pérdida de cobertura vegetal y la alteración de sus fuentes hídricas. Las veredas Pantanitos, La Ramada y Ombachita fueron las que más sufrieron la transformación de su paisaje físico, ya que allí se hallaban los lugares de extracción masiva de arcilla y en sus alrededores se encontraban los chircales para su moldeo y cocción.

El crecimiento de la oferta de carbón se sustentó con la diversa demanda de la ciudad de Sogamoso y de los hornos artesanales, relación que se integraba en un radio de pocos kilómetros. Desde la década de 1980 el número de hornos artesanales en el valle fue aumentando hasta alcanzar las 400 unidades. De igual manera, también aumentó la dependencia de cientos de familias a este mercado. En los ochenta se requerían unas 4 toneladas de carbón para cocinar alrededor de 15 000 ladrillos en los hornos artesanales. En los años noventa se reconoció que más del 50 % de la contaminación del aire del valle provenía de estos hornos, cuyo humo emitido contenía trióxido de azufre, y que descendía continuamente en forma de neblina a las calles de Sogamoso (*El Tiempo*, 11 de junio de 1999).

Los entes ambientales aumentaron su compromiso por vigilar y controlar la contaminación del valle de Sogamoso desde 1983 adquiriendo los equipos de medición necesarios. No obstante, no fue hasta entrados los años noventa, cuando los problemas de contaminación se intensificaron, que se instaló una estación de vigilancia e se inició el proceso de seguimiento gracias a la creación de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ),

En las dos décadas previas al nuevo milenio la calidad del aire empeoró considerablemente en el valle y en Sogamoso, generando el aumento de los casos de infecciones respiratorias agudas en el Hospital público San José. Estudios periodísticos de finales de los noventa identificaron que en el valle se estaba empezando a presentar un fenómeno de desvalorización de la tierra y los inmuebles de la ciudad debido a la constante “cortina de humo” en los cielos del territorio. El desarrollo industrial que impulsó a la villa a crecer en

los cincuenta era en los noventa el responsable de la desvalorización de su ciudad por la alta contaminación del aire¹²⁸.

En síntesis, hemos identificado el progresivo deterioro del aire del valle a raíz de la llegada de diversas industrias y a la masiva quema de combustibles en las centenas de hornos que surgieron desde la llegada de Acerías Paz del Río hasta entrados los años ochenta, en donde se agudizó con fuerza las consecuencias de las emisiones durante las últimas tres décadas. Sin embargo, la contaminación no afectó únicamente al aire. La alta carga de residuos industriales, urbanos y agropecuarios también llegó a todos los cuerpos de agua del valle y el páramo que desembocaban finalmente en el cauce del río Chicamocha.

Lo que el agua se llevó

El valle de Sogamoso es atravesado de oeste a este por el río Chicamocha en su cuenca alta, con su nacimiento a unos 50 kilómetros en la jurisdicción de Tunja. Es el río de mayor cauce de la región y desde épocas remotas fue aprovechado por los pobladores de la zona central de Boyacá y sur de Santander. En él desembocan el río Chiquito y el río Monquirá, a quienes le tributan sus aguas los ríos Pesca y Tota. Todos irrigan el valle proveniente de los páramos sureños cercanos al lago de Tota, por encima de los 3 200 metros de altura.

El Lago de Tota es el cuerpo de agua más grande de Colombia y, después del Titicaca, es el segundo lago navegable a mayor altitud de América del Sur (3 015 msnm). Sus aguas no pertenecen a la cuenca del río Chicamocha y Magdalena como los ríos mencionados, sino a la cuenca del río Orinoco, aunque tiene una entrañable e histórica cercanía con el valle de Sogamoso de algo más de una veintena de kilómetros. En esta sección buscamos identificar cuáles

.....
¹²⁸ Para mayor profundidad revisar: “Cortina de humo” (*Semana*, 18 de septiembre de 1995); “La contaminación de Sogamoso más grave de lo que parece” (*El Tiempo*, 30 de abril de 1999); “Sogamoso no quiere más chircales” (*El Tiempo*, 8 de febrero del 2000); Avellaneda Cusarúa, 2007).

fueron los cambios particulares en las fuentes hídricas que recorren el valle durante los años de industrialización y urbanización.

La histórica relación socioambiental entre los pobladores y el agua no fue amistosa en este valle. Relatos decimonónicos mencionaron la escasez de agua para la Villa de Sogamoso y sus regadíos en los períodos secos de diciembre a marzo y de junio a septiembre. Los períodos de alta precipitación de octubre y noviembre eran de especial atención, ya que por la condición de altiplanicie eran comunes las inundaciones de las riberas y de los cultivos¹²⁹. Desde finales del siglo XIX surgieron iniciativas gubernamentales y privadas para aprovechar las fuentes hídricas del valle, ya fuera para un acueducto o para la generación de energía hidráulica y eléctrica para las nascentes industrias harineras y la electrificación de Sogamoso (Carmargo, 1934).

Antes del establecimiento de la siderúrgica en 1954, en los alrededores de la hacienda Belencito el paisaje rural estaba dominado por pastos para la ganadería y minifundios con cultivos de maíz, trigo y papa. Las laderas que bordeaban el río Chicamocha mantenían un aspecto desolado por la erosión, la cual causaba permanentes deslizamientos sobre las vías carretables entre Tibasosa y Nobsa (Acerías Paz del Río S.A., 1983, p. 7). En los inviernos, el río Chicamocha desbordaba con frecuencia su cauce conforme se adentraba en la planicie. En 1934 iniciaron los trabajos de canalización del río para frenar las inundaciones. Juan Acevedo Herrera, apenas un niño en los años treinta y futuro trabajador en el montaje de Acerías Paz del Río, recuerda:

El río antiguo tenía muchísimas curvas [...] el canal se hizo para evitar las inundaciones, porque todo esto se inundaba, y era que en esos tiempos sí llovía bastante, eso se inundaba por ejemplo aquí en Nobsa y todo esto era inundado hasta llegar a Sogamoso, porque era que el río,

.....
¹²⁹ “En el altiplano, las precipitaciones se caracterizan por ser de origen conectivo, aumentan a medida que nos acercamos a los bordes o contornos. Las precipitaciones aumentan con el incremento de elevación sobre el nivel del mar” (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, 1987, p. 17).

su caudal era muy bajito y no tenía descenso, muy poco desnivel llevaba, entonces eso se enlagonaba todo (Juan Acevedo Herrera. Nobsa, 30 de septiembre de 1993, en Angulo Jaramillo, 1993).

En 1947 Paz del Río proyectó la instalación de la planta en la margen norte del río canalizado. La adecuación del terreno se convirtió en un desafío para cientos de trabajadores, ya que en medio del barro se removieron miles de millones de metros cúbicos de tierra en una extensión de unos 8 km². Sumado a la remoción, se hizo la adecuación de las carreteras locales de Puerto Agudelo a Belencito y de pequeñas pistas de aterrizaje para el transporte de la maquinaria pesada¹³⁰.

Con la entrada en funcionamiento de la siderúrgica y el consecuente crecimiento poblacional de Sogamoso y Duitama, los ríos que fluyen por el valle comenzaron a alterarse debido a la multiplicación de la utilización y carga de sus aguas. Los factores industriales y domésticos fueron los que más incidieron en las aguas del valle durante nuestro período de estudio. Lamentablemente existe poca documentación alrededor de la contaminación en Colombia y Boyacá antes de 1970, en buena medida porque en esa época la conservación del medio ambiente no representaba una preocupación y menos una prioridad política para el Estado colombiano, como lo demuestra el hecho de no haber podido hallar formulaciones de políticas públicas ni documentos oficiales orientados al tema.

En el caso del río Chicamocha, estudios y autoridades ambientales (INDERENA) establecieron cinco estaciones de análisis desde su nacimiento hasta el paso por el valle y Acerías Paz del Río. Un estudio de Medina, Morales y Becerra, ingenieros civiles de la Universidad Nacional, buscó en 1977 identificar los cambios en la composición

.....
¹³⁰ “Para realizar esta labor fue necesario importar maquinaria pesada. Las obras incrementaron de manera extraordinaria el volumen de vehículos automotores, en menos de dos años se construyó la ciudadela de Belencito y una central de energía” (Acerías Paz del Río S.A., 1983, p. 14).

química (turbiedad, color, temperatura, entre otros) del agua a través de su cuenca alta, pasando por el valle y la siderúrgica¹³¹.



Río Chicamocha, Sogamoso, Boyacá

Fuente: Leonard J. Currie Papers (Ms2007-028).

Desde su nacimiento inició la descarga de desechos domésticos de la ciudad de Tunja y Tuta en el río Chicamocha, sumándose en los años sesenta los residuos industriales de Metalurgia Boyacá y de la fábrica de ladrillos Maguncia. A su paso por la primera estación, a los cuarenta y cuatro kilómetros el río llega a Paipa y se encuentra con la Termoeléctrica de Paipa y las aguas termales que alcanzan los 74 °C, incidiendo en la contaminación térmica con el aumento de la temperatura del río en 9.4 °C y con el incremento de la salinidad del agua.

.....
¹³¹ Las fechas de muestreo fueron el 25 de octubre, 15 de noviembre, 3 y 13 de diciembre de 1976, 25 de enero, 7 de febrero y 19 de marzo de 1977 (Medina, 1977).

En la segunda estación, sesenta y tres kilómetros adelante, las aguas llegaban a Duitama, en donde se encontraban con los desechos domésticos de la ciudad y los de la empresa SOFASA (Sociedad de Fabricación de Automotores S.A.), la ensambladora de la Renault en Colombia fundada en 1969. El balance químico en las primeras dos estaciones reveló la alta cantidad de sales y de sólidos disueltos (especialmente sulfatos y cloruros), además de la alta concentración del metal sodio debido a la composición de las aguas termo minerales (Medina, 1977).

La tercera estación ya estaba ubicada en el valle en el Puente de Chámeza, a los ochenta y seis kilómetros, un par de kilómetros después de la llegada de las aguas del río Chiquito y de la descarga orgánica de residuos de Nobsa y Sogamoso. Se agregaban las descargas de Cementos Boyacá y toda clase de residuos industriales de chircales, cementeras y hornos informales. Aquí aumentó la dureza del agua por los carbonáceos, los bicarbonatos de calcio y, principalmente, por el magnesio. También aumentó la cantidad de CO_2 , acidez y de las tres formas de nitrógeno: amonio, nitritos y nitratos, en especial el amoniacal por la descomposición de la materia orgánica de las decenas de miles de habitantes de Duitama, Tibasosa, Nobsa y Sogamoso.

Acerías Paz del Río y la industria del acero contribuyeron a la contaminación del agua esencialmente por los residuos y emisiones de cuatro procesos. Primero, el lavado de las materias primas, sobre todo del carbón en los patios de materiales. Segundo, el desperdicio de sulfuros, fenoles y el agua vaporizada en el alto horno. Tercero, la utilización de solventes y ácidos para limpiar el acero y, por último, el alto desperdicio de hierro en la sección de trefilería.

La cuarta estación se ubicaba al pasar la siderúrgica y las descargas de los 7 000 habitantes de Belencito y Nazareth. Se observó el aumento de la concentración de metales en el agua, en especial manganeso y cromo, y aún más la concentración de amonio, que aumentó en 0.15 mg/l con respecto a la estación anterior. Pese a que la temperatura del agua disminuyó luego del paso por la termoeléctrica, volvieron a aumentar sus índices en esta cuarta estación debido al agua para refrigeración utilizada por la acería (Medina, 1977).

La Declaración de Efecto Ambiental hecha por la empresa en 1983 comparó la composición del agua en Puente Chámeza y en Vado Castro antes y después del paso por sus terrenos. Los análisis arrojaron en el primer punto PH 7.3, Oxígeno 3.5 y grasas 40 ppm y en el segundo PH 7.6, Oxígeno 1.2 y grasas 35 ppm. Así pues, aumentó el PH y disminuyó el oxígeno en el agua por el aumento de la temperatura. Vale mencionar que los índices de contaminación variaron de acuerdo a la época del año. En invierno aumentaban los valores de grasas, así como los de oxígeno, haciendo que se pudiera incluso aprovechar sus aguas para el riego. En verano, en cambio, aumentaba la concentración de sulfatos y amonios, el oxígeno desaparecía y el agua tomaba un color de pardo a negruzco, característico de aguas muertas, por lo que no tenían ninguna aplicación (Acerías Paz del Río S.A., 1983).

En consecuencia, las aguas del río se contaminaron progresivamente extinguiendo por completo la fauna piscícola y otras formas de vida acuática después de la tercera estación. La subida de temperatura en Paipa propició el incremento de hongos y de plantas acuáticas nocivas. Según Medina, Morales y Becerra, la mayor fuente contaminante del río Chicamocha eran las altas cantidades de materia orgánica de Duitama, Nobsa y Sogamoso, junto con los residuos industriales de Paz del Río, que agotaban el oxígeno disuelto a su paso y dejaban al río en condiciones totalmente anaeróbicas en los meses de menor caudal. La Corporación Autónoma Regional (CAR) clasificó en 1974 al río Chicamocha en Clase III a partir de la tercera estación: es decir, dentro de las corrientes de agua más contaminadas del país.

La industria y el crecimiento poblacional de la región hicieron que el río Chicamocha sufriera su peor escenario al paso por el valle de Sogamoso. Por fortuna para el río, a un par de kilómetros al salir del valle sus aguas empiezan a descender y a recuperar oxígeno conforme el río baja por el Peñón de Tópaga. Estudios de la acería de la época afirman que 15 kilómetros río abajo, en Corrales, las aguas

se habían recuperado progresivamente de la contaminación sufrida en el valle¹³².

Las aguas tributarias del río Chicamocha sufrieron similares condiciones de contaminación en su camino por el valle, mientras el río Tota y el río Pesca recibieron los químicos resultantes de la agricultura. El río Monquirá y el río Chiquito, que atravesaban Sogamoso rumbo a los cauces del río Chicamocha, recibieron también los contaminantes de la aceleración urbana y los oficios agrícolas.

El vínculo de Sogamoso con el río Monquirá en particular era muy estrecho, pues sus aguas fluyen a solo cuatro calles de la Plaza Principal. En 1958, con el boom urbanizador de la ciudad, el Plan Piloto y Regulador buscó mejorar las condiciones sanitarias y de higiene de la ciudad interviniendo en temas como alcantarillado en barrios deprimidos, recolección de basuras, plazas de mercado y mataderos, calles y obras escolares (Chaparro, 2013). En cuanto a los ríos urbanos, dispuso la canalización en ladrillo del Monquirá desde la desembocadura de la quebrada de Mochacá hasta el puente de la Carrera 14, en el centro de la ciudad¹³³. Se previó el crecimiento de la ciudad al occidente, adecuándose los terrenos y construyéndose la avenida Los Libertadores hasta el río Chiquito y el canal de desecación “Venecia”, a donde llegó la ciudad hacia 1964 (Herrera, 2004). Dudamos de la salubridad del agua desde antes de 1950 en Sogamoso, pues la ciudad históricamente sirvió sus aguas residuales al río Monquirá y al río Chicamocha indiscriminadamente, sumándose a los residuos rurales y agrícolas del resto del valle.

Según el reporte del Ministerio de Salud Pública de 1957, el 17.6 % de las viviendas urbanas de Sogamoso carecía de conexión domiciliaria de agua (Mejía Vanegas (Ed.), 1958). Las familias más pobres aún debían abastecerse de la pila de La Unión, en el barrio

.....
¹³² “A la altura del municipio de Corrales, quinto nivel de análisis puntual, el agua del río Chicamocha presenta mejores condiciones: pH 7.4, O₂ 4 y grasas 0. En estas condiciones y mediante un proceso de purificación podría ser utilizada para consumo doméstico” (Acerías Paz del Río S.A., 1983, p. 9).

¹³³ Frente a la canalización del río Monquirá, los ingenieros Emilio Durán, Julio Plazas y Roberto Franco reportan: “en el fondo irá un colector de aguas, los tramos del cauce se adoquinarán en ladrillo prensado; y a los lados, sobre las avenidas circundantes, irán unos paseos en cemento, adosados a setos de kikuyo y sauce” (Chaparro, 2013, p. 334).

Mochacá, y de pequeñas fuentes naturales como Conchucua, Malpaso y Albercas. Con la creación de Coservicios en 1955 la cobertura fue aumentando, así como el número de usuarios, alcanzando en 1980 los 13 273 registros instalados¹³⁴. En las zonas rurales se fueron construyendo lentamente pequeños tanques de acueducto para aumentar la cobertura en las viviendas, proyecto iniciado en los años cincuenta y que se mantiene en la actualidad a causa de la dispersión de las viviendas por el valle y sus laderas¹³⁵.

Un problema histórico en la contaminación hídrica del valle consistía en la inexistencia de alcantarillado y de pozos sépticos adecuados en las viviendas rurales. En la ciudad, la red de alcantarillado empezó a fortalecerse en 1955 al establecerse tres zonas de descarga: al suroccidente de la ciudad sobre el Canal de Venecia, en el Centro al colector del río Monquirá y al norte el río Chicamocha. Todos los vertimientos no recibían ningún tipo de tratamiento¹³⁶. Hasta 1980 Sogamoso careció de un sistema sanitario para la disposición de excretas y basuras, por lo que todos estos residuos resultaron vertidos en los cauces del Monquirá, Chiquito y el Chicamocha. Este tipo de manejo de residuos causó la siguiente serie de problemas ambientales y sanitarios en la población que el Programa de Salud Pública de Sogamoso de 1957, el Plan de Ordenamiento de Sogamoso de 1986 y el estudio de Pinzón de Moreno identificaron como persistentes:

La contaminación del agua para el consumo empezaba desde su captación en el Lago de Tota, a donde llegaban residuos contaminantes de la fumigación y el abono de las inmensas plantaciones de

.....
¹³⁴ “En 1956, al año siguiente de la creación de Coservicios, tan solo registraban 5 usuarios; pero cuatro años después, los usuarios suman 2 633. Para la década de 1960-70 se contabilizan 4 510 usuarios nuevos, alcanzando 7 143 registros; hacia 1980, los usuarios registrados llegan a 13 273” (González, 2014, p. 97).

¹³⁵ Censo de edificios y viviendas, Boyacá (1954), XIII Censo Nacional de Población y II de Vivienda (Boyacá) - Julio 15 de 1964, XIV Censo Nacional de Población y III de Vivienda (octubre 24 de 1973), Tomo II - Boyacá.

¹³⁶ “El Canal de Venecia que fluye de sur a norte recibe los afluentes ubicados al occidente de la carrera 14; se estima que a este cauce llega el 60 % de las aguas residuales del municipio; el drenaje al río Monquirá corresponde al 30 % del total. Finalmente, el canal del norte, localizado desde la calle 26 hacia el norte, recoge parte de las aguas residuales del *área* nororiental equivalente al 10 % de la población del municipio” (Rodríguez López, 2000, p. 41).

cebolla. A esto se sumaba el vertimiento de aguas negras que procedían de la población de Aquitania.

El efecto sobre la salud de más de doscientas familias que se encontraban ubicadas en la ribera de las aguas negras del río Monquirá y que empleaban las aguas contaminadas en tiempo de verano para el riego de hortalizas, labranzas y pastos. En ocasiones el ganado vacuno también se proveía de dichas aguas.

En 1957 médicos registraron, a través de coproanálisis de niños y adultos, la existencia de diez de las doce especies de gusanos y nueve de las diez especies de protozoarios existentes en el país. En términos humanos, el parasitismo intestinal, la difteria, la fiebre tifoidea eran enfermedades comunes en la ciudad.

No existía un sistema sanitario para la disposición final de basuras, las cuales se arrojaban en botaderos al descubierto, ocasionalmente utilizándose como fertilizante en los cultivos de maíz, trigo y cebada. Se registró además un alto número de animales coprófagos en los alrededores de los botaderos.

En épocas de lluvias se daba el rodamiento de basuras provenientes del botadero situado en la parte superior de la cuenca. Estas basuras se sumaban a los vertimientos de los barrios altos del sur, y juntos iban directamente al cauce del río Monquirá que luego atravesaba la ciudad.

En la parte alta de la ciudad, la quebrada Ombachita (que luego tributaba al Monquirá) llevaba consigo los sedimentos de los chircales de las laderas adyacentes. También llevaba las aguas residuales del matadero. De este lugar se mencionó la abundante presencia de perros y gallinazos en sus alrededores (Plan de Ordenamiento y Desarrollo Municipal y Urbano de Sogamoso de 1986; Pinzón de Moreno y Pérez, 1991, pp. 87-92).

En conclusión, hemos hallado evidencia documental que testimonia cómo desde la década de los cincuenta la carga de desechos hacia las fuentes hídricas que recorren el valle de Sogamoso aumentó considerablemente. El río Chicamocha sufrió la disposición creciente de aguas residuales domésticas de Tunja, Duitama, Sogamoso y otras pequeñas poblaciones, y de aguas residuales de industrias como Termopaipa, Cementos Boyacá y Acerías Paz del

Río, dejando como consecuencia principal la muerte por falta de oxígeno en la cuenca alta del río en períodos secos del año. Los ríos tributarios del río Chicamocha sufrieron la misma suerte, sobre todo el Monquirá y Chiquito, que se tornaron los lugares de disposición y eliminación de excretas y basuras de cerca de los cien mil habitantes que residían en el valle hacia 1980. El problema de la contaminación hídrica supera nuestro período de estudio y se mantiene en la actualidad, convirtiéndose en un tema de gran preocupación para la sostenibilidad y conservación del ecosistema de la región, y en un capítulo de urgente atención para la historia ambiental colombiana.

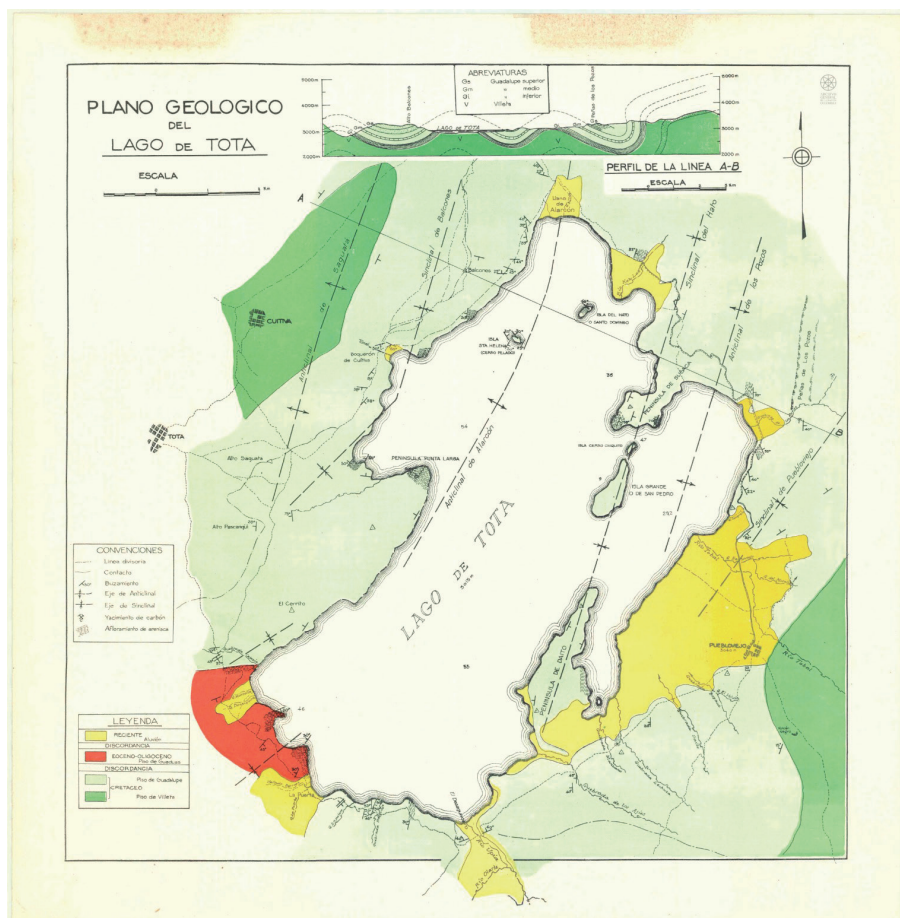
El Lago de Tota

La obra más significativa para el abastecimiento de agua a la siderúrgica fue la construcción en 1953 de un acueducto desde el Lago de Tota, que aprovechó el túnel de Cuitiva en servicio desde 1926. Las aguas del Lago de Tota han alimentado en su totalidad el consumo de agua de la siderúrgica y de la ciudad de Sogamoso desde la década de 1950 hasta la actualidad. La merced para el uso de sus aguas fue otorgada por el Gobierno Nacional mediante el Decreto Legislativo 1111 de 1952 (R. J. Tipton y Asociados de Colombia, 1955).

Alrededor del seguimiento del comportamiento hídrico, las poblaciones de Tunja y Duitama en 1948 fueron las primeras en Boyacá en instalar estaciones meteorológicas, a las cuales en 1954 se sumó Belencito. El primer registro que hallamos de una estación meteorológica en la cuenca del lago de Tota proviene de Aquitania en 1972, un municipio a orillas del lago que reportó una precipitación total de 1 468 mm en ese año (Anuario General de Estadística, 1957). La importancia de estas estaciones radica en su capacidad de medir en conjunto la precipitación pluvial, humedad, temperatura y vientos de un área o cuenca específica: valores claves en nuestro caso para comprender cómo el lago sostuvo la demanda de agua del valle de Sogamoso durante su auge industrial y urbano.

La cuenca del lago tiene un área de 201 km² y ocupa una superficie de alrededor sesenta km². El *Estudio de Conservación y Manejo del lago de Tota y su Cuenca* hecho por la CAR en 1978 estimó la precipitación anual de la cuenca en 902 mm, la evapotranspiración media anual en unos 634 mm y la profundidad media del lago en unos treinta metros (Corporación Autónoma Regional, 1978). Por su parte, los estudios de factibilidad hechos en 1953 por R.J Tipton y Asociados para el uso hídrico de la acería establecieron en 3 015 metros de altura de la cota del desagüe del acueducto hacia el valle (1955). La obra de regulación y control de las aguas se dio con la construcción de una presa de control en la zona del “Desaguadero”, la cual intervino las salidas de agua hacia el río Upía y los llanos casanareños. En 1954 inició formalmente el uso del agua del lago para el despegue industrial y urbano del valle.

El acueducto construido tenía una tubería de treinta y seis pulgadas, treinta kilómetros de longitud en vía a la planta y una capacidad de bombeo 280 litros por segundo. Una porción del fluido se dirigió también al abastecimiento de la ciudad de Sogamoso y de los municipios ubicados en el valle. Ante el aumento del consumo, Acerías Paz del Río tendió en 1959 otra red de acueducto a Belencito (todavía en servicio en la actualidad) ahora de cuarenta y dos pulgadas para 450 litros/seg. La empresa vendió el primer acueducto a precio muy ventajoso para Sogamoso (Acerías Paz de Río, 1983).



Plano I. Plano geológico del Lago de Tota (1963)

Fuente: Archivo General de la Nación. Sección Mapas y Planos, Mapoteca 2, ref. 1296-1.

El permanente flujo de agua al valle y a la acería garantizaban el correcto funcionamiento industrial. No obstante, los fuertes veranos de 1958 y 1959 impidieron que el flujo alcanzara la cota del desagadero, por lo que el lago registró mínimos históricos de 3 014.08 metros. Para solucionar los bajos niveles, la empresa decidió desviar el cauce del río Olarte, con nacimiento a los 3 800 msnm, y llevarlo al lago para subir el nivel de agua disponible. El plan funcionó, pero desembocó en un problema socioambiental inédito en la zona: la inundación de áreas agrícolas planas circundantes a Aquitania. Los

agricultores denunciaron la afectación de sus tierras de cultivo, por lo que la derivación del río Olarte se suspendió en 1968.

Este problema socioambiental llegó al Congreso de la República que aprobó la Ley 84 de 1968, ordenando elevar el nivel del lago en dos metros y expropiando una franja de 500 ha. para su inundación, así como otra franja de 200 ha. más para su protección. Se pensó también en la construcción de una hidroeléctrica aprovechando sus aguas, pero tanto esta propuesta como las anteriores disposiciones legales fueron frenadas por una serie de diferencias y presiones políticas en la región (Pérez Preciado, 1975).

Los intensos veranos de 1973 y 1974 —años del fenómeno de El Niño— así como la gran sequía de los primeros meses de 1975, hicieron que el lago alcanzara el mínimo histórico de 3 013.03 metros de altura, dos metros por debajo de la cota. Por esta razón la desviación del río Olarte fue de nuevo propuesta, esta vez por el INDERENA, deviniendo a finales de 1976 en una nueva inundación que llevó a agricultores de la cebolla (el cultivo comercial más próspero de la zona) a demandar al Estado. Entre 1955 y 1978 el lago tuvo una fluctuación de 1.86 metros, nivel alterado por las autoridades para mantener las aguas cerca de la cota y así suplir las necesidades urbano-industriales del valle.

La gravedad de la situación y el renovado interés institucional por los temas ecológicos impulsó el Estudio de Conservación y Manejo de la CAR (1978): la primera investigación ecológica, agrológica y sociológica del lago, que tuvo el objetivo de diagnosticar la situación y generar recomendaciones para las administraciones de las décadas venideras. En torno a la calidad del agua, el estudio señaló la contaminación de las quebradas Mugre y Blanca, y también el avanzado proceso de eutrofización de las orillas del lago.

Los estudios sociológicos indicaron la alta tendencia minifundista en la propiedad de la tierra de la cuenca y la orientación productiva hacia el cultivo de la cebolla larga, con unas 850 ha. sembradas en Aquitania. El cultivo de cebolla larga en la cuenca se convirtió en uno de los más prominentes del país, abasteciendo incluso la demanda de la ciudad de Bogotá. La enorme disponibilidad de agua fue fundamental para la llegada de este cultivo,

permitiendo el repunte de este mercado desde los años setenta en Aquitania y Tota¹³⁷.

La erosión y la deforestación en las orillas del lago fueron otros problemas que identificó el estudio. Cerca de 757 ha. estaban severamente erosionadas, ya fuera por cuestiones naturales o por el excesivo uso de la tierra en cultivos de pan coger. La solución propuesta fue la reforestación de las zonas secas expuestas a vientos y con altas pendientes por medio de la siembra de especies nativas como alisos, cerezos, arrayanes y acacias. Los planes fueron medianamente ejecutados después de la década de 1980 y aliviaron en parte los problemas ecológicos de la cuenca (Corporación Autónoma Regional, 1978).

Durante nuestro período de estudio la cuenca del lago experimentó procesos socioambientales diferentes a los del valle de Sogamoso. El lago se convirtió en un actor fundamental para el abastecimiento industrial y urbano aguas abajo desde 1954 hasta la actualidad. La distribución se dirigió al consumo de la acería, de miles de viviendas y en la irrigación de la pequeña y mediana agricultura de la región. Es difícil estimar con precisión el agua requerida para el mantenimiento industrial y urbano durante treinta años. Sin embargo, tomando una muestra del consumo del año 1976, se estimó así la distribución del agua captada al lago:

1. Acueducto de Sogamoso y pequeños municipios de Tota, Cuitiva, Iza y Nobsa: 220 litros/seg
2. Riego de cultivos en Cuitiva e Iza: 190 litros/seg
3. Acerías Paz del Río: 450 litros/seg

En total, se consumió agua a un ritmo de 960 litros por segundo. Siguiendo este modelo, solamente en el año 1976 el valle de Sogamoso y sus industrias consumieron alrededor de 30 millones de metros cúbicos de agua/año. En contraste con el nivel de consumo industrial y urbano, la declaración de afectación ambiental hecha

.....
¹³⁷ El uso de la tierra alrededor del lago fue calculada así: 174 ha. de la ribera del lago con vegetación acuática, 863 ha. de la subzona plana con monocultivo de cebolla, 5 036 ha. de la subzona elevada con cultivos varios y 757 ha. la subzona severamente erosionada (Corporación Autónoma Regional, 1978).

por Acerías Paz del Río subrayó la reforestación de miles de árboles en las laderas áridas del valle, la reforestación de las márgenes del lago y el pago a la CAR de cerca de dos millones de pesos mensuales por la captación del agua, todo en referencia a los años setenta (Acerías Paz de Río, 1983).

La utilización del agua en nuestra unidad de análisis durante las tres décadas de estudio mostró una serie de alteraciones en el recurso según las necesidades industriales, urbanas y agrícolas. Así mismo, estuvo sujeta al comportamiento meteorológico de la cuenca del lago. El río Chicamocha a la salida del valle canalizó en su cauce todos los residuos y desechos arrojados por la ciudad de Sogamoso y las industrias, dejando como huella los altos niveles de contaminación de carácter histórico y permanente hasta la actualidad. La ausencia de un plan de manejo de los residuos generó permanentes problemas hidrológicos en las cuencas del río Monquirá y Chiquito, que se convirtieron en los vertederos de la ciudad. Toda el agua consumida en el valle provino del lago de Tota por medio de obras hechas por Acerías Paz del Río para controlar el nivel de sus aguas, lo cual, a su escala, generó repercusiones socioambientales en las poblaciones aledañas y en el cuerpo de agua que tributaba sus aguas de forma natural a la cuenca del Orinoco¹³⁸.

La lectura hídrica de la historia siderúrgica que esta sección se detuvo a documentar es un capítulo importante y escasamente estudiado de la historia de las transformaciones socioambientales que la industria activó o acompañó. Desde 1948 se acometieron en el valle de Sogamoso y sus alrededores obras de ingeniería y tecnología dirigidas a la instalación de la industria del acero. La construcción requirió el trabajo de miles de hombres en la remoción de millones de toneladas de tierra, ya fuera para la extracción en las minas o el

.....
¹³⁸ La CAR concluyó de su estudio de la cuenca en 1978: “La conclusión más importante del análisis de estos datos es la clara evidencia de que el lago de Tota no es una fuente de agua de las principales ciudades y desarrollos potenciales de Boyacá, pues solo puede absorber, aún con la desviación del río Cusiana, los aumentos esperados en los próximos cincuenta años por los acueductos de las poblaciones que se sirven actualmente, es decir, Sogamoso, Tota, Iza, Cuitiva y Nobsa. Esto indica que el lago debe manejarse con especial cuidado para utilizarlo eficientemente” (Corporación Autónoma Regional, 1978, p. 4).

montaje de la planta. La puesta en marcha de Acerías Paz del Río y otras industrias relacionadas incrementó las extracciones mineras, el consumo energético y la quema de combustibles en los hornos, y con ellos el resurgimiento del trabajo alfarero en el valle.

El uso y la explotación de energía y agua sustentaron productivamente la industria y la urbanización, y la energía potencial disponible en la región se multiplicó, pasando de 2 600 kW en 1950 a más de 120 000 kW en treinta años. Por su parte, el agua del lago de Tota se utilizó (y aún se utiliza) para el enorme consumo industrial, doméstico y agrícola de un valle de 100 000 habitantes en 1980 y con necesidades de agua cercanas a los 950 litros por segundo en su momento. A la par del crecimiento urbano e industrial en cabeza de Acerías Paz del Río, la cantidad de desechos y emisiones tóxicas aumentó hasta alcanzar niveles de contaminación del aire y del agua inéditos en esta región y en la historia de Colombia.

Conclusiones

El arribo de la industria siderúrgica y la minería reconfiguraron productivamente al valle de Sogamoso, pues entre 1954 y 1983 pasó de depender de la agricultura y la ganadería a albergar la siderúrgica más importante del país y a un sinnúmero de pequeñas industrias derivadas. En Sogamoso y las poblaciones circunvecinas surgió un amplio mercado metalúrgico y minero extractivo, sobre todo de carbón y arcilla, que convirtieron al departamento de Boyacá en el líder nacional del sector. A nivel geológico, el descubrimiento y la proximidad de los diversos yacimientos naturales sustentó materialmente este auge productivo en la región.

Acerías Paz del Río provocó la movilización y la migración de miles de jóvenes campesinos de toda la región del altiplano cundiboyacense a Sogamoso, una villa que creció de forma acelerada para recibir un flujo de trabajadores considerable que se dirigía a Belencito y a las minas. En este proceso, Sogamoso —un municipio de tono colonial— experimentó múltiples fenómenos sociales y urbanos como la escasez de vivienda, la carestía, la insalubridad pública, la inseguridad y la alta accidentalidad, que la transformaron rápidamente en una ciudad y en un polo de desarrollo industrial y minero-energético.

Las experiencias técnicas y energéticas previas en la conformación de industrias siderúrgicas en Colombia durante el siglo XIX (como la asesoría y la transferencia tecnológica realizada para la construcción de las ferrerías y los ferrocarriles) sentaron precedente para el esfuerzo nacional que significó Acerías Paz del Río en la década de 1940. La transferencia tecnológica de los ingenieros

sobre todo franceses y alemanes fue aprendida por los trabajadores colombianos que posteriormente se encargaron de la operación de la siderúrgica.

Durante los años cincuenta, los primeros años de Acerías Paz del Río estuvieron caracterizados por la necesidad de mantener el equilibrio financiero frente al gasto que significó la construcción de la siderúrgica. En los años sesenta la producción aumentó gracias a la industrialización y urbanización del país y la creciente demanda de acero desde diversos sectores productivos. Buena parte de las compras fueron hechas por el Estado, quien orientó la construcción de la acería y el desarrollo económico nacional durante esta época. A partir de 1979 el sector siderúrgico nacional e internacional experimentó una serie de acontecimientos económicos y políticos que provocaron el estancamiento y la redirección organizativa de la empresa en la década de los ochenta y noventa.

La producción de miles de toneladas de acero en Paz del Río dependió de una cadena productiva y tecnológica muy eficiente para las condiciones del país en su momento. Destacamos las actividades de extracción a gran escala de materias primas, la línea del ferrocarril, el alto horno, la planta térmica y el lago de Tota, que abastecieron la energía y el agua necesaria para la operación de la planta. Aún hoy continúa haciéndolo. El reconocimiento de las dimensiones metabólicas de explotación y transformación de materiales en el proceso siderúrgico de Acerías Paz del Río nos permitió preguntarnos históricamente sobre el efecto social y ambiental de esta industria en el ecosistema de la región durante sus mejores años.

Este trabajo intentó aplicar el concepto del metabolismo y el vínculo sociedad/naturaleza en relación con la historia social y ambiental del valle de Sogamoso, prestó especial atención al impacto de la industria siderúrgica y la minería, así como al peso de las actividades productivas más pequeñas que se desarrollaron en el valle. Al no lograrse un cálculo de los balances de metabolismo socioecológico para todos los sectores productivos surgidos en este período de estudio, sino solamente para el caso de las emisiones al aire de Acerías Paz del Río, la investigación asumió la perspectiva teórica del MSE y a partir de las fuentes halladas interpretó las evidencias

encontradas. Las actividades industriales realizadas desde 1954 desencadenaron la contaminación del aire del valle de Sogamoso y de las fuentes hídricas que lo recorren. Este trabajo intentó identificar el comportamiento metabólico e histórico de la energía, además los materiales y las actividades humanas que provocaron tales efectos inéditos en el ecosistema del valle.

Examinamos las variables tierra, aire y agua, sus propiedades ecosistémicas y su regulación frente a las actividades humanas e industriales que con el paso del tiempo fueron generando crecientes afectaciones socioecológicas, cambios en el paisaje físico y la contaminación del valle debido a los miles de toneladas de materiales explotados y transformados, combustibles quemados y residuos químicos resultantes de todo el ciclo industrial-urbano en el valle de Sogamoso (Tabla 3).

En Colombia no existió un sistema de valores desde el Estado y la población que reconociera la importancia de la protección del medio ambiente. Por el contrario, se enfatizó en el aprovechamiento de recursos naturales para la producción, el desarrollo y el progreso material del país. Fue común concebir de manera positiva el funcionamiento constante de los hornos a lo largo del valle y su permanente emisión de desechos a la atmósfera y a los cuerpos de agua. Solo fue hasta entrados los años noventa que Sogamoso se empezó a preocupar realmente por los problemas de contaminación, desconociendo que este proceso de deterioro ambiental inició desde la construcción de la siderúrgica a finales de la década de 1940.

El peso de la industria del acero y la minería encarnada en Acerías Paz del Río transformó el valle de Sogamoso y su ecosistema. La carga de materias primas y de servicios ecosistémicos se multiplicó desde 1954 para abastecer a una región en crecimiento y en proceso de convertirse en un polo industrial. La afectación de los cuerpos hídricos y la atmósfera se extralimitó al valle de Sogamoso, pues se extendió por los mismos años al eje industrial entre Tunja, Paipa, Duitama y Paz de Río. Hemos identificado para estos años el nivel de demanda y afectación ecosistémica que significó el auge industrial y urbano, el cual ha dejado impactos duraderos en esta región de Boyacá.

Se requieren aproximaciones histórico-ambientales a las actividades económicas e industriales que se desarrollaron en el país, ya que son pocos los estudios que se hayan dedicado a analizar los efectos ecológicos y sociales de estas industrias en las regiones aledañas. La existencia de fuentes es un desafío historiográfico en la consecución de marcos de análisis que permitan reconocer el volumen productivo y sus derivados efectos contaminantes en el ambiente.

Índice de imágenes

Ferrería de Pacho, Comisión Corográfica, 1853	62
Discurso del presidente Gustavo Rojas Pinilla, evento de inauguración de la siderúrgica, 1954	77
Campesinos mineros de la región	94
Acerías Paz del Río, Boyacá, Colombia (1955)	98
Calles de Sogamoso en 1956	106
Sogamoso, Boyacá (1955)	108
Minero en una entrada de La Chapa (1956)	128
Ferrocarril Paz de Río-Belencito (1958)	131
Alto horno de Belencito, años sesenta	133
Río Chicamocha, Sogamoso, Boyacá	146

Índice de recursos gráficos

Figura 1. Sistema socioecológico	30
Mapa 1. El valle de Sogamoso como unidad de análisis histórico-ambiental	39
Figura 2. Consumo de carbón mineral de América Latina, 1856-2000 (toneladas por cada 1000 habitantes)	51
Figura 3. Transición energética al año 1925 en América Latina	52
Tabla 1. Promedio de consumo aparente de energías modernas en Colombia, 1856-2000 (miles de toneladas de petróleo equivalente)	54
Figura 4. Participación de energías modernas en Colombia (1853-2003)	57
Tabla 2. Colombia y el mercado del acero (1935-1950)	72
Gráfica 1. Cambios en el uso del suelo en el valle de Sogamoso (1960-1970)	112
Mapa 2. Mapa geológico general y prospección de yacimientos minerales alrededor de Paz de Río (1945)	125
Tabla 3. Resultados obtenidos de contaminantes por estaciones y tiempos de observación.	140
Plano 1. Plano geológico del Lago de Tota (1963)	154

Bibliografía

Entidades y Archivos

Bogotá D.C.

Biblioteca Luis Ángel Arango

Biblioteca Nacional de Colombia

Archivo General de la Nación

Fondo de Documentación del Departamento Nacional de Estadística (DANE)

Biblioteca Enrique Hubach del Servicio Geológico Colombiano

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Biblioteca Camilo Torres de la Universidad Nacional de Colombia

Archivo privado de Felipe Angulo Jaramillo

Archivo *El Tiempo*

Tunja

Archivo Histórico Regional de Boyacá Electrificadora de Boyacá (EBSA)

Sogamoso

Archivo Central de Sogamoso

Biblioteca Alfonso Patiño Roselli Hospital Regional de Sogamoso

Museo Siderúrgico de Colombia

Acerías Paz del Río - Votorantim (Belencito)

Asociación de Pensionados de Acerías Paz del Río

Referencias

- Acerías Paz del Río S.A. (1955-1983). Informes y balances de gestión entre 1955 y 1983.
- Acerías Paz del Río S.A. (1983). “Declaración de efecto ambiental. Planta Siderúrgica”.
- Acción Cívica, periódico. (1945-1955). Biblioteca Nacional de Colombia, Bogotá.
- Acevedo Aguilera, Carol Andrea. (2011). *Mejoramiento de los procesos productivos de laminación planos en la empresa Acerías Paz del Río S.A.* Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Universidad Industrial de Santander.
- Acuña Rodríguez, Olga. (2014). “Aproximaciones a la historia empresarial de Boyacá 1900-1930”. *HistoReLo*, 6(12), pp. 171-202.
- Almandoz, Arturo. (2008). “Despegues sin madurez. Urbanización, industrialización y desarrollo en la Latinoamérica del siglo xx”. *Revista Eure*, 34(12), pp. 61-76.
- Alvarado Benjamín, Hubach Enrique. (1933). “La destrucción de la población de Sativa Norte (Boyacá) y el sitio para su reconstrucción”. Ministerio de Industrias.
- Amaya Rojas, Agustín. (1947). “La industria siderúrgica en Colombia”. *Anales de Economía y Estadística*, 35, pp. 81-86.
- Ángel Macías, Mauricio Alberto y Gallini, Stefania. (2019). “Cooperación técnico-científica internacional en la construcción de redes de monitoreo atmosférico. El caso de Bogotá (1960- 2016).” *Letras Verdes*, 25, pp. 143-67.
- Ángel Maya, Augusto. (1995). *La fragilidad de la cultura*. IDEA. Universidad Nacional de Colombia.
- Ancízar, Manuel. (1853). *Peregrinación de Alpha por las provincias del norte de la Nueva Granada en 1850 y 51*. Imprenta de Echeverría hermanos.
- Avellaneda Cusarí, Alfonso. (2007). “Evaluación de la huella ecológica por emisiones de CO₂ como gas de efecto invernadero (GEI), debido a fuentes fijas y móviles en el valle de Sogamoso”. *Journal of Technology*, 9(1), pp. 73-80.
- . (1998). *Petróleo, colonización y medio ambiente en Colombia*. ECOE Ediciones.
- Ayres, Robert y Kneese, Allen. (1969). “Production, Consumption and externalities”. *American Economic Review*, 59(3), pp. 282-97.
- Ayres, Robert y Simonis, Udo. (1995). *Industrial Metabolism, restructuring for sustainable development*. The United Nations University.

- Barles, Sabine. (2010). "Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues". *Journal of Environmental Planning and Management*, 53(4), pp. 439-55.
- Barreto, Patricia. (2014). *Conformación del empresariado del sector siderúrgico y su papel en los procesos de modernización social, económica y administrativa, en el corredor industrial de Boyacá 1960-1990*. [Tesis de doctorado en Administración]. Universidad EAFIT.
- Barreto, Patricia y Jurado, Juan Carlos. (2017). "El papel del Estado colombiano en la conformación del sector siderúrgico de Boyacá. 1938-1980". *Historia y Memoria*, 15, pp. 203-42.
- Boussingault, Jean Baptiste. (1994). *Memorias*. Banco de la Republica.
- Brunner, Paul. (2002). "Beyond material flow analysis". *Journal of Industrial Ecology*, 6(1), pp. 8.
- Burström, Fredrik. (2003). "Material flow accounting and information for environmental policies in the city of Stockholm". En *Analysis for action: Support for policy towards sustainability by material flow accounting, proceedings from the conAccount conference*, Wuppertal, Germany. 1997.
- Bustamante Quiroga, Luz Mila. (1983). *El parque industrial de Sogamoso*. [Tesis de pregrado en Sociales]. Universidad Nacional de Colombia.
- Cadavid Marín, Gabriel. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del proceso siderúrgico*. [Tesis de maestría en Ingeniería]. Universidad Nacional de Colombia.
- Camargo, Gabriel. (1961). *Del barro al acero. Evolución sociohistórica de un pueblo colombiano*. Imprenta del Departamento de Boyacá.
- . (1934). *Geografía Histórica de Sogamoso*. Editorial Sugamuxi.
- . (1962). "Génesis, proceso y realidad de Paz del Río". *Economía Gran Colombiana*, 6(17), pp. 6-17
- . (1991). *La Roma de los Chibchas*. El Búho.
- Cantor Maldonado, Ismael. (1973). *El transporte principal en la mina La Chapa de Acerías Paz del Río*. IV Congreso Nacional de Minería.
- Caracristi, Carlo y Bureau of the American Republics. (1893). *Coal and petroleum in Colombia: commercial information*.
- Carbocol. (1983). *Estadísticas básicas del sector carbón 1970-1983*, Ministerio de Minas y Energía.
- Carreras, Albert; Folchi, Mauricio y Hofman, André. (2006) "Importaciones y modernización económica en América Latina durante la primera mitad del siglo XX. Las claves de un programa de investigación". *División de Estadísticas y Proyecciones Económicas de la CEPAL. Estudios estadísticos y prospectivos*, 44, pp. 1-37.

- Celemín, Juan Diego. (2018). *Transformaciones y respuestas de una comunidad rural en Cusiana a los cambios asociados a la modernización (1980-2015)*. [Tesis de maestría en Historia]. Universidad Nacional.
- CEPAL. (1952). *Estudio de la industria siderúrgica en América Latina*. Naciones Unidas.
- CEPIS. (1974). Informe: “Red Panamericana de Muestreo de la contaminación del aire (REDPANAIRES) Informe 1967-1974”.
- Chaparro Montaña, Rodrigo Hernán. (2013). *La ciudad sorprendida*. [Tesis de pregrado en Historia]. Universidad Industrial de Santander.
- . (2017). *Territorialidades Andinas en el valle de Sogamoso frente a la Modernidad, la Modernización y el Desarrollismo*. El Colegio de Michoacán.
- Cipolla, Carlo. (1994). *Historia económica de la población mundial*. Crítica.
- Colmenares, Germán. (1973). *Historia económica y social de Colombia: 1537-1719*. Banco de la República. T Editores
- Corporación Autónoma Regional. (1978). Informe: Estudio de Conservación y manejo del lago de Tota y su Cuenca.
- Coy Montaña, Alberto. (1990). *Anales de Sogamoso*. SENA Regional Boyacá.
- Crosby, Alfred. (1972). *El intercambio colombino*. Greenwood Publishing Group.
- Cuartas, Rodrigo Campuzano. (1994). “Bibliografía de la historia minera colombiana: balance y perspectivas”. *Historia y sociedad*, 0(1), pp. 27-55.
- Departamento Nacional de Estadística. (1954). *Censo de edificios y viviendas, Boyacá*.
- . (1957). Anuario General de Estadística.
- . (1964). *XIII Censo nacional de población y II de vivienda, Boyacá*
- . (1973). *XIV Censo nacional de población y III de vivienda, Boyacá*
- De la Pedraja, René. (1985). *Historia de la energía en Colombia 1537-1930*. El Áncora.
- Díaz, Cristian Julián. (2011). *Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C.: Una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Drakakis-Smith, David. (1990). *The Third World City*. Routledge.
- Duarte Riveros, Luis Javier. (1966). *Acerías Paz del Río S.A.: su historia, evolución y futura*. Universidad del Rosario.
- Duvigneaud, Paul y Denayeyer-De, Smet. (1978). “L’Ecosystème Urbs, in L’Ecosystème Urbain Bruxellois, in Productivité en Belgique”. *Travaux de la Section Belge du Programme Biologique International*, pp. 581-597.
- Echandía González, Manuel. (1957). *Algunos aspectos del desarrollo de la industria manufacturera en Colombia*. Ciencias Económicas.
- Electrificadora de Boyacá S.A. (1981). *La electrificación del ferrocarril del Nordeste*.

- Erkman, Suren. (1997). "Industrial ecology: An historical view". *Journal of Cleaner Production* 5(1-2), pp. 1-10.
- Færge, Jens; Magid, J. y Penning de Vries, F. W. T. (2001). "Urban nutrient balance for Bangkok". *Ecological Modelling*, 139, pp. 63-74.
- Fals Borda, Orlando. (1979). *El hombre y la tierra en Boyacá*. Punta de lanza.
- Felacio, Laura. (2015). "Los problemas ambientales en torno a la provisión de agua para Bogotá, 1886- 1927". *Semillas de Historia Ambiental*, pp. 293-326.
- Folchi, Mauricio. (2006). "El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930", *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental*.
- . (2012). "Will small energy consumption be faster in transition? Evidence from the early shift from coal to oil in Latin America". *Energy Policy*, 50, pp. 50-61.
- Fischer-Kowalski, Marina. (1999). "Society as hybrid between material and symbolic realms toward a theoretical framework of society-nature interactions". Vol. 8. *Advances in human ecology*, 8, pp. 215-252.
- . (1998). "Society's Metabolism". *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), pp. 61-78
- Gallini, Stefania. (2004). "Problemas de métodos en la historia ambiental de América Latina". *Revista IHES*, 19, pp. 147-151.
- Gener Moret, Marc. (2014). "Una aproximación a la tecnología del hierro prehidráulica y a su estudio". *KOBIE*, 13, pp. 13-20.
- Ghillain, Jean. (1949). *Proyecto de explotación de las minas de carbón de La Chapa*. División de Minas. Acerías Paz del Río S.A.
- Godelier, Maurice. (1986). *The mental and the material: thought economy and society*. Blackwell Verso.
- González, Paulo. (2014). *Historia Ambiental de la ciudad de Sogamoso siglo xx*. [Tesis de maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente]. Universidad de Manizales.
- González, José Jofré. (2012). *Patrones de consumo aparente de energías modernas en América Latina, 1890-2003*. [Tesis de doctorado]. Universitat de Barcelona.
- Guerrero Suárez, Fernando y Llano Camacho, Fernando. (2003). "GAS NATURAL EN COLOMBIA - GAS e.s.p.". *Estudios Gerenciales*, 19 (87), pp. 115-146.
- Guerrero, Javier. (2007). *Los años del olvido: Boyacá y los orígenes de la violencia*. Bogotá: Tercer Mundo, IEPRI.
- Hanya, T., y Ambe, Y. (1976). "A study on the metabolism of cities". *Science for a Better Environment*, Science Council of Japan, pp. 228-233.

- Hubach, Enrique. (1953). “Yacimientos de mineral de hierro, de carbón y de caliza en Colombia, como base de la industria siderúrgica”. *Boletín Geológico*, 1(1), pp. 1-30.
- . (1933). *La destrucción de la población de La Paz (Boyacá) y su futuro emplazamiento*. Ministerio de Industrias.
- Ingeominas. (2000). Mapa geológico del departamento de Boyacá. Ministerio de Minas y Energía.
- Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. (1987). *Estudio del comportamiento de las precipitaciones en Boyacá y Casanare*. Edición Bermúdez García, Oscar.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1982). “Estudio general de suelos de los municipios de Aquitania, Cuitiva, Firavitoba, Iza, Monguí, Nobsa, Sogamoso, Tibasosa, Topaga y Tota”. IGAC.
- Kander, Astrid; Malanima, Paolo y Warde, Paul. (2014). *Power to the people: Energy in Europe over the Last Five Centuries*. Princeton University.
- Kennedy, Christopher; Pincetl, Stephanie y Bunje, Paul. (2011). “The Study of Urban Metabolism and Its Applications to Urban Planning and Design”. *Environmental Pollution*, 159 (8-9), pp. 1965-1973.
- Lasheras, José María. (1959). *Tecnología del acero*. The Ohio State University.
- López Montoya, Diego. (1973). *Modificaciones al transporte de mineral de hierro en las minas de hierro de Acerías Paz del Río*. IV Congreso Nacional de Minería.
- Mächler, Tatiana. (1984). “La ferrería de Pacho: una ventana de aproximación”. *Cuadernos de Economía*, 6(7), pp. 109-131
- Martínez-Alier, Joan. (1987). *Ecological economics: Energy, environment and society*. Oxford Basil Blackwell.
- Marx, Karl. (2010). *El Capital*. Editorial Alianza.
- Mayor Mora, Alberto. (1996). *Cabezas duras y dedos inteligentes*. Colcultura.
- . (2017) *Las fábricas de hierro en Colombia en el siglo XIX*. Banco de la República, Credencial Historial n 43.
- McNeill, John y Engelke, Peter. *The Great Acceleration: An Environmental History of the Anthropocene since 1945*. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- Medina, Ramón. (1977). “Contribución al estudio del estado de contaminación del Río Chicamocha”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia.
- Mejía, Javier. (2016). “Reconstrucción de PIB regionales en Colombia (1800-2015): una revisión crítica de las fuentes y los métodos”. *Sociedad y Economía*, 30, pp. 305-334.

- Hauser, Philip. (1967). *La urbanización en América Latina*. Ohio University Press.
- Hernández, Juan Esteban. (2006). *Deslizamientos de tierra en Colombia*. [Tesis en Ingeniería Civil]. Universidad de los Andes.
- Herrera Salamanca, Germán. (2004). *Dinámica física y socio-espacial de Sogamoso 1948-2004*. [Tesis de maestría en Geografía]. Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia.
- Melosi, Martin V. (1982). "Energy transitions in the nineteenth-century economy". En Mark Rose (Ed.), *Energy and transport: Historical perspectives on Policy Issues* (pp. 55-69). Sage publications.
- Ministerio de Salud Pública (Colombia) y Universidad Nacional de Colombia. (1958). *Centro de Salud, Programa de salud pública de Sogamoso*, Ed. Mejía Vanegas, Alfonso.
- Mora Pacheco, Katherinne. (2015). *Prácticas agropecuarias coloniales y degradación del suelo en el valle de Saquencipá, provincia de Tunja, siglos XVI y XVII*. Universidad Nacional de Colombia.
- Newcombe, Ken; Kalma, Jetse y Aston, Alan. (1978). "The metabolism of a city: the case of Hong Kong". *Journal of the Human Environment*, 7(1), pp. 3-15.
- Newcombe, Ken. (1981). *The Ecology of a City and its People: The Case of Hong Kong*. Camberra: Australian National University Press.
- Newman, Peter. (1999). "Sustainability and cities: extending the metabolism model". *Landscape and Urban Planning*, 44, pp. 219-226.
- Norberg, Jon y Cumming, Graeme. (2008). *Complexity Theory for a Sustainable Future*. Columbia University Press.
- Núñez de Corradine, Ana. (1976). *Algo sobre la industria del hierro en Colombia y sus pioneros*. s.n.
- Ocampo, José A. (1994). *Historia económica de Colombia*. TM y Fedesarrollo.
- Odum, Eugene. (1989). *Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales*, Compañía Editora Nacional.
- Organización de las Naciones Unidas. (1994). "Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development".
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Plan regional sobre la calidad del aire urbano y salud para el período 2000-2009*. Oficina Sanitaria Panamericana.
- Ospina, Tulio. (1900). *El oidor Mon y Velarde, regenerador de Antioquia*. Universidad de Antioquia.
- Pérez, Diego. (2012). *Nazareth: puerta de la revolución industrial de Boyacá*. Kimpress.

- Pérez Preciado, Alfonso. (1975). *Tota, más que un lago es un conflicto*. Colección Indispensable.
- Pinzón de Moreno, Marlén y Pérez, Ana Edelmira. (1991). *Actitud del educador frente a la educación ambiental y ecológica en la ciudad de Sogamoso*. [Tesis de posgrado en Educación]. Universidad de la Sabana.
- Poveda Ramos, Gabriel. (1986). “Ferrería, metalurgia e ingeniería en Colombia, ciencia, tecnología y desarrollo”. *Revista ANDI*, 78, pp. 35-62.
- . (1994). “Ingeniería e Historia de las técnicas” En *Historia social de la ciencia en Colombia*, IV Vasco, Carlos Eduardo (Ed.). Colciencias.
- . (2018). *La minería en Colombia*. UNAULA.
- . (1988). *SIMESA, medio siglo de siderurgia colombiana*. SIMESA.
- . (1993). *La electrificación en Colombia*. Universidad de Medellín.
- Potter, Robert y Lloyd Evans, Sally. (1998). *The city in the developing world*. Longman.
- Puerta, Germán. (1978). *El desarrollo tecnológico en la industria siderúrgica*. Programa BID/CEPAL de investigaciones en ciencia y tecnología.
- Reina Roza, Juan David. (2013). *Metabolismo social: hacia la sustentabilidad de las transiciones socioecológicas urbanas*. [Tesis de maestría en Medio Ambiente y Desarrollo]. Universidad Nacional de Colombia.
- Revista Perfiles*. (1972-1976 y 1988). Acerías Paz del Río.
- . (2015). “Metabolismo socioecológico como herramienta para la historia ambiental urbana”. En Gallini (Ed.), *Semillas de historia ambiental* (pp. 75-124). Universidad Nacional de Colombia.
- Piña, William H. Alfonso y Pardo Martínez, Clara Inés. (2014). “Urban Material Flow Analysis: An Approach for Bogotá, Colombia.” *Ecological Indicators*, 42, pp. 32-42.
- Restrepo, José Manuel. (1827). *Acuerdos año de 1827*. Archivo Histórico Nacional, Salón de la Colonia, registro de los acuerdos y dictámenes del consejo de gobierno.
- Reyes Chittaro, Italo. (1984). *Geología de la región de Duitama-Sogamoso-Paz de Río*. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia.
- R.J. Tipton y Asociados de Colombia. (1955). Informe sobre la regularización del Lago de Tota y Anteproyecto de las obras del desagadero. Acerías Paz del Río.
- Rodríguez López, Luis Hernán. (2000). *Recuperación de los cerros nororientales de Sogamoso*. [Tesis de pregrado en Arquitectura]. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, Nepomuceno. (1883). *Informe relativo a la ferrería de Samacá*. Imprenta Medardo Rivas.
- Rostow, Walt Whitman. (1963). *Las Etapas del Crecimiento Económico*. Fondo de Cultura Económica.

- Rubio-Varas, Mar y Folchi, Mauricio. (2012). "Will small energy consumers be faster in transition? Evidence from the early shift from coal to oil in Latin America" *Energy Policy, Special Section: Past and Prospective Energy Transitions - Insights from History*, 50, pp. 50-61.
- Ruiz Nieto, Omar. (2014). *Metabolismo rural y límites ambientales de la producción agraria en la Altiplanicie Tunja-Sogamoso*. [Tesis en Historia] Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, Walter; Ríos-Osorio, Leonardo y Álvarez, Javier. (2011). "Conceptual bases for a classification of socioecological systems in sustainability research", *Revista Lasallista de Investigación*, 8, pp. 136-142.
- Santos, Jorge. (2006). *La mata de fierro*.
- Sieferle, Rolf Peter y Marquardt, Bernd. (2009). *La Revolución Industrial en Europa y América Latina. Estudios histórico-políticos del mundo trasatlántico*. Universidad Nacional de Colombia.
- Silva, Alberto. (1956). *Régimen legal de la industria en Colombia*. Bogotá: Minerva Ltda.
- Silva Celis, Eliécer. (1947). "Sobre arqueología y antropología chibcha". *Revista Trimestral de Cultura Moderna*, 8, pp. 133-251.
- Smil, Vaclav. (2001). *Energías. Una guía ilustrada de la biosfera y la civilización*. Crítica.
- Soluri, John. (2009). "Tierras, Montes y Aguas: Apuntes sobre energía, medio ambiente y justicia en las Américas". *Revista de Historia*, 59-60, pp. 69-184.
- Soluri, John; Padua, Antonio y Leal, Claudia. (2019). *Un pasado vivo*. Universidad de los Andes y FCE.
- Spencer, Herbert. (1862). *First Principles*. Burt.
- Suárez Hoyos, Vicente y Alvarado, Benjamín. (1957). "Selección de carbones en la elaboración del coque para Acerías Paz del Río". *Anales de Ingeniería*, 61, pp. 677-686.
- Sutton, David y Harmon, Paul. (1972). *Fundamentos de ecología*. Editorial Limusa.
- Tarr, Joel. (2002). "The metabolism of the industrial city". *Journal of Urban History*, 28, pp. 511-545.
- Toledo, Víctor y González de Molina, Manuel. (2007). "El metabolismo social: las relaciones entre sociedad y naturaleza". En Garrido, Francisco (Ed.), *El paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pp. 85-112). Icaria.
- Valero, Édgar. (2003). "Heroísmo empresarial y fomento estatal en la siderurgia del siglo XIX colombiano". En Naciones Unidas, CEPAL, *Empresas y empresarios en la historia de Colombia siglo XIX y XX, Tomo II* (pp. 595-632). Universidad de los Andes.

- Vanegas, Claudia Marcela. (2015). “Los pueblos de indios y el abasto de leña de las ciudades de Tunja y Santafé, siglos XVI y XVII”. *Fronteras de la Historia ICANH*, 20, pp. 92-122.
- Van Houten, Franklin. (1967). “Cenozoic oolitic iron ore, Paz de Río, Boyacá, Colombia”. *Economic Geology*, 62, pp. 992-999.
- Vega Pérez, Isabel Cristina. (1983). *Sogamoso: polo migratorio*. [Tesis en Ciencias Sociales]. Universidad de la Sabana.
- Villamil Guzmán, Clara Inés. (2013). *Historia de la Empresa de Energía de Boyacá 1954-2012*. [Tesis de maestría en Historia]. Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia.
- Warde, Paul. (2007). *Energy Consumption in England y Wales, 1560-2000*. Consiglio Nazionale del Ricerche, Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo.
- West, Robert. (1972). *La minería de aluvión en Colombia durante el período colonial*. Imprenta Nacional.
- Wiesner Duran, Eduardo. (1963). *Paz del Río. Un estudio sobre sus orígenes, su financiación, su experiencia y sus relaciones con el Banco Internacional para la Reconstrucción y Fomento*. [Monografía del Centro de Estudios sobre desarrollo económico] Universidad de los Andes.
- Wolman, Abel. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American*, 213(3), pp. 178-193.
- Yáñez, César; Rubio, María del Mar; Jofré, José y Carreras, Albert. (2013). “El consumo aparente de carbón mineral en América Latina, 1841-2000. Una historia de progreso y frustración”. *Revista de Historia Industrial*, pp. 25-77.
- Zambrano, Óscar. (2016). “La ciudad industrial en la planeación de Sogamoso entre el desarrollo urbano e industrial. Auge, apertura y plan 1950-2015”. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58713>



Del buey a la locomotora
Energía, acero y contaminación en el valle de
Sogamoso (Boyacá, Colombia, 1954-1983)

se terminó en el mes de diciembre de 2025
en Bogotá, Colombia.

Para su elaboración se usaron tipos Priori sans y Meno text.

El Archivo General de la Nación y el Ministerio de las Culturas, las Artes
y los Saberes presenta este título como parte de la colección
Otras Colombias posibles
que da la bienvenida a esos otros relatos que conforman
la esencia de nuestra identidad, a las diferencias que desbordan los límites
del canon y al reconocimiento de quienes, con su resistencia
y esperanza, han luchado —y siguen luchando—
por construir un país más equitativo y justo.

Entre la fuerza del buey y el rugido de la locomotora se tejió la historia del valle de Sogamoso, un territorio que, en nombre del progreso, transformó su paisaje, su aire y su gente. Este libro relata cómo la siderúrgica impulsó la llegada masiva de trabajadores, el crecimiento urbano desbordado y el surgimiento de numerosas actividades extractivas y metalúrgicas, al tiempo que desencadenó profundas presiones sobre el entorno natural: contaminación del aire y las fuentes hídricas, degradación del paisaje y una demanda inédita de energía y materiales. Mediante una investigación sustentada en archivos, cifras históricas y voces de quienes vivieron la transformación, la obra revela el precio ecológico y social del *progreso*.