UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos

CÁTEDRA DE FERROCARRILES

TESIS DOCTORAL

" Estética, técnica y dialéctica: La representación de la Ingeniería Civil en el Cómic Europeo de Ciencia Ficción de los siglos XX y XXI. Aplicación a los Sistemas de Transporte en general y al Ferrocarril en particular"

"Aesthetics, technics and dialectics: The representation of Civil Engineering in European Science Fiction Comics of the XX and XXI centuries applied to Transportation Systems and in particular to Railways"

Autor

Yves Manuel Díaz-de-Villegas Le Bouffant

Directores

Prof. Dr. Luigi Dell´Olio

Prof. Dr. Jordi Ojeda Rodríguez

Santander, Abril 2015

a Adriel, Marc y Yuna

“La única cosa que lamento en mi vida, es no haber dibujado jamás comics”.

Pablo Ruiz Picasso (1881-1973). Pintor

“…Su misión y su futura utilidad, es la de ir creando una metodología que habrá de convertir el estudio del cómic y la ciencia ficción en disciplinas auténticas y coherentes alejadas de su futilidad presente…”

Terenci Moix (1942-2003). Escritor

"Science and technology multiply around us. To an increasing extent they dictate the languages in which we speak and think. Either we use those languages, or we remain mute”

J. G. Ballard (1930-2009). Escritor de ciencia ficción

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS …….. 13

RESUMEN …….. 17

ABSTRACT……..19

1. INTRODUCCIÓN……..……..21

1.1. JUSTIFICACIÓN ……..……..……23

1.2. HIPÓTESIS DE PARTIDA…….……24

1.3. ENFOQUE METODOLÓGICO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN …….. 26

1.4. EL CÓMIC Y LA INGENIERÍA: MÉTODO Y MODELO……..…… 30

1.5. GLOSARIO…… 32

2. ESTADO DEL ARTE…….…….…. 33

3. LA INGENIERÍA EN EL CÓMIC…….…… 37

3.1. LA INGENIERÍA CIVIL EN EL CÓMIC……..…..…….. 38

3.1.1. Enfoque metodológico…….…….. 38

3.1.2. Estructuras y Resistencia de materiales…….……..…….. 39

3.1.3. Puentes…….…….. 40

3.1.4. Presas…….……..…….. 40

3.1.5. Ingeniería Sanitaria y residuos…….…….. 41

3.1.6. Urbanismo, construcción y edificación…….. 42

3.1.7. Túneles y minería…….…….. 44

3.1.8. Topografía y cartografía…….……..….. 45

3.1.9. Materiales de construcción……..…….. 45

3.1.10. Energía…….…… 46

3.1.11. Geología…….…….…. 46

3.1.12. Medio Ambiente…….…….…… 46

3.2. LA INGENIERÍA DEL TRANSPORTE EN EL CÓMIC…….……47

3.2.1. Enfoque metodológico…….…….……..47

3.2.2. Carreteras, calles y viaductos…….……..……..48

3.2.3. Puertos y obras marítimo-fluviales……..…….…..51

3.2.4. Aeropuertos…….……..……..….. 52

3.2.5. Vistas generales de tráfico…….. 53

3.2.6. Otras infraestructuras y elementos del transporte…….……..53

3.3. LOS FERROCARRILES EN EL CÓMIC…….…….55

3.3.1. Introducción y enfoque metodológico …….. 55

3.3.2. La infraestructura de vía…….……59

3.3.3. La estación de tren. Estaciones Intermodales……..…….. 65

3.3.4. Monorraíl……89

3.3.4.1. Monorraíl bajo vehículo……..……89

3.3.4.2. Monorraíl sobre vehículo……..……107

3.3.4.3. Combinación de ambos …….……129

3.3.5. Transporte guiado por semitubería……133

3.3.6. Transporte guiado por tubería ……..…141

3.3.7. Transporte guiado sobre plataforma…….……155

3.3.8. Ferrocarril con infraestructura en el plano vertical y desplazamiento en el horizontal……157

3.3.9. Vehículos guiados de desplazamiento vertical…….……161

3.3.10. Transporte por cable. Funicular……..……187

3.3.11. Infraestructura tipo montaña rusa……..…… 193

3.3.12. Locomotoras y material rodante…….……197

3.3.13. Metro. Ferrocarriles subterráneos……..… 229

3.3.14. Tranvías y metropolitanos de superficie…… 237

3.3.15. Ferrocarriles interiores en fábricas y minas……245

3.3.16. Dresinas……..……253

3.3.17. Ferrocarril sin carriles…….……255

3.3.18. Ferrocarril volador y acuático……259

3.3.19. La cabina del maquinista ……..…… 267

3.3.20. Placas giratorias …… 271

3.3.21. Toperas …….…… 275

3.3.22. Descarrilos, accidentes y cementerios de trenes ……277

4. CONCLUSIONES…… 283

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN …… 289

ANEJOS……..……..291

A.1. ESTRUCTURAS Y RESISTENCIA DE MATERIALES……..…293

A.2. PUENTES……..… 307

A.3. PRESAS……..……317

A.4. INGENIERÍA SANITARIA Y RESIDUOS……321

A.5. URBANISMO, CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN…… 333

A.5.1. Vista general de las ciudades……..…… 335

A.5.2. Edificios……..… 343

A.5.3. Habitaciones y salas…… 364

A.5.4. Maquinaria de construcción…… 370

A.5.5. Planos……..…… 371

A.5.6. Detalles constructivos……..…… 372

A.6. TÚNELES Y MINERÍA…….……393

A.7. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA……..…… 399

A.8. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN…… 403

A.9. ENERGÍA……..… 407

A.10. GEOLOGÍA……..……411

A.11 MEDIO AMBIENTE…….……417

A.12. TRANSPORTES……..…… 423

A.12.1. Carreteras, calles y viaductos ……..…… 425

A.12.2. Puertos y obras marítimo-fluviales ……..…… 445

A.12.2.1. Puertos futuristas y todo tipo de puertos……..….. 447

A.12.2.2. Ciudad flotante……458

A.12.2.3. Diques…….459

A.12.2.4. Muelles ……..…… 460

A.12.2.5. Canales y compuertas …… 461

A.12.2.6. Astilleros…….…… 463

A.12.2.7. Boyas…….. 463

A.12.2.8. Faros……464

A.12.2.9. Olas contra puerto y dique……...…464

A.12.3. Aeropuertos……465

A.12.4. Vistas generales de tráfico…….…… 479

A.12.5. Otras infraestructuras y elementos del transporte…….…….499

A.12.5.1. Sistemas de seguridad en el transporte…… 501

A.12.5.2. Sistema de antirrobo de vehículos……..503

A.12.5.3. Control de tráfico……503

A.12.5.4. Garajes, aparcamientos y zonas para guardar los vehículos……..……504

A.12.5.5. Plataformas de acceso a vehículos…….…… 508

A.12.5.6. Estaciones de servicio, carga eléctrica de vehículos…… 521

A.12.5.7. Transporte individual por tubería……522

A.12.5.8. Transporte individual funicular……..…… 523

A.12.5.9. Transporte individual por rayo de luz…… 523

A.12.5.10. Teletransportación, viajes en el tiempo y a través de agujeros negros…….……..… 524

A.12.5.11. Plataformas de lanzamiento de cohetes…… 526

A.12.5.12. Talleres de reparación de vehículos …….…… 530

A.12.5.13. Plataforma limpiacristales de fachada……..…… 531

A.12.5.14. Varios…… 532

A.13 PORTADAS…….……...……537

LISTADO DE REFERENCIAS……..…….. 569

1. Referencias de la tesis ……569

2. Referencias de los Anejos ……..……595

AGRADECIMIENTOS

El primer agradecimiento es para mis padres. Mi padre, ingeniero industrial y Catedrático de ferrocarriles en la Escuela de Ingenieros de Caminos, ha supuesto una influencia ferroviaria muy importante en mi formación y me transmitió su amor por los trenes, ya que mi infancia siempre giró en torno a ellos. Él siempre quiso que fuese ingeniero, por supuesto. Y sin embargo, mi madre, profesora también, insistía por su parte en que mi vocación eran las letras, y su influencia en las disciplinas literarias fueron muy importantes para mi. Entre ambos conformaron más aspectos de mi forma de ser de los que podría reconocer. Durante toda mi época de estudiante, cuando mi cabeza ya no podía más con Rouche-Frobenius, el "peeledospartidoporocho" o con el Cremona que no acababa de salir, escondía un cómic debajo de los libros de texto y me evadía a mundos mucho más placenteros, eso sí, con gran sensación de pecado. Han pasado veinte años y bendigo aquellas horas que le robé a la ciencia para dárselas a El Incal o a Corto Maltés. Al cabo del tiempo, cuánta más utilidad tuvieron.

También le estoy muy agradecido a mi tía Yvonne, que trabajaba en una tienda de libros en Bretaña, en Francia. Cuando íbamos allí todos los veranos de la infancia, después de cerrar por la noches, nos traía a mi hermano y a mi, a escondidas, unas cuantas "bandes dessinées", de las de tapa dura y papel satinado del bueno. Nosotros los leíamos con fruición (¡no había televisión en casa de la abuela!) porque al día siguiente debían ser devueltos a la librería. De aquellos veranos, sin duda, salió nuestro amor por el noveno arte. Esta tesis es parte de su huella.

Quiero agradecer también a mi mujer Susanna y a mis hijos Adriel, Marc y Yuna su paciencia conmigo y con la tesis a lo largo de estos años. Teniendo trabajo, el único tiempo libre que queda debería ser para la familia, y a ellos se lo he quitado para terminar este trabajo. Prometo, a cambio, intentar transmitirles el amor a la ciencia y a la literatura, especialmente a esta rama tan adictiva como es la historieta, trufando sus lecturas de Moebius, Moore, Peeters, Torres y demás autores que dinamitan el mundo real para acercarnos a la verdad.

No puedo olvidar a los responsables académicos que me han apoyado en el largo camino de esta investigación. Por orden cronológico, el profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria, José María Díaz de la Lastra, con el que hace ya quince años inicié mis cursos de doctorado, por comprender mi situación laboral y ayudarme en los comienzos de este viaje que al final ha resultado bien largo.

A los profesores de la misma Escuela, Ángel Ibeas y Luigi dell'Olio, codirector este último de mi tesis, por haber aceptado en su momento el cambio de rumbo de línea de investigación tan radical. No debió ser fácil asumir el paso de una tesis al uso en una carrera técnica, como la que empecé en su día, a otra que proponía aunar la ingeniería y el cómic. Después de la sorpresa o incredulidad inicial se volcaron totalmente en el proyecto apoyándolo en congresos, artículos publicados conjuntamente, etc.

También estoy muy agradecido a los profesores de la misma Escuela, José Antonio Revilla y Joaquín Díez-Cascón, por haberme apoyado en un momento de crisis importante cuando decidí cambiar de dirección en la tesis. Supieron guiarme de forma completamente desinteresada en el camino para reencarrilar mi proyecto.

A mi codirector de tesis, el profesor de la Universitat de Barcelona, Jordi Ojeda, simbiosis perfecta entre un ingeniero y un experto en cómics, que representa lo que busca en esencia el contenido de mi investigación. Por haber guiado con rigor la costura que he ido hilando de ambas disciplinas y por poner a mi disposición su ingente material bibliográfico y su conocimiento de autores y obras. Su impagable labor de divulgación de los cómics desde el punto de vista de la ciencia, en su blog, sus artículos, sus conferencias, las ferias y eventos que organiza… son una una inspiración y punto de referencia para aquellos que escondemos los tebeos entre libros "serios" por temor a ser tomados por infantiles o raros.

Y finalmente, pero no por último menos importante, pues sin él no habría entrado nunca en el mundo del cómic de adultos, a mi amigo José Luis Llorente que, con 20 años, me zarandeó un día de las solapas por haberme quedado en Tintín y no haber pasado aún a Watchmen. Me

obligó a leerlo –cuando esta biblia de la historieta aún se vendía en fascículos– y desde entonces la biblioteca de mi casa, mi mesita de noche –y mi bolsillo– ya no han vuelto a ser los mismos.

RESUMEN

La presente tesis doctoral se plantea como un proyecto de investigación para estudiar la relación entre la ingeniería en general, la ingeniería del transporte y, en particular, el ferrocarril, y su representación en el cómic europeo de Ciencia Ficción de los siglos XX y XXI. La metodología utilizada ha consistido en la recopilación de viñetas y en su análisis, comparando lo existente en la realidad y lo planteado en los cómics. A partir del material seleccionado, después de una exhaustiva investigación en las que se ha tenido acceso a más de 30.000 fuentes bibliográficas, tanto públicas, en bibliotecas, como de colecciones privadas, se ha podido confirmar y desarrollar, en los distintos capítulos, la tesis inicial de partida: que existe una importante conexión entre la ingeniería del transporte y el cómic, que la primera ha ejercido una influencia muy importante en la segunda y que el cómic, ha inspirado, al igual que lo han hecho la literatura y el cine, a más de un ingeniero del siglo XX.

Así mismo se propondrán numerosos ejemplos de tecnologías futuristas que aparecen en las viñetas de los documentos estudiados, analizando sus posibles aplicaciones en el mundo real de la ingeniería. Se recorrerá, a través de las figuras de los guionistas y dibujantes del cómic de ciencia ficción, ejemplos que demuestran constantemente una agudeza e imaginación extraordinarias, una visión nueva sobre el desarrollo de la ingeniería en el transporte del futuro. Este porvenir propuesto, previsible o irreal, utópico o distópico, sito en la tierra o en otros planetas, con humanos o extraterrestres, etc, sirve de marco para nuevas concepciones e invenciones –algunas magistrales–, puntos de vista sorprendentes y replanteamientos novedosos de viejos conceptos. Todo ello, sin duda, puede ser de gran utilidad a la sociedad actual y a sus ingenieros, como modelo o como medio de reflexión de la adaptación al mundo cambiante en el que vivimos. Uno de los objetivos de la tesis es provocar la necesidad de una atenta segunda lectura de las historietas, una mucho más profunda, en la se pueda entresacar y aprehender todas las ideas y reflexiones escondidas en el dibujo y la trama, que nos descubren, a veces, desarrollos conceptuales dignos de los más clarividentes ingenieros y arquitectos.

ABSTRACT

The following doctoral thesis has been planned as a investigation project to study the relationship between the general Engineering, the transportation Engineering and, specially, the Railway Transportation, and its representation in the Science-Fiction European comic books of the twentieth and twenty-first centuries. The methodology used consists in the compilation and analysis of the comic drawings, constantly comparing the reality with its vision showed in the comic strips. From the selected stuff, after an exhaustive investigation in the 30.000 sources studied, we succeed confirming and developing in the different chapters the departure thesis: that there is a bidirectional connection between the transportation engineering and the comic books, that the first one has exert a very important influence in the second one and viceversa, that the comic books have inspired, just as literature and films have, all the generations of engineers of the last century and the actual one. We will also propose several examples of futuristic technologies that appear in the studied documents, analyzing their possible applications in the engineering real world. We will travel over the comic strips showing their authors' new vision about the developpment of the future transportation engineering. This prospective scenario proposed, predictable or unreal, utopian or dystopian, placed in earth or in other planets, with humans or aliens, etc; will be the frame for new concepts, inventions –some of them master pieces–,surprising points of view and new reformulations of old concepts. All of which, doubtless, could be very helpful to the actual society and their engineers, as a model or as a way of reflection about the human adaptation in the world we live. The author alerts in this thesis about the necessity a second perusal of the comic strips, one much more deep, in which we shall catch all the ideas and thoughts hidden in the drawings and the plot, that discover us, sometimes, conceptual developments worthy of the most clairvoyant engineers and architects.

1. INTRODUCCIÓN

Los cómics, historietas, tiras gráficas, tebeos, novelas gráficas, bandes dessinées en Francia, fumetti en Italia, son algunos de los distintos nombres que esta rama, mezcla de la literatura y la pintura, ha ido adquiriendo en el mundo desde sus primeras representaciones. En estas últimas décadas ha pasado de ser considerado como mero entretenimiento, de dudosa valía intelectual, a formar parte, por derecho propio, de la mejor familia de la gran literatura universal. Al igual que en las otras artes, pintura, música, poesía, cine, etc., se ha convertido en otro medio de expresión más del ser humano que, a menudo, se plasma en obras maestras, compendio del sentir y del pensamiento de una generación, de una época, o bien de estados del alma sublimes que son capaces, en una sola creación, de transmitir a las siguientes generaciones la esencia de la naturaleza humana.

Por otra parte, quién pondrá en duda que las diferentes disciplinas de todo orden que nacen del intelecto humano, se alimentan entre sí como vasos comunicantes. Desde Leonardo da Vinci, genio que destacaba en varias de ellas al mismo tiempo, a nuestros días, es tanto el conocimiento humano adquirido que se ha vuelto imposible pretender dominar con maestría esa variedad de conocimientos. Como mucho se puede ser maestro en su profesión y, quizás, en una afición a la que se dedique mucho tiempo, pero poco más. Parece imposible, como antaño, ser conocedores medianos de varias artes o ciencias. Lamentablemente los conocimientos que hay que adquirir son tantos, y el tiempo tan escaso, que difícilmente un gran cirujano podrá llegar a ser un músico insigne, o un físico eminente triunfar en algún deporte.

Uniendo por lo tanto estas dos ideas, la capacidad representativa del cómic y la interdisciplinariedad de los conocimientos humanos, se propone en estas tesis unir dos ramas del saber aparentemente muy alejadas, la ingeniería civil y el cómic. Como se justificará más adelante, la ingeniería –no así la arquitectura– ha dado la espalda a esta disciplina literaria y gráfica, perdiendo la oportunidad de enriquecerse con sus planteamientos e ideas.

Cabe destacar también, que el cómic de ciencia ficción tiene una ventaja comparativa muy importante frente a la literatura y el cine, su principales competidores en las descripciones futuristas. Y es que el cómic tiene un poder descriptivo al que no pueden llegar fácilmente estas dos disciplinas. Para representar ciudades futuras muy desarrolladas, vehículos de gran tecnología o mundos alienígenas de gran complejidad, el cine tiene una limitación económica muy importante, por el precio que cuesta representar todo aquello que no existe. Y la literatura tiene un problema de espacio, puede describir hasta cierto grado de detalle, pero no puede detenerse demasiado en sus descripciones debido a la propia dinámica de la novela. Es, por lo tanto, el cómic de ciencia ficción el medio perfecto para la representación de todo tipo de propuestas futuristas que entronquen con la ingeniería, hecho demostrado como se verá en la abundancia de material aportado en la presente tesis.

A lo largo de los distintos capítulos se clasificarán con afán descriptivo-comparativo, frente a frente, cómic e ingeniería civil. De la ingeniería civil se descenderá la terreno de la ingeniería del transporte para, finalmente, entrar ya con el máximo detalle y esfuerzo analítico en el ferrocarril, donde todas las figuras encontradas serán diseminadas desde el punto de vista del ingeniero ferroviario.

Finalmente parte de las investigaciones realizadas en la presente tesis han sido presentadas y publicadas en congresos y revistas internacionales:

- DÍAZ-DE-VILLEGAS, Y.; IBEAS, A.; DELL'OLIO, L. (2014). *The Transportation Engineering inside the city structure in the Science Fiction Graphic Novel of the 20th Century.* Elsevier. Procedia-Social and Behavioral Sciences. DOI:10.1016/j.sbspro.2014.12.178. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281406279X]
- DÍAZ-DE-VILLEGAS, Y.; IBEAS, A.; DELL'OLIO, L. (2014). *The future of the Railway Transportation from the Science point of view.* Elsevier. Procedia-Social and Behavioral Sciences. DOI:10.1016/j.sbspro.2014.12.231 [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814063320]

- Presentada en el XI Congreso de Ingeniería del Transporte CIT 2014. Santander. 9 de junio de 2014. *"La ingeniería del transporte dentro de la estructura de la ciudad en la novela gráfica de ciencia ficción del siglo XX",* junto con el Prof. Dr. Ángel Ibeas Portilla y el Prof. Dr. Luigi dell'Olio de la Universidad de Cantabria.
- Presentada en el XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería del Tránsito, Transporte y Logística. PANAM 2014. Santander. 13 de junio de 2014. *"El futuro del transporte por ferrocarril desde la óptica del cómic de ciencia ficción",* junto con el Prof. Dr. Ángel Ibeas Portilla y el Prof. Dr. Luigi dell'Olio de la Universidad de Cantabria.
- Presentada en el 33º Salón del Cómic de Barcelona. 18 de abril de 2014. "*Los cómics reinventan la ingeniería del transporte: el ferrocarril del futuro",* junto con el Prof. Dr. Jordi Ojeda de la Universitat de Barcelona.
- Presentada en el curso de verano de la Universidad de Alcalá: "Imágenes y migraciones del cómic y la novela gráfica" dirigido por el Prof. Dr. Francisco Manuel Sáez de Adana Herrero de la Universidad de Alcalá. 24 de junio de 2015. *"Los cómics reinventan el ferrocarril. El transporte en la ciencia ficción europea".*

1.1. JUSTIFICACIÓN

Los primeros pasos emprendidos al comienzo de la presente tesis fueron encaminados a buscar los trabajos e investigaciones realizados en este sentido por ingenieros. Las bases de datos informatizadas mostraron la existencia de numerosas tesis doctorales y todo tipo de estudios, en España y en el extranjero, relacionados con los cómics, la ciencia ficción, el cine, la literatura, etc, pero desde el punto de vista del arquitecto (y también desde el punto de vista de algunas disciplinas más), pero no desde el punto de vista del ingeniero. Esta disciplina, la arquitectura, es innegable que guarda en el perfil y generalidad de sus estudios muchas similitudes con la del ingeniero de caminos, canales y puertos. Todos los trabajos encontrados se citan en el capítulo Estado del Arte, para demostrar, justificando la razón de ser de la presente tesis, que sí se puede aportar algo al vasto mundo académico, tendiendo puentes, y nunca mejor dicho, entre dos disciplinas aparentemente tan distintas como son la ingeniería

civil y el noveno arte, que es el cómic –denominación propuesta por René Goscinny (1926-1977), uno de los creadores de Astérix–, tal y como han hecho otros en sus propias disciplinas.

Sí existen ejemplos de recopilatorios de viñetas de cómic relacionadas con temas concretos de la ingeniería civil, como el libro *Cómics a Puerto* (Ojeda y Solé, 2008) o *Faros de papel* (Ojeda y Solé 2007), pero ningún estudio que analice desde el punto de vista del ingeniero las propuestas referidas a su disciplina en el cómic de ciencia ficción con enfoque técnico. Queda justificada, por lo tanto la intención innovadora de la presente labor de investigación.

1.2. HIPÓTESIS DE PARTIDA

El maridaje entre las disciplinas tecnológicas y las artísticas no es algo común en los estudios superiores. El propio sistema educativo español separa de manera temprana las vocaciones de sus alumnos encaminándolas hacia "ciencias" o hacia "letras", y esta distinción es de uso habitual en todos los ámbitos. Así, los ingenieros no saben algo de derecho, los médicos no estudian casi nada de psicología, los economistas no profundizan en el inglés, los historiadores no dominan la física, etc. Es por ello que las tesis doctorales "transversales" son menos frecuentes en las universidades, y más cuando se trata, como la presente, de entrecruzar dos ramas del conocimiento tan alejadas aparentemente, como son la ingeniería y la historieta, a su vez una mezcla heterodoxa de la literatura, las bellas artes y las ciencias.

Para el autor de la presente tesis, ingeniería y cómic habían viajado siempre en vías de tren paralelas, habiéndole dedicado a ambas disciplinas un muy importante número de horas. De forma totalmente inconsciente, a medida que avanzaba en la carrera de ingeniero, en la universidad primero y en el mundo laboral después, la lectura de los cómics se fue enriqueciendo, pues añadía la visión crítica con conocimientos técnicos, pudiendo valorar o deplorar las propuestas que los autores gráficos realizaban en sus obras, criticando soluciones imposibles y, sobre todo, admirando el ingenio de muchas propuestas que daban mucho que pensar por su inventiva y proyección de futuro. Es preciso añadir aquí que una sorprendente

cantidad de profesionales del cómic son ingenieros o arquitectos (como los antes mencionados Nit y Sabatés, o Luiz Eduardo de Oliveira, Léo, Luc Schuiten, Fernando Monzón…). Fue en este punto cuando surgió de forma natural la idea de aunar el camino de la profesión con el de la afición, en una propuesta de proyecto de investigación que pretende analizar una disciplina a la luz de la otra, la ingeniería a la luz de la viñeta del cómic, y el cómic como propuesta de ingeniería, que no debe ser desperdiciada por su potencial innovador, e inspirador.

Debe aclararse que esta tesis se realiza desde el punto de vista de la ingeniería, no desde el punto de vista de la literatura. Por lo tanto las clasificaciones que vertebran la investigación no están basadas en autores o en obras de cómics, sino que las referencias a estos se han repartido y adaptado de acuerdo a las necesidades que imponían las distintas disciplinas de la ingeniería, buscando ilustrar estas a la luz de la creatividad de los autores de las tiras animadas.

1.3. ENFOQUE METODOLÓGICO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Como se ha dicho, la intención inicial de esta tesis doctoral era la de estudiar la relación del cómic de ciencia ficción europeo con la ingeniería civil en su conjunto. Para ello la estrategia elegida fue la de utilizar el listado de asignaturas de la carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y, con ella en la mano, afrontar la búsqueda y lectura de cuantos cómics fuera posible, extrayendo de ellos todas las viñetas que guardasen relación con las distintas disciplinas de los estudios mencionados. Durante el primer año de trabajo el autor fue clasificando en carpetas todas estas imágenes extraídas con la intención de hacer una selección al final con lo más representativo de ellas. Pero al comienzo del segundo año se hizo patente el error inicial de cálculo cometido. A pesar de haber restringido la búsqueda solo al cómic europeo y solo a la ciencia ficción, el material recolectado se adveraba demasiado extenso, llegando a ser abrumador en algunas de las subdisciplinas.

Después de reuniones con los dos directores de tesis se decidió reducir el marco de actuación solo a la ingeniería del transporte, departamento, de hecho, en el que se estaba realizando la misma. El trabajo se había restringido al transporte por carretera, por ferrocarril, por mar y por aire, incluyendo infraestructuras, vehículos y todo lo que tuviese relación con el tema. Y, sin embargo, al cabo de otros seis meses de búsqueda se llegó al mismo punto que la vez anterior. El error de cálculo seguió persistiendo. A pesar de la restricción impuesta, la cantidad de material encontrado seguía siendo demasiado extenso como para poder analizarlo en una tesis con el detalle que merecía. Nuevas reflexiones con los dos directores de tesis concluyeron en un nuevo círculo de actuación aún mas estrecho. El cuerpo principal de la tesis se basaría solo en el tratamiento de los ferrocarriles.

El resto del material encontrado sobre la ingeniería de transporte y de la ingeniería civil en general ha sido seleccionado, reducido, comentado y colocado en los anejos, para no perder la visión general y el protagonismo del tema principal, que han sido los ferrocarriles. Lo que sí se ha eliminado totalmente son las aproximadamente dos mil viñetas encontradas sobre los

vehículos, tanto terrestres, como marinos y aéreos. El trabajo de encontrarlos y clasificarlos ha supuesto muchos meses de trabajo baldío, que quedará al menos como material de base para la realización de artículos, posteriores estudios o punto de partida para nuevas tesis doctorales.

De lo que no cabe duda es que, aunque esto se desarrollará más en las conclusiones, el mundo del cómic de ciencia ficción es una fuente inagotable de información sobre el mundo de la ingeniería. La cantidad de material y la riqueza imaginativa y tecnológica del mismo dice mucho de los autores que las han creado. No todos los ingenieros y arquitectos serían capaces de imaginar soluciones tan creativas a problemas reales del presente y del futuro, respetando en la mayoría de los casos las disciplinas de la ingeniería y la arquitectura. ¿Cómo hacen estos guionistas y dibujantes para recrear edificios, vehículos, estructuras, etc, desde un punto de vista tan ingenieril? Entendemos que fusionan copiando la realidad, que preguntan, investigan y dedican –sin lugar a dudas– muchísimo tiempo a documentarse antes de sentarse delante de su mesa de trabajo o de dibujo. Esto dice mucho de ellos, y los convierte, a ojos de este modesto investigador, en merecedores de un puesto mucho más destacado, no ya en la sociedad, que también, sino en el panorama educativo de las enseñanzas de la ingeniería, la arquitectura y todas las demás escuelas técnicas.

Durante el Salón del Cómic de Barcelona 2015, el autor de la presente tesis tuvo la oportunidad de entrevistarse con dos dibujantes cuyas viñetas salen reflejadas en este trabajo de investigación, Philippe Berthet y Alain Henriet. Después de explicarles el objetivo de la tesis se les preguntó a ambos por la forma de trabajar a la hora de inventar la ingeniería del futuro, cómo diseñaban sus ciudades submarinas o sus vehículos voladores. La respuestas fueron diferentes. Berthet dijo que buscaba su inspiración en todas partes, en la realidad, en la imaginación y en todo tipo de fuentes y documentación que pudiese ayudarle. Para ello analizaba revistas, enciclopedias, libros de ingeniería, etc. Henriet, por contra, reconoció que a menudo las editoriales contrataban ingenieros o diseñadores industriales que les guiasen en la confección de sus idas futuristas, participando incluso a veces activamente en su diseño. Este hecho no deja de ser sorprendente. Detrás de muchas creaciones artísticas finalmente sí

que hay ingenieros o técnicos que participan en el proceso. Esta realidad refuerza aún más la razón fundamental de la concepción de esta tesis doctoral, puesto que ambos mundos, cómic e ingeniería, sí tienen profesionales que ya han solapado estas disciplinas con débiles costuras, que deberían ser, a nuestro juicio, fijadas firmemente con estudios sobre la relación entre ambas materias para mayor aprovechamiento de ambas.

El objetivo final de esta tesis es demostrar que el mundo del cómic debía ser estudiado desde el punto de vista del ingeniero, y el descubrimiento ha sido tan vasto que el presente análisis, al final, no es más que una gota de agua en el mar de lo que se podría aprovechar de la unión de estas disciplinas en principio tan dispares. Aventurar que la lectura de ciertos cómics debería ser obligatoria en nuestras carreras técnicas llevará a risa a muchos; a muchos que no han leído historietas. Sirva esta tesis, si posible, para hacerles el regalo de descubrir nuevos horizontes insospechados.

La página web francesa de inventario y clasificación de cómics europeos, www.bedetheque.com, dirigida por Philippe Magneron, referencia mundial de inventariado de bibliografía de esta especialidad, cuenta con 180.099 registros (abril 2015). Por su parte, la Asociación Cultural Tebeosfera (ACT) publicó en 2013, dirigida por Manuel Barrero, el *Gran Catálogo de la Historieta. Inventario 2012. Catálogo de Tebeos den España 1880-2012,* y cuenta con más de 180.000 referencias. Evidentemente abarcar, no ya la totalidad, sino una parte significativa de todos los cómics de ciencia ficción incluidos en ambos catálogos, es imposible, sobre todo por la desaparición de los números más antiguos. Sin embargo, se ha realizado una exploración en ambos lugares así como en bibliotecas con importantes colecciones de cómic, entre ellas la Biblioteca Can Fabra de Barcelona, con la mayor colección de cómics de España, 25.000 ejemplares. Se ha podido acceder también a la colección privada de Jordi Ojeda, Ingeniero Industrial, profesor de la Universitat de Barcelona y codirector de la presente tesis, sin duda una de las mayores de España con más de 20.000 cómics en su haber. Resultado de estas búsquedas se han analizado muchos miles de cómics y separado aquellos de temática de ciencia ficción. Entre estos se han sacado más de 3.000 viñetas relacionadas directamente con la Ingeniería Civil, de las cuales aproximadamente la

mitad han sido incluidas en estas páginas. Se han escaneado y clasificado según las especialidades y subespecialidades de esta disciplina, en los capítulos que se pueden encontrar en el índice.

Todos los cómics de los que se extraído información han sido reflejados en el listado de referencias de la tesis y el lugar exacto donde se encuentra la viñeta ha sido referenciado en cada una de las citas con las que cuenta el presente trabajo de investigación.

Con la base de datos obtenida se ha realizado un análisis de la relación entre ambas disciplinas, desgranando las soluciones tecnológicas propuestas, que tuvieron su inicio en el mundo de la ingeniería pero que desaparecieron por diversos motivos, como los sistemas de transportes en dirigible, por ejemplo. Asimismo se han analizado los actuales desarrollos de las distintas disciplinas de la ingeniería que sí se están llevando a cabo en la realidad, vistos desde los cómics. Finalmente se ha dado un salto al futuro, estudiando las propuestas de los cómics. Por una parte los que sí podrían llevarse a cabo y por otra parte los que parecen, a priori, demasiado imaginativos o ambiciosos, al menos en el medio plazo. De los primeros se ha procurado extraer enseñanzas o ejemplos que puedan servir para inspirar al mundo de la ingeniería en sus futuros desarrollos, especialmente en el sector transportes, apartado de la ingeniería que se pretende desarrollar más que los otros en este estudio.

Finalmente el autor de la tesis desea justificar por qué la gran mayoría de cómics referenciados son de origen francófono. Las razones son varias. La primera porque no cabe duda que Francia y Bélgica son los dos países europeos de mayor producción de cómics, muy lejos de los demás países, incluido España. Por eso una análisis de la bibliografía francesa y belgas se hacían obligatorias si se pretendía obtener una visión más o menos profunda de la ingeniería civil en el cómic europeo. Y la segunda razón, es que el autor tiene, por su origen, una estrecha relación con Francia y con su idioma, habiendo sido eminentemente francesa la influencia que ha recibido de la *bande dessinée*. La capacidad de acceso a fuentes francófonas ha sido por lo tanto determinante a la hora de realizar la presente investigación, y ello queda patente en la bibliografía utilizada.

Y, para concluir, un último detalle sobre metodología. Es regla en el mundo literario, al plasmar y referenciar una viñeta de un autor, al igual que una foto, ponerla completa, tal y como aparece en la fuente original. Esto es, sin cortes. En este caso se ha tomado la decisión de no seguir esta norma siempre, debido a que esta tesis lo que pretende es mostrar los detalles pertinentes al tema tratado. En muchas de las viñetas si no se enfoca directamente el objeto del estudio, si no se recorta el detalle que se quiere analizar, a veces escondido en una esquina de la figura, no es posible apreciarlo por su pequeño tamaño.

1.4. EL CÓMIC Y LA INGENIERÍA: MÉTODO Y MODELO

Gran parte de las tesis doctorales de las carreras técnicas se basan en el establecimiento de un modelo que posteriormente se desarrolla en detalle. En esta tesis no es sencillo establecer el modelo construido en la comparación entre la ingeniería civil, la ingeniería del transporte y, finalmente, el ferrocarril, frente al cómic de ciencia ficción.

Los autores, tanto guionistas como ilustradores, buscan fundamentalmente llegar a su público con una historia ilustrada que les atraiga y para ello utilizan varios factores. El primero es sin duda la historia, la trama. La segunda sería el desarrollo de los personajes y la tercera el entorno en los que estos y la historia se mueven. Es en este tercer punto, donde los autores deben echar mano a toda su imaginación para crear una atmósfera subyugante, que encuadre la acción en un entorno creíble pero interesante. Y en la ciencia ficción el desafío en este sentido es muy grande. Porque todos los escenarios son inventados y el trabajo de ambientación va a ser mirado con lupa por los lectores. Es en este desafío donde se encuentra el corazón de esta tesis, en el esfuerzo que lleva al creador a reinventar la ingeniería a través de mundos nuevos que nos epaten y que al mismo tiempo nos creamos. ¿Pero, cuál es el método o modelo que siguen los autores para conseguirlo? ¿Cómo es el camino intelectual que discurren para poder llegar a soluciones tan sobresalientes que merezcan ser analizadas por arquitectos e ingenieros? ¿Son similares a todos o cada uno sigue su propia vía?

El autor de esta tesis piensa que hay puntos comunes que todos ellos siguen y que, por lo tanto, es posible bosquejar algo parecido a un modelo. Para empezar, puesto que se va a tratar

la ciencia ficción, todos ellos deben intentar alargar la línea de la sociedad actual hasta el mundo futuro que van a describir. Este futuro puede ser un escenario post-guerra nuclear –como Giménez (1987), por ejemplo, en su *Gangrena* – o una brillante conquista de las galaxias por parte de la humanidad– Torres y sus numerosas historias de Roco Vargas–, pero indudablemente debe proceder del presente. Por lo tanto los guionistas y dibujantes deben contar con que los escenarios mostrados sean creíbles, y estos, aparentemente infinitos, se circunscriben a una serie de ideas preconcebidas sobre el futuro, sobre las que todos, aunque sea inconscientemente, nos apoyamos. En cuanto a la ingeniería se refiere, que es el tema que aquí se trata, vuelve a ocurrir lo mismo. Los vehículos, las naves espaciales, los sistemas de transporte, etc, entran todos ellos dentro de una serie de órdenes que con un poco de esfuerzo se podrían clasificar. Por una parte están todas aquellas representaciones que muestran la ingeniería futura como un claro desarrollo continuista de lo que existe ahora. Los coches volarán, se llegará en naves espaciales a otros mundos que el hombre conquistará, los avances en comunicaciones gracias a la electrónica serán exponenciales… Y por otra parte, en los desarrollos futuros pesimistas, el hombre comenzará a retroceder en su desarrollo tecnológico, apoyándose en lo que construido actualmente, pero sin poder avanzar de forma genérica en todos los campos. Es el caso de los escenarios distópicos, donde los coches también vuelan –contaminado mucho, eso sí, y a menudo con sistemas de propulsión basados en el ya superado carbón–, pero la basura devora las ciudades por la incapacidad del hombre de gestionarla, como se verá más adelante.

Es evidente que estas dos modelizaciones no cubren en absoluto todo el espectro mostrado por la imaginación del cómic, pero sí que engloba gran parte de los casos analizados.

1.5. GLOSARIO

Es necesario, antes de comenzar los textos que vienen a continuación, los cuales ya tienen relación directa con los cómics y con la ciencia ficción, definir tres palabras recurrentes en este documento, que no se encuentran en el diccionario de la Real Academia Española. Su uso está justificado, a pesar de esta ausencia, pues son de uso común en la materia y representan conceptos fundamentales para entender algunas de las premisas de la presente tesis.

DISTOPÍA: Concepto tomado de la cultura anglosajona, basado en la palabra *utopía*, cuyo significado es opuesto a esta. Se utiliza para retratar sociedades ficticias indeseables, al estilo , por ejemplo, de la novela *1984* de George Orwell (1949).

RETROFUTURISMO: Movimiento artístico que fusiona la estética clásica con la tecnología moderna o futurista. En la tesis se citarán numerosos ejemplos del mismo, donde, por ejemplo, vehículos de ciencia ficción presentan una estética propia de finales del siglo XIX.

STEAMPUNK: Subgénero de la literatura, perteneciente a la ciencia ficción y al retrofuturismo, donde la tecnología, aún siendo más avanzada que la actual, utiliza anacrónicos motores a vapor como fuente de energía principal.

2. ESTADO DEL ARTE

Tesis doctorales relativas al cómic o a la ciencia ficción realizadas desde carreras técnicas

Enmarcadas dentro de la arquitectura se han encontrado diversas tesis doctorales en las que la ciencia ficción o el cómic son la base de la línea de investigación Seguida. Debemos citar, en primer lugar, el trabajo realizado por Margarita de Luxán (1982), actualmente catedrática de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid: "*La arquitectura en la literatura de Ciencia Ficción (1926-1976)*", siendo presidente de su tribunal en la lectura de esta tesis el insigne arquitecto Francisco Javier Saenz de Oiza. También cumplen estas premisas las tesis doctorales de los siguientes arquitectos: Juan Antonio Cabezas (2014): "*La arquitectura en el cine de ciencia ficción*"; Fernando Ayala (2012): "*Arquitectura, ciencia-ficción y comic books. Vanguardias, evolución y lenguaje*"; Luis Miguel Lus (2013): "*Futurópolis: El cómic y la construcción transmediatica de la ciudad futura*"; Ángel Borrego (2007): *"Espías y ciencia ficción: represión y explotación de las construcciones de superpoderes en la arquitectura moderna";* Jorge Tuset (2011): *"Arquitectura y cómic, la obra de Shuiten y Peeters"*, Spyridon Papadopoulos (1997): "*La configuración del espacio en la ciudad del futuro. Arquitectura y ciencia ficción, cine y cómic a partir de los años 70"*. El hecho de que la arquitectura y la ingeniería civil entronquen en sus contenidos de formación y en su desarrollo profesional en tantas ramas (edificación, construcción, estructuras, resistencia de materiales, etc) hace que estas tesis sean de especial interés para el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y en especial como ejemplo para el desarrollo de la presente tesis doctoral.

Además de lo dicho, se han buscado las tesis doctorales realizadas en España en los últimos años, localizando todas aquellas existentes en la base de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, que tuviesen relación con los cómics y con la ciencia ficción.

De las primeras, con el tema del cómic, se han encontrado 24, proponiendo a continuación una clasificación por el objeto de la tesis. En las primeras la historieta es estudiada desde su

propia disciplina, como finalidad en sí misma, analizando distintos aspectos que los investigadores han considerado para su estudio. En las segundas, la formación académica del doctorando es ajena al mundo de los cómics, pero utiliza estos como apoyo o justificación para el desarrollo de la teoría o demostración que propone. Estas tesis proceden de todo tipo de carreras, a saber: Periodismo, Ciencias de la comunicación, Historia, Sociología, Traducción e interpretación, Pedagogía, Filología y Psicología.

Tesis doctorales: El cómic como fin en sí mismo.

De las primeras hemos encontrado los siguientes trabajos: Antonio Altarriba (1981): *" La narración figurativa. Acercamiento a la especificidad de un género a partir de la «bande dessinée» de expresión francesa*"; José Antonio Ramírez Domínguez (1975): *" Historieta y estética de la historieta española (1939-1970)";* Daniel Gómez (2013): *"Tebeo, cómic y novela gráfica: La influencia de la novela gráfica en la industria del cómic de España";* Rubén Arocena (1999): "*La escritura en la imagen y la imagen de la escritura: Interacciones en el cómic*"; J. Puebla (2006): "*De l'espai del cómic a l'espai cinematogràfic*"; Javier de la Cruz (2005): " *Los cómics de Francisco Ibáñez*"; Francisco de Asís Ansón (2008): " *El tratamiento del cómic en soporte web a través del estudio de diversos medios de comunicación «online» en castellano*"; Diego Mollá (2011): " *El dominio discursivo del cómic: Pulp, Daily Sunday y Comic Book*"; Adriana Patricia Gallego (2002): " *Contribución del cómic a la imagen de la ciencia*"; Rubén Varillas (2007): "*El cómic: Texto y Discurso. Una propuesta de análisis narratológico*"; Marcello Serra (2011): "*La semiosfera de los cómics de superhéroes*"; Ignacio Arranz (1995): "*Reflexividad en el cómic. Análisis de las prácticas autonímicas en la historieta de expresión francesa*"; Marina Segarra (1989): "*La tipología narrativa clásica: Hacia una teoría de la puesta en escena de la historieta*"; Jesús Jiménez (2002): "*Narrativa de la historieta. Análisis narratológico del cómic a través de la obra de Alan Moore*"; Iván Pintor (2008): "*Continuidad y discontinuidad visual en la historieta*"; Carlos Vadillo (1997): "*Jacques Tardi: La conciencia crítica de la historieta francesa contemporánea*"; Rafael Menéndez (2002): "*Entre la ilustración y la historieta. las obras del LPO y OPS en la revista «Madriz»".*

Tesis doctorales: El cómic como herramienta.

De las segundas, utilizando el cómic como herramienta para investigar otra área del saber, encontramos las siguientes: José Joaquín Rodríguez (2014): "*La sociedad estadounidense a través de su reflejo en el cómic: Producción y mensaje de la editorial Marvel Cómics (1939-2000)*"; Regina Saraiva (1991): " *El papel educativo de los cómics infantiles: Análisis de los estereotipos sexuales*"; Nuria Ponce (2009): " *La traducción del humor del alemán al castellano, un análisis contrastivo-traductológico de la versión castellana del cómic alemán «Kleines Arschloch» de Walter Moers*"; Sergio Casulleras (2001): " *El aguijón del artista. Las historietas de Carlos Giménez. El cómic como instrumento de lucha sociopolítica en la historia contemporánea española*"; Roberto Bartual (2010): "*Poética de la narración pictográfica: De la tira narrativa al cómic*"; Ignacio Villena (2000): "*Problemática teórico-práctica de la traducción subordinada de cómics. Análisis de un caso práctico: Las historietas de Astérix en francés y en español"*; Lluisa Andreu (1993): "*Estudio comparativo de la comprensión de historietas entre niños sordos y niños oyentes*"; Lydia García-Meras (2009): "*Morfologías Híbridas. El organismo cibernético en el cine de ciencia ficción contemporáneo (1979-2004)"*.

Tesis doctorales y ciencia ficción.

Con las tesis sobre ciencia ficción ocurre algo similar. Se ha encontrado 17, procedentes de diversas disciplinas: La literatura, la Sociología, la Filología e incluso de Educación Física y Deportes, aunque, en este caso, la gran mayoría proceden de la carrera de Bellas Artes.

La ciencia ficción como objeto del análisis

Así, citamos las tesis encontradas en la base de datos del Ministerio, donde la ciencia ficción es el propio objeto del estudio:*"La construcción social del futuro: escenarios nucleares en el cine de ciencia ficción"*, de Luis Pablo Francescutti (2000); *"Antropomorfismo en la literatura de los Estados Unidos, Robótica e inteligencia artificial"*, de Jennifer S. Rhee (2010); *"El utopismo tecnológico en la ciencia ficción de Hollywood, 1982-2010,*

transhumanismo, posthumanismo y el sueño del hombre-máquina", de Mehdi Achouche (2011); *"La actividad física y el deporte en la literatura de ciencia ficción"* de Abel Belenguer (1981); María Isabel Jiménez (2013): "*Fantasía y Realidad en la literatura de ciencia ficción de Edgar Allan Poe*"; Noemí Novell (2008): "*Literatura y cine de ciencia ficción. Perspectivas teóricas*"; Ángel Mateos-Aparicio (2004): "*Elementos de ciencia ficción en la narrativa norteamericana y británica de posguerra. W. Golding, K.Vonnegut, R. Bradbury y J.G. Ballard*".

La ciencia ficción como herramienta

Y, finalmente, tesis doctorales que analizan, con la base de la ciencia ficción, distintos aspectos de variadas disciplinas: *"Realismo y ciencia-ficción en la obra de John Wyndham"*, de Ángel Luis Pujante (1980); *"El concepto de «género cinematográfico»:caracteres y evolución del cine de ciencia ficción"*, de Casilda de Miguel (1987); *"La ciencia ficción como fenómeno de comunicación y cultura de masas en España"*, de Carlos Saiz (1988); *"Realidad y fantasía en las novelas de Kurt Vonnegut",* de Jesús Lerate (1993); *"El cine de Ridley Scott, aportaciones al género de la ciencia ficción",* de Enrique Carrasco (1996); *"El platonismo en la fantasía de Clive Staples Lewis",* de Concepción Hernández (2002); *"El cuento fantástico en la España del realismo (1868-1900)"*, de Juan Molina (2002); *"El mundo de H.R. Giger"*, de Javier Arenas (2005); *"Interpretación y apertura de una obra española de ciencia ficción: La Nave de Tomás Salvador"*, de Óscar Casado (2006); *"La ciencia ficción en España (1950-2000)"*, de Fernando Ángel Moreno (2006); *" El dialecto de Frankenstein: imaginarios sociales de la ciencia y literatura de ciencia ficción"*, de Pablo Santoro (2006); *"La literatura checa de ciencia ficción durante el periodo de entreguerras"*, de Daniel Saiz (2006); y, finalmente *"La narrativa de Angélica Gorodischer"*, de Graciella Aletta (2006); Germán Hesles (2013): "*El viaje en el tiempo en la literatura de ciencia ficción española*"; Jimena Escudero (2001): "*El los límites de la humanidad: Proyecciones del fin de una era a través de la narrativa de ciencia ficción*"; Sergio Jiménez (2010): "*La filosofía en el cine de ciencia ficción*".

3. LA INGENIERÍA EN EL CÓMIC

A través de los capítulos anteriores se han presentado todos los aspectos previos antes de abordar el núcleo de la presente tesis doctoral. A partir de este punto se procede a entrar en materia, esto es, a mostrar y describir los cómics y viñetas encontrados en el proceso de investigación, procediendo a su clasificación y análisis desde el punto de vista de la ingeniería.

El capítulo está dividido en tres partes. En las dos primeras, "la ingeniería civil en el cómic" y "la ingeniería del transporte en el cómic", se realizará un resumen de los ejemplos encontrados en cada una de las disciplinas detalladas. Este resumen se referirá a las figuras colocadas en los anejos. Como se ha explicado anteriormente, el objetivo de la tesis era analizar en profundidad el ferrocarril en el cómic de ciencia ficción. Pero, sin embargo, también se pretende, para enmarcar mejor la disciplina con una visión más general, mostrar un análisis somero de la ingeniería civil primero, y de la ingeniería del transporte después, en el cómic, para así descender de lo más general a lo más particular.

Por otra parte, es importante destacar que en el proceso de investigación ha quedado patente que todas las ramas de la ingeniería están ampliamente representadas en el cómic de ciencia ficción. La ingeniería industrial, la ingeniería de minas, la ingeniería naval, la ingeniería aeronáutica, la ingeniería informática, la ingeniería de telecomunicaciones, la ingeniería química, etc., cuentan con amplia representación ilustrada en el noveno arte. Tal y como se expresa en el capítulo final de la tesis, Futuras líneas de investigación, cada una de ellas, o incluso sus subespecialidades, como ocurre en este caso, son susceptibles de ser analizadas en próximas tesis o trabajos de investigación que quieran completar el puzzle aquí iniciado.

3.1. LA INGENIERÍA CIVIL EN EL CÓMIC

El concepto de ingeniería civil abarca una gran cantidad de disciplinas, distintas todas ellas, básicas para el ser humano desde prácticamente su aparición en la tierra. Desde las primeras paredes de adobe o los troncos cortados sobre el lecho del río para cruzarlo, el ser humano ha ido desarrollando toda clase de técnicas constructivas con el objetivo de mejorar su vida.

3.1.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

Sin contar la ingeniería del transporte, que se desarrolla en el subcapítulo siguiente, se han encontrado muestras de once disciplinas en los cómics de ciencia ficción analizados en la investigación: Estructuras, Puentes, Presas, Ingeniería Sanitaria y Residuos, Urbanismo, Construcción y Edificación –estas tres disciplinas en un bloque–, Túneles y Minería, Topografía y Cartografía, Materiales de Construcción, Energía, Geología y Medio Ambiente. Es necesario volver a recalcar que se ha acotado la búsqueda solo al terreno de la ciencia ficción, y que, por lo tanto, las muestras obtenidas y mostradas son, en algún caso, escasas. En otros, como se podrá comprobar son muy abundantes.

Se ha decidido poner todas las viñetas referentes a este capítulo en los anejos, al final de la tesis, puesto que no se analizan una a una, como en el caso del ferrocarril, donde sí que se incluyen intercaladas en el texto. Se realiza, por lo tanto, un resumen ilustrativo de cada disciplina aportando la visión general del conjunto a la luz de las figuras clasificadas.

No todas las viñetas que se muestran representan obligatoriamente conceptos ingenieriles más desarrollados que los actuales. La condición impuesta en la línea de investigación es que estuviesen contenidas en un cómic de ciencia ficción, pero la ciencia ficción no siempre refleja mundos tecnológicamente más avanzados que el nuestro. Antes bien, muchos de ellos buscan mostrar futuros catastróficos en los que la ingeniería civil ha sufrido un retroceso o desviación hacia resultados desconcertantes, fruto de la imaginación de los autores.

Los epígrafes corresponden a las asignaturas tal como se estudian en la carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Se podría haber elegido otra metodología de clasificación, pero se ha considerado que esta es fácilmente comprensible por todos los lectores, incluso los ajenos a estos estudios.

Cada subcapítulo hace referencia a un capítulo de los anejos donde se encuentran las colecciones de viñetas referidas a esa materia.

3.1.2. ESTRUCTURAS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

Para no llevar a confusión, es necesario aclarar que, referente a este capítulo, en los anejos, se han incluido todas las figuras que hacían referencia a construcciones cuya conformación presentaba una característica o interés especial desde el punto de vista estructural-resistente que la hacían digna de mención. Es, por ejemplo, el caso del anclaje con cuerda y argolla de un globo (Segrelles 1982) (Fig. 288 a y b) que se rompe, mostrando así conceptos ingenieriles de gran interés y que engloban, además de las estructuras, la Resistencia de Materiales y los Materiales de Construcción. O el ejemplo posterior (Corbeyran y Moreno 2006) (Fig. 296) de una estructura de fachada sobre puerta que, por su originalidad y detalle estructural nos ha parecido pertinente aportar. O el sistema de elevación por globos de tuberías (Trillo y Giménez 1987) (Fig. 297). Algunos de ellos muestran tal grado de detalle, como la estructura flotante en construcción de Jodorowsky y Giménez (2002) (Fig. 300 a, b y c) que parece, como ya se mencionado en otras ocasiones, que proceden de las manos de un ingeniero de estructuras. Las soluciones más imaginativas provocan en el lector ingeniero la pregunta de si serán viables desde el punto de vista resistente, como la bóveda de estética orgánica de Bourgeon y Lacroix (1993) (Fig. 302) o las vigas que sostienen el techo de la estación de metro de Behé y Meyer (1997) (Fig. 309).

3.1.3. PUENTES

Los puentes en los cómics de ciencia ficción ofrecen soluciones constructivas que van más allá de la simple conexión de dos puntos separados por un elemento por el que no se puede circular. El primer ejemplo (Duval y Emem 2009) (Fig. 331 y 332) conecta dos edificios con un barranco entre ellos en la geografía marciana. A lo largo del mismo se ha construido una tubería con aire respirable por donde circulan las personas, a salvo de la atmósfera tóxica del planeta rojo. Los autores se han molestado en dibujar los apoyos sobre la roca que sostienen la estructura, y han conectado ambos extremos con las bases donde viven y trabajan los protagonistas de la historia.

Otros ejemplos representativos aparecen en la serie *Le Regulateur* (Corbeyran y Moreno 2004) donde la ciudad está construida en base a la existencia de puentes que interconectan los edificios para el tráfico de peatones y vehículos. En las figuras 362 a 366 se pueden apreciar varios ejemplos significativos, aportando el concepto de unión de edificios entre sí en una ciudad que crece en altura debido al crecimiento exponencial de su población. Los puentes se superponen entre sí en diversos niveles, logrando aumentar la fluidez del tráfico a costa de saturar el espacio en altura con las estructuras mencionadas. También es remarcaba por la sencillez de su diseño la propuesta de Moebius (2001) (Fig. 369 y 370) de pasarela sin barandillas sobre el vacío, el estrecho tablero en el que coexisten el tráfico rodado y el ferrocarril, situado a gran altura por encima de la ciudad (Toff y Béhé 1989) (Fig. 372) o el tramo metálico por el que circula el tren en *Top 10* de Moore y Ha (2000) (Fig. 373), en una ciudad futurista donde puentes y viaductos sobrevolando los edificios, muy por encima de ellos, dan otra visión de las posibilidades futuras de la ingeniería civil.

3.1.4. PRESAS

No son muchos los ejemplos encontrados de presas en los cómics de ciencia ficción, pero sí que aportan información y sugerencias interesantes todos ellos. En el caso de Leo (2012) (Fig. 375), la propuesta de una rótula a lo largo de la fina estructura, aparentemente de madera,

introduce un nuevo planteamiento, realista o no, en la ciencia de la construcción de estas barreras. Debois y Lemercier (2007) (Fig. 374), por su parte, unen el concepto de presa con el de fortaleza, construyendo una estructura que además de soportar la masa de agua, debe servir de construcción defensiva para sus habitantes. Haldeman y Marvano (2005) (Fig. 376) proponen una construcción de presa a la que se le ha añadido un edificio en el centro de la misma para un determinado uso. Finalmente Duval y Emem (2010) (Fig. 377) diseñan una compuerta que se abre y cierra longitudinalmente para controlar el paso de embarcaciones, unida a un edificio de control en el borde del río.

3.1.5. INGENIERÍA SANITARIA Y RESIDUOS

En este capítulo los ejemplos son mucho más numerosos. El motivo es claro. Si, como se ha repetido anteriormente, muchas de las sociedades futuras representadas en el cómic son el reflejo del futuro más desolador, que la humanidad ha provocado por su inconsciencia medio ambiental, es lógico que la gestión de la basura se convierta en una de las primeras preocupaciones de la superviviencia de la especie. Los ejemplos son muy significativos. Cothias y Adamov (1987) (Fig. 378 a 380) muestran, explicando incluso su funcionamiento, sistemas de depuración de aguas de lluvia muy contaminadas, tuberías de gran tamaño por donde circula las aguas residual, etc. En otros casos la humanidad vive directamente en un gran vertedero interminable (Dufaux y Grifo 1988) (Fig. 381), en un mundo de podredumbre color verdoso, donde los residuos han ganado la batalla al hombre. Caso muy similar es el de Morvan y Buchet (2002) (Fig. 390 y 392 a 394), donde los habitantes del subsuelo reciben diariamente las basuras de los más ricos que viven sobre ellos, creando un submundo donde el ser humano se ve abocado a sobrevivir de la basura. Lamentablemente esto no es ciencia ficción, hoy en día escenarios similares a este se dan un muchos lugares del mundo. Por su parte Trillo y Giménez (1987) (Fig. 391 y 397, 399 y 401), dibujan un mundo aún más apocalíptico, donde inmensas cantidades de residuos salen de la ciudad en tuberías de gran diámetro. Estas están ingeniosamente sostenidas por globos aerostáticos que, venciendo la gravedad, logran tener la inclinación necesaria para el transporte de esta materia sólida.

Corbeyran y Moreno (2002) (Fig. 403 y 404) detallan el funcionamiento de un crematorio de cadáveres o de un sistema de ventilación, ambos con los toques retrofuturistas que caracterizan a esta serie. Saimbert y Ricci (2004) (Fig. 414) diseñan toda una central de recogida y destrucción de residuos –en este caso solo para papel–, construida bajo una gran bóveda, detallando hasta el sistema de llegada de un vehículo que trae cada vez nuevos suministros que, al final del proceso, son quemados en un horno construido al efecto.

Caso aparte merece la pena el estudio de la obra el Incal de Moebius y Jodorowsky (1993) (Fig. 421 y 422), donde el mundo creado por los autores está cimentado sobre todos los residuos que produce la ciudad. De esta manera la urbe se sostiene sobre un mar ácido, al que llegan todas las tuberías de desechos, convirtiendo este lugar en un compendio de todos los peligros que la falta de tratamiento de las basuras puede provocar. Las interminables montañas tóxicas (Fig. 427 y 429) dan lugar a submundos con sus propios habitantes mutados que provocan, sin duda, reflexionar en qué se convertirá la raza humana si la basura de su superpoblación no es controlada y gestionada con eficacia por los ingenieros del futuro. Esta visión apocalíptica es del todo realista, pues los residuos producidos por el ser humano son cada vez mayores por habitante, y el abandono de su tratamiento puede llevar a verdaderos desastres irremediables.

3.1.6. URBANISMO, CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN

No es sorprendente el haber encontrado tesis doctorales de arquitectos realizadas sobre el cómic. Viendo los 313 ejemplos propuestos en el anejo correspondiente –solo de ciencia ficción– parece demostrado que los autores de cómic buscan incesantemente ensanchar la visión teórica de la construcción en el futuro, inventando conceptos que llevan, en muchos casos, a profundas reflexiones de todo tipo, ingenieriles también. Sin duda otra tesis doctoral podría surgir solo de las viñetas extraídas, analizándolas con el mismo detalle con el que se hace en el presente documento el análisis sobre el ferrocarril. Si se han unido las disciplinas del urbanismo, la construcción y la edificación en un solo capítulo ha sido porque sendas

áreas coexisten en las viñetas, no siendo posible separarlas en la mayoría de los casos para su estudio.

Se han en clasificado en los anejos las muestras encontradas en los siguientes seis apartados: Vista general de las ciudades, Edificios, Habitaciones y Salas, Maquinaria de construcción, Planos, y Detalles constructivos.

Tan solo nos detendremos en algunos ejemplos significativos. El primero de ellos es la insistencia encontrada en diseñar edificios de altura inalcanzable hoy en día. La preocupación de los autores por el crecimiento sin freno de la población les lleva a diseñar ciudades cada vez más en altura, ideando torres con diseños dignos de estudio. Es el caso, por ejemplo, de Santucci, Bianchini y Evangelisti (2005) (Fig. 437), Dufaux y Grifo (1988) (Fig. 477), Bollée y Nicolle (2005) (Fig. 484) o Schuiten y Peeters (1986) (Fig. 503), por citar solo algunos, donde el final de dichas construcciones llega más allá de las nubes. Nótese como los edificios se conectan de nuevo entre sí a través de puentes o pasarelas. Y una conclusión importante, que puede iluminar hacia qué lugar nos lleva el futuro: la vida no se hará en las calles sino en los edificios, de donde casi nunca ya saldrá el ser humano, puesto que albergarán todo lo necesario para el desarrollo de la vida social. Otras propuestas pasan por convertir la ciudad en un conjunto de vallas publicitarias animadas, (Félix y Rieu 2003) (Fig. 439) exacerbando la tendencia de algunas macrourbes de alquilar las fachadas de sus edificios para esta función. Estos dos mismos autores tocan también un tema recurrente en el cómic de ciencia ficción, que es la convivencia entre los edificios antiguos y los futuros (Fig. 446). Viejas iglesias comparten espacio con construcciones y vehículos futuristas, en ciudades reconocibles, a las que se ha añadido las edificaciones que algún día podrían llegar. Otros (Bourgeon y Lacroix 1993) (Fig. 447 y siguientes) desarrollan de la nada ciudades donde todo es original, su ubicación sobre el agua, la forma de sus edificios, el sistema de desplazamiento, etc. El propio Moebius (1980) (Fig. 458 y siguientes) diseña redescubriendo la arquitectura y el urbanismo, mezclando lo viejo, lo nuevo y lo imposible, con espacios subterráneos de una amplitud estructuralmente insostenible si no fuese porque los dota de descomunales columnas en las que se apoyan las bóvedas protectoras.

En cuanto a los edificios se pueden encontrar de todo tipo. Árboles huecos (Jodorwosky y Arno 1984) (Fig. 469), construcciones actuales y reconocibles –de París– retransformadas en un futuro oscuro en colosales palacios (Cothias y Adamov 1989) (Fig. 468), o viviendas en el desierto de líneas muy sencillas (Moebius 1975) (Fig. 473). Los materiales utilizados también adquieren una gran importancia. El cristal que deja pasar la luz es fundamental para la construcción del macroedificio del futuro (Duffaux y Grifo 1992) (Fig. 479). La vivienda en otros planetas también tiene amplio reflejo (Duval y Gess 1996) (Fig. 483), en las cuales ha sido necesario diseñar los sistemas para la supervivencia del ser humano, en ambientes de falta de aire, gravedad distinta, etc. Algunos autores van un paso más allá y diseñan ciudades ideales, donde la naturaleza forma parte de su estructura y el hombre convive en armonía con ella. Los autores belgas Schuiten y Peeters (1986) (Fig. 505 y 506) son muy representativos de esta tendencia, y sus ciudades ideales son citadas a menudo por la excelencia de su diseño en el mundo de la arquitectura. En España destaca la construcción de ciudades, más que de ciencia ficción, fantásticas, del prolífico Segrelles (1983 y otros) (Fig. 511 en adelante) donde crea una arquitectura que mezcla lo clásico con lo innovador, palacios de estética árabe mezclados con soluciones futuristas.

En el capítulo Habitaciones y salas, los autores también exprimen su imaginación aportando diseños constructivos para albergar conferencias o espectáculos que tendrán lugar en mundos distintos al nuestro (Matz y Jacamon 2005) (Fig. 587) o (Bollée y Nicolle 2005) (Fig. 590).
La creación de planos para explicar el proceso creativo es así mismo algo común en el mundo del cómic, y los autores funcionan de forma similar a como diseña el ingeniero o el arquitecto. Algunos de los bocetos mostrados (Jodorowsky y Giménez 2002) (Fig. 625) (Ozanam y Vastra 2008) (Fig. 622) lo certifican.

3.1.7. TÚNELES Y MINERÍA

La construcción subterránea y sus técnicas también aparecen reflejadas en las viñetas de los anejos. Cómo sostener un túnel (Corbeyan y Moreno 2009) (Fig. 748), cómo perforar la tierra con tecnología del futuro (Bollée y Aymond 2004) (Fig. 751), cómo transportar el mineral

extraído en un planeta sin vida y elevarlo hasta la estación espacial directamente (Duval y Gess 2007) (Fig. 752) o cómo será un centro de extracción minero del futuro (Adamov y Dethorey 1999) (Fig. 755), son tan solo algunos ejemplos. Cabe destacar la preocupación por la colonización de otros planetas para obtener los minerales que necesita la humanidad, constante esta, no solo en el mundo del cómic, sino también en el cine y la literatura.

3.1.8. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

Algunos autores proponen también soluciones en este campo. Algunas han sido alcanzadas por el tiempo, como la de Moebius que, ya en 1975 (Fig. 764), diseña una tableta electrónica con mapa digital que guía a sus protagonistas. Un claro ejemplo de cómo las propuestas de los autores de cómic van muchas de ellas por buen camino, y no cabe duda que, de alguna manera, tienen un poder inspirador, aunque sea en el subconsciente colectivo, de por dónde irán los inventos y la tecnología que satisfagan las necesidades del hombre futuro. Otro ejemplo interesante es el de Leo e Icar (2010) (Fig. 767), donde un pequeño dron es capaz de alzar el vuelo y realizar un levantamiento topográfico que se envía directamente al ordenador del ingeniero que lo controla. Esta solución, no muy lejos de determinadas realidades tecnológicas actuales, seguro que pronto se encontrará en funcionamiento.

3.1.9. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Nuevas necesidades traen consigo la invención de nuevos materiales de construcción, al menos en los mundos futuros que se proponen en el cómic. Moebius (1975) (Fig. 770) rebautiza la primera sustancia plástica totalmente sintética inventada, la baquelita, con el nombre de *Bakalita,* atribuyéndole propiedades energéticas y magnéticas únicas. También inventa el *Tejido Plásmico* (1975) (Fig. 772) sin explicar muy bien lo que es, pero lo que sí parece claro es que lo utiliza en la construcción de diques que se rompen por la fuerza de las olas. Leo (2009) (Fig. 771) expone en boca de la protagonista de su saga cómo son necesarias misiones espaciales para traer de otros planetas el escandio, mineral escaso en la tierra.

3.1.10. ENERGÍA

La energía eólica, solar o atómica pueblan las páginas de muchas historietas. La preocupación de los autores por la sostenibilidad del medioambiente, unidas a la superpoblación, dan como resultado inventos que deben ser tenidos en cuenta. Como ejemplo los aerogeneradores flotantes, que se mueven buscando el viento, colgados de largos tirantes (Leo e Icar 2009) (Fig. 773). También Toff y Behé (1989) (Fig. 779) los sitúan a la entrada de una ciudad, futurista donde los accesos de los vehículos se encuentran perfectamente incorporados a la naturaleza, buscando ciudades sostenibles y estéticamente adaptadas al entorno. También se proponen barcos con velas que son paneles solares (Pecqueur y Malfin 1999) (Fig. 780) u otros inventos, también de Moebius (1983) (Fig. 776 y 777) y de Leo (2007) (Fig. 778), las cuales suponen nuevas fuentes de energía de origen atómico.

3.1.11. GEOLOGÍA

La ingeniería civil depende en muchos casos del entorno natural en el que se desarrolla y es por ello que la geología debe ser un aliado del ingeniero. Así lo han entendido muchos creadores del noveno arte que convierten las formaciones geológicas en un marco cargado de significado para el argumento. El autor español ya mencionado, Segrelles (1983 y otros) (Fig. 781 en adelante), sitúa determinadas construcciones al abrigo de formaciones rocosas de una gran originalidad, al igual que lo hacen Jodorowsky y Giménez (1993 y 2002) (Fig. 787 en adelante) o Leo e Icar (2010) (Fig.791). Moebius y Jodorowsky (1993) (Fig. 793) convierten incluso una formación geológica de cristales en protagonista de una parte de su historia.

3.1.12. MEDIO AMBIENTE

Como se ha ido relatando en los capítulos anteriores, la ingeniería sanitaria y la gestión de residuos, la energía utilizada, la contaminación, etc, son constantes en la imaginería del cómic. Es por ello que las viñetas relacionadas con el medio ambiente tienen una presencia destacada, mezcladas en el devenir de las historias narradas. Los bosques y sus árboles

(Moebius 1988) (Fig. 796), (Jodorowsky y Giménez 1999) (Fig. 797), tienen a menudo un protagonismo en el argumento. Leo (2007) (Fig. 802) explica incluso, con mapas y diagramas, el cambio de recorrido de las corrientes marinas y cómo eso afecta de forma definitiva al clima de la tierra y sus consecuencias para los protagonistas. Christin y Bilal (1977) (Fig. 803) ya preveían hace cuarenta años cubrir algunas ciudades con cúpulas de cristal para paliar la contaminación. La lluvia ácida está todo el tiempo presente en la saga de Cothias y Adamov (1987) (Fig. 804), logrando en pocos segundos disolver a un ser humano, tal llega a ser la gravedad de la contaminación en el París futuro distópico de su historia.

Debido al planteamiento final de la tesis, como se ha explicado anteriormente, no es posible entrar en el detalle de cada una de las viñetas como sí se ha hecho con las relacionadas con el tema del ferrocarril. La visión de las mismas, aunque sea en tamaño pequeño, debe sin embargo ser suficiente para que el lector pueda hacerse una idea bastante precisa del alcance de cada una de las propuestas que realizan los autores.

3.2. LA INGENIERÍA DEL TRANSPORTE EN EL CÓMIC

Tal y como se ha explicado anteriormente, para descender de lo general a lo particular, se ha separado el capítulo de la Ingeniería del Transporte para describirlo con más detalle antes de entrar en el tema principal, que es el del ferrocarril.

3.2.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

De nuevo se ha procurado clasificar en capítulos las viñetas encontradas sobre esta disciplina. Se han buscado las características que han añadido a la realidad la imaginación de los autores, para sacar conclusiones que permitan aprender desde el punto de vista de la ingeniería. Todos los capítulos anteriores y los siguientes están íntimamente relacionados, pues la base y esencia de toda la investigación es el análisis del mundo y del ser humano en los hipotéticos futuros que el cómic ha imaginado. Por lo tanto, al estar todo relacionado, los mismos conceptos se repiten materializados en los distintos aspectos de la ingeniería que se pueden encontrar.

Cabe destacar, después de analizar la colección de imágenes aportada, la importancia que le dan los autores al futuro por el que discurrirá el transporte de los años –o siglos– venideros. El crecimiento de la población, su concentración –hacinamiento las más de las veces– en ciudades en las que parece a priori imposible vivir, hace que los planteamientos de soluciones de desplazamiento dentro de las mismas sean ejercicios de imaginación que también han hecho todos los ingenieros que se han dedicado a este tema a lo largo de la historia del transporte. Algunas de las soluciones aportadas producirán cierta hilaridad por su atrevimiento y originalidad, pero otras, estamos convencidos, provocarán una seria reflexión en el lector, por su posible aplicación en el mundo real. Los autores de cómic saben que "la suspensión de la incredulidad", término utilizado para el cine pero que también es aplicable aquí, obliga a que sus propuestas, por fantasiosas que sean, tengan un lazo con la realidad para que el lector bien crea que son posibles.

3.2.2. CARRETERRAS, CALLES Y VIADUCTOS

Si se toma al azar una de las primeras viñetas mostradas, por ejemplo la de Leo (2009) (Fig. 808), y se observa sin el detenimiento suficiente, el lector simplemente habrá visto un pequeño taxi que transporta por la ciudad a dos mujeres y las deposita en un garaje. Sin embargo el ingeniero debe ser capaz, y este es el objetivo principal de esta tesis, de realizar una segunda lectura para entresacar las ideas novedosas y sin duda interesantes que el genio del autor propone. Lo primero que hay que captar es que el vehículo no tiene conductor, y que por lo tanto es autoguiado. Estos vehículos están a punto de aparecer en el mercado, por lo tanto parece que son de una ciencia ficción más bien cercana. Sin embargo el pequeño taxi eléctrico se introduce en una bajada que se dirige al subsuelo depositando a sus ocupantes frente a la puerta que conduce al edificio donde se encuentra su vivienda. Y el vehículo reanuda su camino hacia la calle o quizás hacia una zona del extrarradio, liberando así espacio en la ciudad. ¿Cuántos conceptos de ingeniería de transporte se concentran en estas tres viñetas? Por una parte el concepto de reutilización del vehículo. Los usuarios no poseen un vehículo propio, sino que estos están al servicio de todos, disminuyendo drásticamente así el parque móvil, con las ventajas de reducción de contaminación, gasto energético, espacio, etc.

Por otra parte, el que el vehículo desaparezca del tráfico general para acceder a la vivienda a través de una entrada subterránea, como si se tratase de un garaje, unido al hecho de que después desaparece, elimina la necesidad de aparcamientos subterráneos dentro de la ciudad y de aparcamientos en superficie. El autor, Leo, apodo de Luiz Eduardo de Oliveira, ingeniero industrial brasileño, propone al lector toda una filosofía de gestión del transporte para una radical disminución de vehículos dentro de la ciudad que serviría ella sola para un proyecto de investigación completo.

Con la reflexión anterior queremos expresar el convencimiento de que cada viñeta mostrada en esta tesis, puede contener, si el lector se detiene a analizarla convenientemente, y con la formación necesaria, ideas que de aplicación ingenieril inmediata. En esa misma página del anejo, la primera viñeta (Haldeman y Marvano 2000) (Fig. 806) construye en un Nueva York hipotético, donde aún siguen en pie las Torres Gemelas, una carretera que flota sobre el mar o que está anclada con pilotes sobre el fondo marino. El tráfico de la Gran Manzana es tan denso que los ingenieros buscan soluciones de transporte fuera de la ciudad y aprovechan, con su tecnología, la posibilidad de construir carreteras donde hoy en día no nos es posible diseñarlas, sobre todo por su coste. Sin embargo esta idea debe ser guardada por el ingeniero para el futuro.

Un poco más adelante, Metapat y Jull (2007) (Fig. 814) diseñan una carretera a gran altura con el tablero sobre pilares, cuyo suelo está iluminado, prescindiendo de las luminarias que normalmente harían este trabajo. Iluminar el suelo… con algún tipo de pintura fluorescente, o con leds situados en el asfalto, o… ¿Han sido ya analizadas propuestas similares que, sin duda, mejorarían de forma muy importante la circulación nocturna por las carreteras actuales? ¿Es viable técnica y económicamente? Los autores con una simple viñeta ponen sobre la mesa una solución que sin duda merece la pena analizar.

Smolderen y Marini (2002) (Fig. 821), también preocupados por el escaso espacio que queda en las ciudades por la invasión de los medios de transporte, idean viaductos a varias alturas que se cruzan, incluyendo uno de especial interés. En este –se puede apreciar a la derecha de

la figura– circulan por la misma infraestructura dos trenes al mismo tiempo, uno por encima del tablero y otro por debajo. Con el mismo gasto y ocupación de espacio se consigue el doble de circulación. Otra idea a analizar por los ingenieros del presente.

Schuiten y Peeters (2007) (Fig. 851), citados con asiduidad en esta tesis por su genialidad e inventiva, proponen, en una ciudad como la nuestra, unir los tejados de los edificios para crear una segunda superficie de desplazamiento, especialmente para peatones. Estéticamente puede parecer chocante, pero nadie dudará de su ventaja en las grandes ciudades, donde el espacio es tan preciado. Y quién no querría pasear sin el peligro de los coches pudiendo contemplar la ciudad a vista de pájaro, mientras se cruza esta de un lado a otro?

Toff y Béhé (1989) (Fig. 884 y 885), cuyas viñetas, estas mismas, ya han sido analizadas por otros motivos en los capítulos anteriores, devuelven a la naturaleza su protagonismo escondiendo los vehículos, coches y trenes, por debajo de la cota cero, en zanjas que los vuelven invisibles. Son vehículos autoguiados y eléctricos, cuya posibilidad de accidente es casi nula pues los vehículos tienen consciencia los unos de los otros y no permiten errores. Este futuro podría no ser tan lejano en zonas privilegiadas, donde la vuelta a la naturaleza no debe estar reñida con la tecnología y el tráfico.

El dominio de los cielos es la próxima estación de la tecnología humana. Y no nos referimos al avión que nos desplaza entre ciudades, ni siquiera a los vuelos espaciales. El salto cualitativo y cuantitativo se dará cuando el tráfico de las ciudades se realice por el aire. No citamos ningún ejemplo concreto de coches voladores porque las viñetas que lo representan están por doquier en los anejos. Parecen lo más lejano dentro de las posibilidades tecnológicas actuales, pero no es cierto. Ya existen (v. www. terrafugia.com) y es cuestión de tiempo –quizás mucho o quizás poco– que sustituyan o complementen el vehículo terrestre como lo conocemos hoy en día.

3.2.3. PUERTOS Y OBRAS MARÍTIMO-FLUVIALES

La reciente construcción de islas o penínsulas artificiales sobre el mar en Abu Dhabi son solo el comienzo de una nueva era para el aprovechamiento del mar como base de sustentación de futuras ciudades. Así al menos lo han entendido los autores del cómic, construyendo puertos-ciudad en varias de sus historias, dando ideas de cómo esta idea podría coger forma en las próximas décadas.

Pecqueur y Malfin (1999) (Fig. 909 y 910) desarrollan esta idea con profusión, proponiendo todo tipo de soluciones tecnológicas de gran interés. La, probablemente inevitable, subida del nivel del mar, convertirá las costas en lugares donde la construcción sobre el agua se convertirá en algo común, como el mundo que proponen Bourgeon y Lacroix (1993) (Fig. 913), o el de Cothias y Hé (1992) (Fig. 989),donde el factor acuático es fundamental en el desarrollo de la ciudad y de los transportes.
En cuanto al tráfico de mercancías se refiere, desde un punto de vista meramente logístico, algunas soluciones aportan propuestas tecnológicas dignas de mención. Es el caso de Pecau y Pahek (2005) (Fig. 942), donde el tráfico de contenedores se realiza a través de un sistema de grúas ancladas a la cubierta del almacén del puerto, de forma que cientos de contenedores pueden ser movidos al mismo tiempo sin casi la participación del ser humano. Hoy en día el sistema es similar pero sin la densidad de carriles transportadores de mercancía.

Tampoco la construcción de ciudades submarinas es olvidada en el cómic. Yann y Berthe (2004) (Fig. 951) desarrollan visualmente toda una estructura bajo el mar capaz de albergar la vida humana durante mucho tiempo. Esta idea no es novedosa. Actualmente se están probando sistemas para poder permitir la existencia bajo el mar, lo cual tiene, sin tener que pensar en futuros catastróficos tipo *Waterworld* (Kevin Reynolds, 1995), grandes potenciales aplicaciones en la investigación marina.

3.2.4.AEROPUERTOS

En los futuros próximos o lejanos el desplazamiento aéreo a larga distancia cobrará sin duda un protagonismo tan grande o mayor al actual. Los aviones crecerán en tamaño (Leo 2002) (Fig. 1.005), (Leo y García 2002) (Fig. 1.015) para poder transportar de una vez muchos más pasajeros, los aeropuertos se trasladarán al centro de la ciudad, a la misma azotea de los edificios para simplificar enormemente el embarque (Santucci, Bianchini y Evangelistit 2007) (Fig. 1.016), (García y Moral 1996) (Fig. 1.020), los transbordadores espaciales tendrán un tráfico tan fluido como el de los aviones actuales (Leo e Icar 2009) (Fig. 1.023) y los aeropuertos sobre otros planetas proporcionarán a los pasajeros zapatos antigravedad para que no salgan volando mientras recogen sus maletas y pasan por la aduana (Giménez 1999) (Fig. 1.026).

Algunos autores integran los aeropuertos en la naturaleza de forma que son casi invisibles (Hao y Seron 1978) (Fig. 1.027). Otros diseñan aeropuertos similares a los actuales en su filosofía, pero dotados de todos los medios tecnológicos del futuro (Pécau y Damour 1998) (Fig. 1.030), (Torres 2006) (Fig. 1.035). Incluso algunos aeropuertos se sitúan flotando en el aire, para dar servicio al tráfico de dirigibles, otro modo de transporte que, según el cómic, volverá en algún momento de la historia futura de la aeronáutica (Pécau y Damour 1999) (Fig. 1.033). Por su parte Kirby (1974) (Fig. 1.036 y 1.037) propone aeropuertos móviles, situados en el techo de camiones gigantescos, que pueden albergar decenas de vehículos aéreos. El papel a veces permite estas licencias.

La revista americana Popular Science, que se ha utilizado en alguna ocasión en esta tesis ,aunque no sea cómic, por el valor premonitorio y comparativo de sus ilustraciones, propone ya en 1934 (Fig. 1.039) construir sobre el Támesis, junto a la Torre de Londres, una gran cubierta rígida que sirviese de pista de aterrizaje a los aviones de la época.

Por su parte, Leloup (1978 y otros) (Fig. 1.046 y otras), padre de Yoko Tsuno, crea para sus lectores multitud de soluciones aeronáuticas, aeropuertos, aviones, y toda clase de

instalaciones futuristas para el desplazamiento por tierra, aire, mar y espacio. Su imaginación aporta ideas muy interesantes que serán especialmente desarrolladas más adelante en los capítulos dedicados al ferrocarril.

3.2.5. VISTAS GENERALES DE TRÁFICO

En este capítulo se mezclan multitud de medios de transporte y de ideas novedosas con respecto a los mismos. El desarrollo del tráfico y su control, independientemente de los vehículos utilizados, son una parte muy importante del contenido de la ingeniería del transporte. Su gestión, el evitar los embotellamientos, el servicio al ciudadano a través del satisfactorio funcionamiento del transporte público, la disminución de accidentes, etc., son los objetivos básicos de esta ciencia que se apoya en la planificación, la tecnología, la construcción de modelos, etc. En la gran mayoría de las viñetas propuestas subyace la intención del autor de mostrar cómo el mundo futuro que representa ha resuelto, con mayor o menor éxito, la gestión de sus tráficos. Algunos autores, como Torres (2005) (Fig. 1.115 a 1.124), dedican mucho tiempo en diseñar toda la red de estaciones de transporte con el mismo detalle que si se fuesen a construir en realidad. Sus estaciones multimodales, que integran tranvía, metro, tren, avión, naves espaciales y automóviles voladores, requieren al menos varios minutos de análisis por parte del lector ingeniero para captar todas las ideas y conceptos que propone.

3.2.6. OTRAS INFRAESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DEL TRANSPORTE

En este último capítulo, antes de entrar en el del ferrocarril, verdadero núcleo de la tesis como ya se ha dicho, se aportan las ideas novedosas del mundo del transporte que, por su originalidad, merecen ser mencionadas y clasificadas. Leo (2009) (Fig.1.129 y 1.174) propone una espuma que, al igual que los airbags actuales, funciona como protección blanda en caso de accidente…en un avión. También Haldeman y Marvano (1997) (Fig.1.169), en su búsqueda para salvar la vida de la tripulación de un helicóptero que ha perdido el control,

diseñan una pelota elástica que los protege de la caída a tierra, al igual que se protegen las cápsulas espaciales en su descenso a los planetas.

También se proponen soluciones anti-robo ingeniosas (Latil y Ponce 1998) (Fig. 1.175), y toda una colección de soluciones de aparcamiento futuristas, tanto de coches voladores como de pequeñas naves espaciales. De la misma manera son dignas de mención las innumerables plataformas de acceso a vehículos, aéreos, terrestres o marinos, que se diseñan para el transporte futurista. En la mayoría de los casos se busca facilitar la vida del viajero, poniendo dichos puntos de acceso, no en aeropuertos o estaciones lejanas, sino en la misma azotea de su casa, a veces en la propia ventana (Schuiten y Peeters 2000) (Fig. 1.227)

Como ya se ha mencionado, en esta tesis solo se han mantenido en los anejos parte de las viñetas relacionadas con las infraestructuras del transporte en el cómic de ciencia ficción: carreteras, calles, viaductos, visión del tráfico en general, puertos, obras marítimas y fluviales, aeropuertos y otros elementos relacionados. Se han dejado fuera las referencias exclusivas de vehículos, aunque tengan relación directa con el tema tratado. El motivo es que la cantidad abrumadora de material excedía el objetivo propuesto y de nuevo se propondrá en futuras líneas de investigación su utilización para la realización de otros estudios con este material.

3.3. LOS FERROCARRILES EN EL CÓMIC

3.3.1. INTRODUCCIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

Es necesaria, antes de comenzar este apartado, una aclaración importante. Si bien en esta tesis se titula a este y a otros capítulos, incluso a la propia tesis, con la palabra "Ferrocarril", se trata en realidad de una incorrección, o mejor dicho de una sinécdoque. Esto es, designar el todo por el nombre de una de sus partes. En realidad, su correcta denominación es la de "transporte guiado", ya que muchos de los sistemas de desplazamiento aquí incluidos no se realizan sobre "carriles de hierro". Sin embargo, la denominación "Ferrocarril" ha tenido más éxito a lo largo de su historia y, al menos en las escuelas de ingeniería españolas, ha desplazando a la más correcta. Es por ello que se utilizará a lo largo del texto de forma genérica.

El transporte guiado, por lo tanto, constituye hoy en día uno de los principales medios de desplazamiento de viajeros y mercancías. El crecimiento sostenido de la población, amenaza permanente, especialmente para los países del tercer mundo, como describe Bhatti (2003), induce a pensar que cada día el ferrocarril tendrá más importancia debido a su menor consumo y menor espacio ocupado por persona transportada en relación al automóvil. Por ello, su participación en los desplazamientos futuros de la humanidad parece asegurado. Son numerosos los autores que propugnan un aumento del peso del transporte del ferrocarril frente a otros sistemas más contaminantes, como Garstenauer y Pocuca (2011) o Smith (2003), bien por su tipología de combustible, bien por su inferior ratio de energía consumida por persona o tonelada transportada. Algunos países de gran crecimiento, tanto de población como de desarrollo industrial –produciendo esto último una gran movilidad de sus habitantes–, analizan con preocupación el colapso de sus actuales sistemas de transporte apostando por el ferrocarril como solución más adecuada. En China encontramos los estudios de Shen (2013) respecto a los problemas de movilidad de la provincia de Hebei, el artículo de Blake (2004) desarrollando la idea de que el futuro de Hong Kong debe basarse en el transporte por ferrocarril o el análisis de Zheng y Kahn (2013) sobre los efectos beneficiosos del tren bala en

el desarrollo de las megaciudades. Las preocupaciones en este país asiático se centran no solo en la movilidad, sino también en el ahorro de energía, donde el transporte ferroviario juega un papel de capital importancia, según el análisis de Yang (2008). Así mismo encontramos similares estudios también en países donde el crecimiento de la población no es un problema y, sin embargo la apuesta por la movilidad en tren es definitiva, como en Japón, Oba (2008), o en Europa, Tietze (2001).

Así lo han entendido los autores del cómic en general, siguiendo las premisas citadas, al darle un protagonismo importante en los mundos de ciencia ficción creados por ellos en gran cantidad de historietas como veremos más adelante.

Se propone, en esta tesis del ferrocarril en el cómic de ciencia ficción, mostrar las propuestas más representativas, dividiéndolas en subcapítulos en los que se destacarán las facetas que claramente los distinguen del ferrocarril actual, describiendo las similitudes y diferencias que puedan evidenciar su utilidad para los ingenieros actuales. O bien, resaltar soluciones que pudieron haberse llevado a cabo en la historia real del ferrocarril y que acabaron en una vía muerta, añadiendo entonces a la explicación ejemplos reales del tema. Para la realización de este capítulo hemos leído en profundidad un análisis que analiza el ferrocarril desde el punto de vista del cómic. Lo hace desde un punto de vista general, no desde la ciencia ficción, como es el objetivo de este tesis. Sin embargo el tratamiento y el enfoque aportan muchos datos útiles. Se trata del estudio dirigido por Martín (2003): “El tren en los tebeos”. También aporta información el artículo de Buncombe (2012) al respecto.

El primer análisis se realizará sobre la infraestructura de vía, la plataforma lineal que sustenta las vías del tren a lo largo de todo su recorrido. Más que entrar en soluciones concretas, que se verán más adelante en los siguientes capítulos, se tratará el factor conceptual de la infraestructura de vía, su relación con la ciudad, con el medio que la rodea, las consecuencias de la división que produce en el espacio urbano, los intentos de extraer fuera de la cota cero toda la red para interrumpir o seccionar otros medios de comunicación o, incluso, las hipótesis

de conversión de todo el entramado de transporte de la ciudad en desplazamiento ferroviario en exclusiva.

Los autores de cómic buscan, al igual que los ingenieros civiles, soluciones imaginativas al mayor problema que presenta este método de desplazamiento, la ocupación de espacio vital en la ciudad. Este y no otro es el rompecabezas que presenta el ferrocarril en nuestras ciudades. Es por ello que en los cómics encontramos que se entierra, se eleva cruzando los edificios o pasando por encima de ellos, se construyen monorraíles que sustentan los vehículos por su parte superior, o bien se cuelgan de cables en las soluciones funiculares. Incluso se convierte a los trenes en viviendas, a veces en enormes complejos en movimiento sobre raíles en soluciones que, no por sorprendentes, dejan de ser quizás algún día realizables. Y no debe olvidarse al ferrocarril como elemento de transporte vertical, ya que nuestras ciudades no solo han crecido en superficie, también lo han hecho en altura, y el acceso a las cotas superiores se hace casi exclusivamente en cabinas que normalmente no se asocian a la tecnología del ferrocarril, pero que lo son desde todos los puntos de vista, ya que se trata de vehículos de tracción guiada que se mueven en el eje z, vehículos ferroviarios en toda su definición que, en este caso, deben vencer además a la fuerza de gravedad.

Las soluciones encontradas en el cómic son una fuente de ideas de aplicación inmediata en muchos casos, subrayando así las bases argumentales de la presente tesis doctoral, que busca, además del factor descriptivo de la presencia del ferrocarril en la historieta, la definición de propuestas técnicas y conceptuales viables para los ingenieros civiles de nuestros días, que puedan inspirar ideas que resuelvan los desafíos tecnológicos, urbanísticos y, por qué no, sociológicos, actuales. Especialmente en esta época, en la que la construcción crea edificios de altura jamás alcanzada antes. Desplazar en un tiempo razonable y con unas aceleraciones soportables, a una persona hasta el piso 160 del edificio más alto del mundo, el Burj Khalifa, por ejemplo, constituye un verdadero desafío para la ingeniería del ferrocarril que los cómics intentan también por su lado solucionar. Pero no solo se encuentran en las viñetas respuestas para el desplazamiento a gran altura, también se proponen sistemas para elevar a cientos de personas en un mismo ascensor, descender y ascender a lo largo de pozos de minas o de una

nave espacial, cabinas acristaladas en entornos lujosos, tuberías transparentes puestas en batería para trasladar pasajeros de forma individual, incluso elevadores que se desplazan directamente desde la tierra hasta una estación espacial que orbita fuera de la atmósfera…

Todas y cada una de las soluciones propuestas tienen algo que hará detenerse al ingeniero sobre las viñetas, en busca de detalles que le inspiren en su labor. Cabe decir, sin duda, que los dibujantes de cómic han realizado un trabajo de imaginación, que bien podría llamarse de investigación, de innegable utilidad, a los que esta tesis intenta dar luz para su aprovechamiento más allá del puro entretenimiento.

3.3.2. LA INFRAESTRUCTURA DE VÍA

La principal característica del transporte guiado es, independientemente de los vehículos que utilice y de su sistema de tracción, su necesidad de contar con una infraestructura lineal fija que, no solo ocupa espacio, sino que supone una limitación para la construcción de otras infraestructuras y la libre circulación de otros medios de transporte en el mismo plano en el que se encuentran. Moebius (1979) muestra la división en la ciudad que produce la vía férrea, partiendo su espacio en dos partes, caso común en todas urbes del mundo con esta infraestructura. Por lo tanto, el primer inconveniente que encontramos con el ferrocarril es su ineludible característica seccionadora del espacio. De hecho, uno de los problemas de mayor actualidad en la construcción de nuevas infraestructuras del ferrocarril o la adecuación de las ya existentes, consiste en lograr que las estaciones de tren sigan estando en el centro de las

Fig. 1. Llegada del tren a una ciudad futurista. (Moebius 1979, p.1)

ciudades, pero que no por ello las vías la dividan en su trazado. Conscientes de este problema los autores de cómic, como los ingenieros, buscan soluciones plausibles que alivien la ciudad de la carga del ferrocarril o, como veremos al final de este capítulo, eliminen todos los demás

sistemas de transporte, en beneficio de una infraestructura única ferroviaria. Para ello se buscan diversas soluciones, como su soterramiento, su elevación en un plano superior a la cota cero y otras, como se defiende en los estudios de Bellet y Gutierrez (2011) o Del Val (2006).

Este problema existe desde que el ferrocarril se instaló lo más cerca posible de los centros de las ciudades, pero que al seguir creciendo estas constituyó barreras más menos infranqueables entre los nuevos barrios. Ya en 1923 aparece en la revista Popular Science la propuesta de una red ferroviaria por encima de los edificios en Nueva York, soportada a través de grandes puentes colgantes y torres apoyadas en las azoteas de los rascacielos. Los usuarios accederían a los trenes a través de ascensores localizados en el centro de las mencionadas torres.

Fig. 2. Infraestructura del ferrocarril sobre la ciudad apoyada sobre las azoteas de los edificios (Redacción Popular Science 1923)

Corbeyran y Moreno (1997), en su propuesta de ciudad futurista en la serie *Le Regulateur* proponen elevar, de forma similar a la propuesta anterior, las vías del ferrocarril a gran altura, para así liberar espacio en la ciudad. En este trabajo, no solo la infraestructura del ferrocarril se eleva por encima del nivel del suelo de la ciudad, sino que también lo hacen las calles, creándose hasta siete planos de calzadas, tanto para peatones como para automóviles.

Fig. 3. Línea del ferrocarril a gran altura (Corbeyran y Moreno 1997, p.81)

Otro caso ilustrativo es el propuesto por Bollée y Aymond (2002). En la ciudad que describen desaparece cualquier otro tipo de transporte que no sea el del vehículo guiado a lo largo de un monoraíl. Podemos ver en sus propuestas cómo la infraestructura de este transporte ferroviario conecta todos los niveles de la ciudad, de los que se pueden contar hasta nueve. Al permitir solamente la circulación de estos vehículos guiados por electricidad, el problema de la contaminación desaparece, al menos en el interior de la ciudad, algo absolutamente necesario puesto es se trata de una urbe subterránea, por lo que difícilmente podría asumir los gases derivados de un transporte basado en vehículos de combustión interna. Esta concepción, nacida de una historieta y no de un ejemplo real, permite plantear soluciones urbanísticas revolucionarias y de aplicación inmediata en muchas urbes actuales. ¿Qué ocurriría si se hiciese desaparecer el transporte de coches, motos y camiones del interior de las ciudades, sustituyéndolo por una infraestructura continua de vehículos guiados como los de la figura mostrada? La desaparición de la contaminación no sería la única de sus ventajas, pero sí una definitiva. Ciudades actuales como Pekín, o más cercanas como París o Madrid, están planteando la prohibición de los vehículos diesel de sus calles dados los ya inasumibles niveles de polución que soportan provocando muchas muertes al año por este motivo (Planelles 2015).

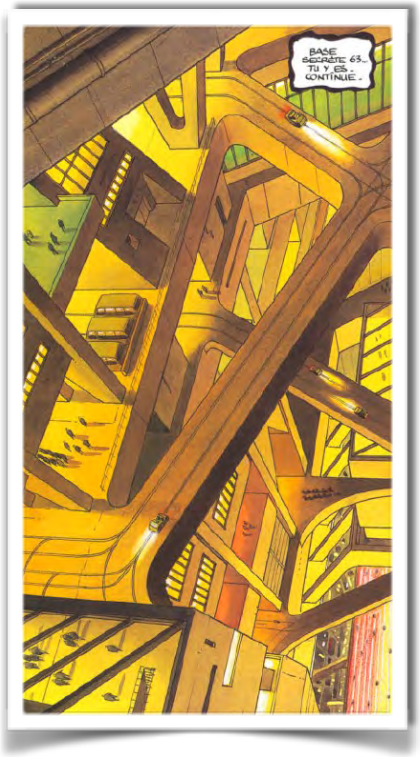


Fig. 4. Esquema de infraestructura del ferrocarril en un desarrollo urbanístico subterráneo a varias alturas (Bollé y Aymond 2002, p. 25)

En el siguiente ejemplo, los autores belgas Schuiten y Peeters (1985) sitúan, por necesidades

Fig. 5. Ferrocarril sobre puente (Peeters y Schuiten 1985, p.74)

argumentales, que no espaciales, la línea del ferrocarril sobre los largueros de un puente situados a gran altura. Para poder acceder a los coches es necesario utilizar ascensores que se mueven dentro de la estructura del mencionado puente. Sin duda de esta manera se consigue una gran liberación del espacio urbano aunque no sea aquí el objetivo de los autores.

3.3.3. LA ESTACIÓN DE TREN. ESTACIONES INTERMODALES

Desde el mismo nacimiento del ferrocarril, las estaciones de tren se han convertido en un icono urbanístico de personalidad propia, mezcla de ingeniería y arquitectura. Existen muy numerosos estudios y tratados sobre ellas, especialmente de su relación con la ciudad, como por ejemplo los realizados por Guitián (2010), *Estudio sobres las tendencias en la evolución y transformación en la construcción y arquitectura industrial de las estaciones ferroviarias y su integración en el espacio urbano,* Bertolini y Spit (2005), *Cities on rails: The redevelopment of Railway stations and their surroundings*, o Meeks (1956) *The railroad station: An architectural history*.

En el mundo del cómic la estación de ferrocarril se convierte a menudo en un centro de experimentación para la imaginación de los autores. Es imposible establecer características comunes puesto que las soluciones no siguen un parámetro único, salvo el encontrarse en el terreno de la ciencia ficción o en el de la fantasía. Todas ellas, sin embargo, se crean bajo el prisma y características de la sociedad en la que han sido concebidas, otorgándole siempre el carácter icónico que se menciona al principio.

Según los mundos o épocas en las que se encuentre, se adapta a los vehículos que la cruzan, dando lugar a todo tipo de resultados como explicamos a continuación. Jean Pleyers (1982) plantea en *L'Exode* un desarrollo ferroviario radial, con una estación alejada de la ciudad, a la cual se accede tan solo a través de los carriles semicirculares, como podemos observar. También el puerto está unido a la estación por un ramal que conecta con un enlace a dichos carriles. Este edificio es, además, multimodal, puesto que hace las funciones de plataforma de lanzamiento de vehículos espaciales en los que los habitantes huyen de su planeta moribundo. Podemos comprobar como no hay traza de ningún otro tipo de transporte por tierra más que el del ferrocarril, subordinándose todos los demás medios de comunicación a la conexión con el nodo central que es la estación.

Fig. 6. Vista aérea de la estación ferroviaria intermodal. (Pleyers 1982, p. 4)

Podemos apreciar en la imagen siguiente como los trenes de dos pisos se desplazan sobre una semitubería que se analizará más tarde, en el capítulo dedicado a los trenes monoraíl, donde se incluyen varios ejemplos de este tipo de infraestructura dentro de la iconografía del mismo autor.

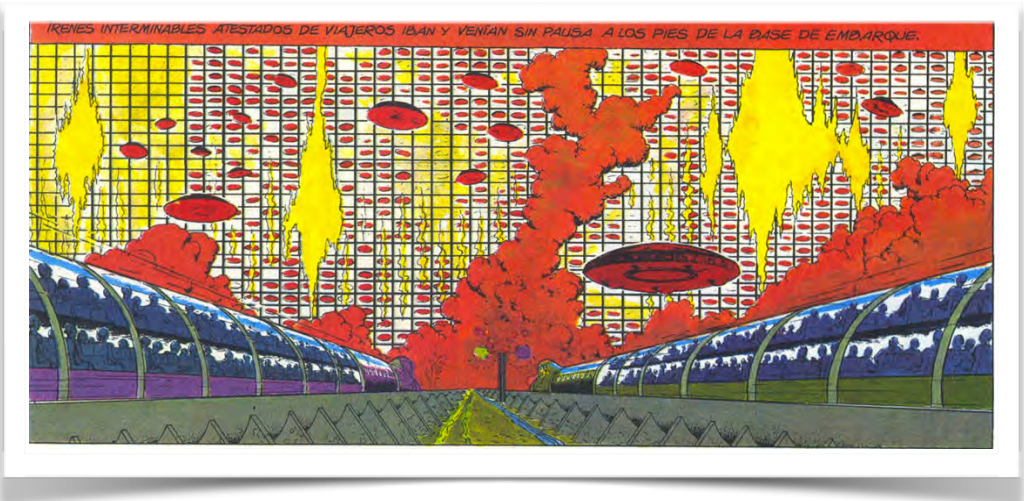


Fig. 7. Llegada de los trenes de dos pisos a la estación ferroviaria intermodal (Pleyers 1982, p. 4)

Otro ejemplo del modelo de estación construida alejada de la ciudad, también intermodal, donde confluyen los trazados de las carreteras y las líneas de ferrocarril como centro neurálgico radial de comunicaciones, lo encontramos en las tres figuras correspondientes a *Les Feux de Sibérie* (Fig. 8. a, b y c), en la serie *Gipsy* (Smolderen y Marini 1994). En el propio diálogo vemos que lo denominan intercambiador.

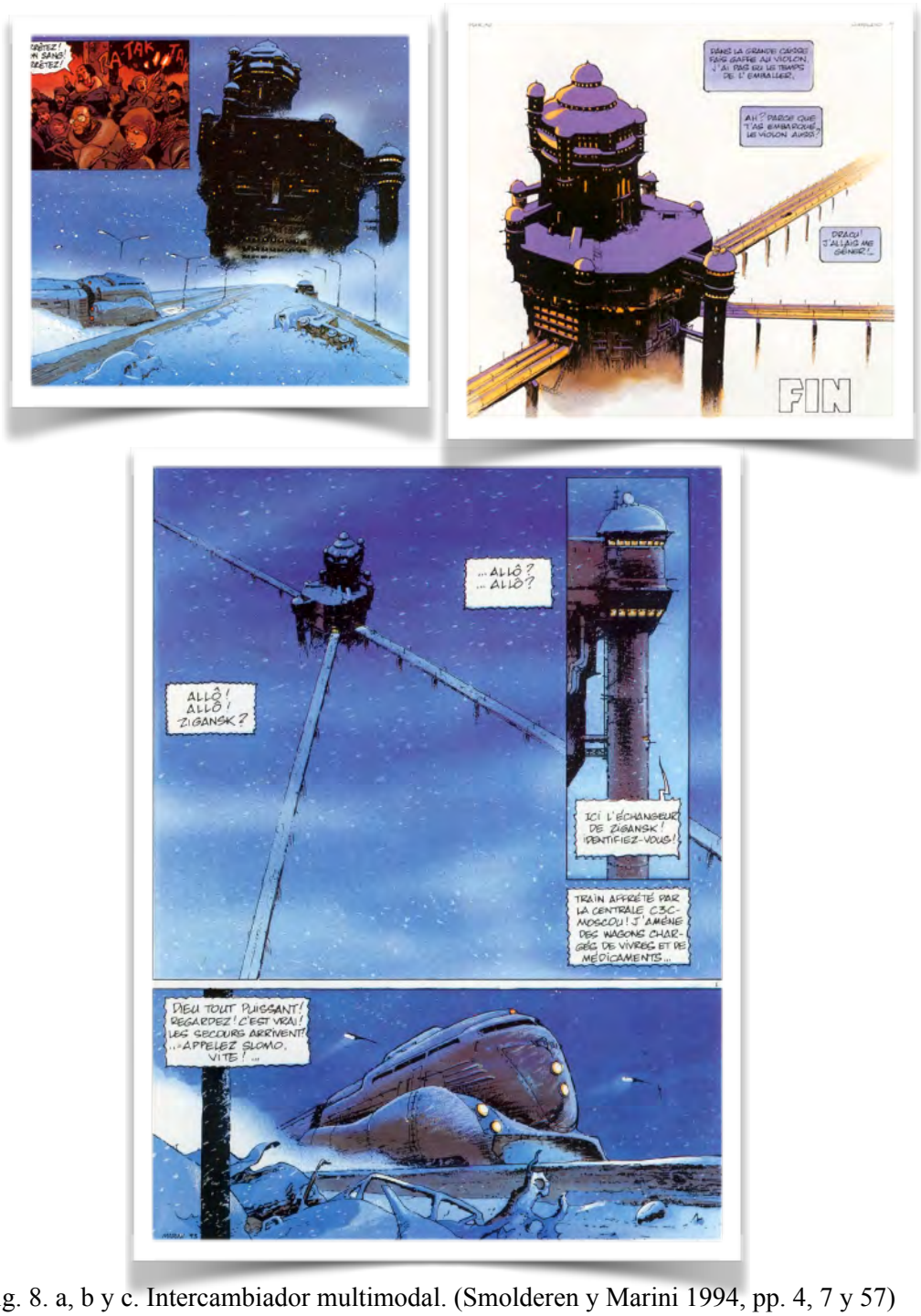


Fig. 8. a, b y c. Intercambiador multimodal. (Smolderen y Marini 1994, pp. 4, 7 y 57)

La estación cuenta con su propia torre de comunicaciones, y su particularidad más importante es que, para poder cambiar de medio de locomoción, es necesario llegar hasta ella, a pesar de encontrarse lejos de la ciudad. Ferrocarril y carretera han sido construidos encima de una plataforma sobre pilotes, y no es posible salir de la misma en ningún momento.

El siguiente ejemplo de Moebius y Jodorowsky (1980-1988), pertenece a la serie *El Incal.* En él la vía del tren es la única forma de llegar a la ciudad-torre, cuya forma geométrica está constituida por una pirámide y un cono truncados, unidos por su eje central y apoyados sobre varios troncos de cono, siendo el primero de ellos el que alberga la estación de tren.

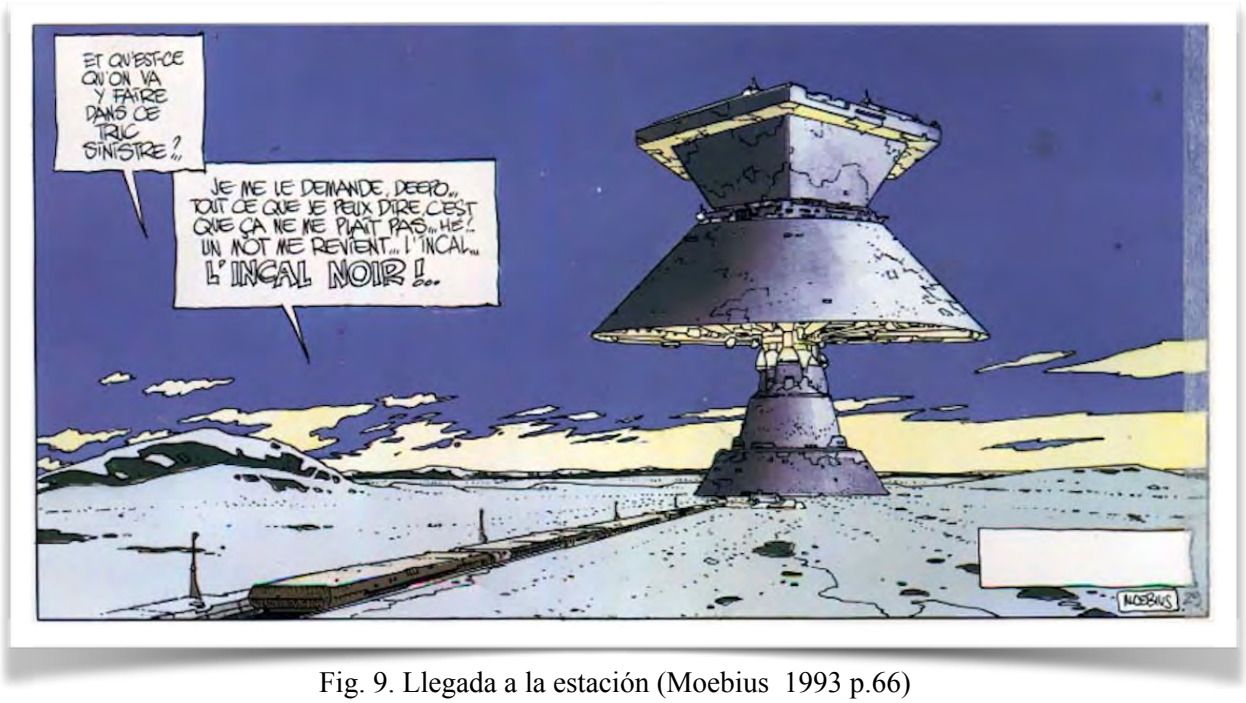


Fig. 9. Llegada a la estación (Moebius 1993 p.66)

De nuevo, Moebius describe en su obra "Mayor Fatal" la estación futurista como un espacio de enormes proporciones.

Dentro de la misma se encuentra el taller de mantenimiento y reparación de los vehículos. En ella se puede observar una locomotora futurista.

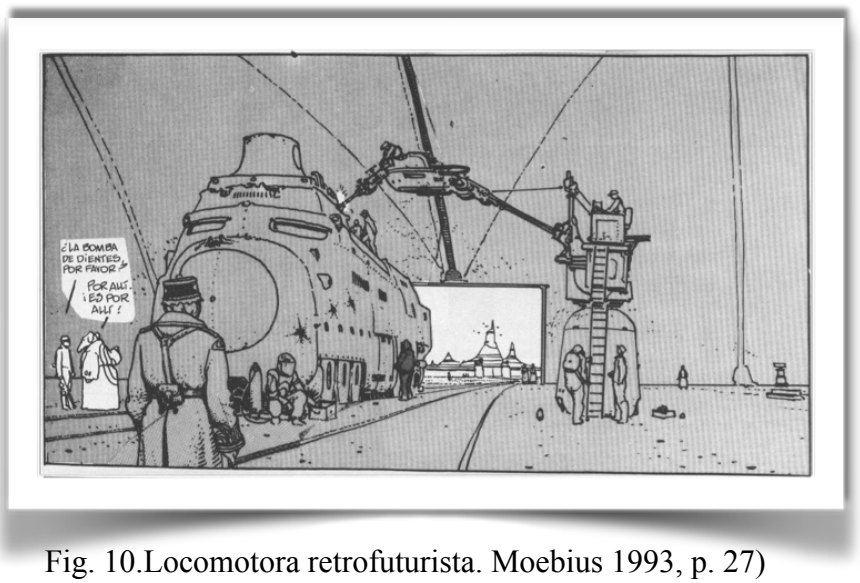


Fig. 10.Locomotora retrofuturista. Moebius 1993, p. 27)

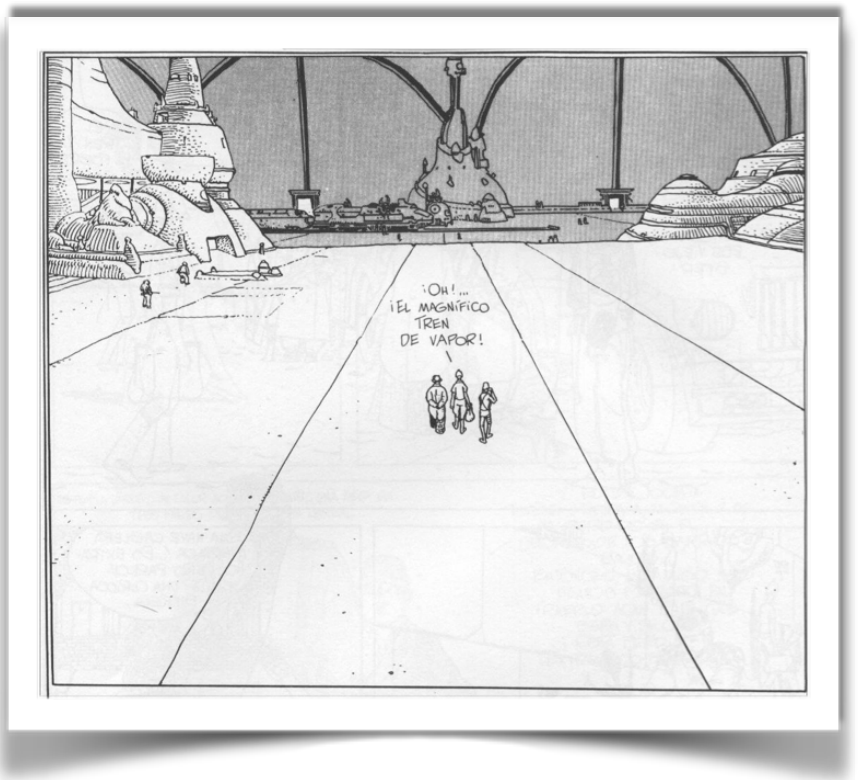


Fig. 11.Estación de tren de grandes dimensiones. (Moebius 1993, p.26)

En la serie *Sillage (*Morvan y Buchet 2003), aunque también ambientada en el futuro, la estación de tren permanece sin embargo inalterada, ya no da servicio puesto que el transporte ferroviario, tal y como se conocía, ha desaparecido. Sin embargo sí tiene una utilidad, se ha convertido en el refugio de un grupo de gente que la ha convertido en su lugar de habitación,

transformando los coches de pasajeros en sus viviendas y el edificio de la estación en su entorno vital.

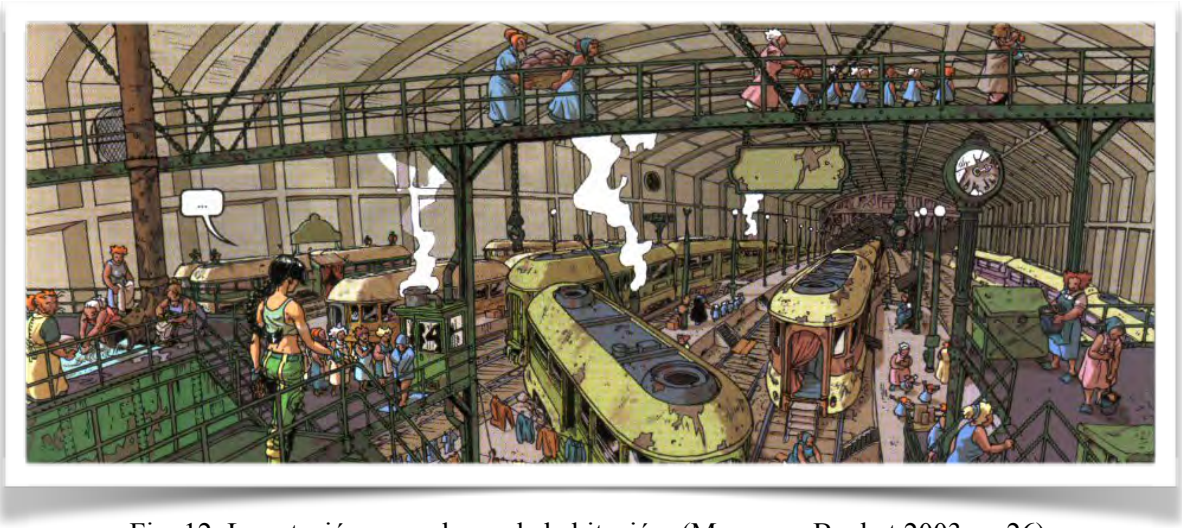


Fig. 12. La estación como lugar de habitación. (Morvan y Buchet 2003. p. 26)

Estaciones retrofuturistas

El cómic propone en numerosas ocasiones desvíos temporales que conducen la acción en un futuro donde se mezclan soluciones tecnológicas novedosas con entornos que han vuelto al pasado. Es el caso de los escenarios dibujados por los siguientes autores, donde la estación de ferrocarril es protagonista, manteniendo estructuras del pasado pero en un mundo futuro:

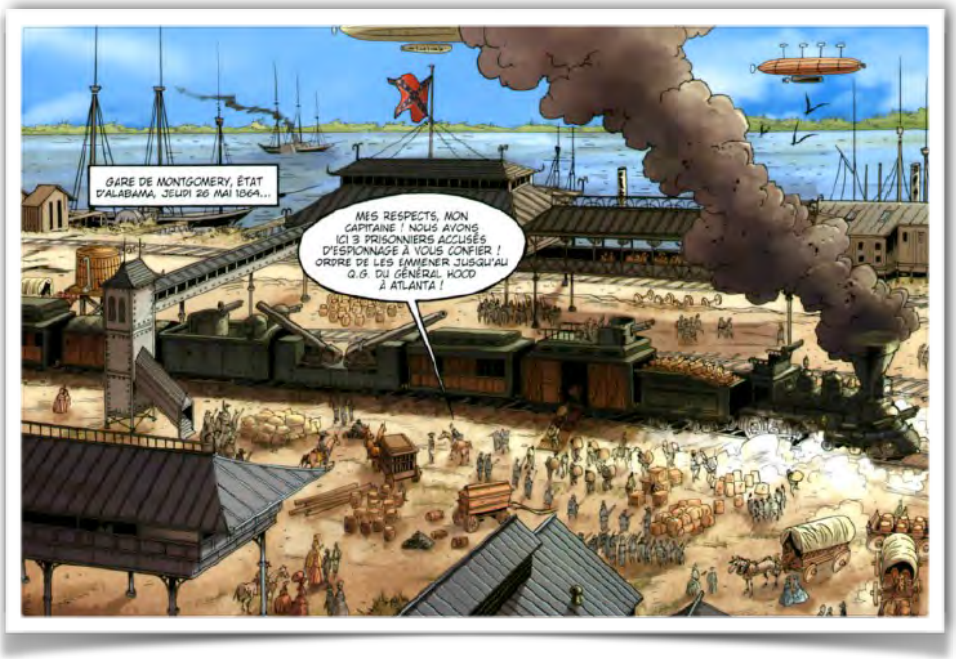


Fig.13. Estación para trenes de vapor. (Duvall y Gioux 2007. p.12)

Algunos modelos se toman de la realidad modificando algunos aspectos para adaptarlos al entorno imaginario creado por los autores.

Fig. 14. a, b y c. Estaciones de estética antigua. Dufaux y Adamov. 2002. pp. 20-22

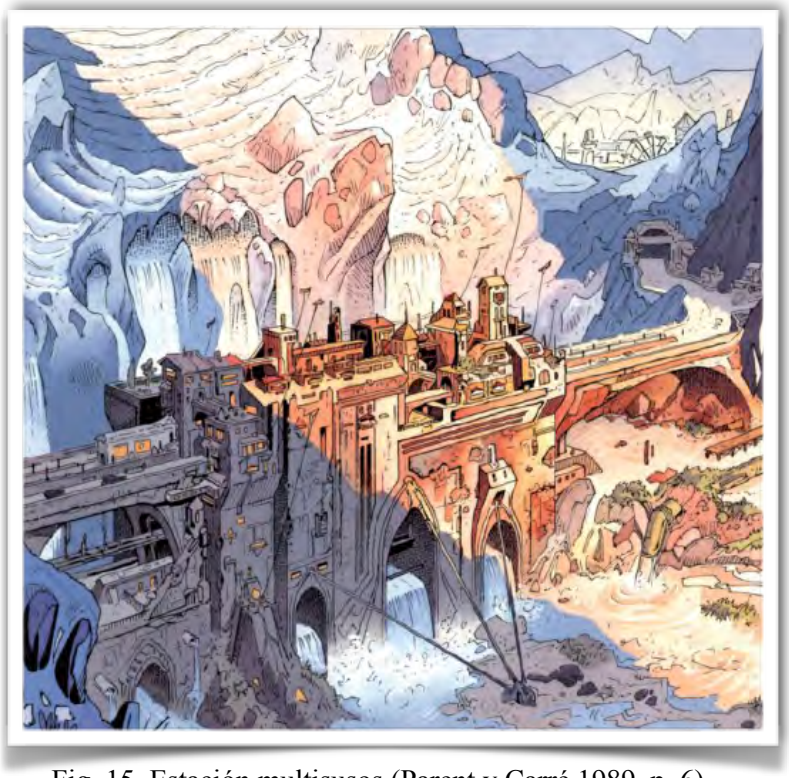


Fig. 15. Estación multisusos.(Parent y Carré 1989, p. 6)

Del análisis de estos primeros casos encontrados podemos extraer las siguientes conclusiones: Los tres primeros autores establecen la estación como punto o nodo neurálgico único, donde desembocan todos los medios de transporte, ya sea solo el tren, automóviles y camiones, el puerto con sus barcos, o bien la zona de aterrizaje y despegue de los vehículos voladores. En los casos de Smolderen junto con Marini (1994), y Moebius (1993), la razón de representar así la estación estriba en que la superficie de la tierra no es apta para albergar otro tipo de caminos o carreteras, ya sea porque se ha construido sobre el agua o por la gran cantidad de nieve que impide la circulación de vehículos que no tengan las características del ferrocarril.

En las figuras siguientes aparecen dos vistas (Bourgeon y Lacroix 2012) de la llegada y desembarco de los pasajeros a una estación de tren intermodal, donde vehículos aéreos comparten su espacio con el ferrocarril. Los autores, a pesar de representar un mundo en el que los vehículos aéreos están muy desarrollados, siguen manteniendo la existencia del ferrocarril como método de desplazamiento para distancias medias.

Fig. 16. Pasajeros descendiendo en la estación. (Bourgeon y Lacroix 2012, p.57)

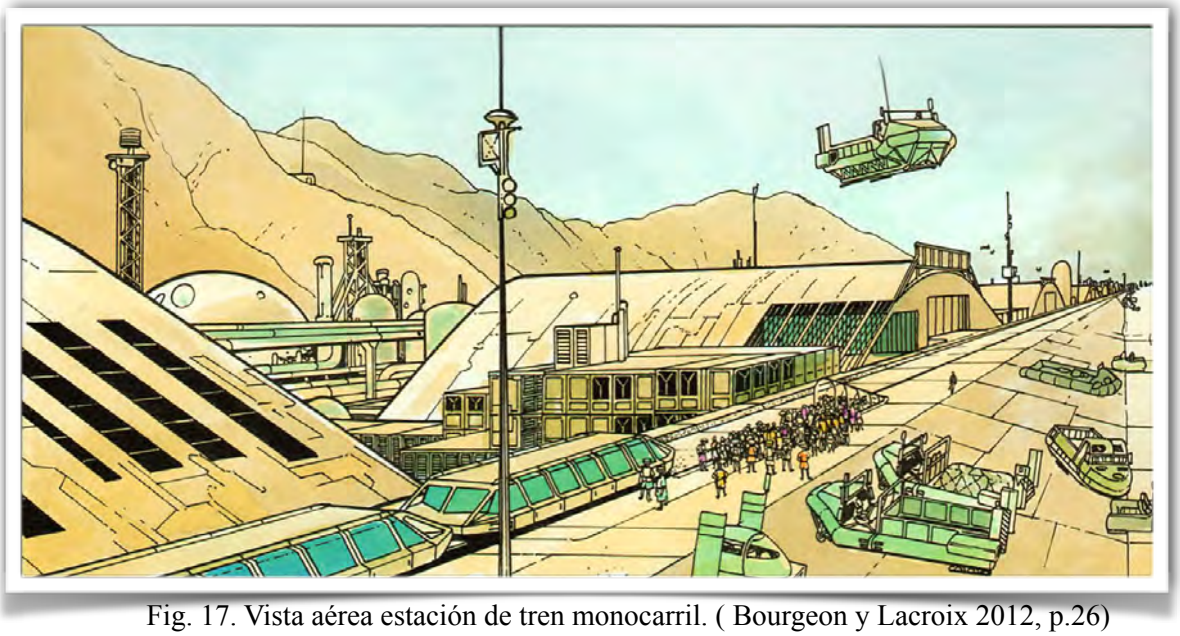


Fig. 17. Vista aérea estación de tren monocarril. (Bourgeon y Lacroix 2012, p.26)

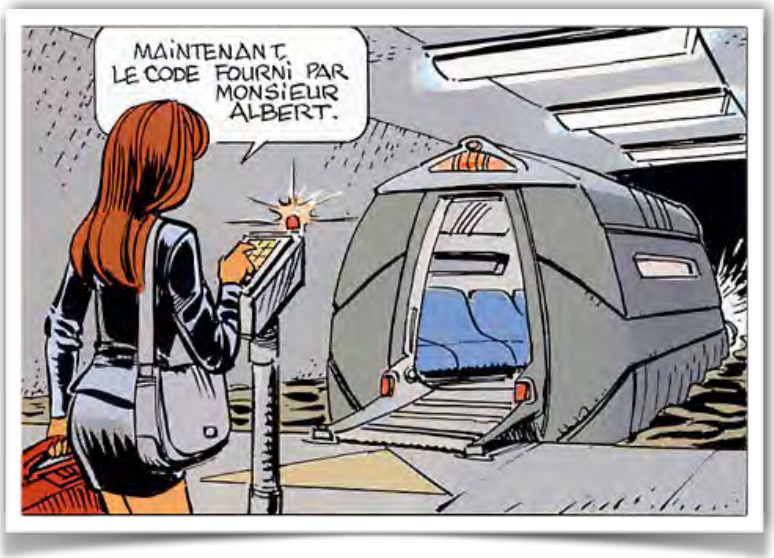


Fig. 18.Acceso a vehículo.
(Christin y Mézières 2001, p.37)

En *Valerian, agente espacio-temporal*, (Christin y Mézières 2001), la estación se reduce a un muelle individual donde le espera un vehículo acuático, pero con forma de coche de ferrocarril, por eso se ha incluido. En el siguiente ejemplo (Giménez 1999), en la estación de lanzamiento de

vehículos, se sitúan todos estos en andenes contiguos listos para desplazarse por carriles hasta su despegue.

Fig. 19. Vista general de la estación. (Giménez1999, p.23)

En el *Paraíso Perdido* (Ange y Varanda 2002) la estación parece bastante convencional. Su mayor particularidad, aparte de la estética inusual de la locomotora, es su construcción dentro de lo que parece una montaña o una cueva, puesto que se pueden apreciar columnas naturales dentro de la misma.

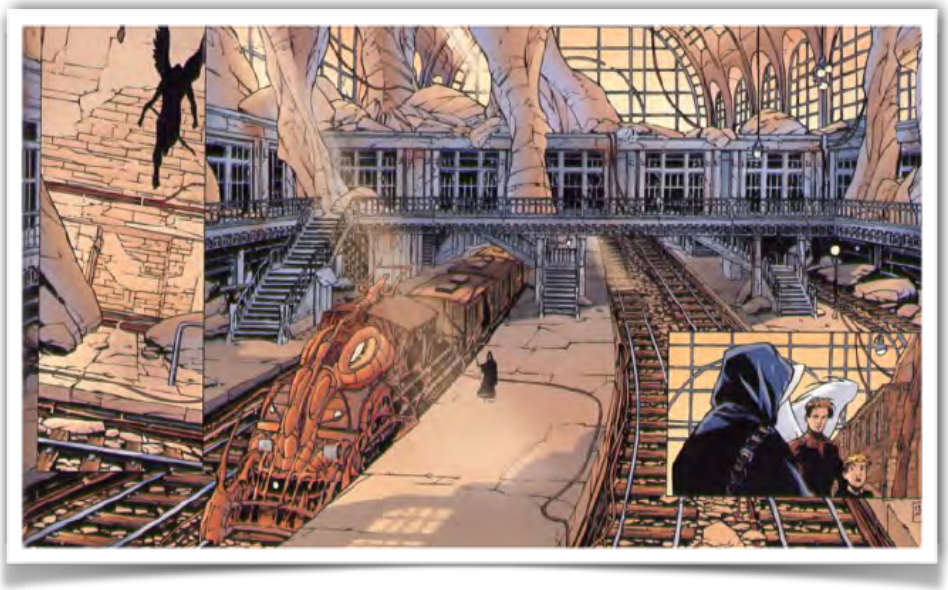


Fig. 20. Estación en montaña o cueva (Ange y Varanda 2002, p.26)

En la viñeta que sigue (Duval y Gioux 2007), con estación de tren y puerto unidos en el mismo espacio, aparece de nuevo el concepto de retrofuturismo comentado en numerosas ocasiones a lo largo de la tesis. Los vehículos e ingenios que aparecen en la figura son del siglo pasado e incluso anteriores. Sin embargo, en la historia aparecen elementos de ciencia-ficción que hacen dudar de la época en las que se enmarcan las aventuras descritas.

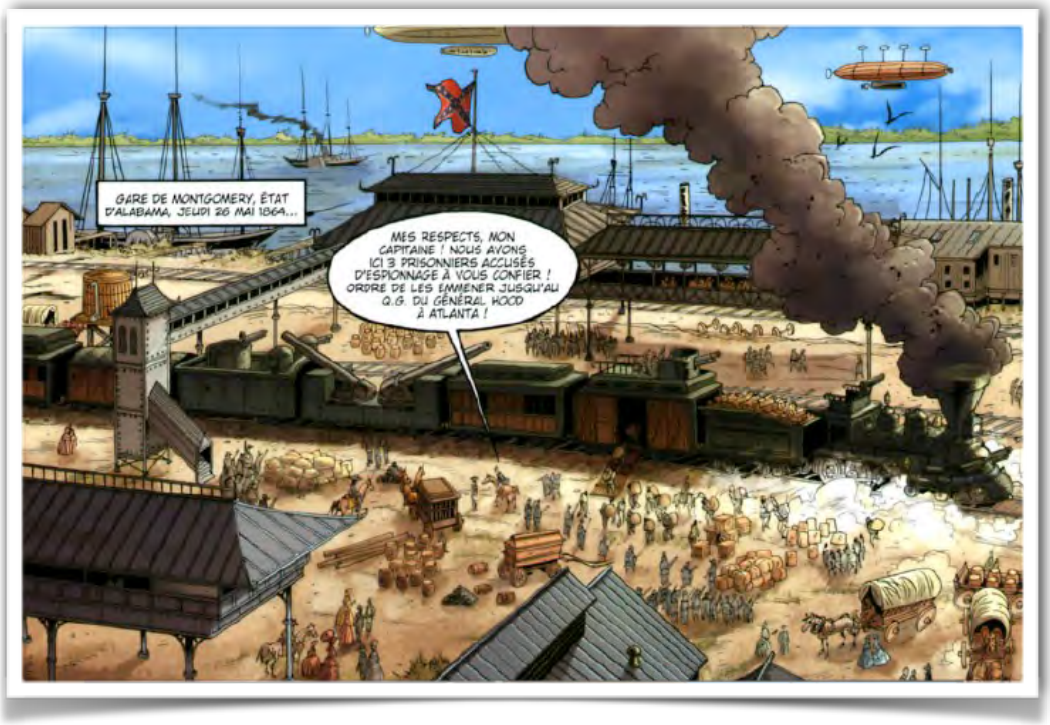


Fig. 21. Estación de tren de vapor y puerto. (Duval y Gioux 2007, p.12)

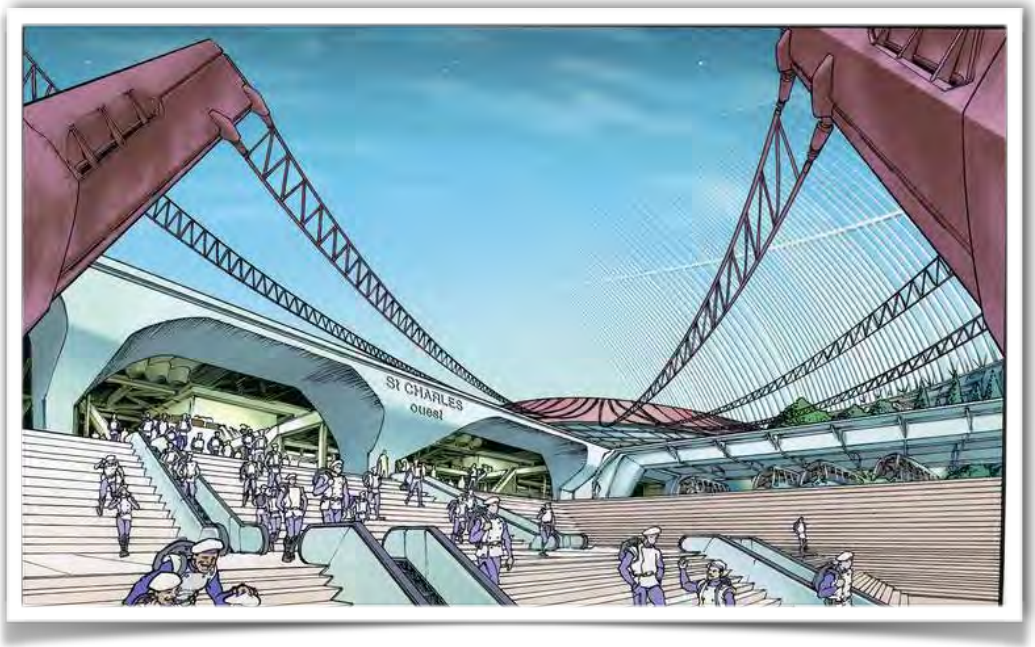


Fig. 22. Salida de la estación. (Morvan el al. 2005, p.4)

No es el caso que antecede a estas líneas (Morvan et al. 2005), donde el autor aprovecha el espacio de la salida de la estación para plantear una estructura futurista, situada bajo una cúpula de cristal y con algún tipo de elemento estructural sostenido por los tirantes, que se pueden apreciar en la parte superior de la figura.

En una época sin determinar, parece que actual, aunque la configuración de los trenes quiere parecer más moderna, representan los autores (Pecqueur y Henriet 2003) unos andenes con los trenes completos esperando en sus vías.

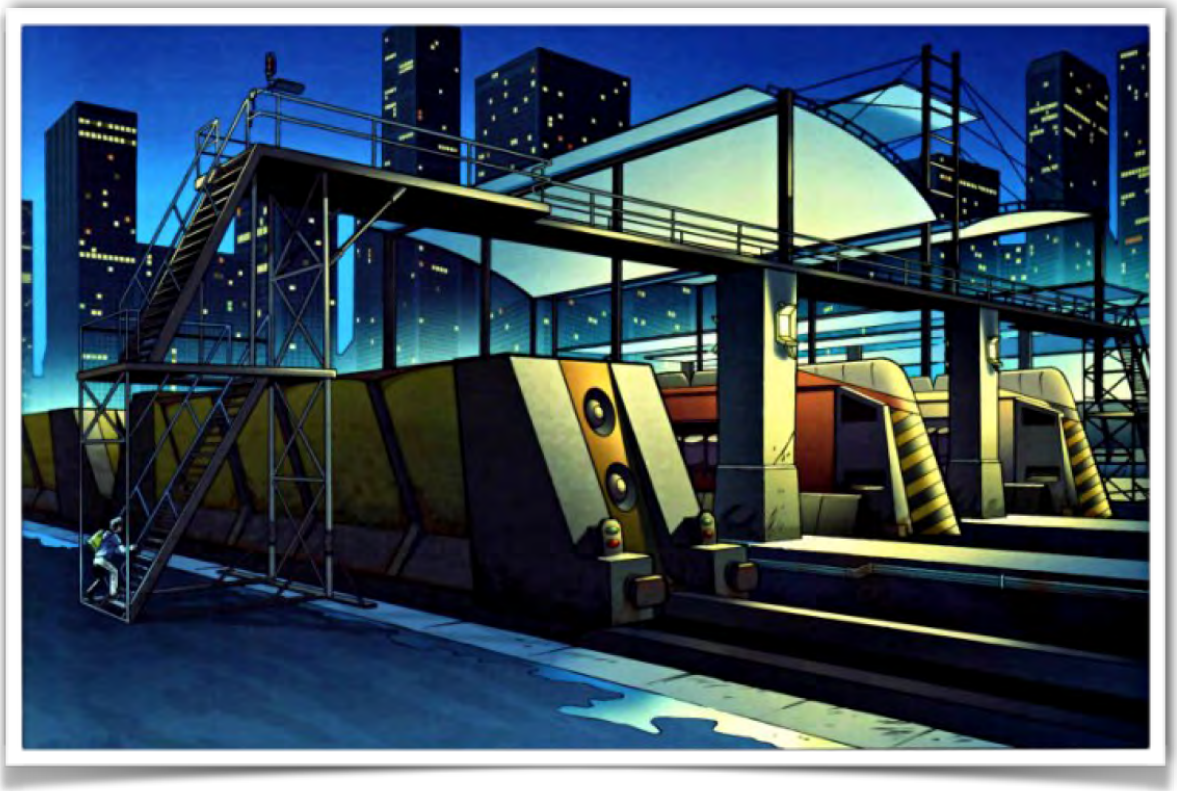


Fig. 23. Estación de noche. (Pecqueur y Henriet 2003, p.22)

A partir de este punto, todos los ejemplos mostrados a continuación pertenecen a la misma serie de cómics, creados por los mismos autores. Se trata de *La compagnie des glaces* de Arnaud, Bonifay y el Estudio Jotim, realizada entre 2003 y 2009. Se hace esta mención especial de ellos porque la historia tiene una relación íntima con el ferrocarril a lo largo de todos sus capítulos, convirtiendo al tren y a todo lo que le rodea en el eje central de la trama. Si bien en otras series descritas en esta tesis –como por ejemplo *Le transperceneige* de Lob y Rochette (1984), *Le Rail* de Schuiten y Renard (1982) o *La Doce* de Schuiten (2012)–

también el ferrocarril tiene un protagonismo crucial, solo en la presente colección puede hablarse de un verdadero desarrollo conceptual y estético, que lo convierte en referencia del cómic mundial en cuanto a las propuestas ferroviarias que en él se encuentran. Los numerosos ejemplos que se muestran a continuación, en este y en el Capítulo 12: *Locomotoras y material rodante*, de la presente tesis, revelan un profundo estudio de las posibilidades de desarrollo del mundo ferroviario como eje único de la comunicación en tierra, convirtiendo sus estructuras tradicionales, estaciones y vehículos, en parte esencial de la supervivencia humana y de su desarrollo tecnológico. En el mundo futuro que representa, el clima ha cambiado de tal forma que se encuentra cubierto de nieve y hielo permanentes, fruto de una nueva glaciación post-apocalíptica. Tan solo el ferrocarril puede circular por él.

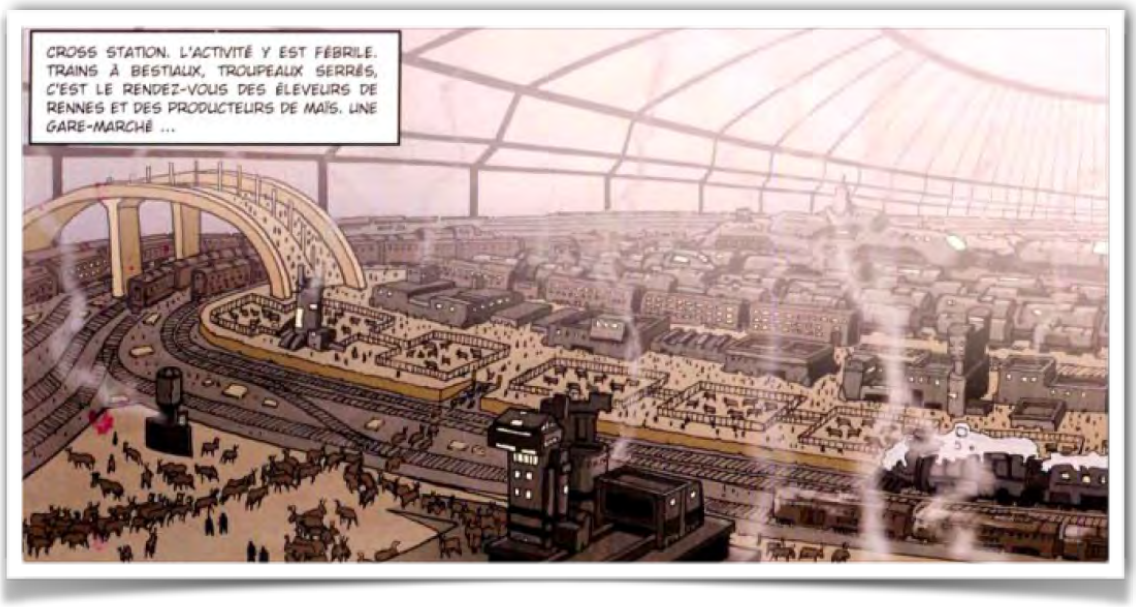


Fig. 24. Estación y ciudad cubiertas por cúpula. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p.41)

En esta primera figura se muestra la ciudad y la estación de tren, cubiertos por una gran cúpula transparente destinada a mantener el calor interior al resguardo de las temperaturas extremas exteriores. Las vías parecen rodeadas por animales y, en la parte derecha, se puede observar una pasarela con un tablero muy curvado por donde cruzan las personas, permitiendo bajo ella el paso de los trenes. Por el vapor que rellena todo el espacio, parece que el combustible utilizado es el carbón, y que las locomotoras, por lo tanto, funcionan a base de quemarlo en sus calderas produciendo con dicho vapor el movimiento de sus ruedas.

En la siguiente viñeta, parece que entre los espacios de vías se construyen edificaciones, pero no queda claro si son parte de los edificios inherentes a la actividad de la estación, o si son algún tipo de viviendas que coexisten con los trenes.

Fig.25. Edificaciones dentro de la estación entre vías (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p.16)

Mucho más grande que las anteriores es la que se puede observar a continuación desde una vista de pájaro. La densidad de vías es ciertamente significativa y, fijándose con atención, se pueden distinguir varios niveles por los que circulan los trenes. El edificio central de la estación, de forma más o menos cilíndrica, domina desde su altura todas las operaciones en curso. Para acceder a él, los operarios y pasajeros circulan por pasarelas que sobrevuelan las playas de vías.

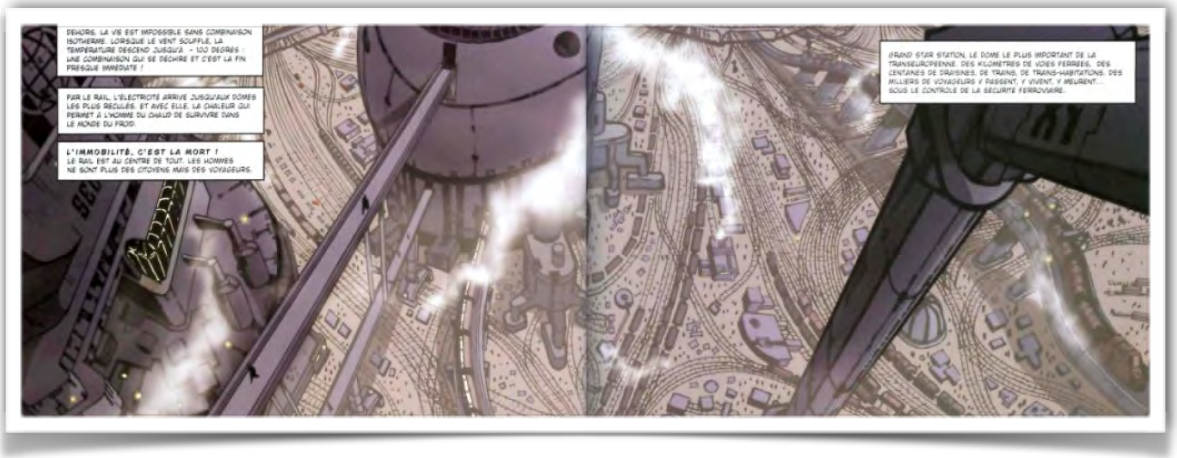


Fig. 26. Vista aérea de la estación. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p.19)

Esta concentración de trenes, que precisa de varios niveles de circulación dada la densidad del tráfico, queda también reflejada en esta otra vista de la estación, donde operan al menos a tres cotas distintas. La vías tienen que sortear, como puede apreciarse, los pilares o puntos de sujeción y apoyo de la gran estructura transparente, que protege todo el conjunto del frío exterior.

Fig. 27. Estación con trenes a distintos niveles. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p.57)

Como se analizará en el capítulo de locomotoras, algunos trenes se apoyan en varios carriles:

Fig. 28. Estación y ciudad cubiertas por cúpula. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2004, p.34)

Este hecho, el que los trenes circulen por un número diferente de carriles, desde dos hasta más de una docena, provoca que, por una parte, las playas de vías sean de una extensión muy considerable, y que, por otra, los trenes tengan configuraciones muy distintas. En el siguiente caso algunos de ellos se asemejan a grandes barcos con sus chimeneas humeando vapor.

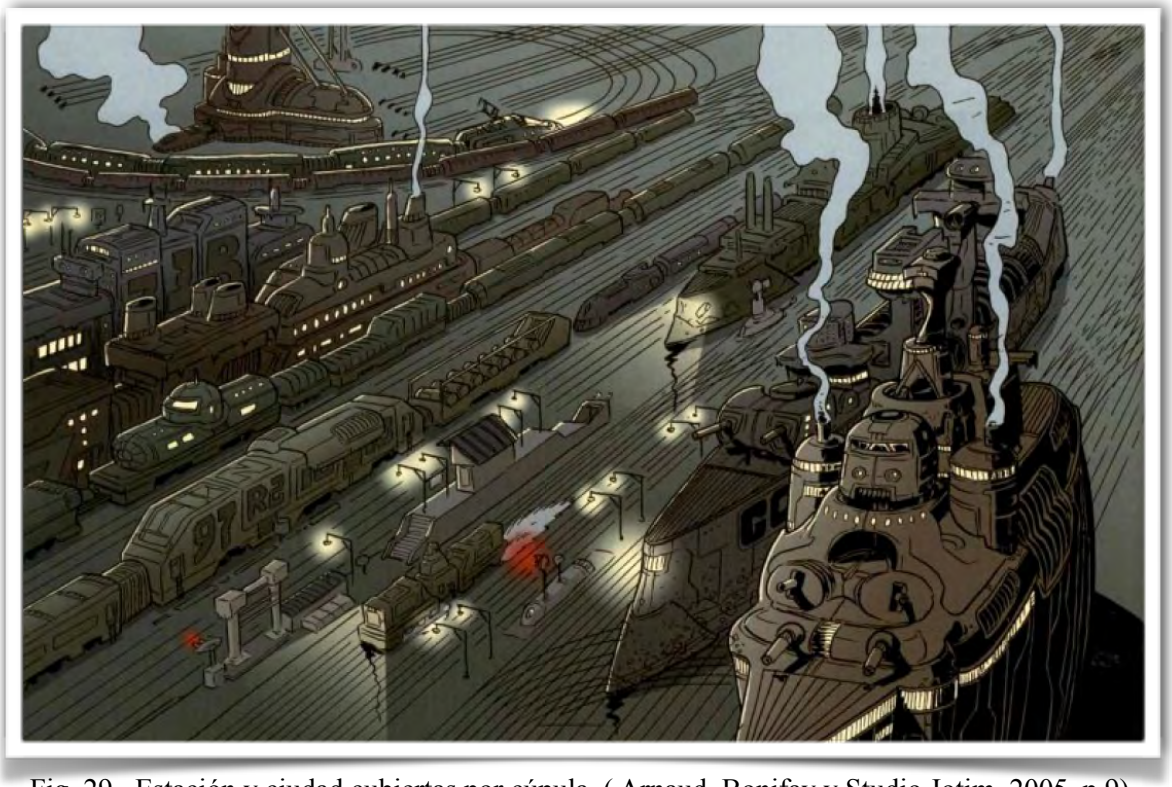


Fig. 29. Estación y ciudad cubiertas por cúpula. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2005, p.9)

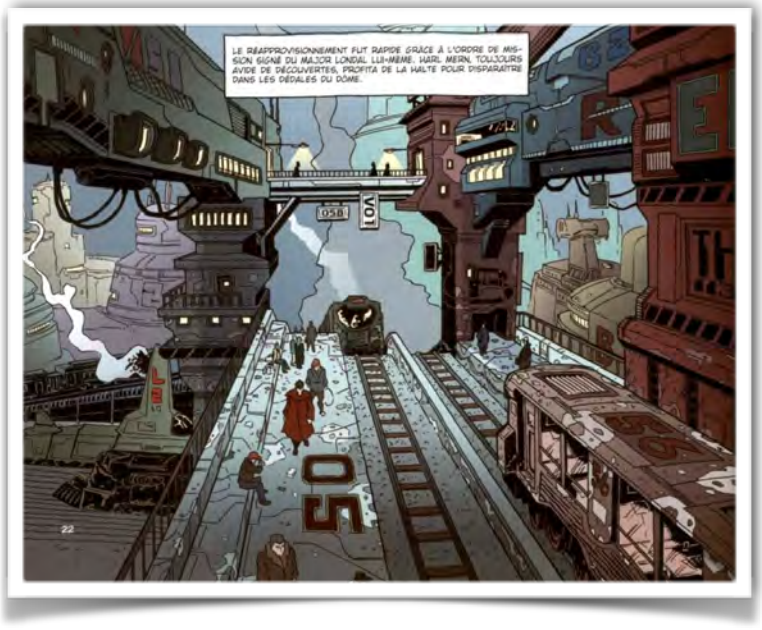


Fig. 30- Edificios elevados sobre las vías.
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2005, p.25)

Los edificios, para servicios auxiliares al transporte ferroviario, son continuos a lo largo de estas estaciones-ciudad. En el ejemplo se puede observar cómo todo se adapta al desarrollo de las vías, construyéndose en altura para no interferir en el desplazamiento del tren.

En algunas de las figuras se puede observar con detalle las

Fig. 31. Columna-celosía que sustenta la bóveda
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2007, p.19)

estructuras que conforman las estaciones. Algunas son, como la que figura al lado, verdaderas obras de ingeniería, que no tienen nada que envidiar en originalidad y diseño a las de los grandes ingenieros y arquitectos del mundo real. Obsérvese como la propia celosía alberga uno de los edificios de la estación en su interior, dando al conjunto una gran solidez y ligereza.

Fig. 32. Máquinas reforzadoras de la pared de la estación.
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2007, p.20)

En esta estación el techo está formado por hielo. Unas máquinas, procedentes de un tren, como no, se dedican a lanzar un producto para reforzar todo el conjunto.

En las dos viñetas a pie de página, son varios los detalles en los que debe detenerse el

ingeniero lector. Por una parte, el sorprendente diseño de tren monocarril que se desarrolla por encima de la estación convencional. Los vehículos que circulan unidos con un brazo metálico al carril único son, aparte su vistosidad, de dudosa aplicación real. El momento torsor que el vehículo imprime sobre la vía debe ser muy importante, siendo imposible, al menos con los materiales actuales, que pueda soportarlo. El propio brazo, en su unión con el carril por un lado y con el vehículo del otro, debe también sufrir esfuerzos de gran magnitud. Finalmente, el propio carril, que no parece apoyarse, a decir de la figura, cada pocos metros, debe tener una enorme resistencia transversal para poder soportar sin doblarse el peso al paso del vehículo, esto es, los esfuerzos cortantes. En conclusión, se trata de una propuesta muy arriesgada, tan imaginativa e imposible de construir hoy en día como parecen serlo ahora las naves espaciales de otros cómics.

Es interesante también la existencia, entre tanta tecnología punta, de un semáforo vulgar y corriente, como los que se construyen hoy en día, con su mismo código de colores. La convivencia de lo antiguo con lo ultramoderno, de nuevo juntos en las tiras del cómic.

Fig. 33. Monocarril lateral. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2007, p.12)

Como se ha dicho anteriormente, los vehículos ofrecen todo tipo de configuraciones. El de color rojo de la figura siguiente, parece transportar edificios enteros, y no de pequeño tamaño. Se apoya sobre no menos de una docena de carriles, que son los encargados de poder soportar el peso –¿sería físicamente posible hacerlo? Quizás si fuesen de madera dichas viviendas–. Esta concepción de ciudad móvil no es novedosa. Se encuentra en numerosos cómics analizados en esta tesis, ya sea por mar, por aire, en el espacio, sobre ruedas, dentro de la propia ciudad, etc. Merecería sin duda un profundo análisis, muy distinto y mucho más ambicioso, que queda fuera de este ámbito de investigación, donde se estudiará desde el punto de vista técnico, social, político incluso, la existencia de ciudades capaces de moverse de un lado al otro. Al estilo, si se quiere, de los pueblos nómadas que han poblado la tierra en sus distintas épocas, siempre son sus tiendas a cuestas. No es este el lugar para realizarlo, pero este cómic nos muestra algunas realidades de cómo podría ser.

Junto al vehículo analizado se encuentra otro, de mucho menor tamaño, con figura similar al de un avión, que sin duda sirve solo para el desplazamiento rápido de sus pasajeros. Se describirá más adelante.

Fig. 34. Diferente tipología de trenes
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2008, p.48)

La magnitud de algunas de las estaciones mostradas en este cómic, recuerda ejemplos de grandes estaciones antiguas, donde la luz entrando por las celosías de cristal dan al conjunto el aspecto tan característico de estas construcciones.

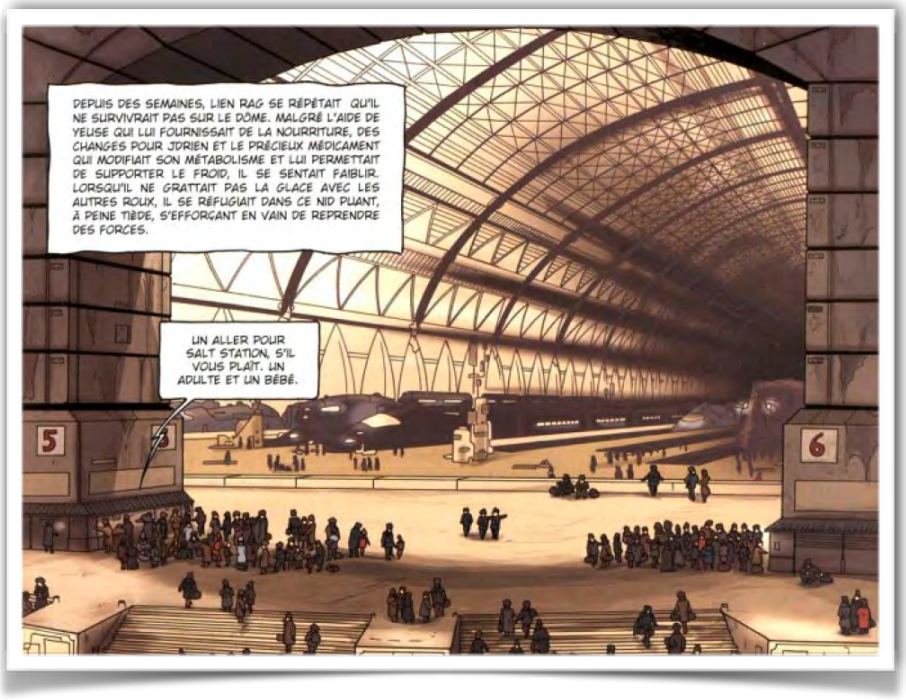


Fig. 35. Celosía y vista de los andenes
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2006, p.11)

Los trenes aquí tienen, como se puede apreciar debajo, varios pisos, puesto que desplazan grandes cantidades de personas de forma continua.

Fig. 36. Perfil del tren. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2006, p.34)

¿Y cómo es el mundo exterior a estas ciudades-estación? En las figuras, que se pueden observar a continuación, se aprecia cómo son todas de configuración circular, debido sin duda a las cúpulas que las cubren.

Fig. 37. Llegada del tren a la cúpula
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2005, p.55)

Fig. 38. Detalles de la estación bajo la cúpula
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2006, p.49)

La llegada de los trenes a dichas ciudades se produce a través de pequeñas aberturas en su base, lo más reducidas posible para poder evitar la pérdida de calor.

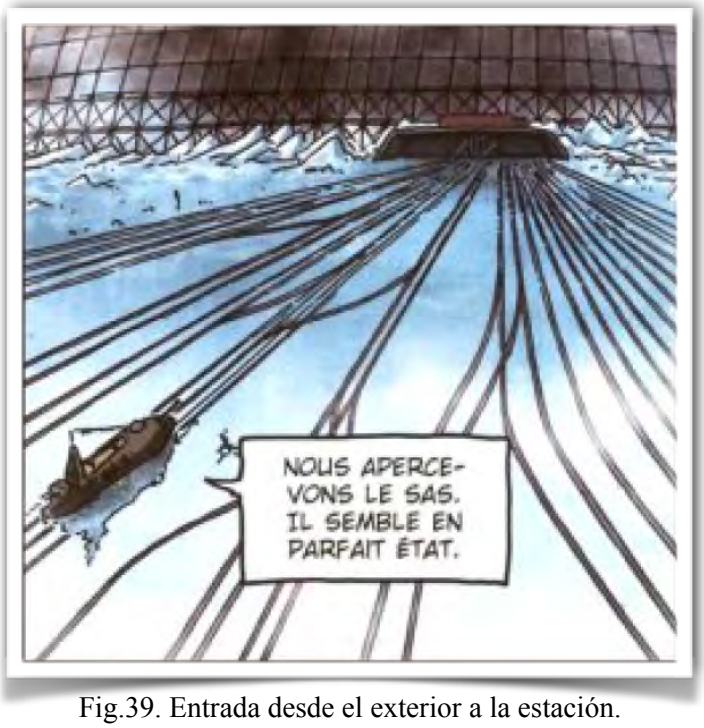


Fig.39. Entrada desde el exterior a la estación.
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2004, p.33)

Las vías procedentes de todos los puntos cardinales se reúnen en estos centros neurálgicos construidos sobre el hielo.

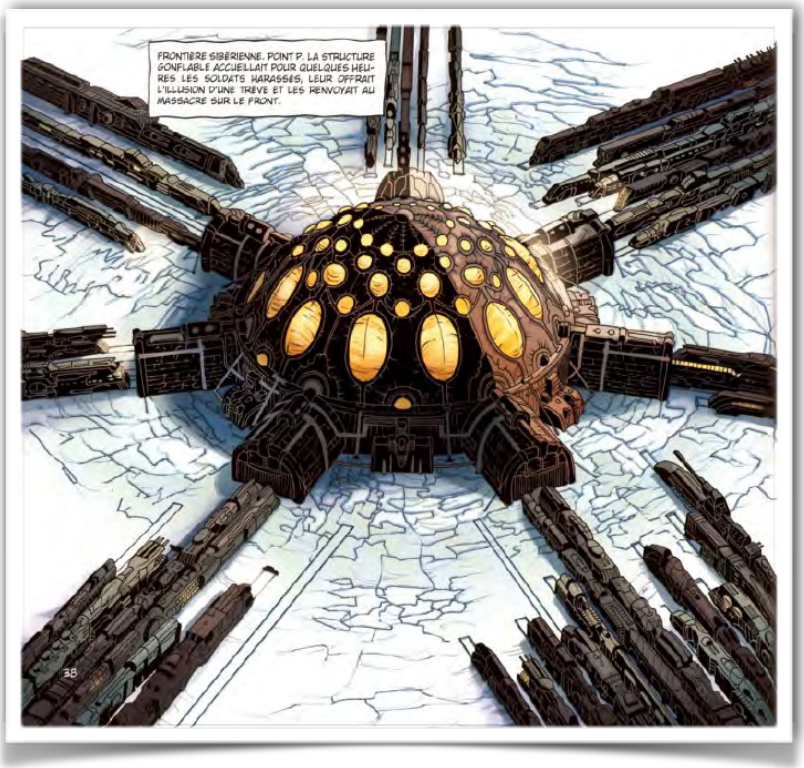


Fig.40. Estación circular, entrada y salida de trenes
(Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2006, p.43)

En algunos casos no se trata de un única cúpula, sino de varias unidas, que probablemente se han ido anexionando a la cúpula principal a lo largo del tiempo. Todas ellas rodeadas de las chimeneas de los sistemas de calefacción que mantienen la vida.

Fig. 41. Ciudad-estación bajo cúpulas y chimeneas (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2006, p.7)

Fig. 42. Ciudad bajo cúpula rodeada de vías (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2007, p.8)

Y, finalmente, un ejemplo que resume todo lo anterior. A través de la cúpula se puede observar la ciudad constreñida entre los límites del cristal y, como única vía de escape, los omnipresentes ferrocarriles que sirven de cordón umbilical con el resto del mundo. De nuevo se puede apreciar cómo los trenes se apoyan sobre varios carriles, permitiendo así multiplicar su tamaño, para poder cumplir la función de trasladar, al mismo tiempo, a un número muy importante de pasajeros y de mercancía. El vapor ,siempre presente también en esta tecnología, refuerza la paradoja antiguo-moderno tan abundante en este tipo de literatura.

No es fácil realizar unas conclusiones finales sobre este capítulo. La gran diversidad de soluciones propuestas por los guionistas y dibujantes es abrumadora. Todas ellas se adaptan a la realidad que los autores han imaginado, ya sean mundos futuros, pero devueltos a un pasado tecnológico, ya sean otros planetas, con extraterrestres dotados de grandes conocimientos científicos, o mundos helados que se apoyan en el ferrocarril para poder sobrevivir en una época glaciar. Se encuentran estaciones configuradas en edificios livianos de extraordinaria arquitectura, cúpulas y celosías que liberan el espacio superior ofreciendo luminosidades y amplitudes muy importantes, y otras, pesadas y oscuras, donde la circulación se estrecha por la sobresaturación de edificios.

En cuanto a tecnología se refiere, el vapor, sin duda, es un elemento común en muchas de ellas. Esta vuelta al pasado en la alimentación de los trenes, se debe, a menudo, a que la recreación de las atmósferas post-apocalípticas, tan del gusto de muchos autores, requieren de un retroceso tecnológico que nos recuerde hacia donde está abocada la raza humana, si sigue por el camino de la depredación de la naturaleza, empujándonos a buscar soluciones ambientalmente sostenibles. Eso, y que el vapor saliendo de las chimeneas de los trenes es una imagen de gran capacidad evocadora, hace que pocos autores se resistan a plasmar estas tecnologías cuando de representar un tren se trata.

Y para el ingeniero lector, algunas constataciones adicionales. Los trenes no tienen por qué ir sobre dos carriles. Si se aumenta el número de estos se puede incrementar el tamaño de locomotoras, coches y material rodante de forma muy importante. Las estaciones también son estructuras adaptables a la realidad que la rodea. Pueden ser verdaderos núcleos intermodales, como de hecho hay muchas hoy en día, capaces de albergar a todos los medios de locomoción utilizados. Incluso naves espaciales si necesario.

3.3.4. MONORRAÍL

3.3.4.1. MONORRAÍL BAJO VEHÍCULO

La infraestructura de vía ha adquirido todo tipo de formas y filosofías desde los primeros tiempos de la explotación del ferrocarril. Finalmente, la solución que se ha impuesto a lo largo de la historia, ha sido la configuración de dos carriles longitudinales apoyados en traviesas transversales, generalmente de madera u hormigón. Y el conjunto descansando, a su vez, sobre una capa de sección trapezoidal de balasto, o bien sobre vía en placa, más común esta última para los ferrocarriles metropolitanos. A pesar de ello, muchas más soluciones se han probado con mayor o menor éxito a lo largo de la historia. Una de ellas, y se desarrolla aquí por su profusa aparición en el cómic, es la del monocarril en sus dos vertientes: Solución de infraestructura inferior, en la que la vía se encuentra bajo el vehículo, o bien infraestructura superior, en la que guía al tren desde arriba.

La tecnología del monorraíl tiene amplia repercusión en la representación gráfica ferroviaria de ciencia ficción. Desde la invención del término, en 1897, por el ingeniero alemán Eugen Langen[1] (*Einschieniges Hängebahnsystem: Sistema de vía colgado monorraíl*), los ferrocarriles monorraíl han tenido escaso éxito frente al desarrollo del doble carril. El propio Langen participó en la construcción del primer monorraíl en servicio, el de Wuppertal, manteniéndose modelos básicamente iguales hoy en día, como podremos observar en el capítulo siguiente, dedicado a la solución monorraíl por encima del vehículo.

La configuración de las soluciones propuestas es de una gran variedad, algunas claramente en el terreno de la ciencia ficción, otras que bien podrían utilizarse en la actualidad y también ejemplos de modelos futuristas, pero con parte de su tecnología en el pasado.

[1] Eugen Langen (1833-1895) fue un ingeniero industrial y inventor alemán. En 1876 construyó, junto con Nikolaus Otto, un motor de combustión interna de pistón a gas, que funcionaba con una mezcla de combustible a presión. El 1864 fundó la fábrica de motores N. A. Otto & Cie , que fue la primera compañía en manufacturar los motores de combustión interna. En el campo de equipo ferroviario, Langen era copropietario y el ingeniero de la Colonia Waggonfabrik van der Zypen & Charlier. Puso en marcha el monorraíl de Wuppertal, del sistema monorraíl suspendido o ahorcado, en 1894.

Sobre estos últimos hacen su propuesta Morvan y Buchet (2000), adaptando un tren convencional de vapor del siglo XIX a una infraestructura monorraíl.

Fig. 43. a y b. Tren de vapor sobre monorraíl. (Pecqueur y Kovacevic 2007, p.28)

En una zanja de sección trapezoidal se ha fijado una viga continua como único carril. Esta se apoya sobre la cuna, a través de perfiles metálicos cimentados. El tren es guiado por una pequeña locomotora de vapor, que tira de dos vagones y empuja una plataforma descubierta cargada de viajeros. Todo ello recuerda a los comienzos del ferrocarril, si no fuese por la infraestructura descrita. Donde se produce, sin embargo, una aportación de utilidad –basada en nuevos conceptos de aplicación en la ingeniería de transportes– es en la imagen siguiente. Este ferrocarril no es de doble vía. La escasez de recursos permite tan solo una infraestructura sencilla, con un solo sentido de desplazamiento, por donde el tren debe ir y volver. Para evitar tener que construir cambios de vía, ya sea por su complicación tecnológica, por su coste, o por la falta

de espacio, se ha diseñado al final del recorrido un sistema para hacer girar la locomotora –la cual solo puede funcionar avanzando hacia delante, no tiene marcha atrás– , y que vuelva a recorrer la línea. Para ello, la locomotora se mantiene apoyada en la viga que la sustenta, pero esta es cortada tangencialmente a la llegada a un pozo circular donde, tras entrar la máquina, se hace girar 180 grados hasta situarla enfrentada a los vagones de carga. Estos, mientras tanto, son cargados o descargados por unas grúas en la estación y, cuando todo está listo, se reengancha con la locomotora girada para iniciar un nuevo viaje. Este sistema para girar locomotoras ya existe actualmente en los talleres de reparación de las mismas, pero no con la filosofía de cambiar su sentido de desplazamiento.

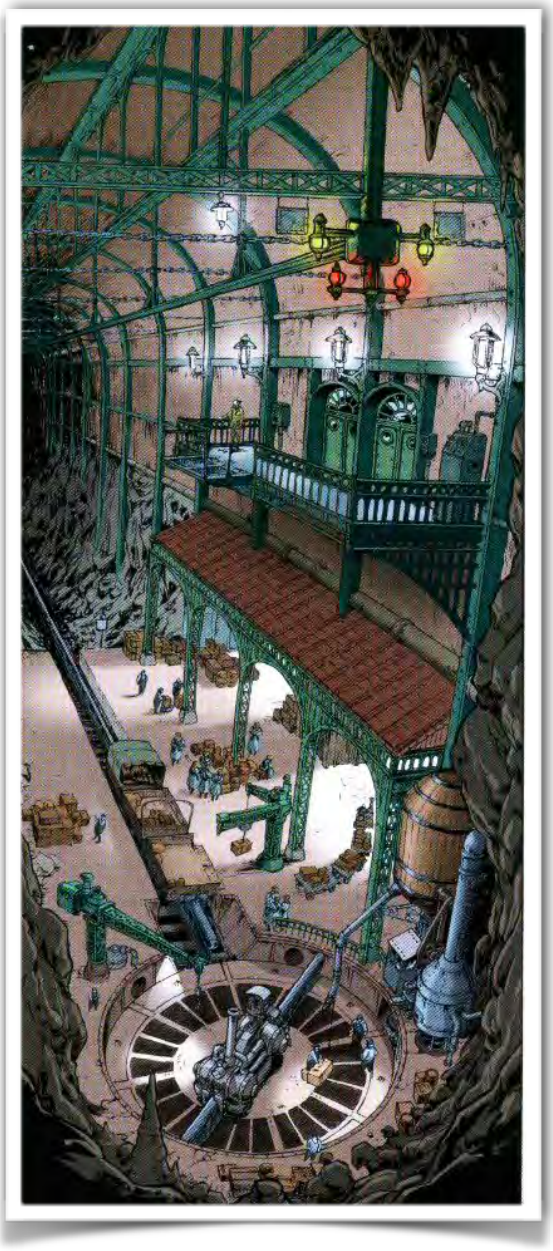


Fig. 44. Tren de vapor sobre monorraíl. (Pecqueur y Kovacevic 2007, p.28)

Similar al sistema actual –banqueta de balasto apoyada en el suelo–, es el se encuentra en la descripción de Morvan y Li-An (2001). En este caso, no se trata de balasto, sino de una banqueta maciza, también trapezoidal, de un material indeterminado, reforzada por nervios rígidos cada pocos metros, a la que se le ha horadado una guía en su cúspide, donde encajan una rueda frontal y otra trasera, que son las que ejercen la tracción en el vehículo. En el propio cómic se clasifica a este transporte como público, y una sencilla tarima de madera hace las funciones de andén, como se puede observar.

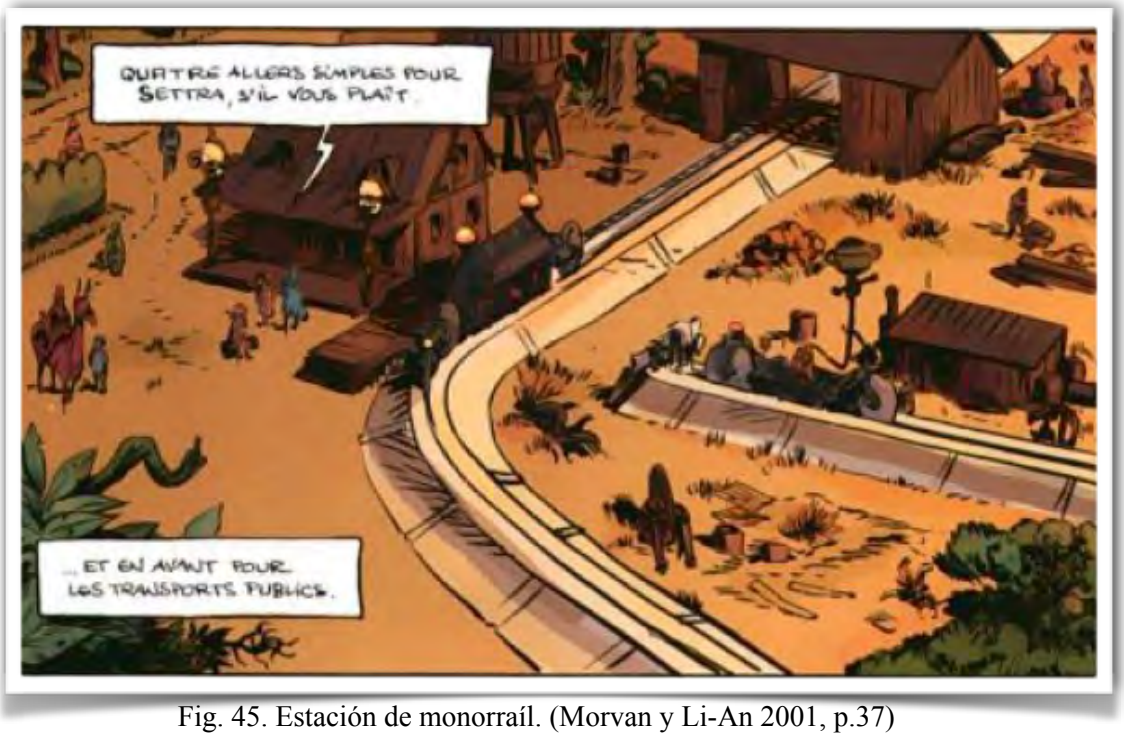


Fig. 45. Estación de monorraíl. (Morvan y Li-An 2001, p.37)

Estos ejemplos anteriores han ilustrado el monorraíl en el cómic en entornos que se asemejan a los de tiempos pretéritos, a pesar de que aparezcan en ellos elementos claramente de ciencia-ficción. Los analizados a partir de ahora se embarcan en medios claramente futuristas. El primero de ellos proviene del arte de Pecqueur y Kovacevic (2007), describiendo tren y estación con todo detalle.

Fig. 46. Detalle de tren monorraíl en estación. (Pecqueur y Kovacevic 2007, p.28)

Se puede apreciar en detalle la configuración de la infraestructura de vía sobre la que reposa el tren monorraíl de la imagen, en otro dibujo de la misma obra:

Fig. 47. Detalle de la vía. (Pecqueur y Kovacevic 2007, p.37)

Se trata de la alineación de bloques de hormigón de sección trapezoidal, sobre la que, presumiblemente, reposan las ruedas del tren, aunque se desconoce su configuración al no poderse apreciar desde más cerca. Este sistema, comparado con el real, traviesa-carril-balasto, parece mucho más barato y de fácil instalación y mantenimiento. De hecho, en muchos tramos de vía, donde no es posible la colocación del balasto, lo que se instala es la vía en placa, que, básicamente, es muy parecido a este sistema. No es necesario el bateo para su mantenimiento, si bien es cierto que debe ser revisado con asiduidad, ya que un leve movimiento de tierras, que descolocase dos piezas de hormigón seguidas, podría producir un descarrilo.

En la siguiente propuesta (Smolderen y Marini 1997), el descarrilo está a punto de producirse, esta vez por una explosión provocada. Se puede apreciar en la imagen la abigarrada configuración de sistemas de transporte que conviven sobre el mismo tablero del viaducto: cuatro carriles de automóviles y dos de trenes, obteniendo la máxima densidad en el mínimo espacio. Ambos trenes, apoyados sobre una viga metálica esta vez, no directamente sobre el hormigón como en el caso anterior, se deslizan sobre la misma sin apenas separación entre trenes y vehículos de carretera.

Fig. 48. Detalle de la vía. (Smolderen y Marini 1997, p.16)

Sin embargo, el ingenio en el aprovechamiento del espacio es un desafío para los creadores del cómic, como así se demuestra en el siguiente ejemplo (Morvan y Porcel 2007). Se ha procedido a elevar la infraestructura portante del ferrocarril monovía por encima del tablero del viaducto por donde circulan los coches. Para ello, se han aprovechado las propias pilas de sustentación del mencionado tablero, alargando y curvando su terminación, de forma que, en la cúspide o clave de bóveda del arco que se produce, se apoya la viga sobre la que circula el tren.

Fig. 49. Ferrocarril elevado sobre arco. (Morvan y Porcel 2007, p.24)

El autor demuestra tener conocimientos de estructuras, puesto que la conversión de los pilares en arcos obtiene un punto de máxima capacidad de carga que es, tal y como ha descrito, donde apoya la línea del tren.

Fig. 50. Monorraíl cerca de la estación.

Otras propuestas son más convencionales, como la de Swolfs y Griffo (2000), donde las estructuras y las edificaciones indican que la acción discurre en la época actual, a la que, sin embargo, se ha querido añadir novedades visuales para enriquecer la atmósfera, como es un tren monorraíl.

En un entorno muy distinto, de nuevo en el terreno de la ciencia ficción, Latil y Ponce (1998) siguen el modelo anterior de infraestructura, con una viga sobre la que se adapta el vehículo, pero con un tren de diseño imaginativo.

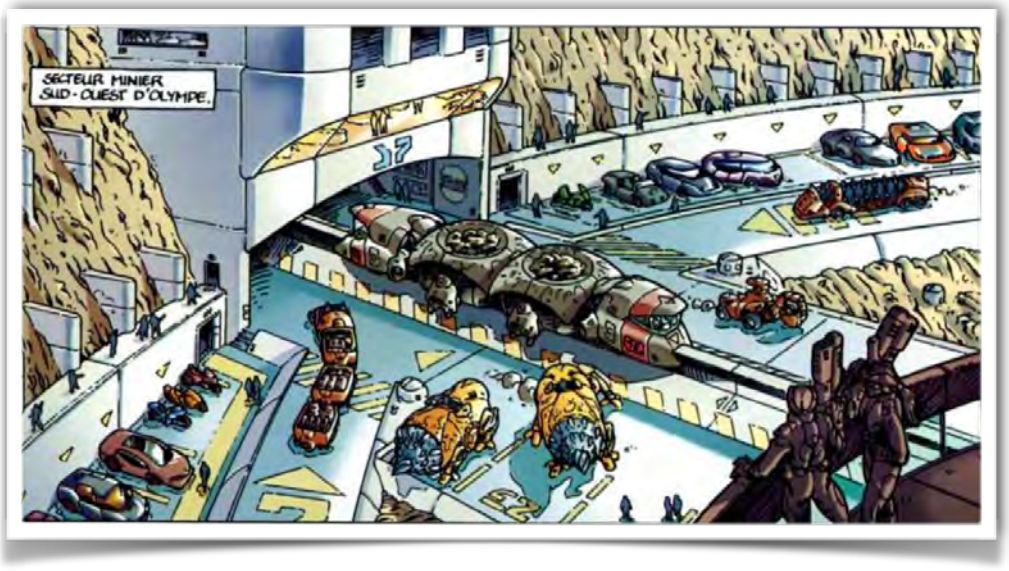


Fig. 51. Tren monorraíl articulable. (Latil y Ponce 1998, p.4)

Estos autores conciben vehículos a los que se les pueden añadir patas mecánicas ,conectadas a las rótulas que se pueden apreciar en la imagen, tanto a los vehículos amarillos, con la broca perforadora, como a la locomotora sobre el monorraíl. Esta solución permite, una vez llegado el tren a la estación, liberarse de la constricción lineal que supone la vía y poder desplazarse en la otra dimensión del plano.

Con aún más dosis de imaginación, Morvan y Buchet (2002) muestran cómo se pueden unir dos ciudades flotantes en el espacio a través de una tubería ondulante por la que circula un tren.

Fig. 52. Estación en ciudad espacial flotante (Morvan y Buchet 2002, p.4)

Incluso dibujan, con gran sentido del humor, los andenes de la estación en la que los pasajeros son recogidos, mezclando la más avanzada fantasía ingenieril con la imagen de los apretados y aburridos pasajeros que esperan de pie su tren, como en cualquier estación de metro actual. Hay problemas que ni la ciencia ficción puede resolver.

Fig. 53. Monorraíl entre ciudades espaciales. (Morvan y Buchet 2002, p.4)

La sujeción de los vehículos a la tubería o viga portante se realiza a través de una abrazadera que asegura la unión a la línea de guiado. La propulsión viene de los tres cohetes situados en

la parte superior de la locomotora y en los dos brazos, que se despliegan una vez salidos de la estación.

Para desplazamientos de pocas personas, casi como un microbús, diseñó Talbot (1990) este vehículo que se desplaza también a lo largo de una viga. Por la descripción del sonido que emite el vehículo –en el lenguaje del cómic las tres rayas, tal y como rodean la frase, indican que se trata de una voz artificial, o proveniente de un transmisión– se deduce que se mueve sin conductor, autoguiado o radioguiado por lo tanto.

Fig. 54. Transporte autoguiado sobre monorraíl. (Talbot 1990, p.13)

El que en el mundo del transporte de ciencia ficción aparezcan con gran asiduidad vehículos autoguiados no es una casualidad. A la vista de las tecnologías existentes hoy en día, parece más que probable que en un futuro, no muy lejano, todos los vehículos sean capaces de viajar solos sin la participación de los pasajeros. Ya lo hacen los aviones y pronto, como se verá en el capítulo de transporte por carretera, habrá coches capaces de desplazarse por los tráficos más densos en ciudad por si solos.

También muy distinta de todas las soluciones analizadas en el capítulo, es la de Trillo y Jiménez (1987).

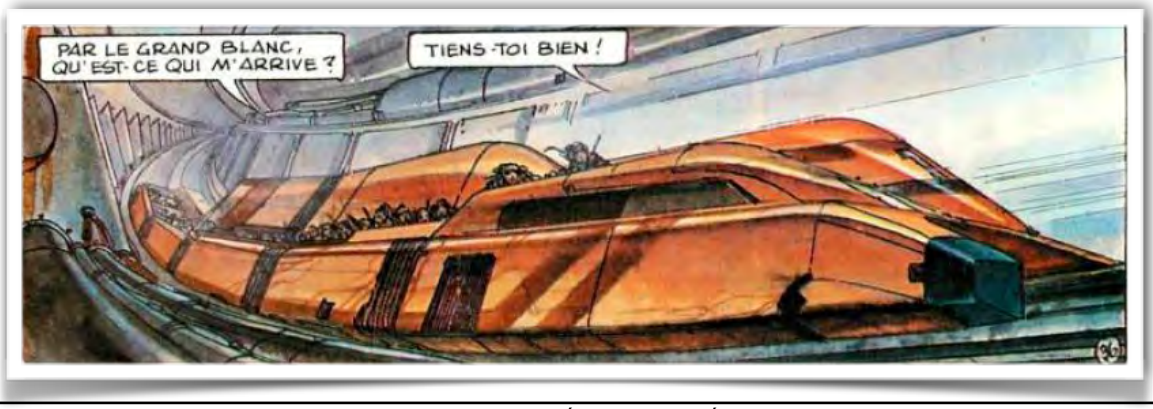


Fig. 55. a y b. Tren monorraíl abierto.
(Trillo y Jiménez 1987, p.38)

Más que por su tecnología este modelo destaca por la concepción en la forma de transportar a los pasajeros. Al igual que los trenes de países en vías de desarrollo, donde los viajeros se amontonan sin orden ni concierto en el interior y exterior de los coches y vagones, aquí la muchedumbre se coloca abigarrada en el escaso espacio dispuesto para su acomodo, parece que de pie, apretados entre sí como en el metro de Tokio en hora punta. Contrasta, por lo tanto, la tecnología avanzada con la incomodidad del viaje.

Otro detalle a analizar, es el que el vehículo sea abierto, sin techo, debido sin duda a que no se desplaza por la superficie, sino por un sistema de túneles, protegido de las inclemencias del tiempo. Podría tratarse por lo tanto de un tren subterráneo.

En los siguientes casos, las infraestructuras mostradas son de concepción similar a las anteriores, lo que cambia es el entorno en el que se desplazan. Se trata de trenes cuyo interior está cerrado herméticamente, porque se desplazan por ambientes hostiles para el hombre. Es el caso del planeta Marte, donde el hombre ha conseguido instalarse, pero a costa de respirar aire artificial (Pécau y Damour 2004 y 2005).

Fig. 56. a y b. Monorraíl en Marte
(Pecau y Damour 2004, p.4 y 2005, p.36)

Los vehículos son, por lo tanto, estancos, y se desplazan por una trinchera longitudinal. Moebius y Jodorowsky (1980) sitúan sus trenes también en planetas lejanos. Los coches de pasajeros carecen así mismo de ventanas para proteger al pasajero del exterior. Estos convoyes circulan, igual que en el caso anterior, a lo largo de una hendidura de sección trapezoidal realizada en una plataforma de hormigón o material similar configurable en módulos–. Esta, sin embargo, posee un

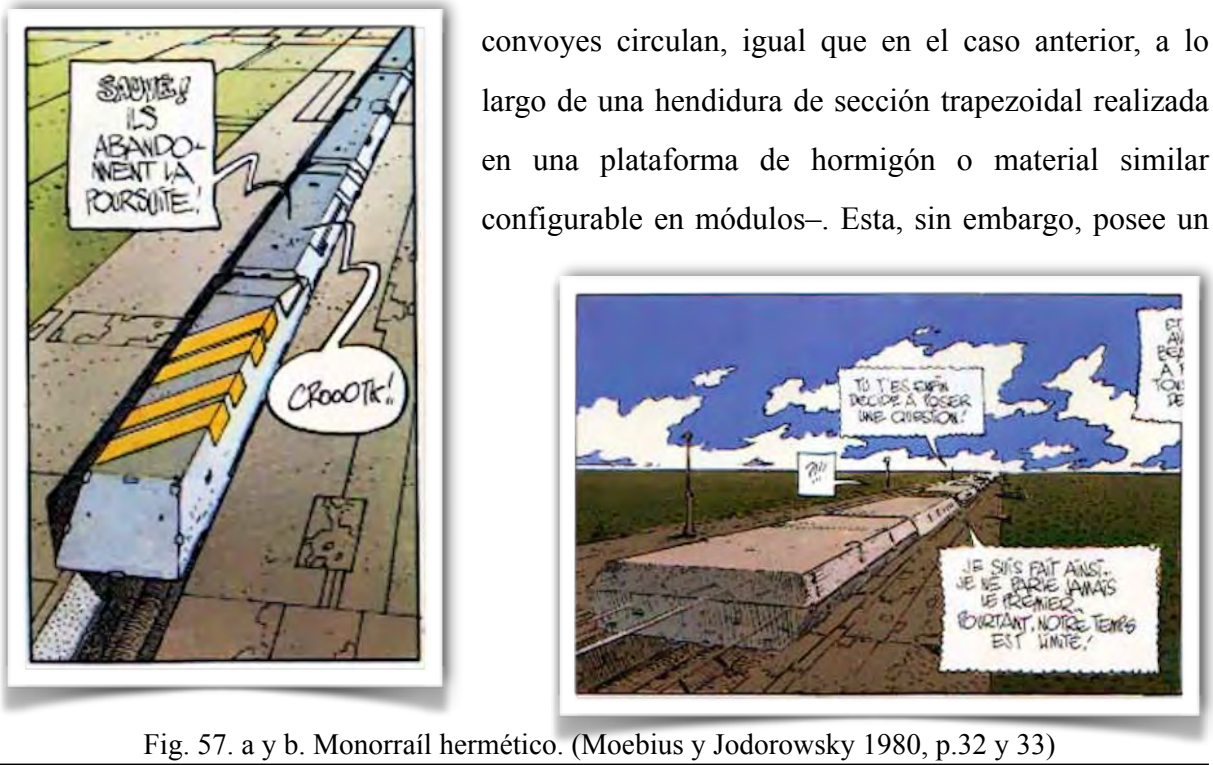


Fig. 57. a y b. Monorraíl hermético. (Moebius y Jodorowsky 1980, p.32 y 33)

saliente longitudinal de sección semicircular que divide la base en dos partes, con lo que no queda muy claro si se trata de un sistema monocarril o bicarril.

La aplicación del monocarril no debe atribuirse exclusivamente a la circulación de trenes. En los mundos futuros propuestos por el cómic, se encuentran ejemplos de vehículos utilitarios, esto es, de uno o dos pasajeros, de estética completamente diferente de la locomotora, coches y vagones tradicionales. Renard y Schuiten (1982) construyen, en un mundo desértico, una zanja, al estilo de las mostradas anteriormente, que alberga una guía longitudinal a lo largo de ella.

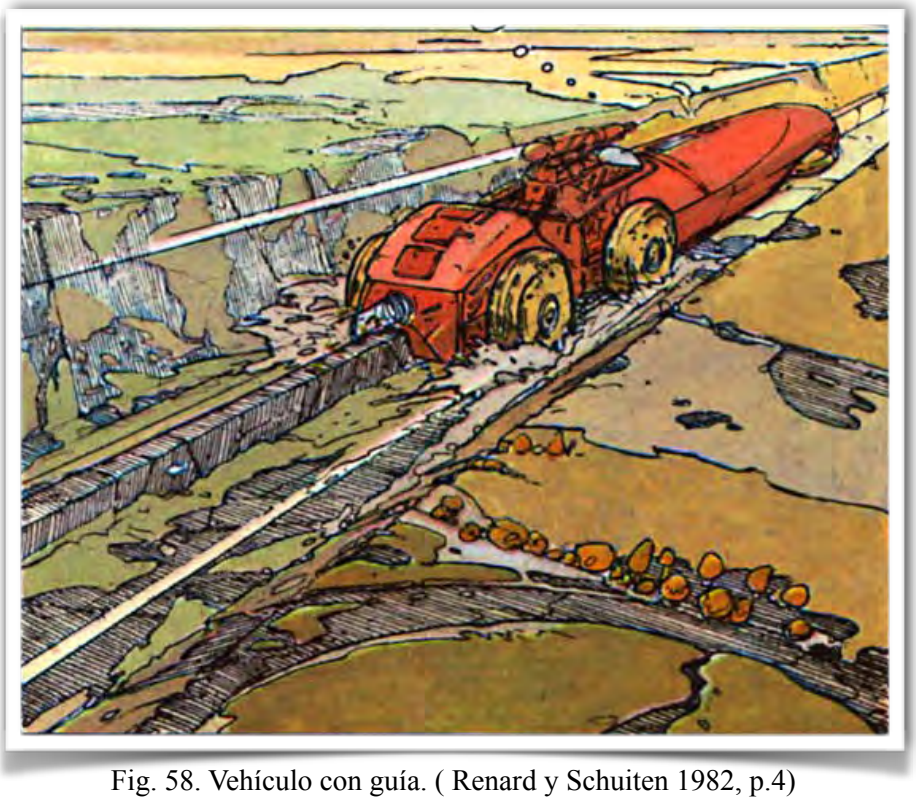


Fig. 58. Vehículo con guía. (Renard y Schuiten 1982, p.4)

Gracias a este sistema, el vehículo guiado puede incrementar de forma muy importante su velocidad, comparado con el que se mueve sin guía. Por contra, parece evidente que una zanja construida a la intemperie y en un terreno con tanto barro como el que aparece en la imagen, corre el riesgo de anegarse e impedir la marcha de los vehículos que circulan por ella, si no dispone de un sistema de drenaje eficiente. Parece que es lo que ocurre en el caso mostrado, donde la presencia de agua se aprecia en las salpicaduras que producen las ruedas al pasar por los charcos.

También sirven, en la imaginación de otros autores (Corbeyran y Moreno 2002), los carriles como plataforma de despegue de vehículos voladores. En las siguientes ilustraciones vemos, en lo alto de un edificio, cómo estos ingenios despegan, apoyándose para ello en un doble carril soldado que les sirve de guía para que cojan velocidad y así lograr despegar:

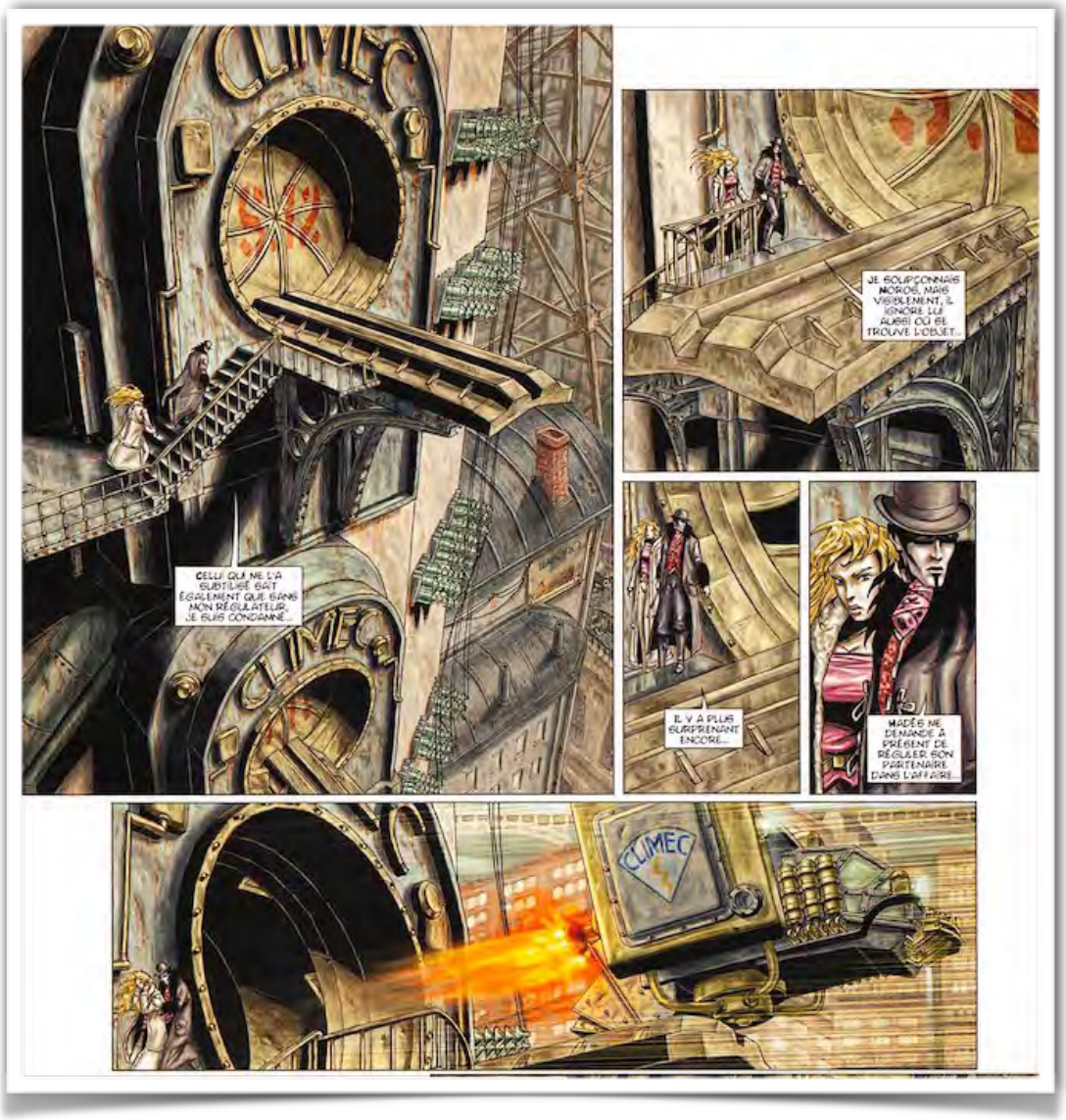


Fig. 59. Carriles como elemento de despegue. (Corbeyran y Moreno 2002, pag 81)

Sin embargo, en vez de sustentarse sobre ruedas, estos vehículos encajan una bola entre las dos pestañas de los carriles, logrando simplemente que no se mueva hacia los lados los escasos segundos que precisa ser guiado, hasta abandonar el suelo.

Otro caso de vehículo utilitario, moviéndose a lo largo de una viga, que hace de guía, se ha descrito en el capítulo anterior (Bollée y Aymond 2001) en cuanto a infraestructura del ferrocarril se refiere.

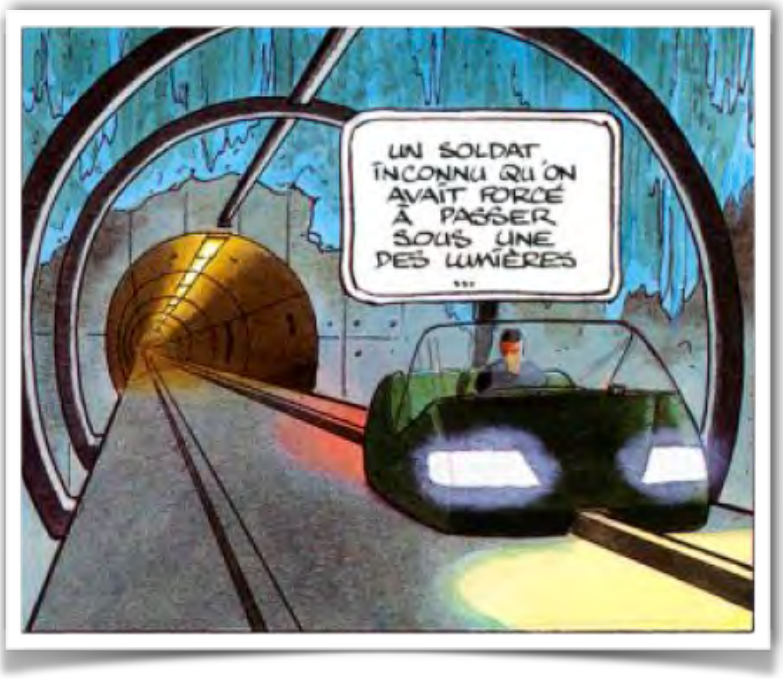


Fig. 60. Utilitario sobre monorraíl
(Bollée y Aymond 2001, pag.24)

El sistema elimina así prácticamente la existencia de accidentes, el carril sirve de guía y de fuente de alimentación. El que funcionen con suministro eléctrico elimina la contaminación dentro del recinto cerrado en el que se desplazan, y no solo la contaminación por humos, también la contaminación por ruidos, que sería especialmente perniciosa en un sitio con tanta reverberación potencial.

De características similares a las de un autobús urbano, es el que ha imaginado Torres (1987).

Fig. 61. Autobús monorraíl (Torres1987, pag. 23)

Por su parte, el ferrocarril de la ciudad lluviosa, junto a estas líneas, se desplaza a gran altura siguiendo una infraestructura sobre pilares, como ya se ha analizado en otras ocasiones. Encima y debajo de la misma se entrecruzan otras líneas de comunicación, tanto rodadas como aéreas.

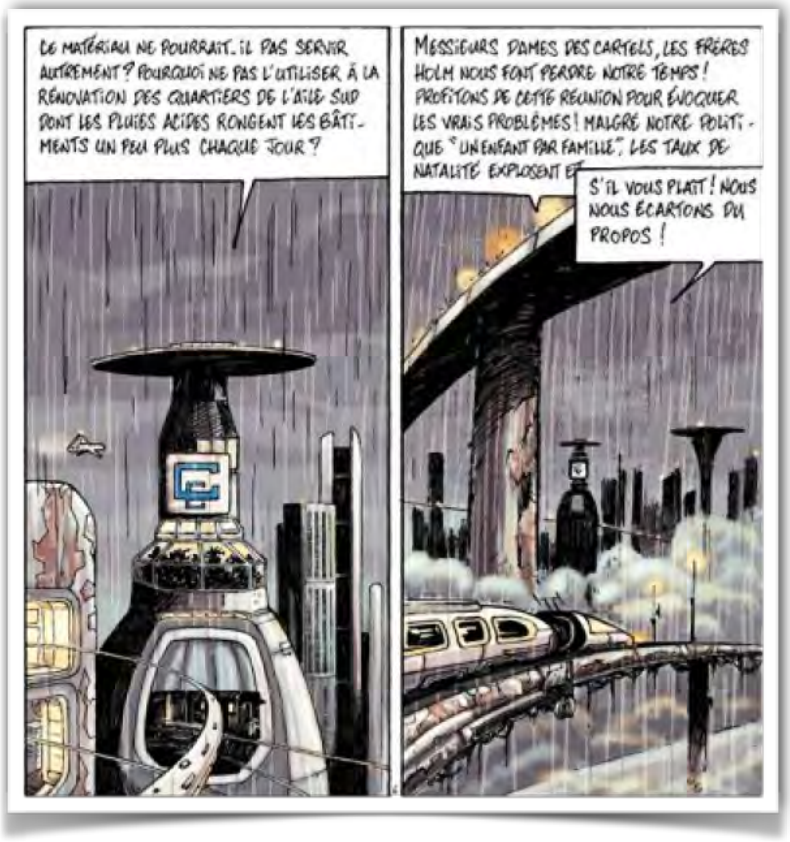


Fig. 62 y 63.Medios de transporte superpuestos (Flechard y Douard 2008, pag.8)

Fig. 64. Monorraíl sobre puerto deportivo (Morvan y Porcel 2008, pag. 43)

Finalmente, Morvan y Porcel (2007) diseñan un tren con una estética acorde al marco en el que se encuentra. La estructura y el monorraíl blancos cruzan el puerto deportivo, adaptándose al entorno, sin suponer, a pesar de su tamaño, una carga visual poco estética.

A lo largo del capítulo se han mostrado diferentes casos de monorraíl, que los autores de cómic han imaginado a lo largo de los años. No son los únicos, sin embargo , en haber realizado propuestas en torno a esta tecnología. Diseñadores e inventores del sigo pasado elucubraron gráficamente con posibles soluciones que nunca se pusieron en práctica. Una de ellas es el "Tren Volador", publicada en el número de la revista Popular Science en diciembre de 1919. Se trataba del diseño híbrido de un avión que circulaba por un raíl, ideado por un inventor francés (LAUER 1919), o, por supuesto, el famoso Aerotrén de Bertín, de todos conocido.

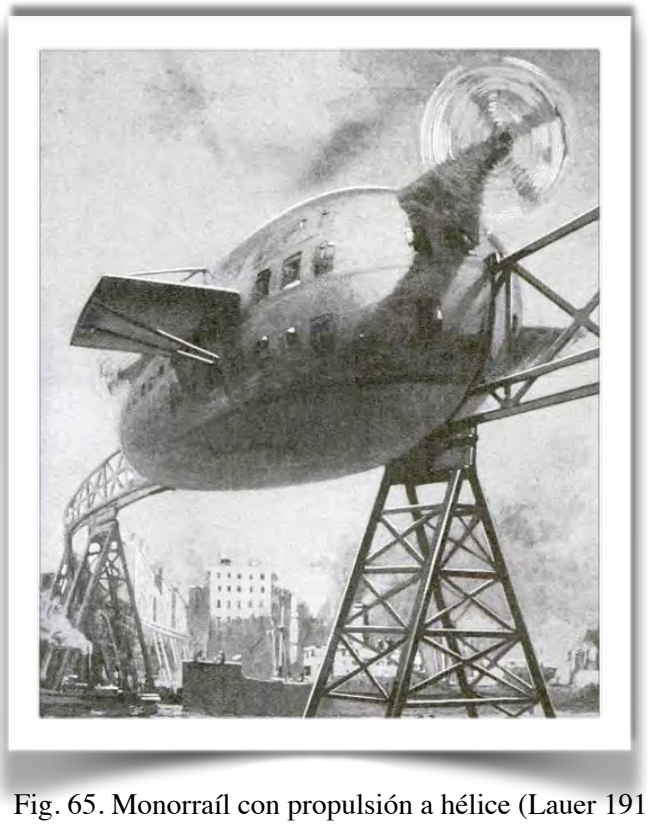


Fig. 65. Monorraíl con propulsión a hélice (Lauer 1919)

En 1934 apareció publicada, de nuevo en la revista Popular Science, un diseño procedente de la URSS: la idea de construcción de una línea ferroviaria "anfibia" de más de 500 kilómetros, que circulara por tierra y agua. El vehículo se

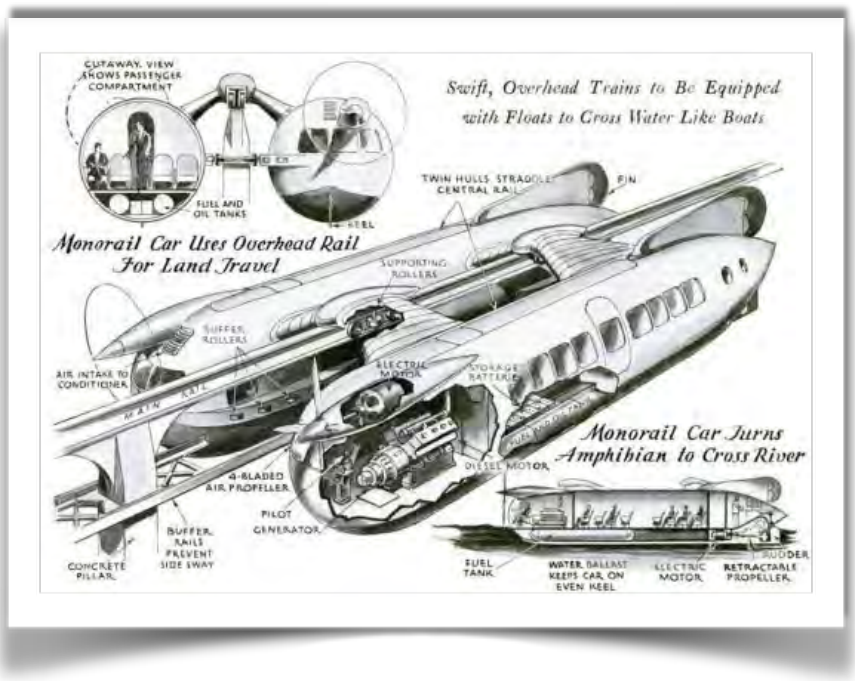


Fig. 66. Diseño ruso de ferrocarril monoviga anfibio 1934)

independizaba de sus raíles y entraba en el agua para cruzar los ríos cuando fuese necesario. Dicha solución aparece de nuevo en 1972, en la misma revista, detallando en el dibujo la infraestructura necesaria para poder realizar el trasvase del vehículo de tierra a mar, y de nuevo a tierra.

Fig. 67. Diseño ruso de ferrocarril monoviga anfibio (1972)

3.3.4.2. MONORRAÍL SOBRE VEHÍCULO

La liberación de espacio sobre la superficie de la ciudad ha sido una necesidad imperiosa desde el aumento de la densidad de la población y la alta concentración de edificios y vías de transporte sobre la misma. La solución del monorraíl sobre el vehículo logra, de alguna manera, alejar aún más la infraestructura de guiado del suelo de la urbe, dando lugar a soluciones de transporte muy estilizadas y de menor impacto visual. En este capítulo, se mostrarán y analizarán propuestas de autores de cómic que describen este tipo particular de infraestructura de transporte.

El primer caso analizado aparece en la serie Le Régulateur, de Corbeyran y Moreno (1997).

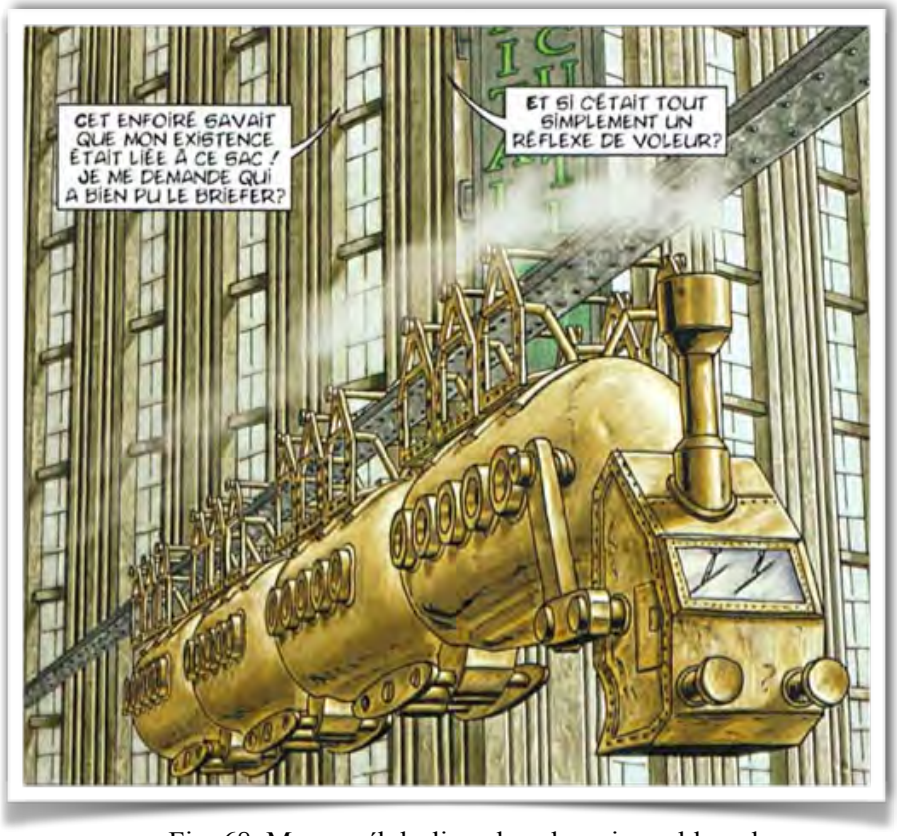


Fig. 68. Monorraíl deslizando sobre viga roblonada (Corbeyran y Moreno 1997, p. 65)

En sus páginas proponen una sencilla infraestructura, en la que el vehículo se desplaza a lo largo de una viga horizontal roblonada que cruza la ciudad por entre los edificios. No se observa sistema alguno de tracción, pero el hecho de que salga humo o vapor de agua de la chimenea, indica que se está consumiendo algún tipo de combustible, que genera la energía suficiente para el desplazamiento. Este parece producirse por deslizamiento a lo largo de la viga mencionada, impulsado por una turbina en la parte trasera que no alcanzamos a ver, o bien, por un sistema de impulsión

magnético. Los cuatro coches enganchados a la cabeza tractora son los que transportan a los viajeros. Su configuración hermética solo permite apreciar unos ojos de buey que parecen blindados, podría ser debida a la protección de los ocupantes de los impactos con otros vehículos voladores –que aparecen profusamente en el cómic–, o para su protección contra la contaminación de algún tipo.

En la figura siguiente se puede apreciar el cruce de dos vehículos similares:

Fig. 69 Vista general de sistemas de transporte (Corbeyran y Moreno 1997, p.63)

Es inusual encontrar un desplazamiento sobre el vacío a tanta altura, salvo en los ferrocarriles funiculares, que serán objeto de estudio más adelante. Pero este sistema ofrece grandes ventajas en la ciudad colapsada, ya que se puede situar a la altura deseada para no cruzarse con otro sistema de transporte. Una solución de este tipo es sin duda de aplicación para ciudades donde conviven numerosas vías colmatadas de vehículos en superficie, ferrocarriles sobre ellas, tranvías, calles superpuestas, etc. Cabe destacar, por contra, que el mantenimiento y reparación de este tipo de infraestructuras, debido a su altura, y por lo tanto inaccesibilidad, supondría un coste muy importante.

Si se sigue analizando la figura, se observa como el espacio entre edificios es compartido por todo tipo de vehículos utilizados como medio de transporte, individual y colectivo.

Atravesando los rascacielos se aprecia un viaducto para coches y motos, algunos de ellos voladores. Por encima de ellos se pueden ver las dos vigas del monorraíl, cruzándose en ambos sentidos. Y en las cúspides de los edificios plataformas de despegue y aterrizaje de grandes dirigibles, que realizan el transporte de mayor distancia. De estas figuras se concluye que la concepción de estos autores de la ciudad del futuro pasa por el crecimiento de la población, que conlleva la utilización de nuevos aprovechamientos del espacio que no son utilizados en las poblaciones de hoy en día. El que un vial atraviese el corazón de varios edificios es muy raro de ver hoy en nuestros días, aunque no imposible:

Fig. 70. Monorraíl cruzando a través de un edificio. (Basco 2014)

Este es el caso del monorraíl que cruza la ciudad de Chongqing, el cual atraviesa un edificio de gran altura y se detiene a recoger y depositar pasajeros en el piso número 20.

Así mismo, el aprovechamiento de las azoteas para la construcción de zonas de aterrizaje de dirigibles no es algo conceptualmente novedoso, ya lo hacen los helicópteros, pero es una camino que la ingeniería de transportes desechó en su momento, y que bien podría convertirse en realidad en un futuro. Se analizarán sus posibilidades en otro capítulo más adelante.

En la siguiente figura, perteneciente al álbum *La Princesse Zéla* (Dieter y Hérenguel 1998), parte desde una estación, con estética del metro de París, un ferrocarril urbano que se desplaza a lo largo de una viga anclada –aquí sí que se puede apreciar el sistema que la sujeta– a unos pórticos metálicos que se apoyan en el suelo. De nuevo la búsqueda de liberar espacio en las ciudades se plasma en un cómic de contenido futurista y de estética, sin embargo, retro.

Fig. 71. Monorraíl saliendo de estación. (Dieter y Hérenguel 1998, p.49)

Comparten, por lo tanto, el mismo espacio, soluciones modernas como el tranvía colgado junto con dirigibles, chimeneas cuyo humo recuerda épocas pretéritas y, como hemos comentado, la arquitectura del siglo XIX de la estación de donde parte el tren.
Al igual que en los casos anteriores tan solo el punto de contacto de anclaje de los pórticos interactúa con el suelo de la ciudad, permitiendo otros usos que la utilización de un tranvía o ferrocarril convencional habría impedido.

La aparición de dirigibles, atravesando el espacio aéreo de la ciudad, transmite que en la época representada por los autores la tecnología no ha llegado lo suficientemente lejos como para haber dado a luz los vehículos voladores, pero, sin embargo, sí que se ha tornado

necesaria, debido al tamaño de las ciudades y a su tráfico, el desplazamiento por otro medio de locomoción más rudimentario sobrevolando los edificios.

También de la familia de la tecnología descrita, es la propuesta que encontramos en la siguiente figura (Morvan y Parel 2006):

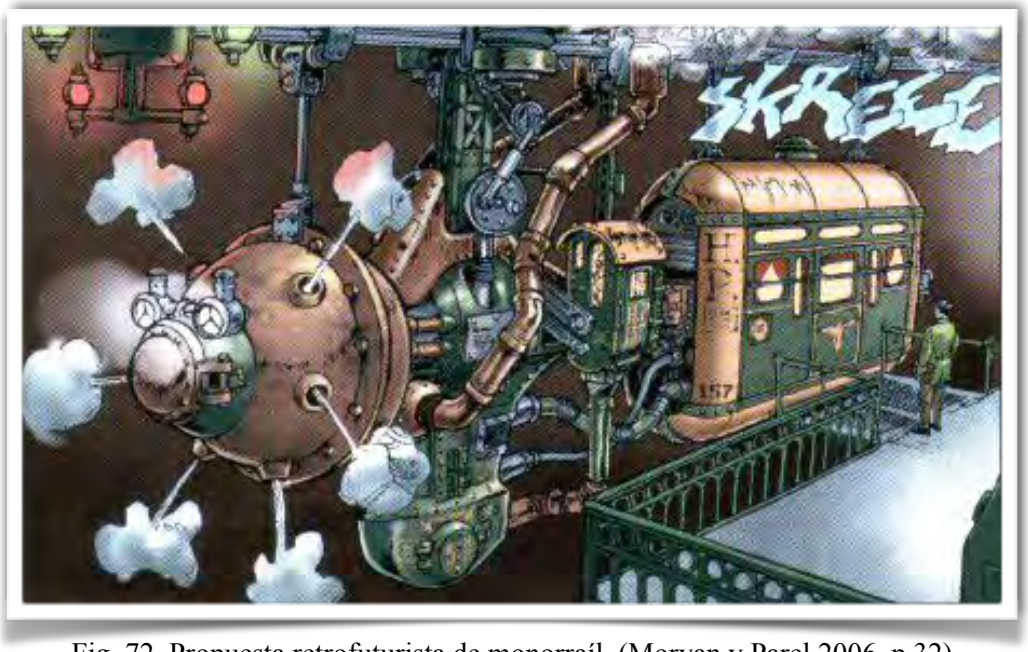


Fig. 72. Propuesta retrofuturista de monorraíl. (Morvan y Parel 2006, p.32)

Se trata de un ferrocarril guiado a lo largo de una viga colocada sobre él. Podemos observar como parece que el desplazamiento se produce a través del movimiento de dos ruedas de eje vertical, que están pegadas al carril. El punto que debe analizarse, sin embargo, no es la concepción del vehículo, fruto de la imaginación del autor, sino el detalle de cómo el ciudadano accede a dicho vehículo. La plataforma de acceso recuerda a cualquier balaustrada sencilla de protección de calzadas o de puentes. Contrasta, pues, la sencillez de esta con la complejidad del vehículo, y muestra como el acceso a un vehículo monorraíl situado a gran altura puede hacerse sin grandes obras o estructuras, gracias a una sencilla balconada en la azotea, o, incluso, a cualquier altura de un edificio, ya sea vivienda, centro comercial, estación, etc.

Otra propuesta, (Morvan y Wei, 2012) aunque no pueda ser considerada del todo monorraíl, puesto que no queda claro en el dibujo la forma de unión entre el vehículo y el carril, tiene una diferencia con los anteriores: el tren circula pegado a los edificios.

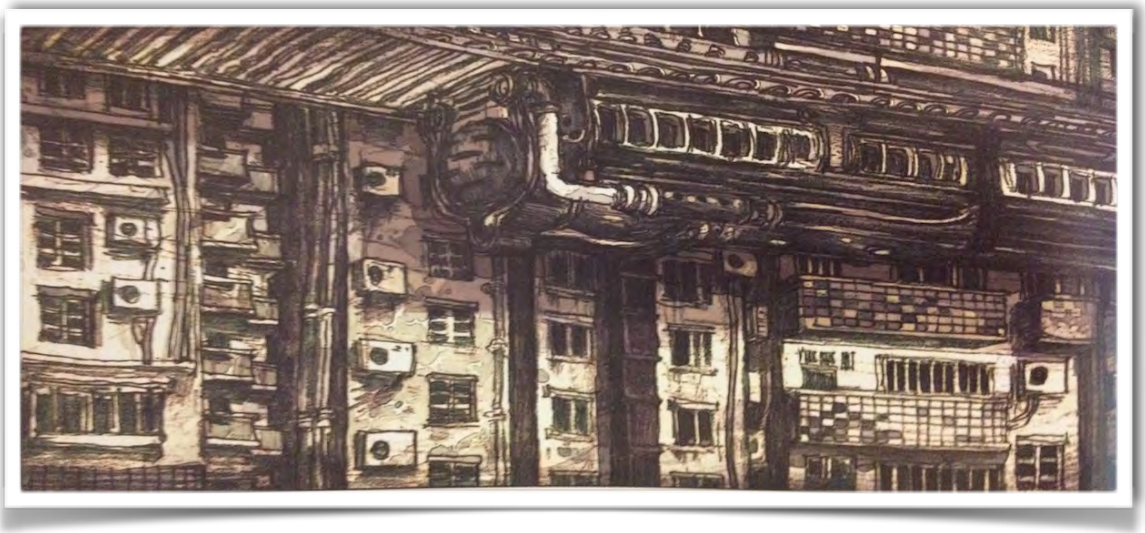


Fig. 73. Ferrocarril invertido con la infraestructura pegada a los edificios. (Morvan y Wei 2012, p.18)

Esto permite el acceso al mismo desde las propias viviendas, y hace obligatoria una reflexión que entraña una gran importancia para la ingeniería del transporte, por el concepto revolucionario que supone. Esto es, la posibilidad de que el transporte colectivo llegue hasta la propia residencia del ciudadano o, al menos, hasta su bloque de viviendas. Esta solución, evidentemente, presenta problemas irresolubles en este momento, como serían la disminución radical de velocidad del transporte si debe detenerse a recoger viajeros cada pocos metros, el aumento sin medida de la cantidad y tamaño de las infraestructuras de transporte si deben pasar por cada edificio habitado, la estética probablemente inasumible de esta idea… Sin embargo, todos ellos tienen solución, al menos en el plano teórico. Los vehículos que recogiesen pasajeros en cada edificio podrían confluir al cabo de pocas manzanas con otro vehículo más rápido que recogiese a estos viajeros y los llevase a un destino más lejano, volviendo incesantemente el tren inicial a recoger de nuevo personas en sus viviendas. Esto es, no habría un vehículo que hiciese todo el recorrido, sino una red de ellos que fuese pasando a sus viajeros de unos a otros, quizás incluso sin llegar a detenerse.

Como último ejemplo de monorraíl sobre vehículo se muestra este, extraído del cómic *Ministerio del Espacio* (Ellis, Weston y Martin, 2005).

Fig. 74. Monorraíl atravesando infraestructura con forma de aguja (Ellis y Weston 2004, p.9)

En este caso, el coche con viajeros se desplaza colgado y a lo largo de lo que puede ser una viga muy delgada, o un cable de gran grosor (si fuese el cable el que se mueve y el que realiza la tracción estaríamos hablando de un caso de funicular). Este se encuentra sostenido cada pocos centenares de metros por unos pilares, en cuya cúspide se encuentra un ojo de aguja por la que pasa el tren. Es interesante apreciar el poco espacio físico que necesita y ocupa esta infraestructura, aunque, por otra parte, parece necesario que las estaciones de pasajeros estén situadas a gran altura, probablemente en las azoteas de determinados edificios, o bien en el interior de los mismos, pudiendo los trenes cruzarlos por dentro y detenerse en ellos como en los ejemplos que se vieron anteriormente.

Esta misma infraestructura se encuentra recorriendo la superficie de Marte, sobrevolando invernaderos cubiertos por cúpulas de cristal.

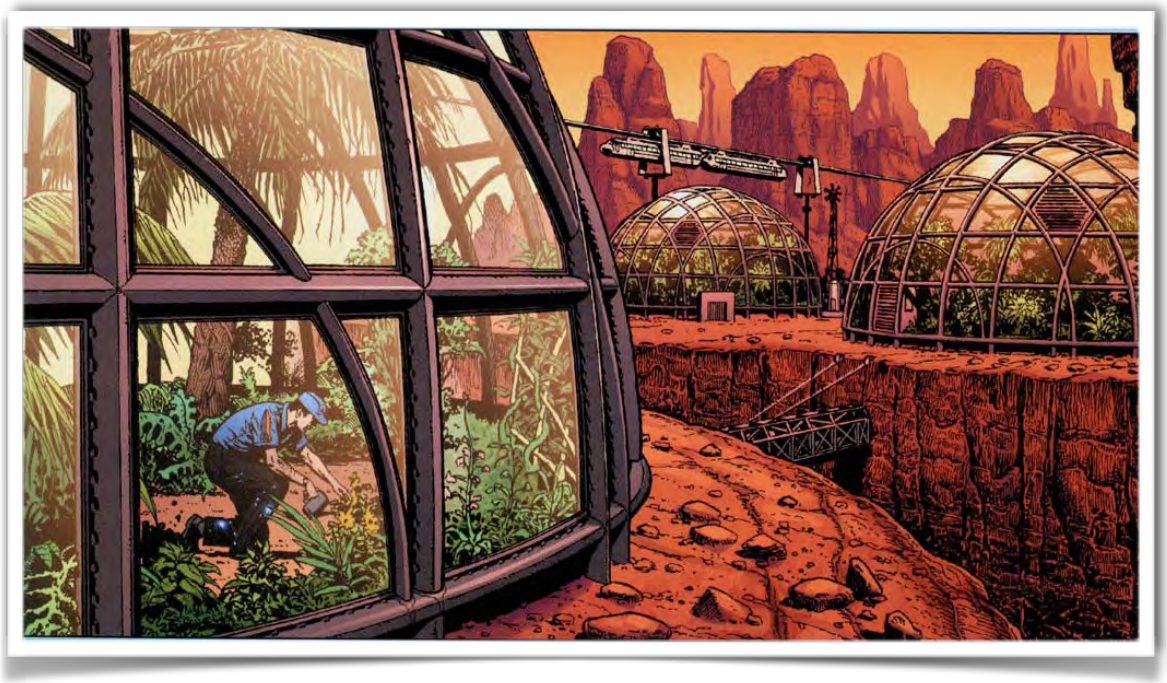


Fig. 75. Monorraíl sobre la tierra de marte (Ellis y Weston 2004, p.25)

Esta solución, desde el punto de vista urbanístico, destaca entre las demás, puesto que libera casi completamente el suelo de la ciudad para otros usos, minimiza el volumen de infraestructura al mínimo y estéticamente sobresale –al menos desde la visión minimalista que predomina en los criterios estéticos de principio del siglo XXI, cuando se ha realizado esta tesis– por su gran sobriedad. Queda, en este ejemplo, patente, como las propuestas técnicas, urbanísticas y estéticas del creador del cómic, pueden definitivamente aportar soluciones que, desde el punto de vista ingenieril, caben considerarse como muy atractivas para el desarrollo futuro de la construcción de ferrocarriles urbanos. No costaría imaginar la satisfacción del ciudadano al contemplar una solución como la propuesta en una de nuestras modernas ciudades donde, en general, el transporte por ferrocarril es separador traumático de espacios urbanos.

El aprovechamiento de los viaductos para la construcción de la infraestructura del monorraíl por debajo se encuentra también en Pecqueur y Malfin (1999), donde las ciudades portuarias se han visto inundadas por la subida del nivel del mar y, por lo tanto, se ha hecho necesaria la construcción de viviendas en terreno seco. Es por ello, que los puentes y superficies por donde discurrían los ferrocarriles convencionales, se han visto ocupadas por viviendas, y en la parte opuesta del tablero se han creado estructuras como la que se muestra a continuación.

Fig. 76. Monorraíl bajo puente ocupado por viviendas. (Pecqueur y Malfin 1999, p.23)

Las viviendas se multiplican en altura, aprovechando todo del espacio que el mar ha dejado libre, pero sin renunciar a las necesidades de desplazamiento a lo largo de la urbe, sobre todo en barcos, lanchas, etc, pero también en trenes. Aparece de nuevo, de la mano del cómic, el discurso premonitorio, que detalla cómo la contaminación actual terminará derritiendo la banquisa polar, haciendo que suba el nivel del mar y anegue todas las zonas costeras.

El hombre da un paso hacia delante en la conquista de la tecnología y, al mismo tiempo, otro hacia atrás en cuanto a la conservación de su entorno. Es por ello que muy a menudo, en el desarrollo de esta tesis, se encuentran vehículos o sistemas de transporte que lo que han hecho ha sido evolucionar en función de los desastres cometidos por la mano del hombre. En el siguiente ejemplo (Houot 2003), la base de la invención del sistema de transporte mostrado es la desaparición del combustible necesario para mover los vehículos existentes hasta el momento. Por lo tanto, más que ciencia ficción, lo que encontramos es una bifurcación de la ingeniería del transporte, en la que en vez de avanzar recto mejorando en todos los aspectos los métodos de locomoción existentes, lo que hace es deformarlos, adaptarlos al mundo de necesidades que el propio ser humano se ha creado. En este caso, la infraestructura del

ferrocarril sigue existiendo, pero es necesario el tiro animal para poder desplazar los vagones de la figura. Y el monocarril que lo sobrevuela, encargado de trasladar mercancías desde dentro de la montaña hasta la plataforma mencionada, que, a su vez, lo transportará hacia el exterior, es un ingenio que se desplaza gracias al mecanismo monociclo impulsado por las piernas de sus dos pilotos. La falta de combustible obliga, por ello, al ser humano, a utilizar

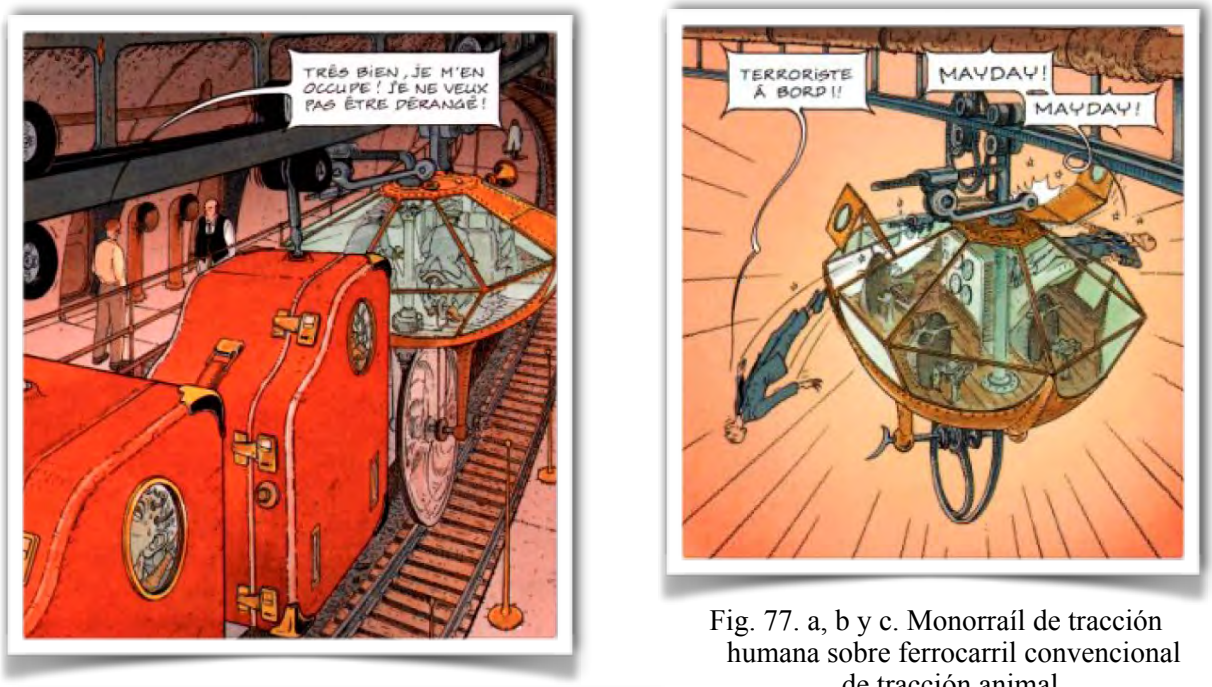


Fig. 77. a, b y c. Monorraíl de tracción humana sobre ferrocarril convencional de tracción animal.

su tracción de sangre para poder desplazar mercancías o personas. En este caso ambas. Observando la viñeta se puede vislumbrar, dentro de las "maletas" rojas, como cada una contiene un pasajero sentado, que muestra su cabeza detrás del ojo de buey. Todas estas invenciones recalcan el desarrollo del ingenio humano para, sin embargo, quedarse en un estadio

tecnológico anterior al que se encontraba antes, debido, como se ha mencionado antes, al agotamiento de los combustibles fósiles.

En un mundo ficticio, muy posterior al que se acaba de analizar, se encuentra la propuesta de Peeters (2013). Representa un futuro de nuevo, con muchos aspectos negativos para el ser humano –esto es una constante en el mundo de la ciencia ficción en general y en la del cómic en particular–, pero donde los medios de comunicación se han desarrollado mucho más que en el ejemplo anterior.

Fig. 78. Monorraíl estrecho . (Peeters, 2013 p. 39)

A la vista de la imagen no se puede deducir la naturaleza del elemento portante, ni siquiera se puede asegurar si es un elemento sólido, o bien se trata de algún haz de energía o ente magnético. En cualquier caso, convive en el cielo gris de la ciudad con vehículos voladores y transporta, previsiblemente, dado su tamaño, muchos menos pasajeros que un tren o metro actual. No se aprecia, así mismo, punto alguno de anclaje cercano, lo que da idea del poco espacio que ocupa esta infraestructura. Muy probablemente la estrechez de su estructura se deba a que tiene que pasar entre edificios muy pegados los unos a los otros.

Para rendir homenaje al hito histórico que supuso la caída del muro de Berlín, se publicó en un tomo la reunión de varias historietas breves con el tema del muro. En una de ellas, Pahek

(1990) propone el detalle de unión entre la viga portante de un ferrocarril monorraíl y su vehículo. Otra vez el ferrocarril se aparta del suelo para dejar paso libre a los peatones, suspendiéndose en el aire sobre sus cabezas.

Fig. 79. Detalle de unión vehículo y estructura portante (Pahek 1990, p.65)

Con mucho más detalle y variedad, Juszeak y Parras (2003) animan el corazón de un Londres ficticio, con toda clase de vehículos, terrestres y aéreos, entre ellos varios monorraíles de muy diversa configuración. En la primera imagen que se ha extraído para su análisis, circulan por una calle abarrotada un tren-autobús –de dos pisos, como no podía ser de otra manera– , carruajes de todo tipo tirados por caballos, peatones, un tren a vapor que cruza por un paso superior y, por supuesto, varios vehículos deslizándose por un monocarril. El que está en primer plano no se puede adivinar si, simplemente, se desliza por el cable que cruza la imagen o tiene algún motor que le ayude a desplazarse venciendo la gravedad.

Y, en la parte superior, una cabina con tres ruedas que recorren una viga a gran altura. El humo negro de las calderas, que se aprecian por doquier, retrotraen a las épocas de mayor contaminación de la ciudad, cuando el *smog* cubría la ciudad del Támesis.

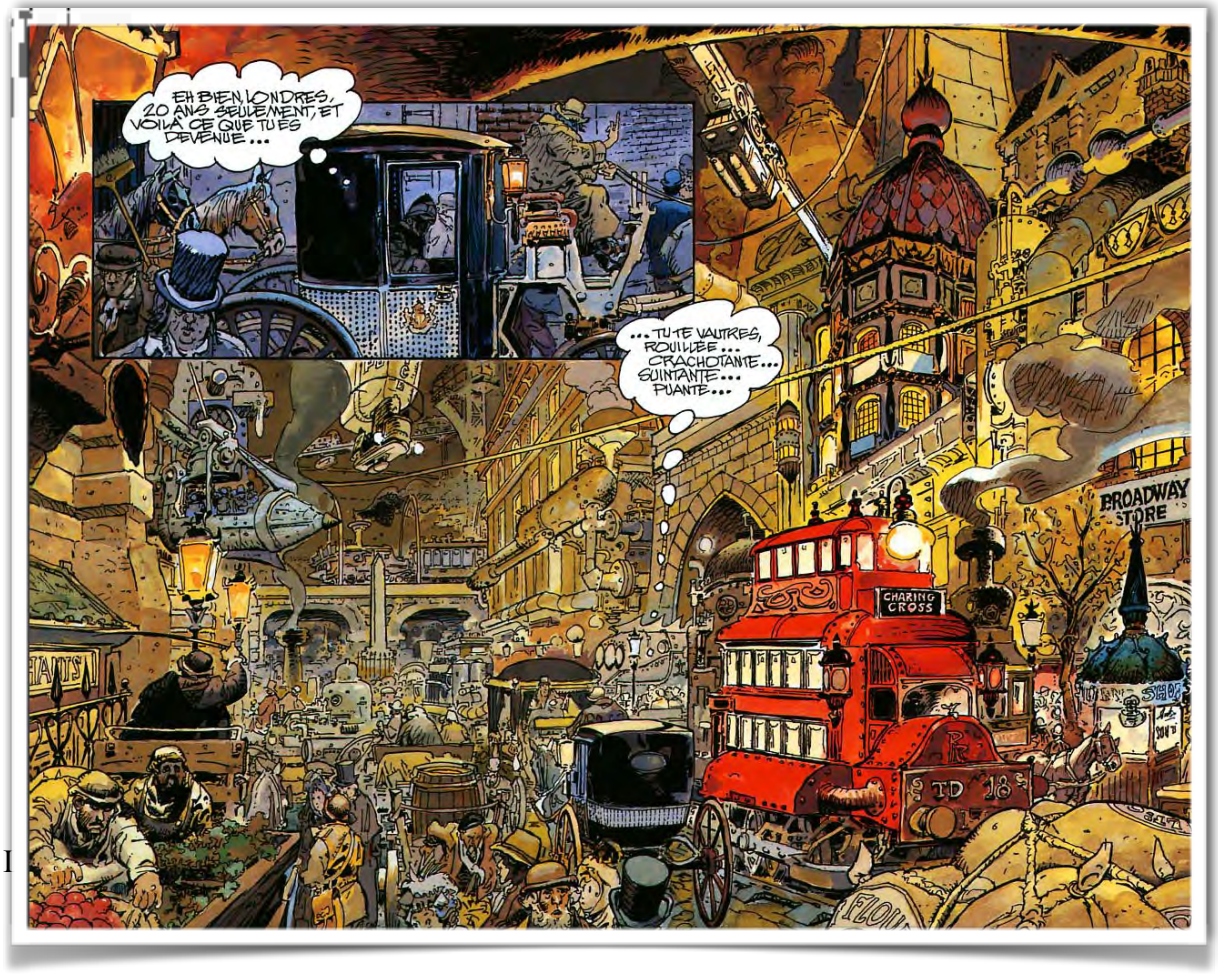


Fig. 80. Vehículos en la ciudad de Londres (Juszeak y Parras 2003, p.25)

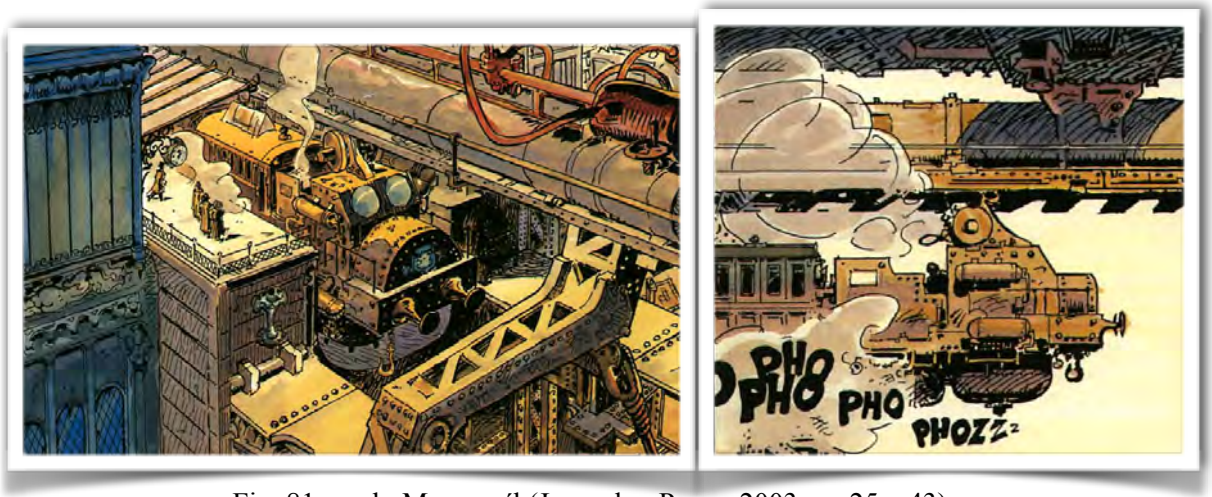


Fig. 81. a y b. Monorraíl (Juszeak y Parras 2003, pp.25 y 43)

En estas figuras de nuevo aparecen las estructuras roblonadas, tanto en vehículos como en infraestructura, recordando épocas pasadas, trayendo a sus historias el ya mencionado "retrofuturismo".

En algunas imágenes se pueden apreciar, incluso, tres líneas de monorraíl de diferente tecnología. En la parte superior de la viñeta aparece un sistema dentado y, en la inferior, una tecnología completamente distinta, sobre todo en lo que se refiere a los vehículos destinados al transporte de pasajeros. Se trata de cabinas de forma quasi-cilíndrica, que se mueven a lo largo de vigas roblonadas, completamente distintas de las otras dos propuestas de cabina con la forma más alargada. Estas líneas se cruzan entre sí a poca distancia, creando un entramado de líneas de transporte, que convierte a la ciudad en una superposición de distintos planos de desplazamiento, descongestionando así su superficie.

Fig. 82. Vistas de monorraíl superior (Juszeak y Parras 2003, p. 28)

Otro caso lo encontramos en los trabajos de Morvan, Buchet y Savoia (1995)

Fig. 83. Monorraíl en estación y desplazándose (Morvan, Buchet y Savoia 1995, p. 119)

Durante su recorrido el tren cuelga de la viga que lo sustenta.

Fig. 84. Monorraíl en estación y desplazándose (Morvan, Buchet y Savoia 1995, p. 120)

Sin embargo, en su llegada a la estación, el monorraíl se sitúa entre dos carriles, pero estos no son para desplazarse sino para protección de los pasajeros que van a acceder al vehículo.

Este elemento de protección no existe sin embargo en el diseño de Tronchet y Gelli (1995):

Fig. 85. a y b. Monorraíl en estación. (Tronchet y Gelli 1989, p. 32, 1995 p. 13)

Este sistema se sustenta en un cable, a lo largo del cual se desplaza el tren, por lo tanto un funicular. Esta vez, sin embargo, aplicado a transporte suburbano.

El autor español Daniel Torres (1985) ilustra también con detalle la infraestructura de este medio de locomoción:

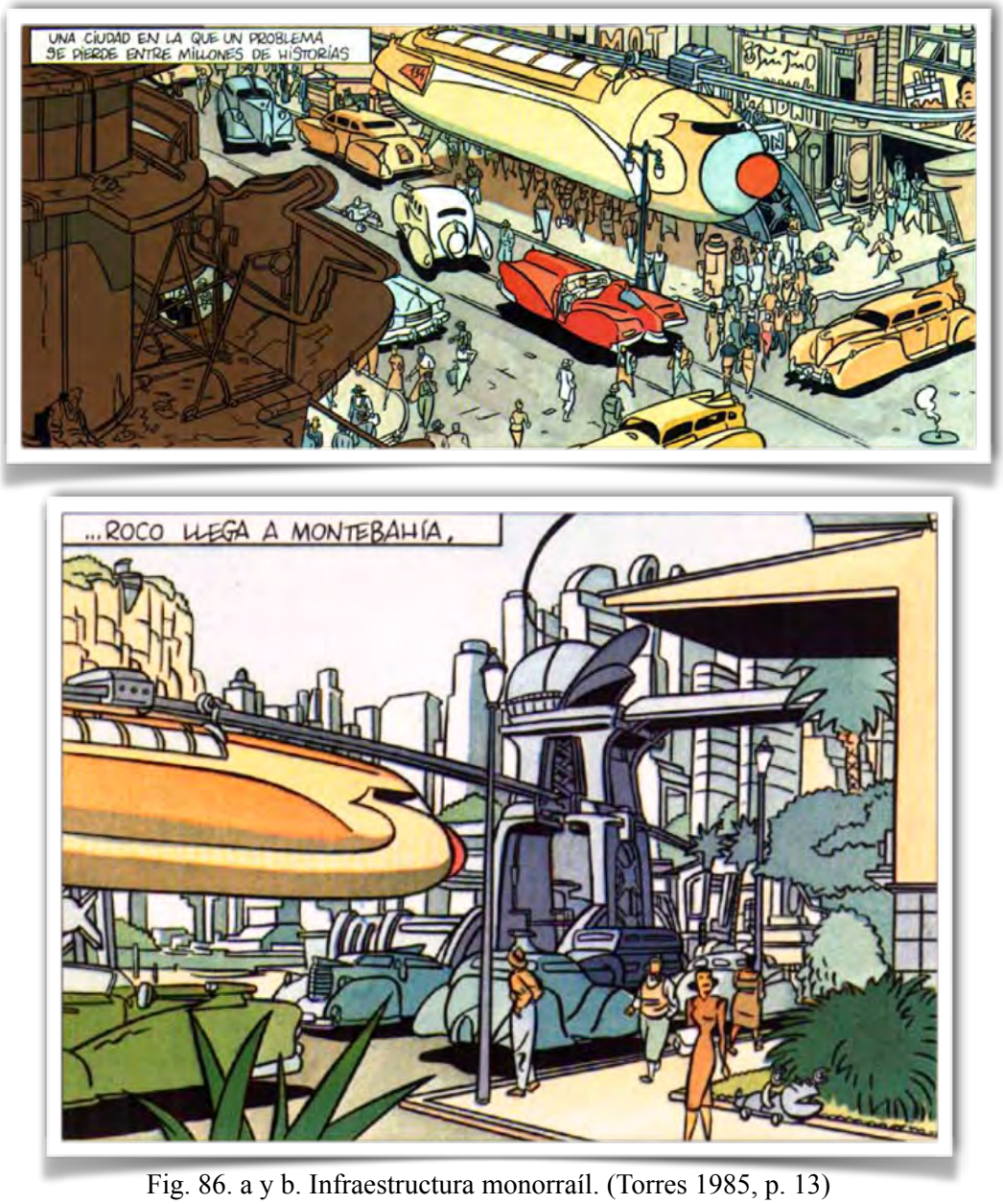


Fig. 86. a y b. Infraestructura monorraíl. (Torres 1985, p. 13)

En esta ilustración, la monoviga está sustentada por una infraestructura, a través de la cual cruza el tren. Esta solución ocupa más espacio en la superficie de la ciudad que las soluciones

anteriores y, como se puede observar, en algunos momentos hace que el vehículo se desplace a muy poca distancia de los automóviles que circulan debajo del mismo.

Caso distinto es el de Morvan y Porcel (2005), donde la estructura de sustentación se encuentra anclada a lo largo de un muro, alejándose así del suelo de la ciudad y liberando su espacio.

Fig. 87. a, b y c. Detalles de monorraíl (Morvan y Porcel 2003, p. 33, 2005 p. 35)

Una excepción a todos los casos anteriores, la constituye la propuesta de Arnaud et al. (2007), donde el sistema de guiado no se encuentra encima o debajo del vehículo, sino en un lateral del mismo, a modo de brazo que, al mismo tiempo, sujeta y se desliza a lo largo de la estructura lineal portante.

Fig. 88. Monorraíl guiado lateral. (Arnaud et al. 2007, p.12)

Se puede apreciar, por lo tanto, que son muchas y muy variadas las soluciones que se encuentran en esta particular tecnología de transporte.

Este tipo de soluciones imaginativas no son patrimonio exclusivo de los creadores del cómic. Se pueden encontrar propuestas similares de ilustradores para revistas del siglo XX que, conscientes de los problemas de circulación, que han sido una constante en las grandes ciudades, desde ya finales de los años cuarenta, han diseñado algunas soluciones imaginativas, como la que se muestra en la siguiente imagen.

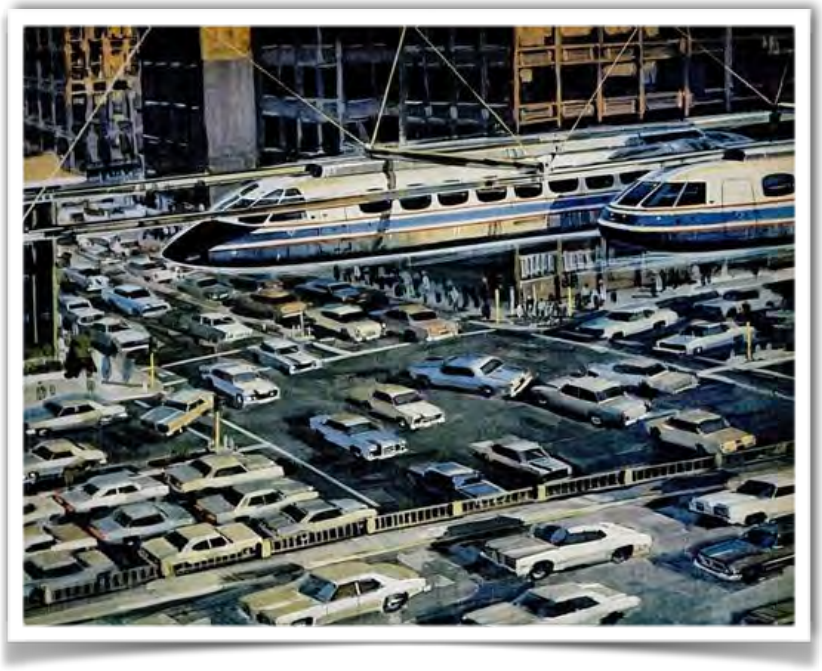


Fig. 89. Propuesta de ferrocarril urbano monoviga en la revista Popular Science (Wahl 1972)

Para finalizar este capítulo, buscaremos en nuestro pasado real el origen de estas soluciones propuestas por los realizadores de los cómics. El primer monorraíl sobre vehículo fue construido por el ingeniero, ya citado anteriormente, Eugen Langen en 1984.

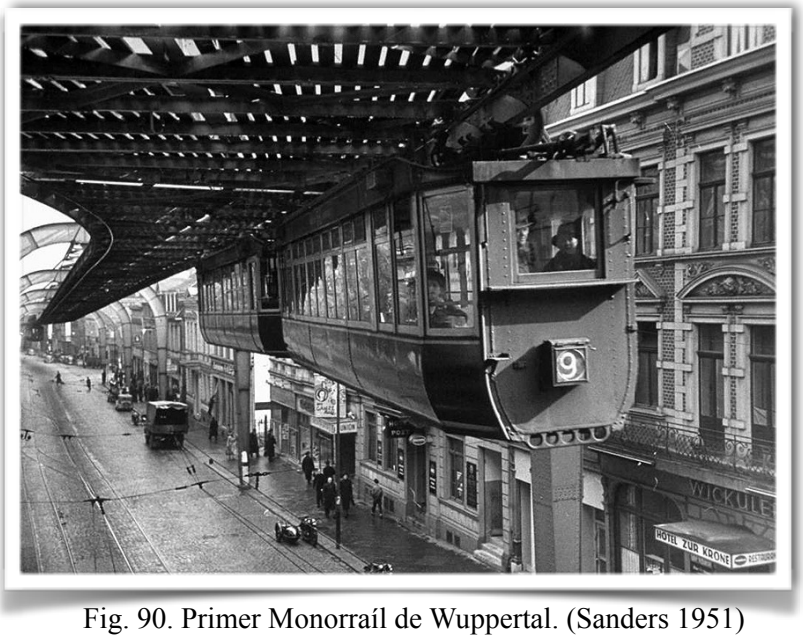


Fig. 90. Primer Monorraíl de Wuppertal. (Sanders 1951)

Hoy en día este ferrocarril urbano sigue funcionando y ha sido utilizado en otros países, como por ejemplo en Japón, donde se puede encontrar el ferrocarril de Shonan. A pesar no llegar a

las soluciones estilizadas que se han propuesto antes, no cabe duda que su función liberadora del espacio urbano es una realidad, que debe ser compensada, sin embargo, por pesadas infraestructuras que cruzan el cielo de la ciudad, con todos los inconvenientes que ello conlleva.

Fig. 91. Monorraíl de Shonan. (Pedersen 2003)

Es de destacar, aunque no represente un monorraíl futurista, sino de la época presente, cómo el autor belga Roger Leloup (1984) realiza una representación exacta del monorraíl de Wuppertal, como marco de las aventuras de su heroína, que sí se desarrollan dentro de la ciencia ficción.

Finalmente, en la última página de este capítulo (Torres, 2005), una ciudad futurista tiene sitio para un ferrocarril funicular. En la esquina inferior derecha de la figura, se puede observar, entre todos los vehículos de ciencia-ficción que circulan a distintos niveles, uno que se desplaza a lo largo de un cable, que lo sostiene desde su parte superior. Torres recupera la aportación de Langen, adaptándola y simplificándola a su propio mundo.

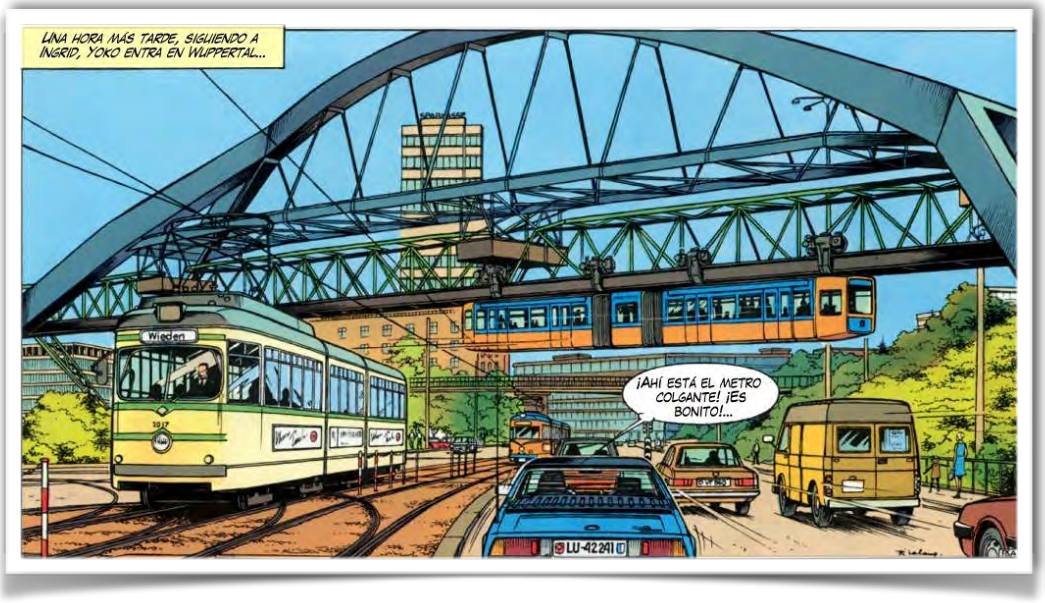


Fig. 92. a, b y c Representaciones fieles del monorraíl de Wuppertal. (Leloup 1984, pp. 13, 14 y 16)

Fig. 93. Tren suspendido (inferior derecha) (Torres 2005. p. 36)

3.3.4.3. COMBINACIÓN DE AMBOS SISTEMAS

La convivencia de los dos sistemas anteriores, esto es, monorraíl con infraestructura bajo el vehículo, y monorraíl con infraestructura sobre el vehículo, ha sido descrita por Smolderen y Marini (2002) en una ilustración que analiza gráficamente –quizás no tan lejos de la realidad actual en algunas ciudades de gran densidad–, lo que podría ser la situación dentro de algunos años, en cuanto al desarrollo de los viales de comunicación. Se puede observar que, todos ellos, se encuentran en estructuras muy elevadas sobre la cota cero de la ciudad. En la parte izquierda se muestra como todos los viaductos cruzan a través de un edificio de grandes dimensiones. Y no por su base, sino a una altura considerable. De nuevo encontramos, por lo tanto, la interconexión edificios-viales que describíamos en los anteriores capítulos. Estas uniones, por una parte inevitables, debido a la carencia de espacio, pueden ser aprovechadas como punto de encuentro entre el viajero que vive, trabaja, realiza compras o gestiones, en los edificios en cuestión, evitando tener que salir de los mismos para acceder al tipo de transporte que vaya a utilizar.

Fig. 94. Conglomerado de vías de transporte (Smolderen y Marini, 2002, p.26)

El hecho de que se superpongan en capas o pisos, de forma que los vehículos puedan detenerse a distintas alturas dentro del edificio, que alberga dichas vías de comunicación, facilita la convivencia de todo tipo de estaciones de autobús, de taxi, de tren, carga y descarga de camiones, aterrizaje de helicópteros e, incluso, como en algunos ejemplos anteriores, plataformas de descenso de dirigibles para el tránsito de pasajeros.

En la parte derecha de la ilustración se puede apreciar el cruce entre los dos monorraíles mencionados, superior e inferior, aprovechando la misma infraestructura, que, además, se apoya, o comparte, pilares con la carretera que discurre por debajo y que, a su vez, se encuentra también elevada. Este aprovechamiento de las infraestructuras para crear un conglomerado longitudinal de medios de transporte, logra un importante ahorro de espacio y coste de construcción de cimentaciones y pilares. Su fuerte impacto estético es indiscutible, pero su eficiencia contribuye al desarrollo continuo de nuevas vías de comunicación a lo largo de los mismos ejes de transporte ya existentes.

Cabe destacar que, incluso estas dos estructuras, la del edificio atravesado por los viaductos, y la autopista con doble sistema monorraíl sobre ella, están interconectadas entre sí, como se puede apreciar en la parte inferior del dibujo. No se aprecia si, a través del tubo de unión que las une, pueden circular vehículos o solo personas, pero, en cualquier caso, permite una nueva movilidad entre infraestructuras, acceso para mantenimiento, trasvase de viajeros, escape de emergencia por donde una ambulancia o servicios de bomberos puedan acceder en caso de colapso por accidente, etc.

Concluimos pues, de nuevo, que una sola viñeta o ilustración de cómic puede contener incontables soluciones de aprovechamiento para el ingeniero actual, diseñador de estructuras, para el urbanista que debe, uniendo estética y funcionalidad, ser capaz de conjugar las necesidades ingentes de desplazamiento de vehículos en la gran ciudad, sin que por ello se convierta en imposible de vivir para sus habitantes, y, finalmente, para el arquitecto, que debe concebir edificios que dejen pasar por su interior vías de transporte de todo tipo, con sus consiguientes estaciones.

Otro caso particular lo constituye el sistema doble monocarril que aparece en Houot (2002). La estructura que sustenta y guía los vehículos es un raíl que se encuentra bajo ellos, sobre el que apoya una rueda de doble pestaña. Sin embargo, esta configuración no es suficiente para mantener el equilibrio del conjunto y añade un segundo carril lateral sobre el que también se apoya y guía.

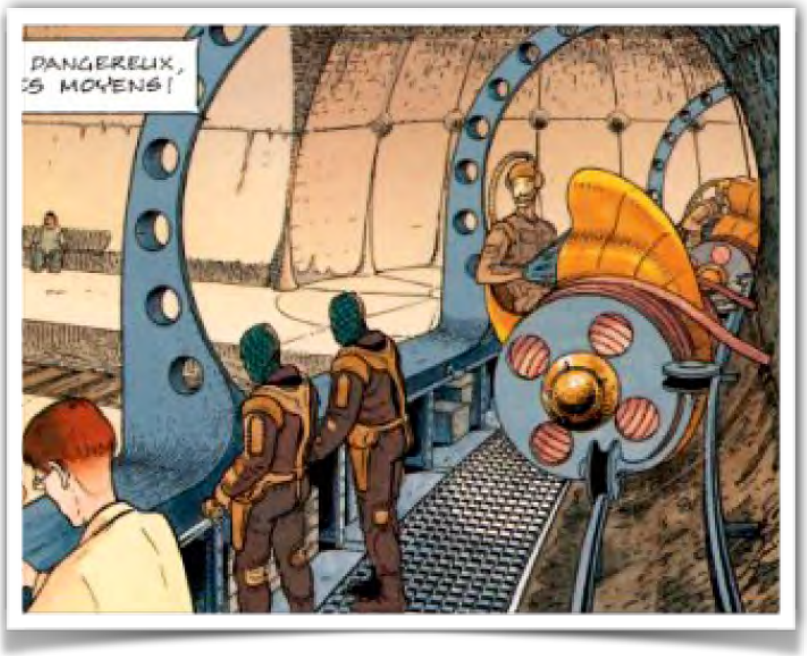


Fig. 95. Monorraíl en estación y desplazándose
(Morvan, Buchet y Savoia 1995, pp. 119 y 120)

3.3.5. TRANSPORTE GUIADO POR SEMITUBERÍA

Este sistema pertenece en realidad al apartado de monorraíl, pero su especial configuración e interés lo distingue, como para hacer un capítulo aparte. El autor francés Jean Pleyers (1982) desarrolla en su obra *El Éxodo,* toda una iconografía de este modo de transporte.

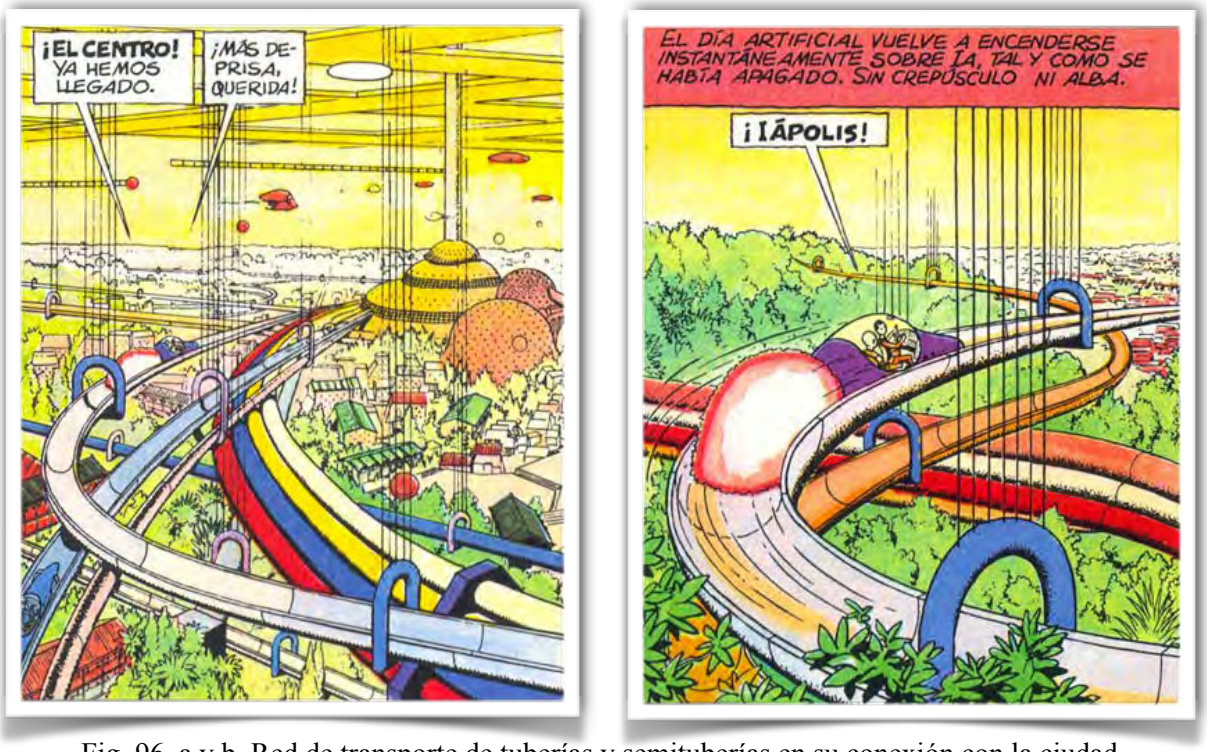


Fig. 96. a y b. Red de transporte de tuberías y semituberías en su conexión con la ciudad. (Pleyers, 1982, p.21)

Aquí, por primera vez, aparece el concepto de viales que se configuran colgados de una estructura sobre la ciudad, que sirve de protección para la misma. Estos viales son semituberías rígidas unidas entre sí –tuberías completas en el caso de transporte de mercancías–, como se puede apreciar en la figura, que, cada pocas decenas de metros, son sostenidas por unas herraduras cerradas que cuelgan de cables, suponemos que metálicos o de los materiales que esta civilización posea, del entramado superior que lo cubre todo. De esta forma se consigue de nuevo, lo que ya se ha descrito en los capítulos anteriores, y que constituye uno de los leitmotiv en la descriptiva futurista de los medios de transporte en el

cómic moderno: la liberación obsesiva del espacio en la cota cero de la ciudad, para poder dedicarlo a otros menesteres.

Pero no todos los viaductos se sostienen colgados de una estructura superior. Otros reposan sobre sencillos pilares, que se apoyan sobre el suelo, el cual presenta una orografía complicada, consiguiendo así evitar el tener que realizar todas las operaciones necesarias para acondicionar el terreno en la construcción de una carretera.

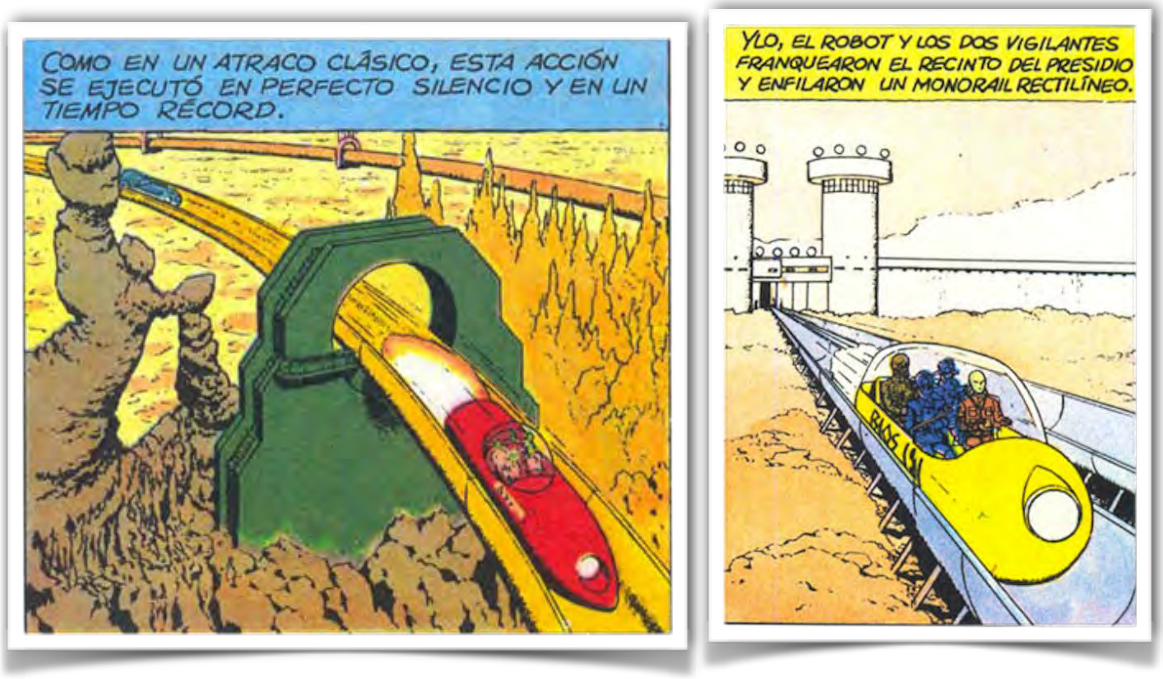


Fig. 97. a y b. Sistema de apoyo de los canales de tráfico (Pleyers, 1982, p.8 y 15)

De nuevo aparece un concepto transgresor, que merece un análisis si se compara con los sistemas actuales de construcción de carreteras. Obliga al ingeniero lector a preguntarse qué ocurriría si, en vez de desmontar y terraplenar millones de metros cúbicos de tierra, para asentar nuestras actuales vías de comunicación, con el ingente coste que supone, simplemente se colocase, como proponen estas viñetas, un canal de un material ligero –o de hormigón prefabricado, por qué no– sobre el que circulasen los vehículos, y que este canal estuviese anclado sobre los prados, que no se tocan más que en el punto de cimentación. A priori la idea no parece extravagante, de hecho es la filosofía de los viaductos en altura que se apoyan sobre sólidos cimiento artificiales, sobre roca o sobre el lecho de los ríos.

Fig. 98. Pilares del viaducto del AVE Coruña a Vigo (Souto, 2010)

Sin embargo solo se aplica esta solución en lugares muy puntuales, no como sistema general de plataforma para desplazamiento de vehículos. Una solución generalizada de este tipo debería pasar por el radical aligeramiento de los vehículos, para que los pilares de sustentación pudiesen separarse mucho más entre sí, disminuyendo el coste y el impacto visual.

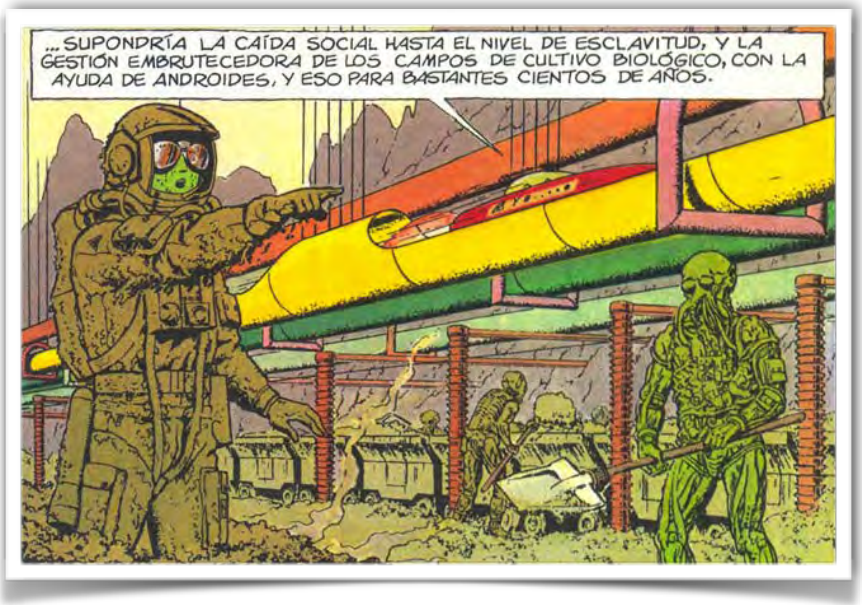


Fig. 99. Detalle de apoyo de canal de transporte. (Pleyers, 1982, p.7)

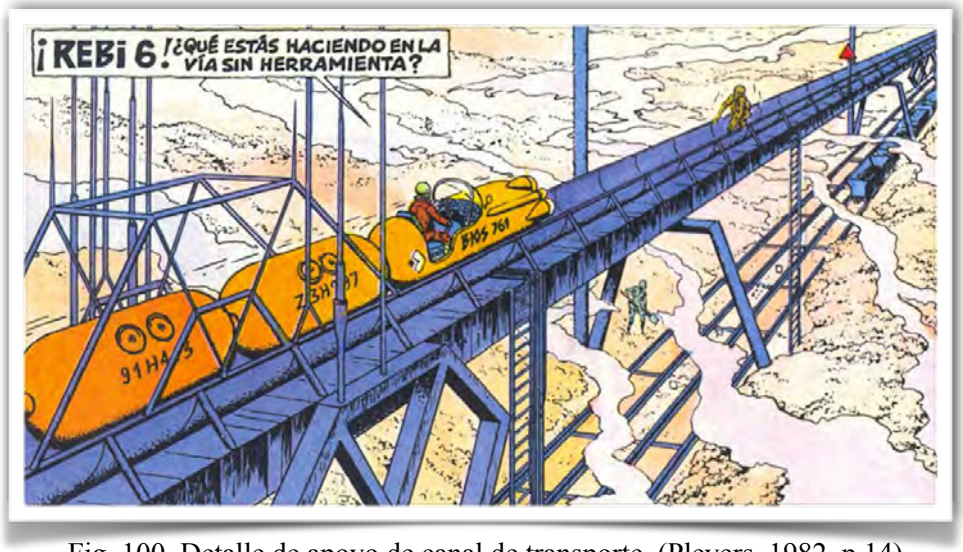


Fig. 100. Detalle de apoyo de canal de transporte. (Pleyers, 1982, p.14)

En las figuras anteriores se pueden contemplar otras ventajas del sistema. Permite que, bajo la infraestructura de transporte, se puedan desarrollar otras actividades, estas de carácter minero y de tipo tóxico, consiguiendo además alejar a los vehículos de las emanaciones.

En cuanto a la conexión de este tipo de infraestructura con la ciudad, también el autor propone soluciones perfectamente plausibles. En la siguiente figura podemos observar el punto de confluencia de todas las semituberías y tuberías en una estación.

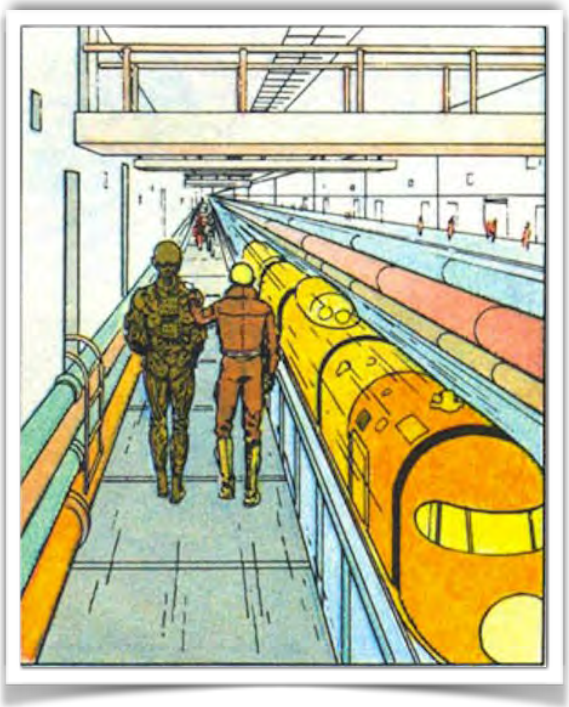


Fig. 101. Estación de confluencia de los medios de transporte (Pleyers, 1982, p.16)

Todas ellas discurren paralelas, algunas a distintas alturas, y el sistema de carga de pasajeros y de mercancías se produce desde varios niveles de acceso, como se puede observar.

Se proponen además puntos de acceso para vehículos individuales, algo así como garajes privados, donde termina la semitubería, para utilización particular.

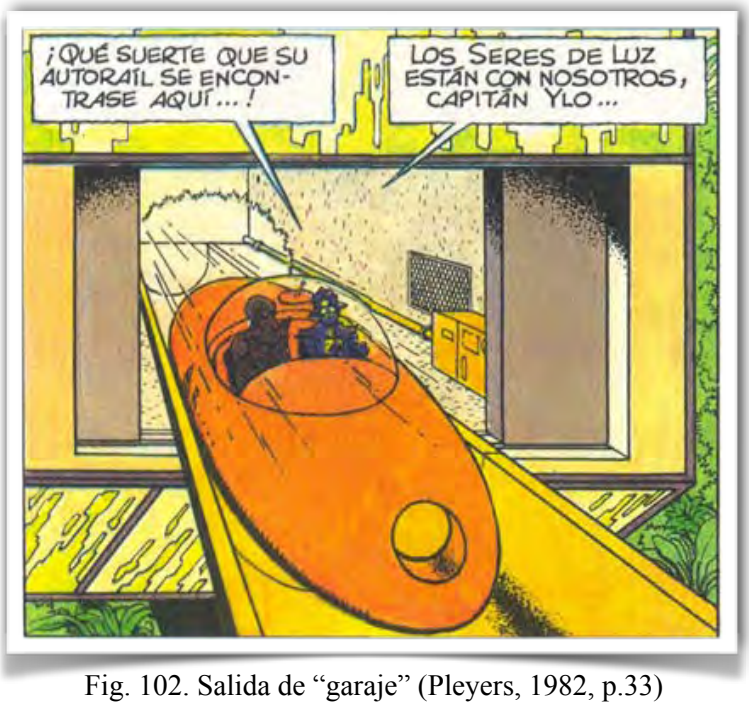


Fig. 102. Salida de "garaje" (Pleyers, 1982, p.33)

Con esta solución la vivienda no necesita estar a ras de suelo para poder acceder al exterior, puede encontrarse, incluso, cimentada sobre un terreno no practicable permitiendo, sin embargo, con este sistema, el acceso sencillo a sus habitantes.

Cambiando de autor, el español Antoni Garcés (1987) también ilustra su propia solución, con configuración de semitubería. Se puede apreciar en sus ilustraciones cómo la infraestructura de vía es de tipo guiado lineal, apoyada sobre el terreno directamente, o a través de pequeños pilares que la sustentan.

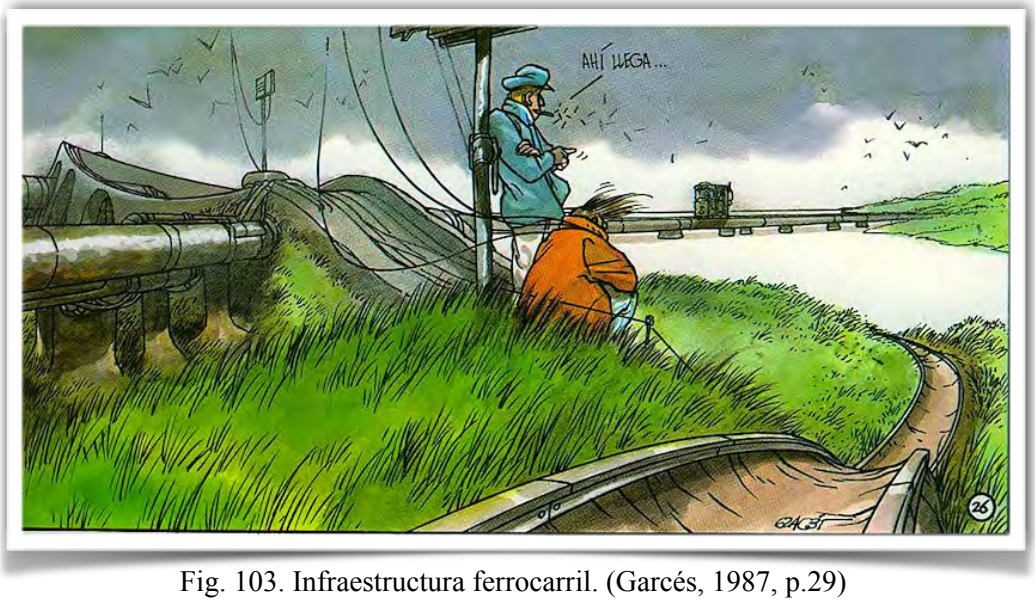


Fig. 103. Infraestructura ferrocarril. (Garcés, 1987, p.29)

Esta solución prescinde del balasto, confiando la rigidez de la infraestructura a la cuna de hormigón semicircular –esto es una suposición, pero parece razonable–, sobre la que descansan ambos carriles metálicos. Es de destacar la gran estrechez de vía, improbable según las leyes de la física porque, sobre todo en las curvas, impediría una velocidad razonable al tren que correría permanentemente el riesgo de volcar, sobre todo observando la desproporción entre su altura –centro de gravedad muy alejado del suelo– y la pequeña distancia entre sus puntos de apoyo.

Fig. 104. Vista frontal con locomotora (Garcés, 1987, p.31)

La agresión al terreno y al paisaje son, sin embargo, mínimos, y la propuesta puede ser considerada interesante dentro de los transportes rurales de baja densidad de viajeros.

Mucho más minimalista en su concepto, es el vehículo sobre zanja semicircular de Peeters (2005). Concebido para dos personas, aparentemente eléctrico por el sonido que se describe en la viñeta, constituye una apuesta interesante por su sencillez y adaptabilidad al entorno. Los dos canales por los que circula, cada uno para un sentido de desplazamiento, son casi invisibles para el observador que se encuentra a su nivel, y el vehículo tiene, a su vez, muy poca altura. Este autor, como se podrá comprobar en posteriores capítulos, propone medios de transporte –especialmente ferrocarril y transporte fluvial– plenamente integrados en la naturaleza. Esta preocupación, presente en muchos autores de cómic, aporta ideas y soluciones que de nuevo pueden ser aprovechadas por el ingeniero que tenga la misión de diseñar y construir nuevas infraestructuras para medios de transporte, o bien, para lograr integrar más en la naturaleza los sistemas clásicos.

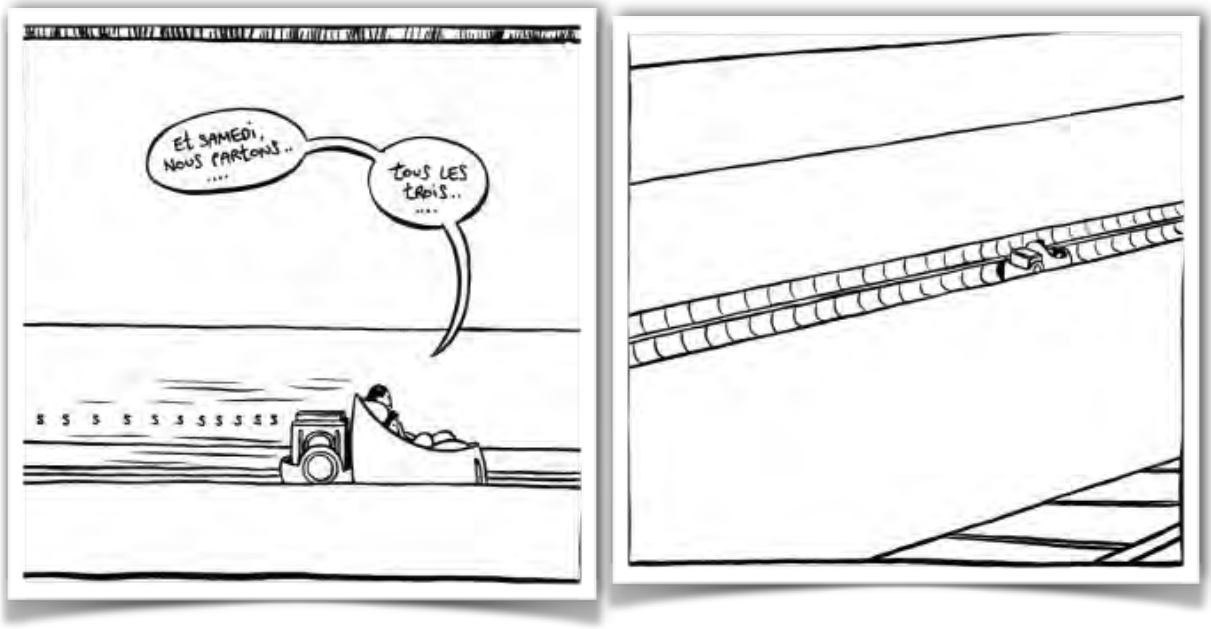


Fig. 105. a y b. Vehículo desplazándose sobre canal semicircular. (Peeters, 2005, p. 3)

3.3.6. TRANSPORTE GUIADO POR TUBERÍA

El transporte por tubería no es algo novedoso. La primera referencia conocida lleva a Inglaterra, donde se realizaron unas pruebas que fueron presenciadas por el Duque de Wellington, vencedor de Napoleón. De los primeros intentos por adaptarlo al transporte de personas ya no queda nada, pero llegó a funcionar a mediados del siglo XIX (Young 2013) construido por el ingeniero Alfred Ely Beach, desde la estación de Broadway, en Nueva York, entre las calles Warren y Murray. Tuvo una breve vida de tres años, tras los cuales fue clausurado.

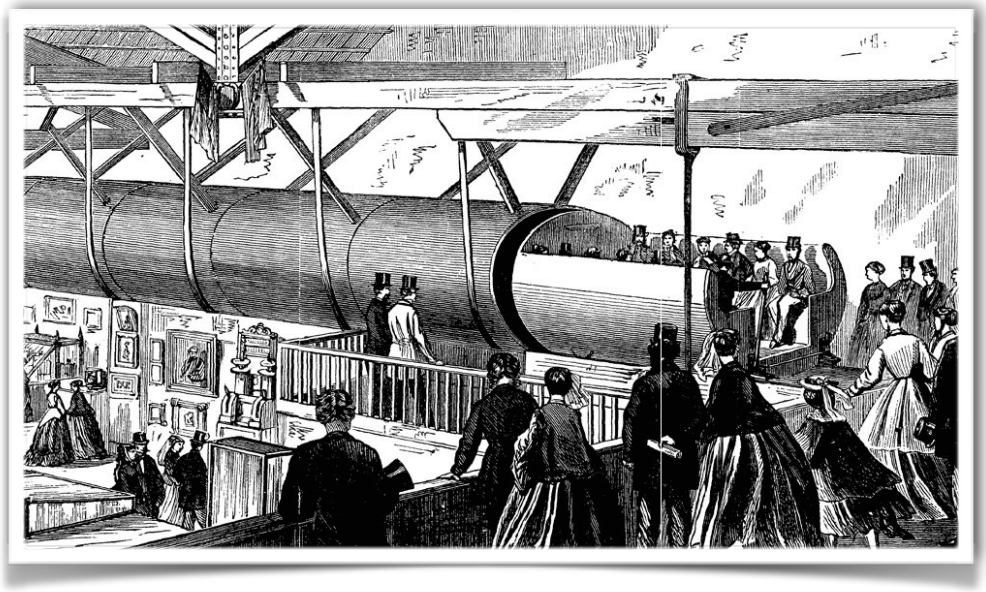


Fig. 106. Transporte neumático en Nueva York (Young 2013)

Los costes y necesidades de infraestructura son mayores que en el ferrocarril convencional, pero tienen la ventaja que, al desplazarse el vehículo en un medio cerrado, se puede realizar el vacío dentro del mismo, disminuyendo así de forma drástica la resistencia que el aire ofrece al desplazamiento del convoy. A pesar de su fracaso como medio de desplazamiento de personas, ha sido aplicada con éxito para el transporte de mercancías, especialmente para el transporte de material pulverulento. Varias instituciones de transporte postal lo han usado a lo largo de la historia (Cohen 1999), y su implantación, para el traslado de correo o de basuras hasta sus centros de tratamiento, es muy usual.

Y, en el supuesto de transporte de pasajeros, que veremos a continuación, la tubería protege toda la superficie de rodadura, y al propio tren, de la intemperie. Ventaja sustantiva, puesto que en el actual ferrocarril el mantenimiento de la catenaria, del balasto y de la vía, son motivo de importantes inversiones y retrasos en el desempeño de este medio de transporte.

Esta infraestructura tubular está muy presente en los cómics de todo tipo, especialmente en los de ciencia ficción. Mundos futuros, imaginarios o extraterrestres, adoptan esta tecnología para desplazar sus vehículos sobre la tierra o, también, surcando los cielos o bajo la superficie. Segrelles (1996), en su definición visual del futuro, enmarcada en un mundo paralelo al existente –que vive en una edad media con toques fantásticos–, propone un ferrocarril de estética muy similar al actual, pero que se desplaza a lo largo de tuberías transparentes, soportadas por arcos, también transparentes, a unos metros sobre la superficie del suelo de la ciudad. Las estaciones de tren, como se puede apreciar en la figura, tienen también las paredes de cristal y actúan de punto de conexión e intercambio entre las diferentes líneas. Así, el tren y los pasajeros están protegidos en todo momento de la atmósfera exterior, caso de ser tóxica o muy contaminada, peligro previsible e incluso actual, como ya hemos indicado en capítulos precedentes. Por otra parte, la interconexión que podemos apreciar entre vía-tubería y estación permite eventualmente realizar el vacío en el interior del tubo, para lograr que el vehículo encuentre nula resistencia en su desplazamiento, ahorrando así gran cantidad de combustible o energía. En este ejemplo, se hace evidente que los trenes, al igual que los aviones de hoy en día, deben estar presurizados y contar con reservas propias de aire respirable para los pasajeros.

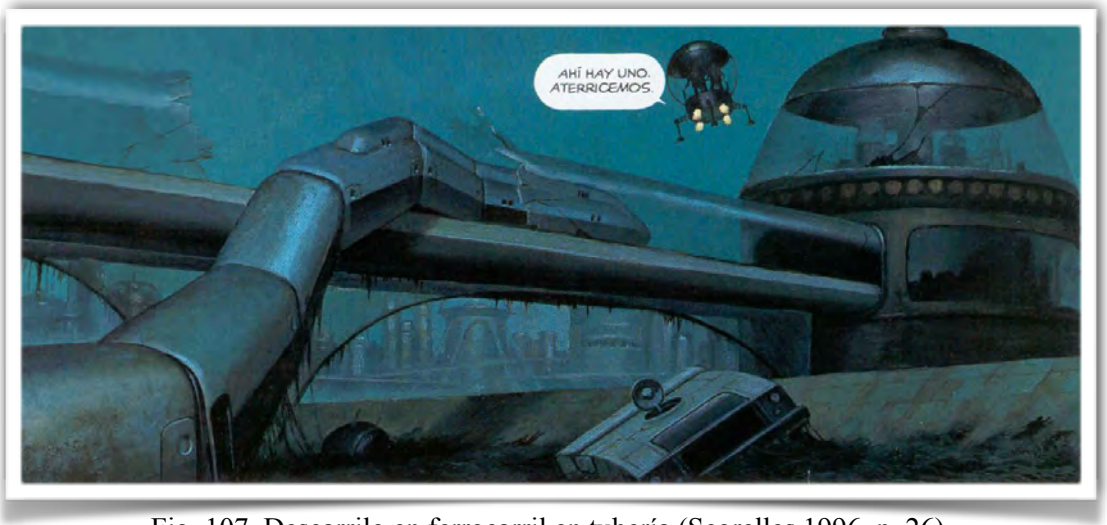


Fig. 107. Descarrilo en ferrocarril en tubería (Segrelles 1996, p. 26)

Este es el caso también (Crompton 1985) del desplazamiento entre islas artificiales y con la tierra firme, con tuberías situadas sobre el nivel del mar. No son ajenas a los diseños arquitectónicos actuales más avanzados, las propuestas de cobertura de complejos residenciales, edificios singulares o, incluso, ciudades enteras, por cúpulas u otras estructuras transparentes, que crean la ilusión de encontrarse al aire libre, pero que, al mismo tiempo, están protegidas de la intemperie. Hoy en día, en países donde la temperatura y las condiciones climatológicas son extremas, se construyen con esta filosofía inmensos centros comerciales, o edificios de oficinas, aislados del ambiente exterior, con microclimas propios y con las características de una pequeña ciudad como la mostrada en la viñeta de Crompton. El sistema de transporte adaptado a este urbanismo, que se aísla del exterior con sus propios sistemas de filtrado de aire y mantenimiento de la temperatura, ya sea enfriando ciudades en mitad del desierto o calentado las que se encuentran en climas muy fríos o sobre el mar, como es el caso que se expone, requerirá vehículos de transporte que no produzcan ningún tipo de gas o residuo en su desplazamiento.

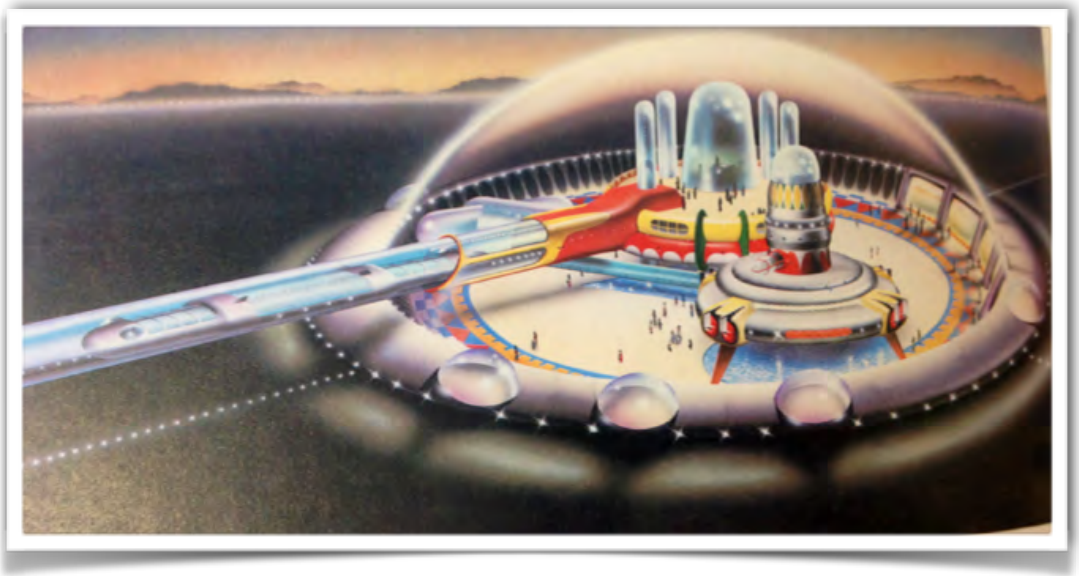


Fig. 108. Isla unida por ferrocarril en tubería (Crompton 1985, p. 14)

Podrán contaminar en el punto de creación de la energía que los desplace (central nuclear, ciclo combinado, etc), pero debe ser fuera del recinto esterilizado donde habita el ciudadano. Por lo tanto dichos vehículos deben moverse con electricidad, con un motor de aire a presión, movido por hidrógeno o por la tecnología no contaminante que el hombre haya conseguido alcanzar en cada momento.

El diseño de estos sistemas de transporte debe ser realizado contando con muchas variables, ya que su situación, como en la figura, encima del mar, va a someterlo a condiciones externas a menudo muy agresivas, haciendo el cálculo de las estructuras que los sustentan, con tecnologías que permitan la flexibilidad de las mismas, un capítulo de gran importancia.

Aunque no pertenece a ningún cómic concreto, la ilustración que se muestra a continuación exhibe con detalle una posible solución de estructura apoyada en tierra del transporte por tubería de un vehículo guiado. Su desarrollo se asemeja al de un oleoducto situado a una cierta altura, para sobrevolar las otras infraestructuras existentes. Consta de una red de tuberías por donde circulan los pasajeros, sentados dentro de un cilindro presurizado, impulsado por una turbina, como se puede apreciar en la figura. Cuando varias de las tuberías comparten el mismo recorrido, entonces se unen entre sí en una infraestructura de varias tuberías que, como se observa, llegan a la ciudad, previsiblemente a una estación conjunta de presurización-despresurización, donde los pasajeros conectarán con otros sistemas de transporte.

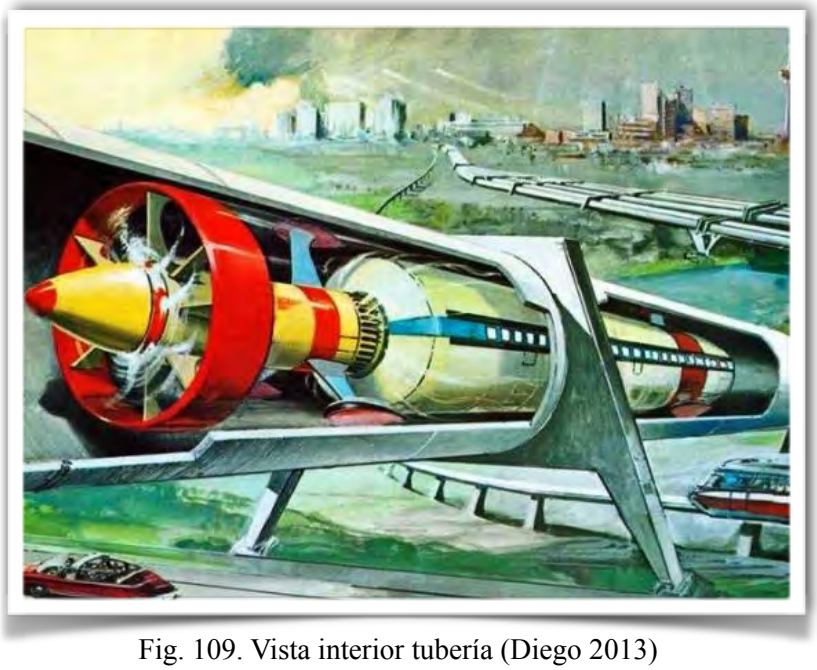


Fig. 109. Vista interior tubería (Diego 2013)

Esta tecnología no tiene nada de fantástico. Hoy en día algunos reputados tecnólogos, como Elon Musk (Chafkin 2007), proponen con su “Hyperloop” (Phillips 2013) sustituir las líneas de tren de alta velocidad por el transporte de pasajeros por tubería. En concreto las que se están comenzando a construir en California, por infraestructuras más baratas de transporte

guiado en tubería, donde prometen alcanzar velocidades muy superiores a las de la alta velocidad convencional, con vehículos que se desplazan dentro de canalizaciones que se diseñarán con la misma filosofía que la de los autores de cómic que citamos y analizamos en este capítulo.

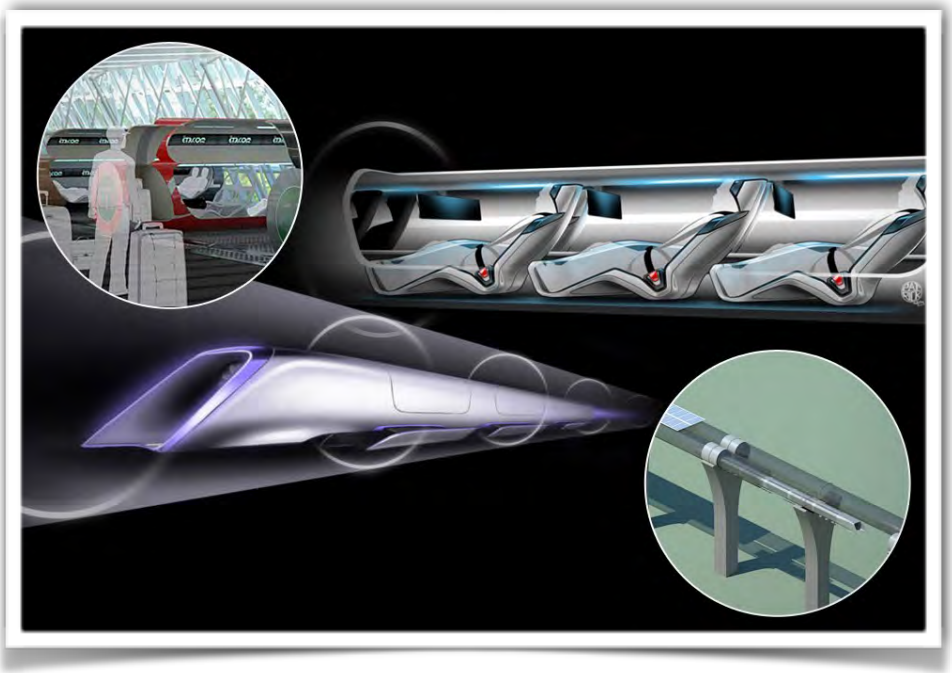


Fig. 110. Transporte por tubería Hyperloop de Elon Musk (Phillips 2013)

A menor escala, para el desplazamiento de pasajeros dentro de la propia ciudad a través de suburbanos, la tecnología de la tubería aparece también como solución posible (Bourgeon y Lacroix 2007). Los vehículos, trenes cortos de estructura muy ligera y paredes acristaladas casi en su totalidad, se desplazan a gran altura sobre columnas portantes que sobrepasan el nivel de las nubes.

Fig. 111. Metropolitano por tubería b (Bourgeon y Lacroix 2007, p. 69)

En este caso, el aislamiento del vehículo quizás no se deba a razones de contaminación, sino al mantenimiento de la temperatura, o al aumento de la velocidad del vehículo a través de la extracción del aire de la tubería, como se ha comentado en los ejemplos precedentes. Cabe preguntarse, especialmente en este caso, donde la línea férrea urbana se encuentra en lugares de difícil accesibilidad, cómo se realiza la limpieza del acristalado tubo que rodea al vehículo a lo largo de su desplazamiento, tarea sin duda difícil o que, simplemente se deja al albedrío de la lluvia.

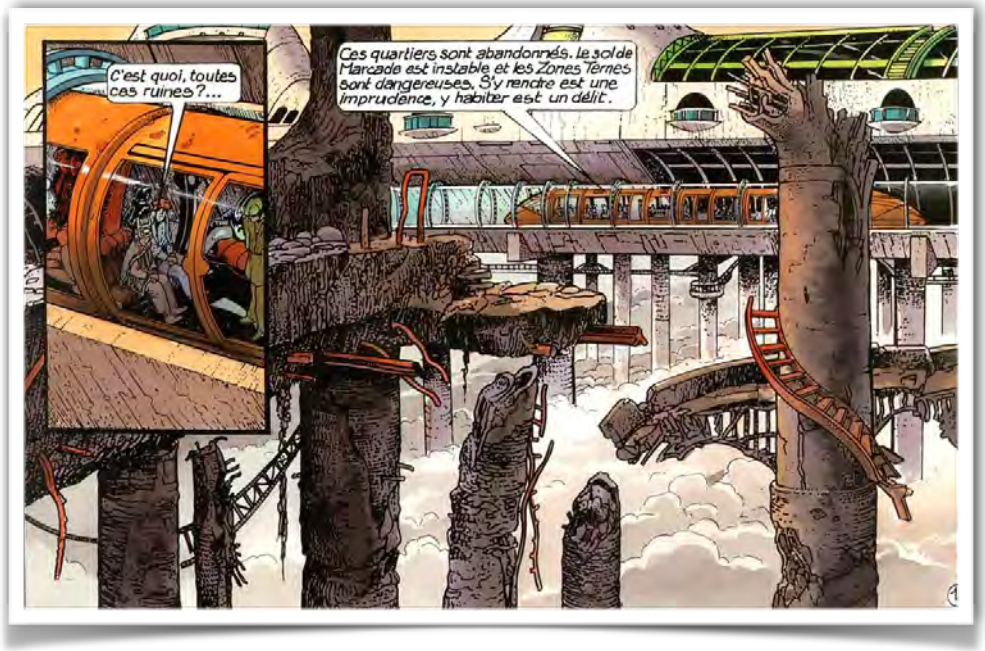


Fig. 112. Metropolitano por tubería (Bourgeon y Lacroix 2007, p. 20)

Es importante resaltar, tras analizar las soluciones anteriores, como adquiere importancia fundamental el tema de la despresurización de la tubería. Para ello, se precisa de una tecnología que, si bien existe hoy a pequeña escala, parece de muy costosa aplicación en tamaños, longitudes y volúmenes que requiere este sistema de transporte. Se hace necesario, por demás, la construcción de estaciones dotadas de sistemas que permitan que esa despresurización no se pierda con el tránsito de pasajeros que suben y bajan del tren. Por lo tanto ,deben tener puntos donde, tras el paso del convoy, se conviertan en herméticos.

Bastante distinto, y de nivel tecnológico muy lejano, es el ejemplo de la llegada a la ciudad de un sistema de tuberías a gran altura, que transportan vehículos individuales propulsados por algún tipo de energía, que sí produce humos (Forest y Gillón 1974).

Fig. 113. Red de vehículos por tubería (Forest y Gillon 1974, p. 6)

La aparente fragilidad capilar de estos tubos tan delgados, cuyo desarrollo entre pilar y pilar es de cientos de metros, sin otro sustento que su propia consistencia, parece a todas luces imposible de conseguir con nuestros conocimientos actuales. Máxime cuando en su interior se desplazan vehículos que, aunque no toquen sus paredes, bien pueden percutir contra ellas en caso de desvío de la trayectoria. Porque, si se contempla la figura con detenimiento, parece que los cohetes tripulados que circulan en ambas direcciones no se apoyan en ningún sitio, sino que vuelan guiados por sus paredes transparentes. Esta circunstancia induce a pensar, desde el punto de vista de la ingeniería del transporte, que esta infraestructura tubular no realiza funciones de sustentación de vehículo, sino tan solo de guiado y contención, con un objetivo claro de conducción de tráfico, evitando que estos coches voladores crucen sin orden ni concierto el espacio aéreo, produciendo accidentes de todo tipo. Este es un concepto novedoso en el presente capítulo. Los autores del cómic, en vez de dibujar estos vehículos desplazándose libres por el aire, tienen la visión ingenieril de exigirles que reduzcan su

espacio de maniobra al recinto cerrado de la tubería que crean para ellos, logrando una mayor credibilidad en su discurso futurista, aportando así ideas de seguridad y ordenación de tráfico.

Los siguientes casos de estudio tienen lugar todos ellos en el subsuelo. La ciencia ficción es propensa a buscar escenarios distintos a los que acostumbra a moverse el ser humano, encontrando en el espacio, en el fondo del mar o bajo la superficie de la tierra, atmósferas propicias para desarrollar sus aventuras. En las ambientaciones subterráneas, hace su aparición de nuevo, el transporte guiado en tubería, con multitud de propuestas tecnológicas e ingenieriles que aportan, como es el objetivo de esta tesis, ideas de aplicación real, actual o futura, que no deberían pasar desapercibidos al urbanista o al ingeniero.

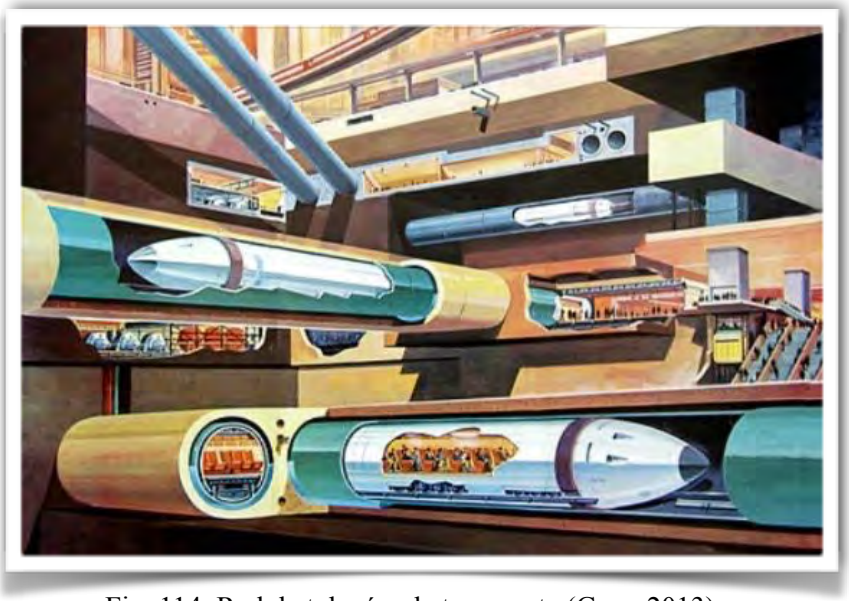


Fig. 114. Red de tuberías de transporte (Guan 2013)

La primera propuesta tampoco procede del cómic. Es de nuevo una ilustración que ilustra en detalle cuál podría ser la sección de una red de tuberías de transporte, en cuyo interior circulan vehículos con forma de cohete de propulsión indefinida, probablemente neumática. Como se puede apreciar, en la parte superior de la viñeta, este sistema de transporte coexiste con el ferrocarril más convencional, que circula por superficie, en forma de monorraíl o de paso elevado. De nuevo aparece la idea de tuberías al vacío, para eliminar el rozamiento con el aire y abaratar el coste de la tracción del vehículo.

Siguiendo en este marco subterráneo, Bollé y Aymond (2002) sitúan su infraestructura en el interior de una caverna, atravesándola. La tubería, también transparente, penetra y sale de las

paredes del subsuelo, protegiendo al vehículo y a los pasajeros de la temperatura y condiciones externas.

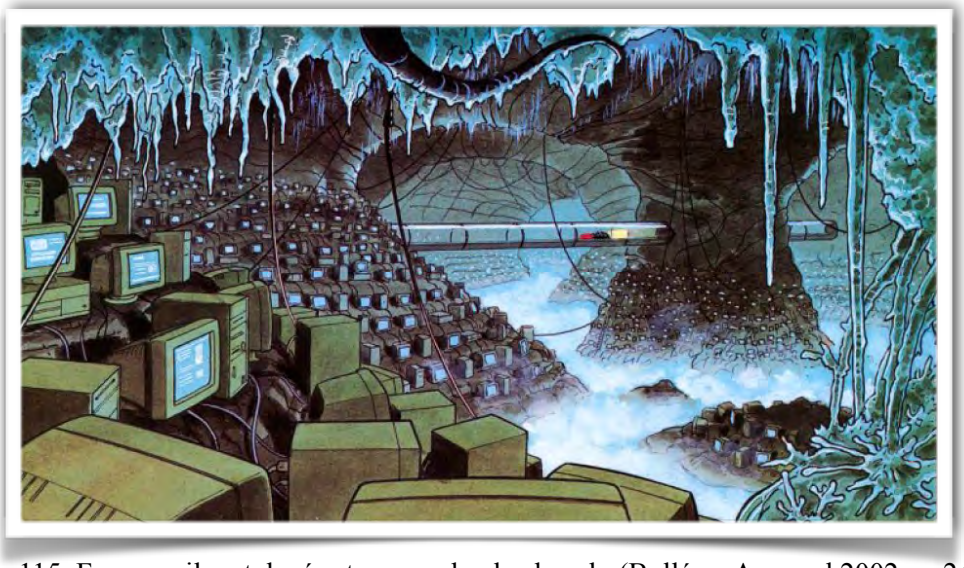


Fig. 115. Ferrocarril en tubería atravesando el subsuelo (Bollée y Aymond 2002, p. 24)

En la ingeniería actual ya existe, y se utiliza profusamente, la tecnología de perforación con tuneladoras, que consigue avanzar a través del terreno para la construcción de nuevas líneas de metro y túneles, para ferrocarril y carretera, a unos costes asumibles. Falta todavía por desarrollar la tecnología de recubrimiento, limitada hoy en día a pesadas dovelas prefabricadas de hormigón.

Con algunas variaciones, se puede descubrir un verdadero alarde de desarrollo tecnológico en las obras *El trío de lo extraño* (Leloup 1972) *y La forja de vulcano (*Leloup 1973). Gran perfeccionista de la escuela de Hergé, el creador de Tintin, en su biografía (www.yokotsuno.com) se destaca su pasión por los transportes ferroviarios, detalle que no pasa desapercibido en la minuciosidad de sus descripciones gráficas de los ferrocarriles futuristas que diseña. En la viñeta se puede observar una profusa colección de propuestas tecnológicas: el vehículo desplazándose por un sistema de tuberías subterráneas con variadas secciones según el punto en el que se encuentren, un sistema de sustentación de las mismas por medio de anclajes a las paredes de la caverna donde se encuentra, el detalle de los puntos de sujeción tubería-cable y tubería con tubería, el desarrollo de un triple carril –que parece estar formado por energía y no por material– a través de otra tubería de sección rectangular, así como la descripción del vehículo en el que circulan las dos pasajeras.

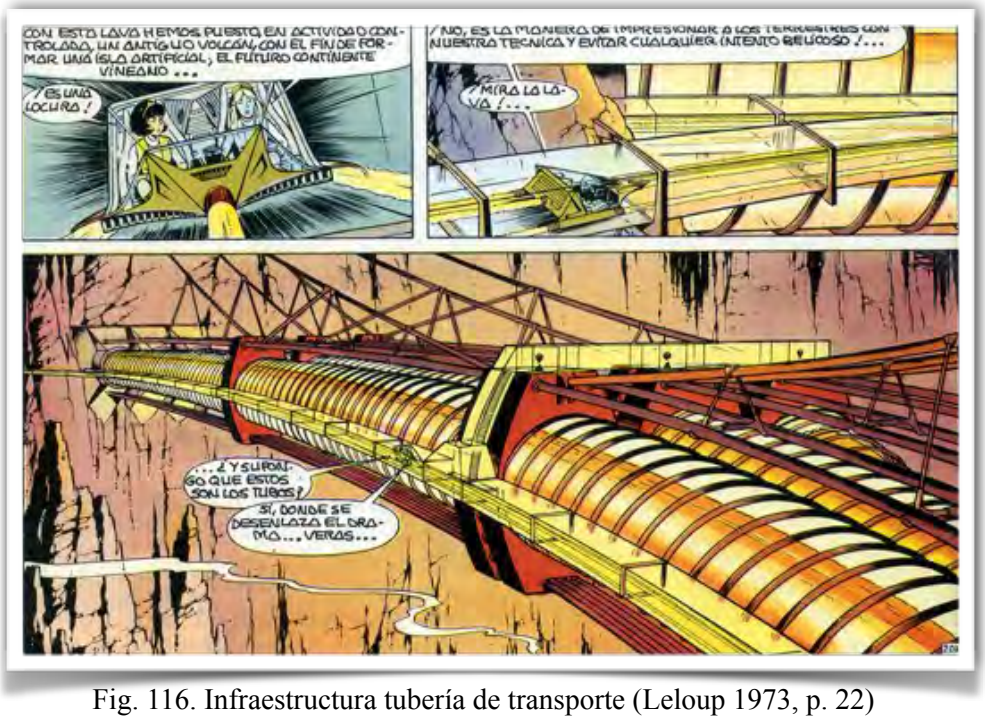


Fig. 116. Infraestructura tubería de transporte (Leloup 1973, p. 22)

Tal nivel de detalle obliga al ingeniero a detenerse en su observación y lectura, descubriendo ideas que no se aprecian en una lectura rápida. Es de destacar, que la tubería de sección rectangular, por donde se desplaza el vehículo, está adosada en la parte exterior de las canalizaciones de mucho mayor tamaño, esto es, no se mueve por su interior. Se crea, por lo tanto, una vía secundaria adosada a cada lado, que permite además el trasvase de pasajeros entre una vía de comunicación y la otra. Ambas se encuentran protegidas de la temperatura y de las emanaciones del volcán en cuyo interior se encuentra, y que el autor nos hace notar con el humo que procede de la parte de abajo, donde se encuentra la lava. En este caso una infraestructura permite un modo de transporte que en otro caso sería imposible.

Fig. 117. Infraestructura tubo con tres raíles (Leloup 1972, p. 15)

En la figura siguiente (Leloup 1972), se aprecia perfectamente el desarrollo de la estructura a lo largo de la cual se desplaza otro tipo de vehículo: Adosada a la pared del subterráneo se fijan varios aros conectados entre sí por un sistema longitudinal energético, que no físico, que constituye los tres carriles por los que circula el vehículo.

En la misma página (Leloup 1972) se detalla la naturaleza del ferrocarril que discurre por semejante vía de energía.

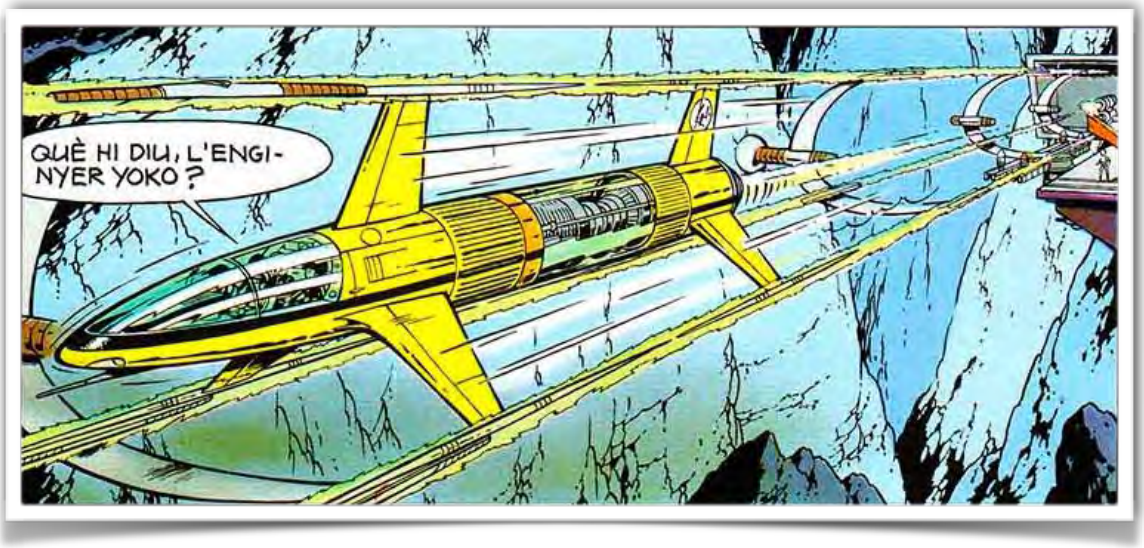


Fig. 118. Vehículo sobre tres raíles (Leloup 1972, p. 15)

El ingenio tiene forma tubular, acabado en una cabeza de pilotaje aerodinámica. De su cuerpo cilíndrico parten tres aletas, en cuya punta están engastadas tres varillas, que son las que circulan por sendos raíles energéticos mencionados. Estos se sostienen, o son guiados, a lo largo de los apoyos anclados en la pared de roca y que tienen forma de medialuna, por cuyo interior pasa el vehículo.

De estos últimos "trenes" hay varios modelos. El anterior es más sencillo y pequeño y parece destinado a albergar a pocos pasajeros. El que se muestra a continuación (Leloup 1972) es de mayor tamaño, destinado al transporte en masa de personas. Se puede apreciar en la viñeta las rampas de acceso de los usuarios, el canal semicircular sobre el que se apoya en la llegada a la estación, la embocadura del túnel por el que va a discurrir y varios detalles de las instalaciones energéticas, que permiten el sistema de sustentación y tracción de este futurista medio de transporte.

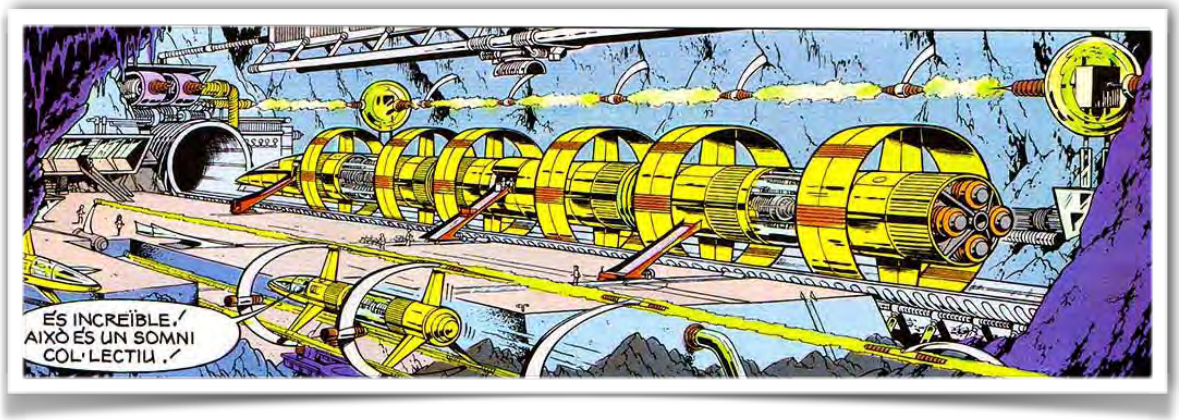


Fig. 119. Estación de tren tubular (Leloup 1972, p. 16)

Es tal el detalle tecnológico que el autor se ha tomado el trabajo de describir, que podría parecer que está basado en un modelo real inventado en un futuro lejano y que Leloup hubiese tenido la fortuna de visitar.

En la ilustración siguiente se pueden apreciar más detalles de este sistema, el desarrollo del modelo de mayor tamaño saliendo de la pared de roca, sobrevolando la lava del volcán, mezclando, al mismo tiempo, con una clara intención de resaltar el contraste, un ambiente extremo, donde parece que no puede tener cabida la actividad humana y, por otra parte, un desarrollo tecnológico que sí lo permite, evitando con sus vehículos cualquier contacto con el exterior letal.

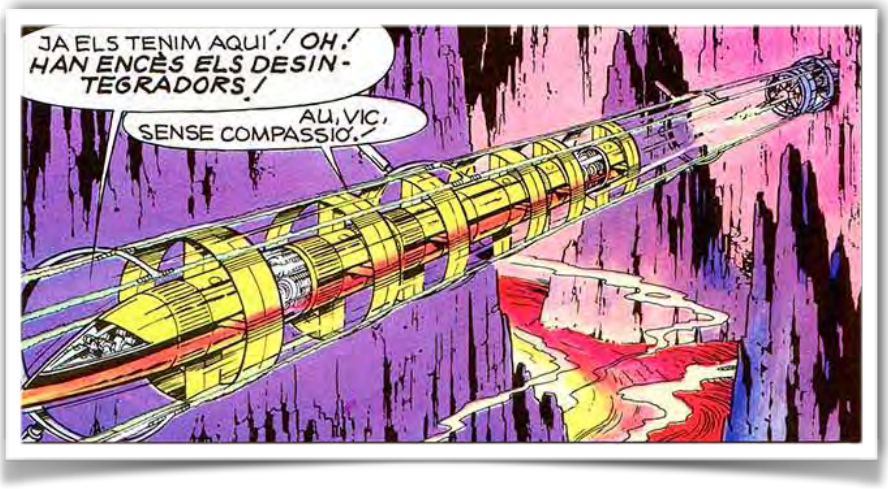


Fig. 120. Detalle de conexión con túnel (Leloup 1973, p. 26)

Todo ello, sin embargo, está basado en la filosofía actual de adaptar el medio que nos rodea para el paso de nuestros sistemas de comunicación, con la tecnología de construcción de túneles cada vez más avanzada.

Pero no solo la infraestructura, también los vehículos son dignos de mención. En la siguiente imagen el autor nos acerca los detalles de uno de estos modelos, apoyado en la cuna que descansa con apoyos sobre el lecho de roca, con forma de flecha rodeada de un cilindro, que será el responsable de canalizar la energía portadora en su sustentación, aparentemente sobre el aire.

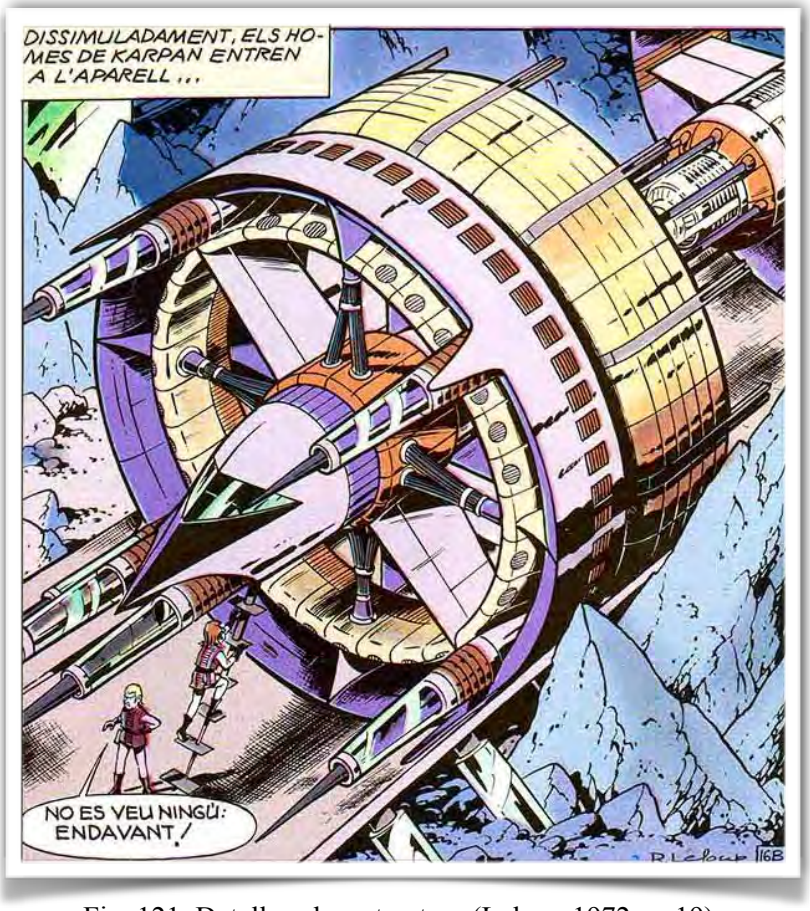


Fig. 121. Detalle cabeza tractora (Leloup 1972, p. 19)

Finalmente, Leloup (1972) nos hace llegar, junto con sus trenes flotantes, a una estación circular, mezcla de diseño y tecnología punta, que reposa en el fondo de la caverna, y de la que salen y entran constantemente vehículos. Esta concepción de un estación ferroviaria "radial" también es innovadora. Su forma viene debida a que es, además, una nave espacial.

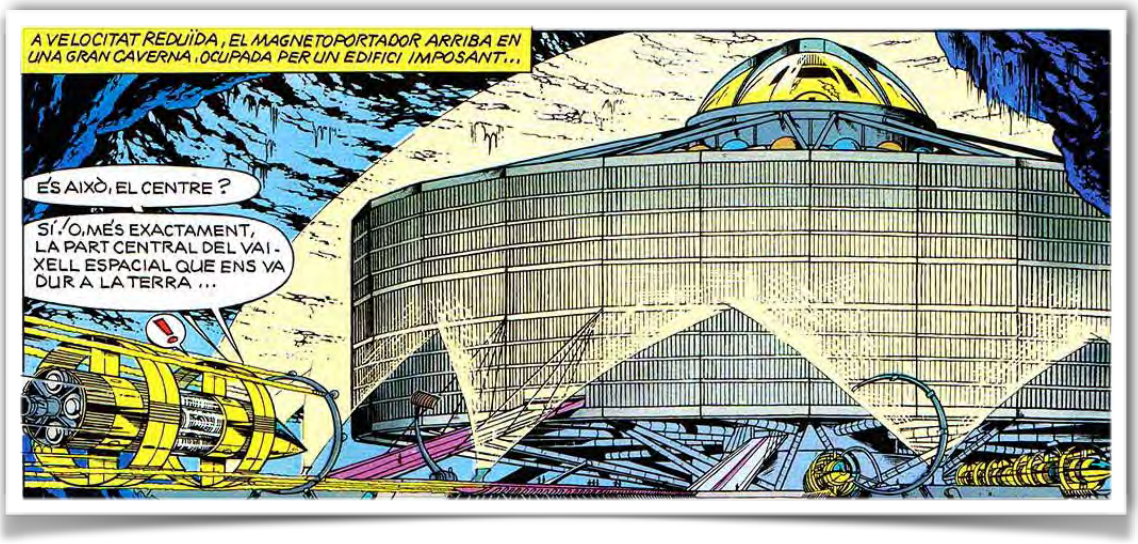


Fig. 122. Estación de salida de vehículos (Leloup 1972, p. 30)

En conclusión, pocos autores como Leloup han descrito con tanto detalle medios de locomoción futuristas. En los otros volúmenes protagonizados por su principal heroína, Yoko Tsuno, se pueden encontrar con el mismo nivel de detalle que acabamos de apreciar, todo tipo de vehículos voladores, submarinos, naves espaciales, etc. Fuente de inspiración, sin duda, para muchos niños, algunos de los cuales serán un día ingenieros.

3.3.7. TRANSPORTE GUIADO SOBRE PLATAFORMA

En este capítulo se analiza una solución que un autor (Bilal 1986) de cómic sugiere en una de sus obras, pero sin llegar a definirla completamente, dejando a la imaginación del lector, en este caso el ingeniero, el discernimiento de las características técnicas propuestas.

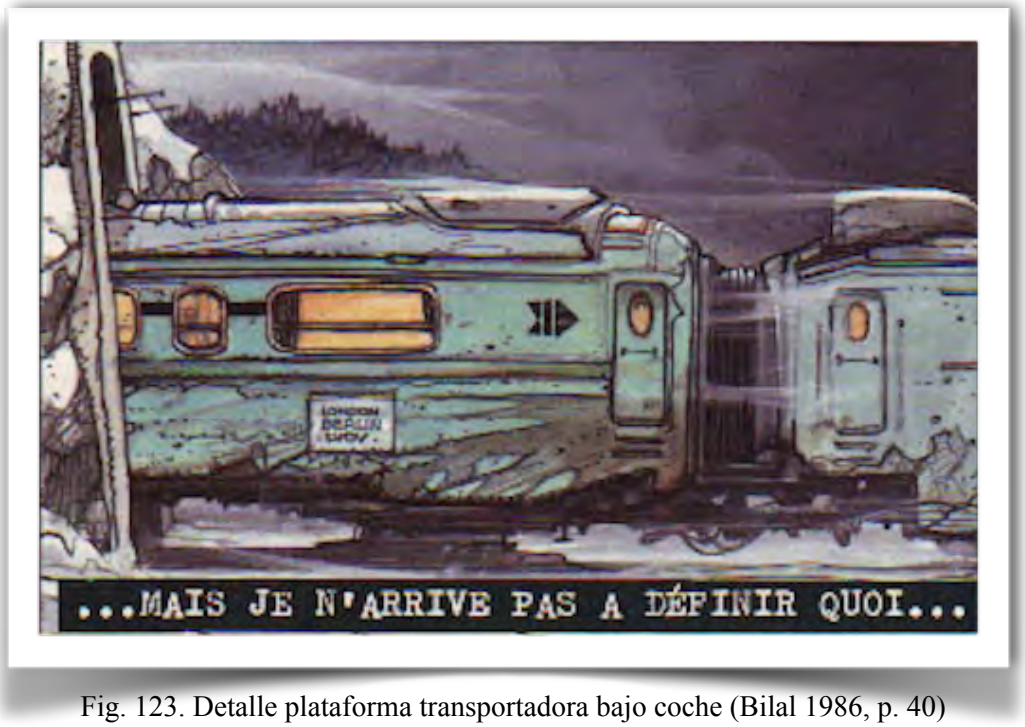


Fig. 123. Detalle plataforma transportadora bajo coche (Bilal 1986, p. 40)

Ampliando la figura, podemos observar cómo el tren que avanza por la nieve no parece tener ruedas, se apoya sobre el suelo a través de una plataforma plana con el que entra en contacto directamente. Con esta información se pueden elucubrar diversas hipótesis. Podría tratarse de un sistema de levitación magnética, por el que la infraestructura de vía, quizás un material superconductor, logra sostener en el aire al tren magnetizado por el efecto Meissner, debido al rechazo por las supercorrientes inducidas que produce (Estrada y Larrodé 2010). El hecho de que la estética del vehículo sea igual a la de los coches de viajeros convencionales, incluso ya antiguos, produce confusión, pues no se espera que la tecnología de levitación magnética acompañe a semejantes vehículos. Esta particularidad se encuentra muy a menudo, como también veremos más adelante, en el universo del cómic de ciencia ficción y se denomina

habitualmente "retrofuturismo" (Dunn 1983), por incluir en su estética la evocación o creación de imágenes del futuro de una época pasada concreta (Manzano 2013).

Otra figura de la misma página (Bilal 1986), muestra la llegada de la locomotora del tren analizado a la estación. De nuevo bajo el vehículo se muestra la sustitución de las ruedas por

Fig. 124. Detalle plataforma transportadora bajo locomotora (Bilal 1986, p. 40)

la plataforma sobre la que parece apoyarse el tren. En el mismo cómic, *La trilogie de Nikopol: La femme piège,* aparecen numerosos vehículos, también de estética retro, que vuelan gracias a algún sistema que aparentemente elimina o compensa la fuerza de la gravedad. Podría ser este mecanismo el que también consiga hacer flotar este tren, deudor de dos épocas, la pasada y la futura, sobre la plataforma. Una tercera hipótesis sería la utilización del sistema "Hovercraft®", también conocido como ACV (Air Cushion Vehicle), (Mey 2003), por el que el vehículo produce un colchón de aire entre él mismo y la superficie de deslizamiento sobre la que se desplaza. La impulsión se realiza gracias a un sistema propulsor en la parte trasera que puede ser una turbina, un sistema de impulsión de gases, etc., que necesitaría poca energía, puesto que el colchón de aire mencionado elimina el rozamiento entre el vehículo y el canal de rodadura. Este sistema parece poco probable, dado el supuesto peso del tren, pero sin embargo es una posibilidad puesto que nos encontramos en el terreno de la ciencia ficción.

3.3.8. FERROCARRIL CON INFRAESTRUCTURA EN EL PLANO VERTICAL Y DESPLAZAMIENTO EN EL HORIZONTAL

Son muchas las configuraciones de la infraestructura del ferrocarril, y la necesidad de los ingenieros ha sabido adaptarlas a casi todas las circunstancias posibles. Sin embargo, de nuevo la imaginación de los autores de cómic da un paso más adelante, para buscar soluciones que bien podrían ser aplicables en la realidad, pero que, a saber, nunca se han llevado a cabo. Es el caso del ferrocarril de infraestructura en el plano vertical y de desarrollo circular cerrado que proponen los autores Corbeyran y Moreno (1997).

Fig. 125.Ferrocarril en el plano en el plano vertical.
(Corbeyran y Moreno 1997, p.41)

El escenario en el que se encuentra esta infraestructura, es un estadio donde la sociedad descrita en la historia disfruta de algún tipo de competición, muy violenta. Se trata de la

cabina de retransmisión deportiva que, para poder seguir con todo detalle el desarrollo del encuentro, se desplaza horizontalmente sobre dos carriles, siguiendo el desarrollo circular del estadio, propulsada por dos ruedas que se apoyan sobre su pared. El motor del vehículo se encuentra en la parte inferior del mismo y es el que hace mover los neumáticos del ingenio. Cabe plantearse que la alimentación de dicho motor provenga de uno de los carriles de guiado, solución bastante común en el mundo de la tecnología del ferrocarril, pero es improbable, ya que se encuentra sometida a las inclemencias atmosféricas, al ser el mencionado estadio descubierto.

Fig. 126. Vista aérea del ferrocarril en el estadio (Corbeyran y Moreno 1997, p.41)

Los encargados de la retransmisión deportiva, que disfrutan de las ventajas de este sistema ,están protegidos de la lluvia y el frío, no son molestados por los ruidos exteriores, no están amenazados por la violencia que se pueda producir entre los espectadores –hasta aquí igual que una cabina de retransmisión de cualquier estadio actual– , pero además cuentan con la gran ventaja de poder acercarse, gracias a su movilidad a lo largo de la circunferencia del estadio, al polo de interés instantáneo del partido, esto es, donde se produce el enfrentamiento de los jugadores, retransmitiendo con mucha más fidelidad lo que está ocurriendo.

Esta propuesta de ingeniería civil no supone ningún avance, desde el punto de vista tecnológico, es, de hecho, de construcción bien sencilla para la ciencia de los ferrocarriles actual, pero ilumina, sin embargo, el camino de nuevas aplicaciones que, con la ayuda de la imaginación, facilitan la tarea de los seres humanos.

Un ejemplo de aplicación posible, sería en una fábrica donde el espacio es escaso y por lo tanto costoso. El desplazamiento a lo largo de ella podría realizarse por los laterales, con el vehículo pegado a las paredes del recinto, a determinada altura, aprovechando así el espacio vacío de los paramentos verticales y liberando el suelo, que es de lo que se trata. Por supuesto esta propuesta es también válida para el transporte de materiales dentro de este supuesto centro de producción.

3.3.9. VEHÍCULOS GUIADOS DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Los ascensores son vehículos guiados, por lo tanto ferrocarriles que se desplazan linealmente en el plano vertical, esto es, a lo largo del eje z. Las cabinas que los conforman, el sistema de tracción que los impulsa, su situación física, o su utilidad, son variables que dan lugar a una gran cantidad de posibilidades en la realidad, y muchas más en el cómic de ciencia ficción. Anderson y Punch (1951) lo elevan a cotas desde donde los usuarios pueden contemplar la ciudad desde las alturas.

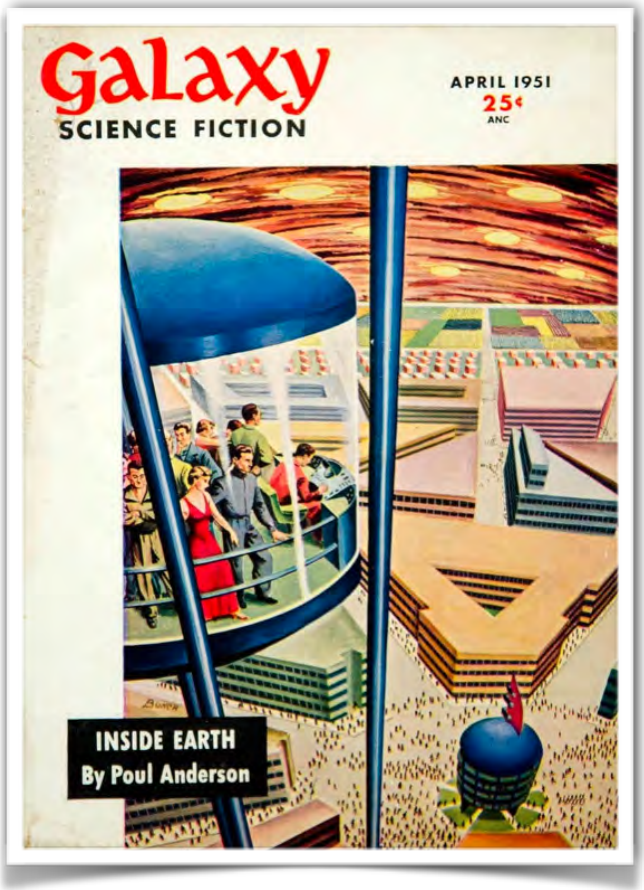


Fig. 127. Ascensor en ciudad de ciencia ficción (Anderson y Punch 1951, portada)

Pleyers (1982) reinventa los elevadores, convirtiéndolos en vehículo de desplazamiento vertical para masas, pudiendo desplazar en cada viaje a miles de individuos. No solo por la gran capacidad de su cabina, sino porque propone una solución tecnológica que desplaza varias cabinas al mismo tiempo a lo largo de la misma estructura. Este sistema se asemeja de alguna manera a los existentes, aunque escasos, ascensores cíclicos o noria denominados

Paternoster, casi prohibidos en su totalidad por su peligro. Todo ello para dar acceso a los usuarios a las distintas plantas de un edificio, en este caso plataformas de lanzamiento de vehículos espaciales. Se puede observar cómo, o bien no hay más sistema de tracción que algún mecanismo que anule la gravedad, o bien existen unos cables escondidos en las esquinas de la estructura paralelepipédica que consiguen el efecto de elevación deseado.

Fig. 128. a y b. Ascensores de masas e individuales (Pleyers 1982, p. 4)

Pensando en aplicaciones reales de estas propuestas, la concepción del desplazamiento de masas de forma vertical podría tener importantes aplicaciones en nuestros días, ya que los edificios que se construyen son cada vez más altos y, por lo tanto, el número de usuarios queriendo usar los ascensores al mismo tiempo va en aumento en nuestra civilización.

Otro ejemplo lo tenemos en la ciudad-puerto (Pequeur y Malfin 1999), donde son unos gatos hidráulicos los que logran el efecto ascensional del elevador. Tanto en este caso, como en el mostrado de Pleyers, el pasajero se encuentra a la intemperie porque los desplazamientos parecen muy ocasionales y comparten, probablemente, su espacio con mercancías y equipos que se quieren subir a otro nivel, funcionando como meros montacargas.

Es distinto del caso del vehículo ascensor de la figura siguiente (Corberyran y Moreno 2002). Se observan tres cabinas unidas, en este caso bien cerradas, incluso de estética hermética acentuada por las ventanas circulares, que recuerdan al ojo de buey de los barcos, y de estructura pesada. Destaca el sistema de tracción utilizado. Se trata de un ferrocarril convencional en su concepción, solo que con desplazamiento vertical, ya que se mueve a lo largo de carriles, como bien se puede apreciar en la imagen, traccionado por ruedas dentadas que se engastan en escalones de una guía que discurre paralela al movimiento. Este sistema de ferrocarril de cremallera es usado hoy en día en trenes que deben salvar una gran altura en un pequeño desplazamiento, en ciudades muy empinadas o en ferrocarriles de montaña. La tracción se completa, tanto en la realidad como en la figura mostrada, con un sistema de cables atados al frontal del vehículo, que tiran del mismo hacia arriba cuando sube, o lo sostienen cuando baja.

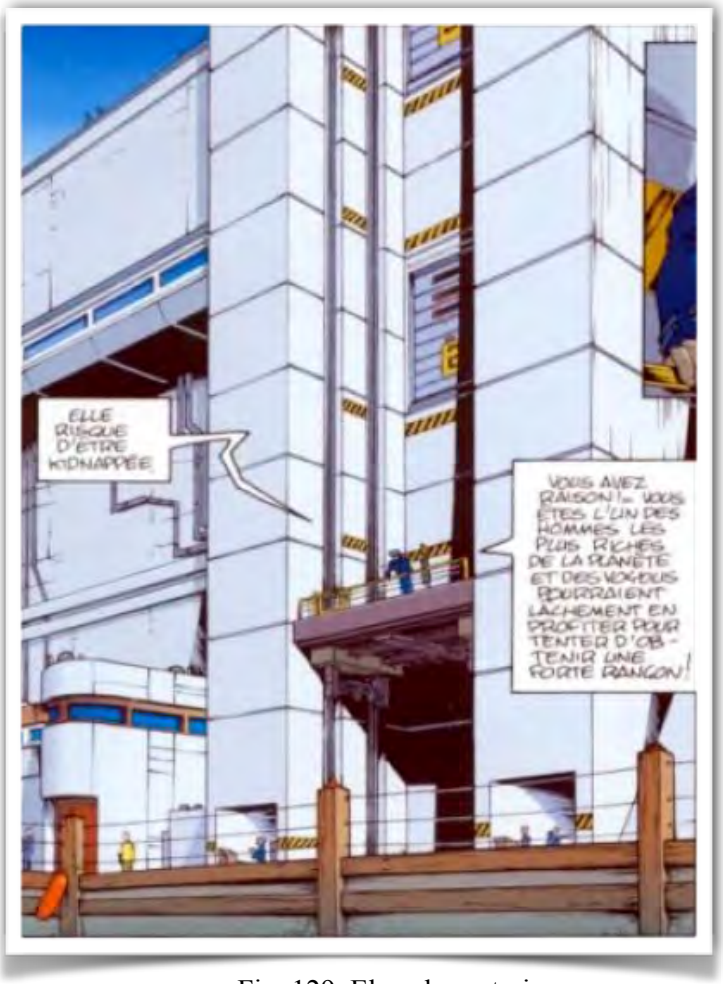


Fig. 129. Elevador exterior
(Pecqueur y Malfin 1999, p. 31)

Fig. 130. Elevador dentado sobre fachada
(Corbeyran y Moreno 2002, p. 37)

Un sistema similar, también de cremallera, esta vez sin tracción por cable, es usado en el siguiente ejemplo (Saimbert y Ricci 2003). El elevador de masas descrito tiene una capacidad para decenas de personas, que se desplazan a lo largo del edificio de la figura por el sistema de tracción de ruedas dentadas. Estas se pueden apreciar en la parte inferior del vehículo a ambos lados del eje de la línea de tracción. Se trata de un sistema de cuatro carriles, dos al fondo y dos al frente, con parada en la superficie, pero que sigue en su desplazamiento también hacia el subsuelo.

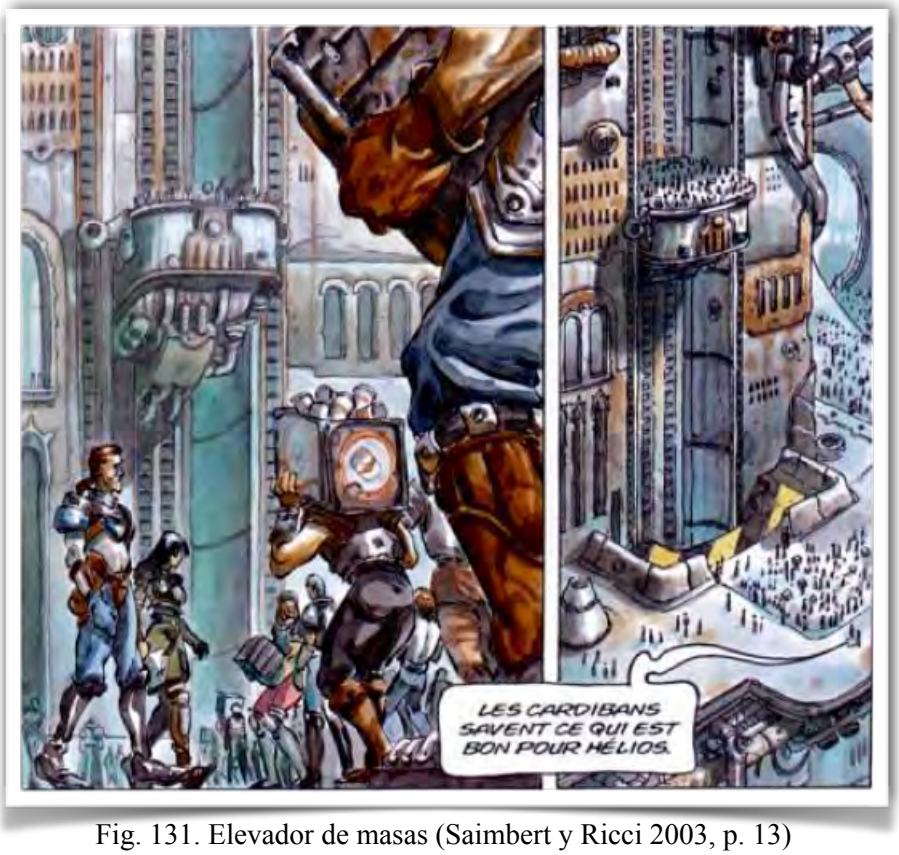


Fig. 131. Elevador de masas (Saimbert y Ricci 2003, p. 13)

Este sistema de transporte genera varios problemas, que lo haría de difícil aplicación en el mundo real. Por una parte, el que desplace a tantos pasajeros hace que la espera hasta que se llene deba ser larga, o bien que se inicie su recorrido sin estar lleno, lo que sería un desperdicio de energía, dada la magnitud del vehículo. Y, por otra, el que esté descubierto, sometiendo a la intemperie a los usuarios, es algo que, en la mayoría de las latitudes actuales, no sería aceptable. Aunque este último problema es de sencilla solución. A pesar de los inconvenientes mencionados, esta filosofía de vehículo de transporte vertical de masas tiene algunas aplicaciones muy interesantes. Por ejemplo en los aeropuertos, donde los pasajeros,

que suben o descienden a un avión, lo hacen todos la mismo tiempo, usando para ello rampas mecánicas o escaleras. Podría ser un sistema de acceso muy cómodo para el desplazamiento desde la terminal de pasajeros a la entrada del avión, en sustitución del finger. Caso parecido es el trayecto, siempre tedioso y de perdida de tiempo para los usuarios, desde la llegada a la estación de metro hasta la entrada en el tren, donde hay que recorrer numerosos pasillos y escaleras mecánicas.

Fig. 132. Elevador diagonal (Arnoux y Millien 2001, p.23)

Con un sistema de ascensores de masas como este, el tren, a su llegada a la estación, en vez de dejar a los pasajeros en el andén, podría permitirles subir a un elevador de masas, como el mostrado, y desplazarlos directamente a la superficie, ahorrando gran cantidad de tiempo a los pasajeros y por lo tanto costes en general.

Mención especial merece, dentro de los elevadores dedicados al desplazamiento de importantes cantidades de personas, el siguiente ejemplo (Arnoux y Millien 2001) en el que el desplazamiento del vehículo se produce a lo largo de una trayectoria diagonal, cruzando una ciudad de varias alturas y con aparente capacidad para numerosos pasajeros. El vehículo asciende y desciende por una rampa, formada por cuatro carriles situados de dos en dos en los extremo de la misma. Esta concepción de la utilización del desplazamiento vertical, no para subir o bajar un edificio, sino para moverse en altura en una ciudad, tiene una importante dosis innovadora. Primero por el concepto de ciudad vertical o a distintos niveles, muy habitual en el mundo de cómic, especialmente en mundos distópicos, donde la población ha alcanzado tal magnitud que las ciudades no pueden crecer a lo largo y lo hacen en altura, creando varias capas de edificios y de infraestructuras de transporte… Segundo, porque el elevador tiene el tamaño de un pequeño edificio. Nos encontramos aquí de nuevo con un vehículo de transporte

vertical de masas. Y, finalmente, porque no es puramente vertical, tiene una inclinación diagonal que permite que la tracción se realice, en todo o en parte, por medio de los cuatro carriles mencionados.

Es conveniente recordar, que la utilización de vehículos para el transporte de ciudadanos de zonas bajas de la ciudad a zonas más altas, no es solo terreno de la ciencia ficción. En la misma ciudad donde se realiza esta tesis, Santander, son varios los sistemas instalados por el Ayuntamiento que llevan a los ciudadanos de la parte baja de la ciudad a la parte alta, y viceversa. En concreto el de la calle Río de la Pila (Suavia 2009) se asemeja bastante al modelo diagonal que se acaba de analizar. La ciudad se encuentra construida a varias alturas, adaptándose al terreno, y ello provoca la necesidad de subir y bajar constantemente en determinados puntos. Con esta solución, muy similar a la del cómic, se ha resuelto el problema para aquellos que no eran capaces de realizar el esfuerzo de subir el desnivel.

Fig. 133. Elevador diagonal Santander (Suavia 2009)

Un ejemplo similar, pero ya puramente vertical, es el que recorre, de nuevo, una ciudad multicapa (Morvan, Buchet y Savoya 1995). En este caso, el vehículo guiado salva una altura muy superior a los altos edificios que la rodean y tiene la particularidad de que la infraestructura es una columna que no parece apoyarse en nada. No se puede apreciar ni su comienzo ni su final, que se pierde en la

Fig. 134. Elevador sobre columna(Morvan, Buchet y Savoia 1995, p. 45)

profundidad de las capas de la ciudad. El vehículo que realiza el transporte tiene configuración de cabina cerrada, de gran tamaño, para el desplazamiento, como en los casos anteriores, de una importante cantidad de personas, para aprovechar el viaje que, sin duda, durará bastante, dada la distancia que debe recorrer.

Dejando el concepto de transporte vertical de masas, a continuación se analizan los transportes verticales situados al exterior de los edificios, con la línea de desplazamiento pegada a su fachada. Los ejemplos de esta configuración aportan, de nuevo, creatividad e innovación, ofreciendo ideas en el terreno de la ingeniería y el urbanismo.

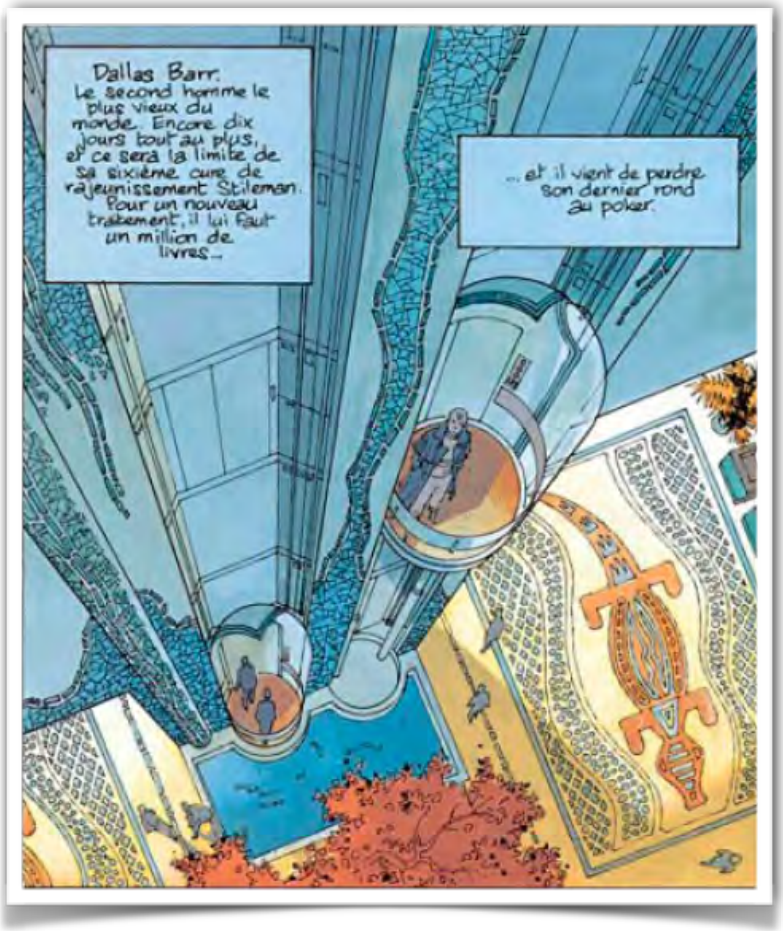


Fig. 135. Elevador exterior (Haldeman y Marvano 1996 p. 6)

La posibilidad de contemplar el paisaje (Haldeman y Marvano 1996) mientras se asciende por el edificio, el acceso directo a la vivienda a la que se va, sin tener que pasar por las zonas comunes del edificio, el ahorro de espacio en el interior –problema común de hoy en día, donde muchos edificios antiguos no fueron concebidos para albergar un ascensor y por lo tanto deben realizar costosas obras para encajarlo en su interior, o sencillamente renuncian a

él–, son factores que hacen que la solución mostrada sea muy interesante. En el ejemplo de la figura, la tracción se produce a lo largo de dos columnas, bien por un sistema hidráulico, bien por la tracción de dos cables alojados en las columnas mencionadas.

Las posibilidades estéticas son muy sugerentes. En el siguiente modelo (Félix y Rieu 2003), su forma aerodinámica recuerda a un vehículo espacial, sobre todo por la salida de gases que se puede apreciar en la parte inferior. En este caso, el "ferrocarril" vertical se desplaza encajado en un canal, que se asemeja a los analizados en el capítulo de infraestructura con forma de semitubería. Estos vehículos estarán diseñados para subir por edificios de gran altura, a una velocidad muy superior a la de los ascensores convencionales, problema este, el del dilatado tiempo de acceso en los nuevos rascacielos gigantes, que queda resuelto de esta manera.

Fig. 136. Ascensor de fachada
(Félix y Rieu 2003, p. 36)

Fig. 137. Ascensor de fachada
(Corbeyran y Moreno 2004, p. 63)

Corbeyran y Moreno (2004), enmarcan la estética de su propuesta urbana dentro del retrofuturismo mencionado con anterioridad. A lo largo de la fachada de sus edificios de gran

altura, discurren cabinas de elevación vertical de aspecto retro, donde se puede apreciar la existencia de los dos carriles sobre las que se desplazan. No existe en este caso tracción por cable, por lo tanto funicular, sino que el sistema propuesto es exclusivamente de rueda dentada que avanza a lo largo de la pared, apoyándose en las oquedades circulares que jalonan su recorrido.

En el caso de que la fachada del edificio sea curva (Morvan, Buchet y Savoia 1995), situación real que se puede encontrar hoy en día en algunos de los modernos diseños de rascacielos que se construyen, el vehículo de ascensión vertical debe ceñirse al recorrido. La propia cabina realiza las funciones de tracción y guiado con motor propio, adaptándose a la curvatura de los carriles.

Fig. 138. Elevador sobre fachada curva (Morvan, Buchet y Savoia 1995, p. 47)

Fig. 139. Elevador sobre fachada (Giménez 1985, p. 28)

En la siguiente figura (Giménez 1985) se aporta un concepto que ya se vio al comienzo del capítulo y que supone una propuesta muy interesante para el diseño actual de los transportes

verticales a lo largo de edificios. En este caso se trata de una estructura tubular alargada, adosada a una fachada de gran altura, por donde ascienden, al mismo tiempo, no una cabina que debe subir y bajar para recoger y depositar los pasajeros, sino un sistema continuo de plataformas que no se detiene nunca, salvo cuando detecta que no hay pasajeros, y que permite el acceso continuo de usuarios sin que tenga que detenerse el sistema. De nuevo el sistema *Paternoster* descrito al principio. Básicamente se trata de la filosofía del sistema de las escaleras mecánicas que, debido a su baja velocidad, permite la subida y bajada de las mismas sin que se detengan.

Fig. 140. Elevadores sobre fachada (Arleston y Labrosse 2000, p. 14)

Y como último exponente de elevadores verticales de fachada se analiza este modelo más convencional (Arleston y Labrosse 2000), en el que dan servicio dos ascensores exteriores que se desplazan a lo largo de sendos canales, donde se encuentran encastrados, y en los que se realiza la función de tracción y de guiado. De nuevo, las paredes acristaladas de las cabinas evitan el efecto claustrofóbico del espacio confinado que producen los ascensores convencionales de interior, permitiendo, al mismo tiempo, contemplar la vista desde la altura del edificio. Estos sistemas presentan, además, una ventaja desde el punto de vista de la seguridad. El hecho de que no haya que entrar en el edificio para acceder a los ascensores, junto con la exigencia de que dichos elevadores tengan un código o una llave para ponerlos en funcionamiento, hace que la entrada de extraños al recinto de viviendas u oficinas sea más complicado.

En ocasiones, los vehículos guiados van por la fachadas, pero por el lado interior de las mismas, o bien por una de las paredes, como es el caso de la nave-hospital del siguiente caso (Corberyran y Moreno 2004). Se puede apreciar con nitidez el sistema de tracción y guiado que impulsa estos vehículos, que se elevan a lo largo de las columnas del edificio. Se trata de

dos ruedas acanaladas que se guían por los dos carriles con los que engastan, mientras que un cable tira de ellas desde la parte superior.

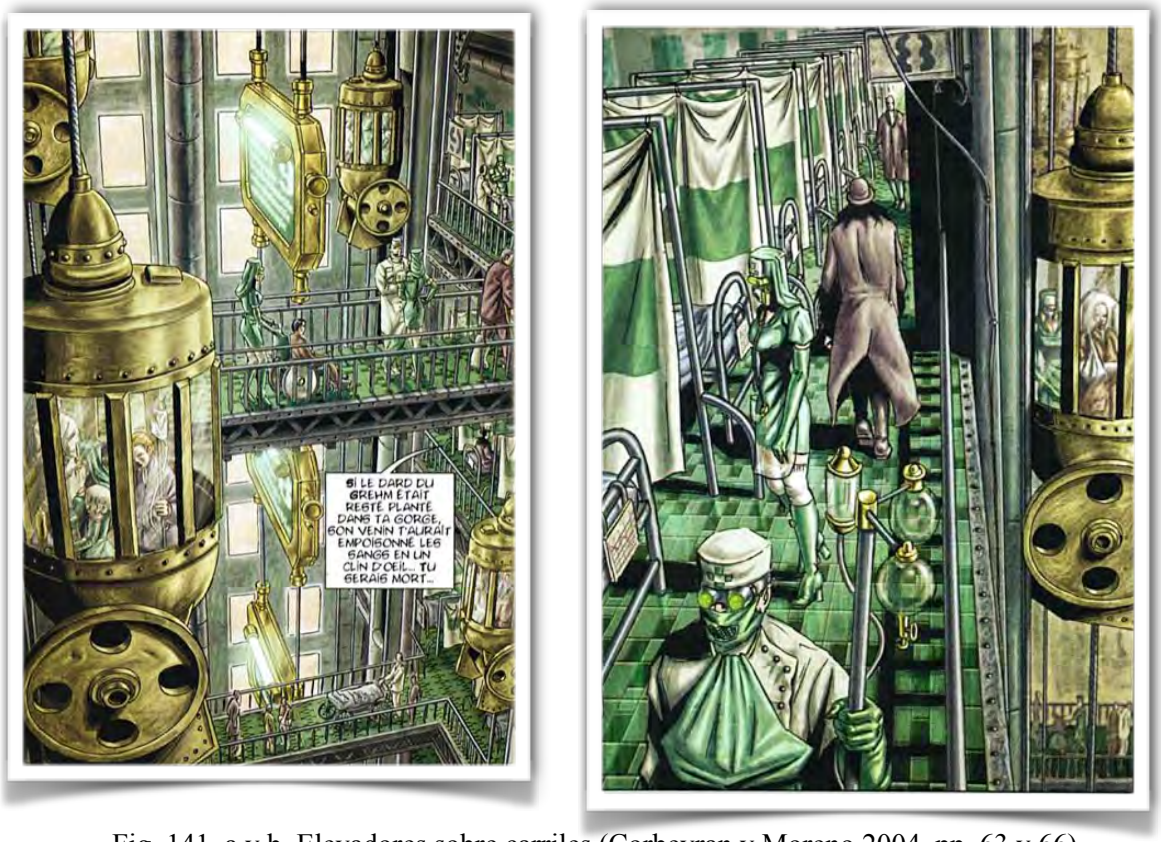


Fig. 141. a y b. Elevadores sobre carriles (Corbeyran y Moreno 2004, pp. 63 y 66)

Otra modalidad de elevadores verticales son los de tubo. En ellos una, o a lo sumo dos personas, se desplazan verticalmente a lo largo de unas tuberías, normalmente transparentes, dotados de distintos sistema de propulsión.

Fig. 142. Cinco elevadores tubulares individuales (Jodorowsky y Beltran 2002, p. 21)

En el caso de la figura (Jodorowsky y Beltran 2002), cinco elevadores monoplaza funcionan en paralelo con un sistema continuo, de forma que, dentro de cada tubo viajan varias plataformas al mismo tiempo, propulsadas por algún tipo de impulsión a chorro en la base de cada cabina. Arnonux y Millien (2003) diseñan un sistema similar, en este caso biplaza, como medio de acceso a un puerto de submarinos. Las ventajas de este sistema tubular son la simplicidad de la infraestructura y el escaso espacio que ocupan. No queda claro de la figura cuál es el sistema de tracción utilizado, pero sin lugar a dudas parece inalcanzable para la tecnología actual. Cabe destacar, de nuevo, la coexistencia de tecnologías antiguas con modernas. El ascensor, e incluso el submarino, son, sin duda, medios de locomoción dentro del terreno de la ciencia ficción, mientras que el sistema de tuberías y el aspecto general de puerto son actuales, o incluso antiguos. Todo ello enfocado a aportar esa mezcla de antiguo-moderno, viejo-nuevo que caracteriza los escenarios del cómic de ciencia ficción, para conseguir el marco adecuado para las sociedad distópicas que describen.

Fig. 143. Elevador tubular (Arnoux y Millien 2003, p.32)

Ocurre a veces que el autor, para guiar al lector en el sinfín de ocurrencias tecnológicas que propone en sus trabajos, se aviene a explicar su funcionamiento. En el elevador que se observa a continuación (O'Bannon y Moebius 1975), se bautiza el sistema como "Pozo antigrav", dando a entender que la elevación o descenso de los usuarios de este sistema de traslado vertical, funciona gracias a la eliminación o atenuación de la fuerza gravitatoria, permitiendo, con un mínimo esfuerzo, no se sabe si producido por la propia máquina o por un sencillo bote del pasajero, la subida o bajada por la tubería.

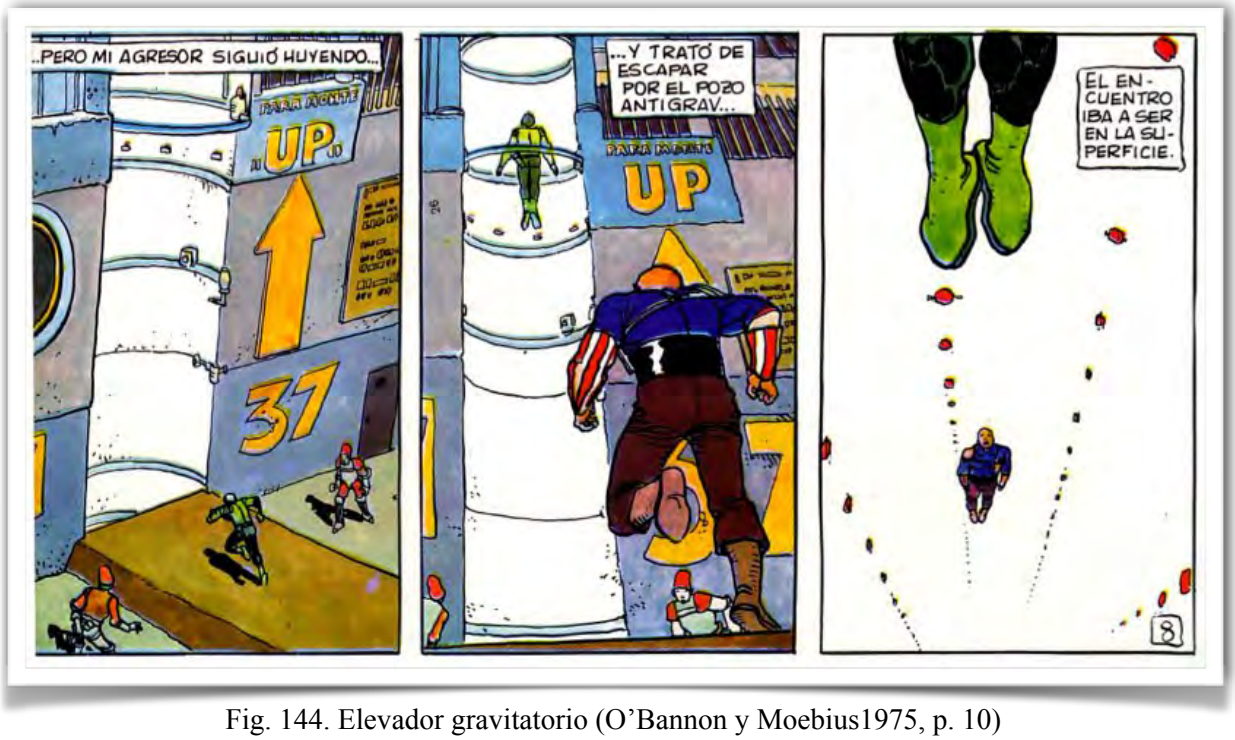


Fig. 144. Elevador gravitatorio (O'Bannon y Moebius1975, p. 10)

La tecnología del ser humano del siglo XXI no ha conseguido aún dominar la fuerza de gravedad o simular su ausencia, más que realizando vuelos parabólicos, o bien saliendo del área de influencia de atracción, a grandes alturas o fuera de la atmósfera. Si esta tecnología fuese accesible en algún momento, el desplazamiento vertical sería una de las aplicaciones más inmediatas, tal y como se describe en la cómic anterior.

Algunos autores, Leo (2002 y 2009), aprovechan esta idea de desplazamiento vertical gracias a la eliminación de la fuerza gravitatoria en situaciones que, bien podrían ser, en este caso sí, reales. En una estación espacial, donde todo flota por la ausencia de fuerzas gravitatorias, y donde hay que aplicar la tecnología para poder simularla, parece muy plausible que los sistemas de elevación utilicen este sistema para los desplazamientos.

En las siguientes figuras se puede observar un transporte vertical por sistema tubular dentro de una nave espacial. El autor, tal y como se ha visto en el ejemplo anterior, explica a través de carteles la tecnología de variación de la gravedad que usa para el desplazamiento de la cabina.

Fig. 145. Elevador en nave espacial (Leo 2009, p. 13)

Fig. 146. Detalle elevador en nave espacial (Leo 2002, p. 39)

De esta manera, se aprovecha la situación de falta de gravedad en el espacio en los desplazamientos entre nivel y nivel de la nave.

También tubulares son los dos ejemplos mostrados a continuación:

Fig. 147. Elevador-columna
(Lofficier y Formosa 2004, p. 25)

Fig. 148. Elevador monoplaza
(Tackian y Brion 2004, p.44)

Lofficier y Formosa (2004) proponen un elevador vertical para dos o más pasajeros en el eje de un gran espacio circular, mientras que Tackian y Brion (2004) diseñan un modelo más pequeño, monoplaza, que obedece a la voz, sin puerta de protección, al estilo de los antiguos montacargas. Esta ausencia de cerramiento es un elemento que va desapareciendo de las tecnologías de elevación de hoy en día, dadas las exigencias de seguridad de las mismas. En los lugares, sin embargo, en los que la velocidad no es muy alta, o cuentan con sistemas de

parada en cuanto el pasajero se salga del recinto de seguridad, la inexistencia de puertas, que lentifiquen el proceso de desplazamiento, pueden ser un plus de flexibilidad y seguridad.

Fig. 149. Elevadores a nave espacial (Moebius 2001, p. 58)

Es el caso del astronauta que sube a su cohete (Moebius 2001), subido a una base mínima que parece estar abierta. También la plataforma rectangular (Jodorowsky y Giménez 1993), de la figura inferior, carece de cabina o barandilla de protección, aunque es cierto que su tamaño permite ascender entre plantas sin peligro. En este último modelo se evidencian las ventajas de una estructura de este tipo. Cuando no está en funcionamiento permanece oculta en el suelo, sin ocupar espacio alguno, lo que supone una ventaja muy importante, especialmente en sitios pequeños. Esta solución podría ser de aplicación en plantas industriales, donde el espacio es con frecuencia exiguo, y la necesidad de elevar personas y equipos, a veces de un volumen y peso importantes, son frecuentes

Fig. 150. Plataforma elevadora (Jodorowsky y Giménez 1993, p. 11)

En esta modalidad de plataformas de elevación sin protección se encuentran numerosas propuestas en las viñetas de cómic.

Fig. 151. Plataforma elevadora
(Algésiras y Ogaki 2006, p. 39)

Fig. 152. Elevador-cohete
(Leloup 1972, p.31)

Algesiras y Ogaki (2006) muestran con cierto grado de detalle la maquinaria que hace ascender y descender la plataforma a lo largo de la pared de una nave o edificio. De nuevo se trata de un sistema de tracción por cremallera, donde los engranajes engastan sobre una estructura reticulada, que realiza las funciones de carril haciendo ascender el vehículo. En el caso futurista (Leloup 1972) de la figura de al lado, queda a la imaginación del lector la deducción de la composición de la plataforma ascendente, pero, en cualquier caso, parece moverse de nuevo, tal y como hemos observado en ejemplos anteriores, gracias a la impulsión producida por algún tipo de turbina a reacción en la base del vehículo. Otra vez se encuentra

la cabina de pasajeros sin más protección que la de una breve barandilla sólida. El sistema precisa en este caso de una sencilla infraestructura, como se puede observar. Se trata de unas abrazaderas ancladas a la pared que sujetan dos barras verticales, a lo largo de las cuales se produce el flujo energético en el que se desplaza el vehículo de forma cilíndrica.

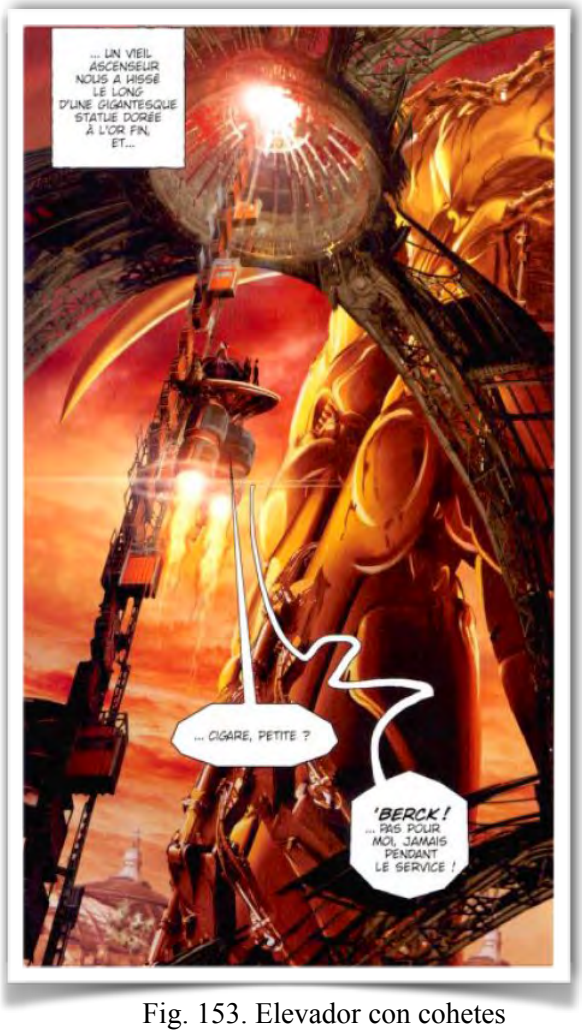


Fig. 153. Elevador con cohetes
(Téhy y Fenech 2007, p. 44)

Fig. 154. Elevador individual
(Font y Lecureux 1983, p. 27)

Mucho más indeterminado es el caso de la figura siguiente (Téhy y Fenech 2007). La infraestructura portante del vehículo cuelga en el vacío de un doble arco unido en una bóveda semicircular. A lo largo de esta infraestructura hay varias cabinas cuya utilidad no parece estar clara. En cualquier caso, los pasajeros de la plataforma que asciende lo hacen al igual que en los ejemplos anteriores, sin protección, impulsados por dos cohetes en su base. De tecnología más sencilla parece el elevador individual (Font y Lecureux 1983) que se adentra en una

ciudad construida a gran profundidad. La cabina cilíndrica aparece encajada entre sus dos guías y, a pesar de que el detalle de la viñeta no permite apreciar con exactitud el sistema de tracción, se puede observar cómo el vehículo descansa sobre una plataforma que se conecta con el canal por el que se desplaza, con dos agarres semicirculares que actuarán de sistema de guiado y tracción.

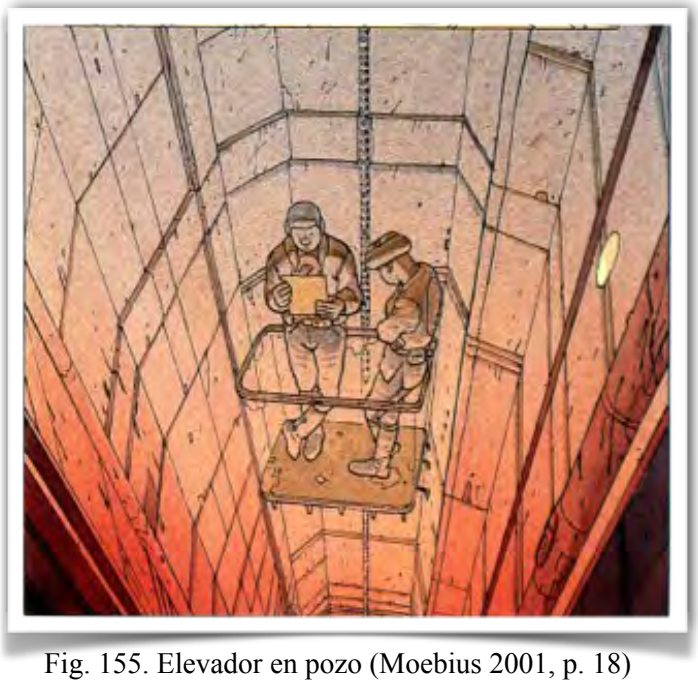


Fig. 155. Elevador en pozo (Moebius 2001, p. 18)

En la siguiente figura (Moebius 2001) tampoco se explicita cuál es el sistema de tracción que eleva a los dos ocupantes de la exigua plataforma. Parece, a primera vista, que son cables los que la sostienen, pero fijándose con cuidado en el dibujo se aprecia que no son tales, y que la sencilla plancha que actúa de ascensor se eleva por un sistema desconocido.

Fig. 156. Elevadores flotantes (Froideval y Tacito 2004, p. 11)

Mucho más sofisticado es el sistema de elevadores –si es que se pueden denominar así– de la figura siguiente (Forideval y Tacito 2004), que ayudan a ascender a sus ocupantes. Se trata de cabinas, también transparentes, que no utilizan infraestructura alguna en su desplazamiento. Son, por lo tanto, autoportantes. Su método de propulsión, así mismo desconocido, está sin embargo

claramente situado en la base inferior, a tenor del chorro que parece emanar en su desplazamiento. En la parte superior de estas cabinas se pueden observar cuatro troncos de cono de los que sale una luz, que podrían servir para equilibrar el movimiento del vehículo o desplazarlo hacia los lados.

Forrest y Guillón (2011), por su parte, crean una estructura radial, de forma que el elevador se encuentra en el centro de un circunferencia, confluyendo en él, a distintos niveles, como radios o diámetros, las pasarelas que conducen a la cabina central. Este sistema difiere del

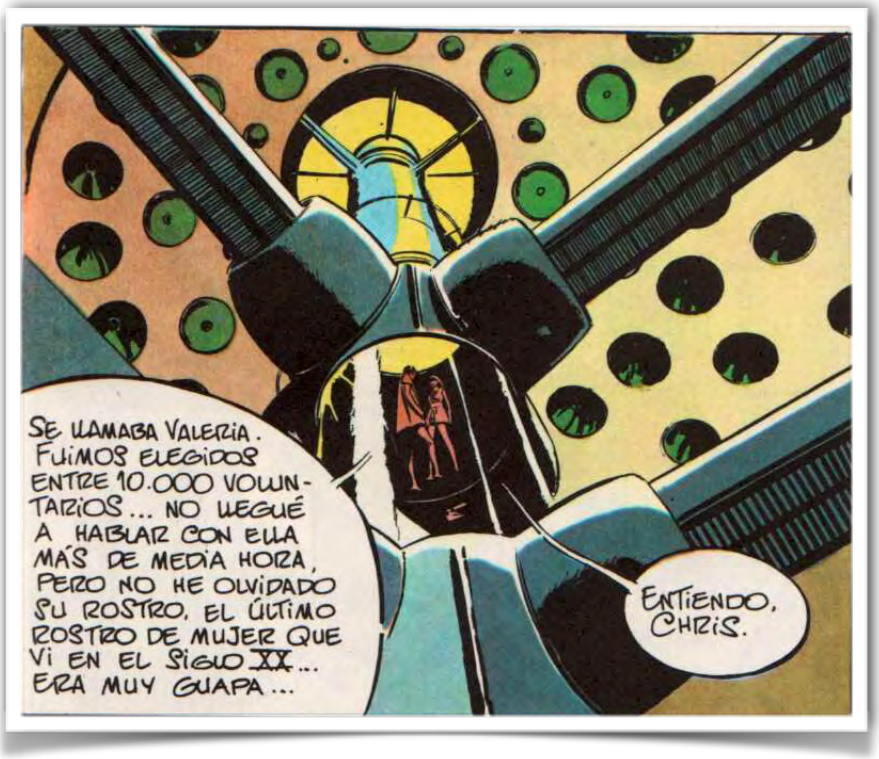


Fig. 157. Plataformas radiales llegando a ascensor (Forest y Gillon 1983, p. 6)

usual utilizado hoy en día en los espacios diáfanos, como grandes centros comerciales, donde, por lo general, suelen encontrarse cercanos a la entrada, en los laterales, aprovechando la estructura de pilares del edificio, y dejando que el resto del espacio quede diáfano para proporcionar más amplitud al local. En este caso los autores mencionados hacen converger distintos espacios en un eje central, por donde los usuarios podrán cambiar de nivel.

Para concluir el capítulo, se muestran ejemplos desparejados, sin temática común, dentro del de los vehículos guiados de desplazamiento vertical. En el primero (Morvan y Buchet 2000), la infraestructura recorre el pozo de roca natural, penetrando en las entrañas de la tierra. Esta se ha anclado a la pared y a lo largo de ella se han previsto los dispositivos mecánicos para el acoplamiento de un vehículo que actúa como elevador, para subir y bajar por todo el recorrido.

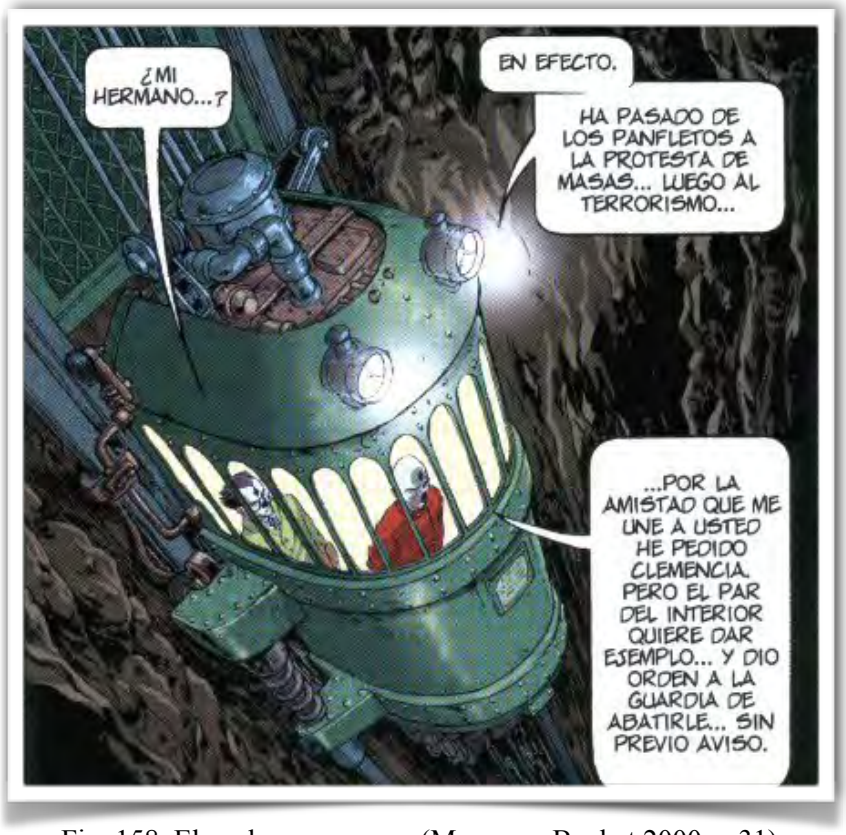


Fig. 158. Elevador en caverna (Morvan y Buchet 2000, p.31)

En el detalle se pueden apreciar los elementos mecánicos, como los muelles de amortiguación para la llegada suave del vehículo a las distintas estaciones o niveles en los que vaya parando, las pequeñas ruedas de guiado en la parte superior, las columnas a lo largo de las cuales se desliza, la iluminación que proporciona, tanto en el interior de la cabina como los focos para el exterior, etc. De nuevo, hace su aparición la estética retrofuturista mencionada anteriormente. Se aprecia en la obsoleta técnica del roblonado o el remachado del ensamblado de las partes metálicas en la chapa de la cabina, o en los focos al estilo de las antiguas lámparas ferroviarias que portaban las locomotoras de vapor.

Dufaux y Adamov (2001) diseñan un elevador completamente distinto de los anteriores, proponiendo una cabina que se desplaza a lo largo de cuatro carriles en sus extremos, gracias a la acción de los tirantes que se pueden observar en la figura. Estos, se mueven solidarios con dos ruedas dentadas en la parte superior del mecanismo, consiguiendo con su giro que la barquilla donde se encuentran los pasajeros ascienda y descienda. Y, adosada al ingenio, se encuentra la pasarela, por donde los usuarios pueden acceder al elevador, con una zona de espera en la estructura.

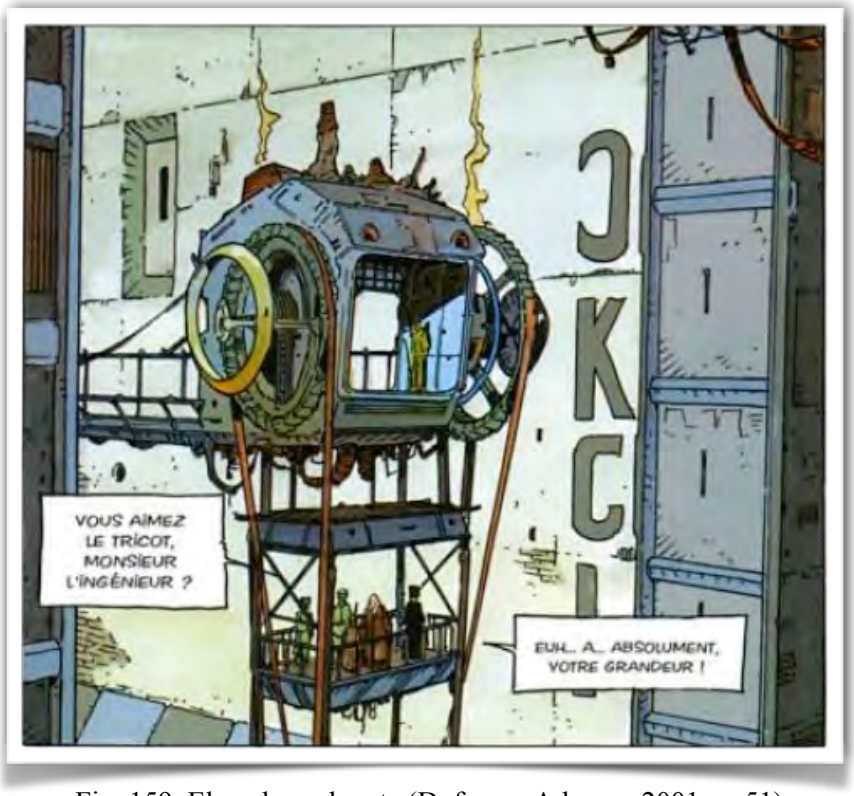


Fig. 159. Elevador colgante (Dufaux y Adamov 2001, p. 51)

Este diseño, alejado de cualquier sistema convencional, inventado por los autores que intentan así sorprender a los lectores, es un verdadero trabajo innovador de ingeniería, independientemente de su realismo y utilidad. Llevan, todos los modelos vistos con anterioridad, a reflexionar sobre la capacidad de innovación en el mundo de la ingeniería que supone el trabajo de estos profesionales. Sus propuestas, nacidas sin duda del esfuerzo imaginativo, combinado con indudables conocimientos técnicos, pueden convertirse en fuente de inspiración para aplicaciones reales de los ingenieros que sepan mirar con ojos técnicos todos estos desarrollos.

Es evidente que los autores, en este caso y en todos los demás, demuestran tener, no solo conocimientos de ingeniería al plasmar soluciones técnicas, posibles o imposibles, reales o imaginarias, sino que, en la plasmación que hacen de ellas, utilizan todas las herramientas de los sistemas de representación que son, también, la herramienta gráfica del ingeniero, compartiendo así ambos conocimientos comunes de ambas disciplinas.

En el caso siguiente se muestra la configuración mecánica del sistema de tracción de la cabina (Corbeyran y Moreno 2006), haciendo un estudio de detalle de los carriles guía que sirven de cauce de desplazamiento a las dos ruedas que guían el movimiento de la misma.

Fig. 160. Detalle sistema tracción ascensor (Corbeyran y Moreno 2006, p. 38)

Los diseños no tienen por qué ser siempre complicados. A veces, los vehículos mostrados en las viñetas, como es el caso siguiente (Leo 2006), son de una gran simplicidad. En este caso se trata de un pequeña cabina que asciende en diagonal por la escalera de acceso a una nave espacial. Aunque no queda claro cuál es el sistema de tracción, la sencillez del diseño, la corrección de la configuración de la celosía de la escalera por la que sube, son obra de alguien que sabe de ingeniería. Una breve comprobación en la biografía del autor, Leo, seudónimo de

Luiz Eduardo de Oliveira, confirma que la exactitud de sus obras no es fruto de la casualidad o de la capacidad de copiar, es que se trata efectivamente de un ingeniero industrial, que ha aplicado sus conocimientos técnicos al mundo del cómic. De esta combinación, ingeniero-autor de historietas, surgen reflexiones gráficas profundas del posible desarrollo de la ingeniería futura, siendo fuente inapreciable de ideas que deberían ser estudiadas.

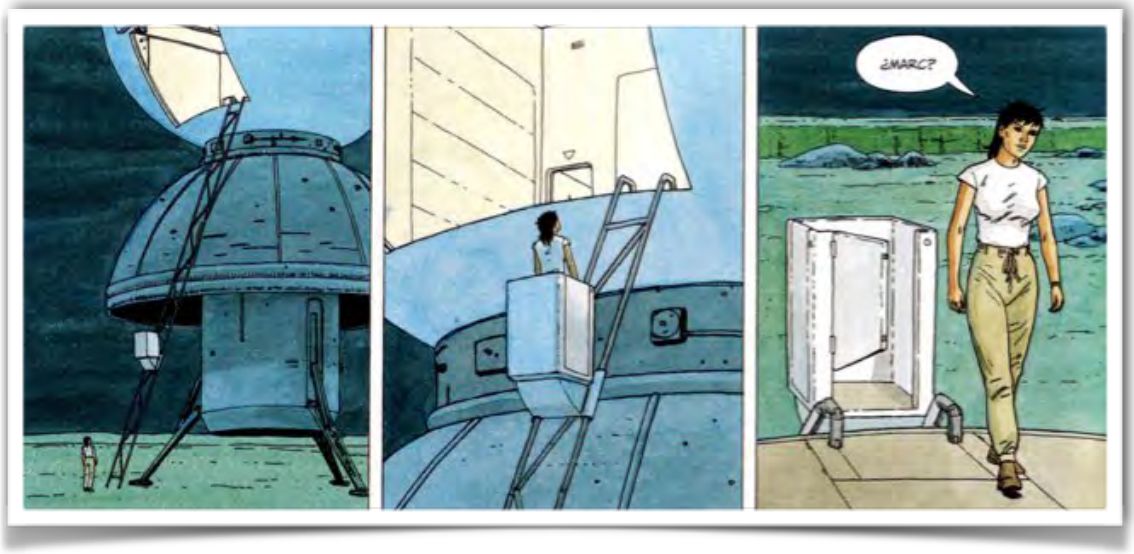


Fig. 161. Elevador diagonal a nave (Leo 2006, p. 46)

Para finalizar el capítulo se aporta un caso muy original (Houot y Charrance 2002). Un sistema para ascender directamente desde la tierra hasta una estación espacial, situada en órbita fuera de la atmósfera. Se trata de un rayo de luz portante, a lo largo del cual se mueven dos cápsulas donde van los pasajeros. Estás cápsulas, en vez de realizar el trayecto completo desde la tierra hasta la estación espacial, recorren cada una la mitad del camino, la una desde la tierra y la otra desde fuera de la atmósfera, encontrándose en el punto medio de su trayectoria. Allí se unen a través de una compuerta, manteniendo la presurización, trasvasando a los pasajeros de una a otra, de tal forma que, para realizar un viaje completo, hay que haber pasado por las dos cápsulas. El sistema de propulsión de las mismas, al igual que en otros casos anteriores, no queda explicado, pero la aparente ausencia de cohetes sugiere que el rayo portante produce algún tipo de campo anti-gravitatorio que logra la ascensión y descenso del vehículo. Con estas dos figuras termina este capítulo, de longitud superior a la media de los

mostrados en la tesis. Por este motivo concluimos que, dentro de la representación del transporte guiado en el mundo del cómic de ciencia ficción, este sistema es uno de lo más plasmados.

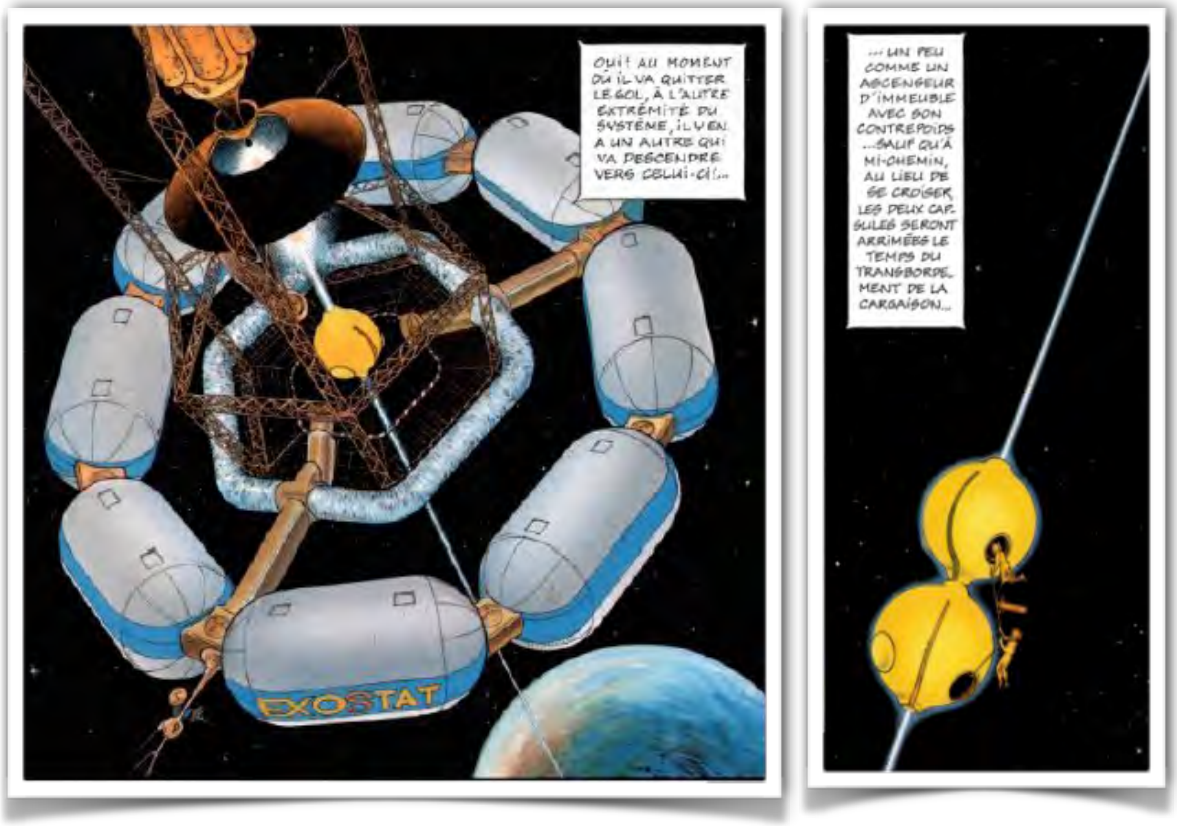


Fig. 162. a y b. Elevadores desde la tierra hasta estación espacial(Houot y Charrance 2002, p. 36)

Ello refleja, por lo tanto, la importancia dialéctica, estética y tecnológica que los simples ascensores, ferrocarriles verticales –o diagonales, como se podido comprobar– tienen en este medio de expresión. Las construcciones del ser humano están creciendo en altura en las ciudades, no en anchura, debido principalmente a la escasez de espacio en las mismas. Este sistema de desplazamiento toma un papel cada vez más importante en nuestras vidas y así queda patente en estas premonitorias muestras de expresión gráfica de los ingenieros de la realidad futura, los guionistas y dibujantes de historietas.

3.3.10. TRANSPORTE POR CABLE. FUNICULAR

Un funicular es, por definición, un sistema de transporte en que los vehículos van suspendidos de un cable de tracción. Son, por lo tanto, parte de la familia del desplazamiento guiado, y por lo tanto del ferrocarril.

Como en capítulos anteriores, vemos que los autores de ciencia ficción en el cómic se valen de estos ingenios para salvar importantes desniveles, o para desplazar a los pasajeros por encima la superficie de la ciudad, evitando así la aglomeración de los otros medios de transporte en la cota cero.

En la primera muestra aportada, los autores (Corbeyran y Bouillez 2004) dividen el cielo de la ciudad en distintos niveles. Tal y como se puede apreciar en el frontal de la cabina, el vehículo

Fig. 163. Red de transporte por cable (Corbeyran y Bouillez 2004, p. 11)

tiene una doble clasificación, el nivel en el que se mueve: “NIVEAU 1”, y la línea a la que pertenece dentro de ese nivel: “LIGNE 25”. A distintas alturas se observan los otros niveles a los que se hace referencia, creando, de esta manera, una red de teleféricos que unen distintos puntos de la ciudad, no solo en los ejes x e y, también en el eje z.

Aparece de nuevo, en este ejemplo, la estética retrofuturista steampunk, que ya se ha encontrado en casos anteriores. En la cabina se puede apreciar el sistema de unión de chapas por roblonado, rasgo característico, como hemos podido comprobar, de una parte considerable

de la iconografía del cómic de ciencia ficción. De igual manera, la propia forma del vehículo, que busca imitar a algunos modelos de las antiguas carrozas tiradas por caballos, la inclusión de un tubo de escape de gases, el foco de gran tamaño, etc, son otros detalles que refuerzan la estética "retro" mencionada. En cuanto al sistema de tracción, parece claro que no es el cable el que se mueve, como es el caso habitual de los teleféricos actuales, sino el propio vehículo el que genera su capacidad de desplazamiento a través de un motor, que hace subir y bajar el cilindro que accionan, como el pedal de una bicicleta, las dos ruedas que se apoyan en el cable. Esto explicaría la existencia del tubo de escape, necesario para evacuar los humos que produce el motor de combustión mencionado.

En el siguiente caso (Bourgeon y Lacroix 2007) la información que los autores aportan no es tan clara como en la viñeta anterior. Se trata aquí de una barquilla sin cerramiento, colgada a gran altura, puesto que la ciudad donde discurre se encuentra construida sobre pilares por encima de las nubes.

Fig. 164. Barquilla funicular (Bourgeon y Lacroix 2007, p. 33)

Su capacidad permite el transporte de varias personas y de materiales, como se puede apreciar en la figura. En cuanto al motor que genera el movimiento se puede deducir que se encuentra en la estructura que une la barquilla al cable.

En la viñeta que sigue (Forest y Guillon 1978) se puede observar la sencillez de la plataforma de transporte, más estilizada que en los casos anteriores. Se trata de una mera chapa a la que van soldadas una varillas metálicas, que hacen las funciones de barandilla. Sin embargo, aquí los autores nos permiten analizar la "estación" de carga de pasajeros en tierra y uno de los sistemas de anclaje de la infraestructura. En el caso de la zona de acceso a los usuarios del teleférico, se ha construido una zanja longitudinal, de hormigón o similar, por la que puede discurrir, sin impactar con el suelo, la quilla central de la barquilla que tendrá, con toda probabilidad, la función estabilizadora que requiere este sistema de locomoción, sometido a las fuertes corrientes de viento, debidas a la altura a la que se desplaza. Al mismo tiempo, la plataforma descansa en los bordes de la zanja mencionada, permitiendo la subida y bajada de pasajeros al medio de transporte. Asimismo, se puede observar cómo el cable portante sale de un túnel artificial en la montaña donde, sin duda, se encuentra el anclaje en roca de inicio de recorrido. En cuanto a la tracción y desplazamiento cabe de nuevo suponer que se trata de un sistema autoportante, con un motor en el propio vehículo, en la estructura en contacto con el cable, o bien un sistema de cilindros en cada extremo de la línea, alrededor de los cuales se fuese arrollando y desenrollando el cable alternativamente, produciendo el movimiento de la barquilla fija sobre el hilo.

Fig. 165. Punto de salida del funicular (Forest y Guillon1978, p. 11)

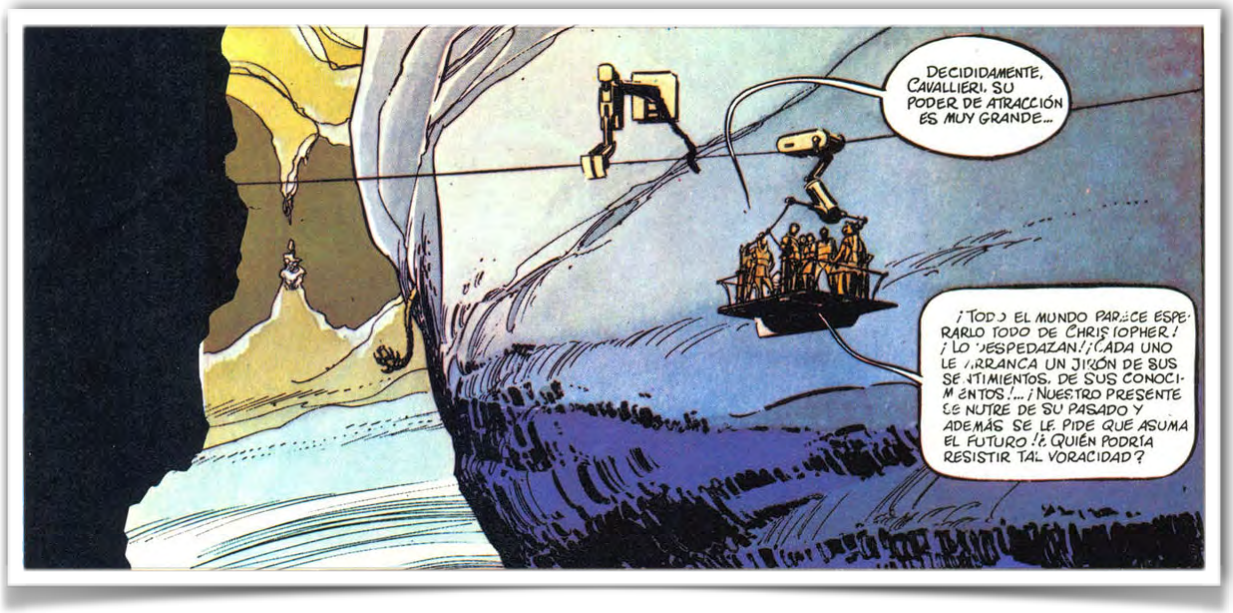


Fig. 166. Llegada del funicular al soporte (Forest y Guillon 1978, p. 14)

En cuanto al soporte, este puede apreciarse con claridad en la siguiente figura. Se encuentra soldado a una pletina anclada en roca, de forma que mantiene tenso el cable para que la curva que describe el hilo metálico no sea lo suficientemente pronunciada como para que no pueda circular el vehículo. A lo largo de todo el recorrido, existirán otros apoyos con la misma filosofía, para mantener lo más recta posible la trayectoria de este sistema de transporte.

También teleférico, pero de transporte individual, es el proponen los siguientes autores (Tronchet y Gelli 1989).

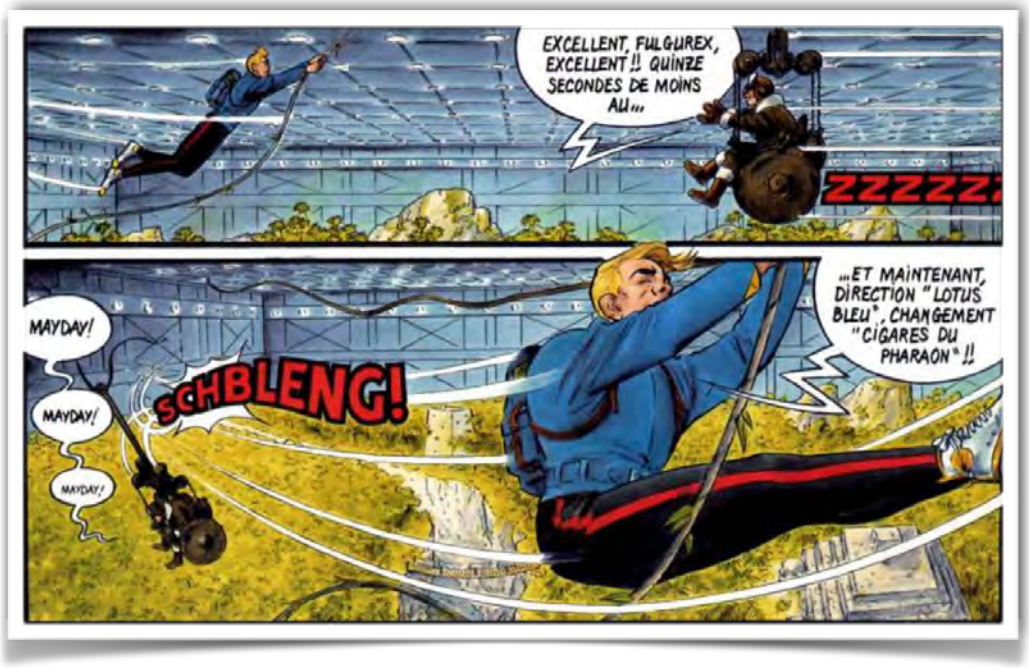


Fig. 167. Transporte funicular individual (Tronchet y Gelli 1989, p. 31)

En este caso se trata de un teleférico destinado al desplazamiento dentro de una gran nave cerrada, al abrigo de la intemperie, lo que justifica el hecho de que esté descubierta la barquilla. Esta se une con el cable a través de una larga pértiga, como se puede apreciar en la viñeta inferior, en la que se produce la rotura del cable portante.

Finalmente se aporta, para concluir el capítulo, un sistema de transporte guiado por cable (Arnoux y Millien 2005) que no se encuentra suspendido en el aire sino flotando en un medio acuático. Se trata de una sencilla balsa que se desplaza gracias a un mecanismo de tracción por cable en el que el motor, ahora sí que se puede observar con claridad, se encuentra dentro del propio vehículo. Tanto en la parte delantera como trasera del mismo se hayan anclados a su estructura sendos ingenios, con ruedas móviles accionadas por el motor por los que pasa el cable tractor fijo. Para que la balsa no sea arrastrada por la corriente, está atada a los lados a otros dos cables que siguen el camino de la trayectoria de la balsa.

Fig. 168. Balsa funicular (Arnoux y Millien, 2005, p. 32)

3.3.11. INFRAESTRUCTURA TIPO MONTAÑA RUSA

Es este un capítulo especial, dado lo específico del tema y el hecho de que la información provenga exclusivamente de una fuente (Peeters y Shuiten 1996). Se trata de una infraestructura de ferrocarril muy especializada, construida generalmente para la diversión de sus ocupantes, no para la función de desplazamiento, puesto que, al tratarse casi siempre de un circuito cerrado, vuelve al punto de partida finalizado el viaje. Este sistema se denomina en España montaña rusa, y debe su nombre a las diversiones que tenían lugar durante el invierno en Rusia, país en el que se construían grandes toboganes de madera, por los que se descendían con trineos en la época de nieve. Los rusos, curiosamente, las denominan "montañas americanas" y en los Estados Unidos se las conoce por Roller Coaster.

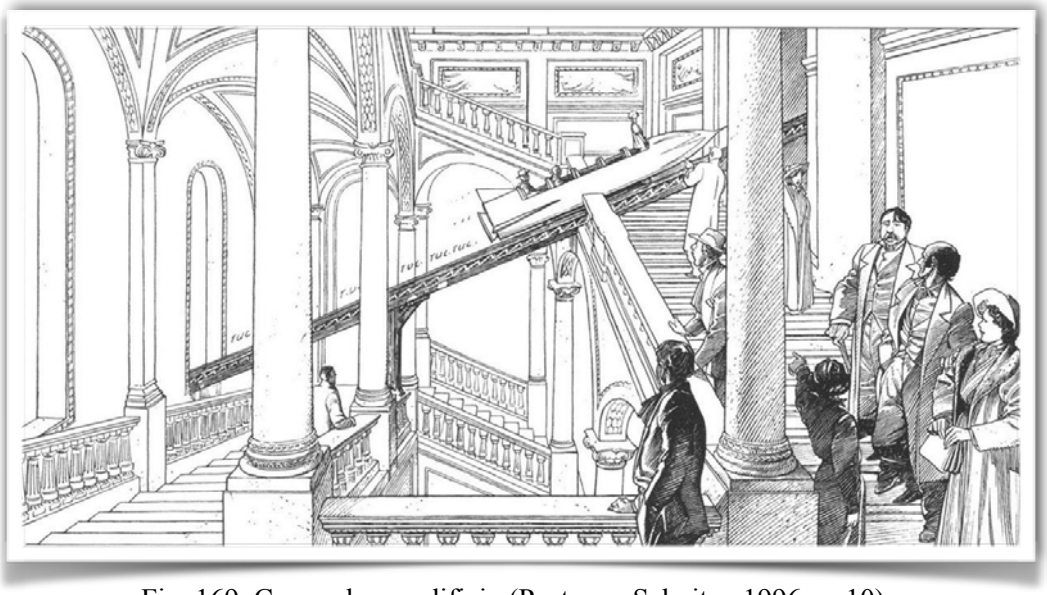


Fig. 169. Cruzando un edificio (Peeters y Schuiten 1996, p. 10)

En el cómic analizado, la infraestructura, en vez de encontrarse en un parque cerrado, se ha construido cruzando una ciudad, pero de tal manera que penetra en los edificios y estructuras de la misma. En la imagen anterior se puede comprobar como el coche o vehículo del ferrocarril entra por la ventana de un gran edificio público, cortando incluso en su trayectoria la balaustrada de una de las escaleras. Su lenta ascensión, a lo largo de los rieles, se produce impulsada por un motor o traccionada por una cadena, para, a continuación, descender por efecto de la gravedad, provocando una aceleración con el objetivo de asustar y divertir a sus

ocupantes. En la siguiente imagen, la infraestructura cruza a través del campanario de una iglesia a gran altura, utilizando dicha construcción como pilar de sujeción.

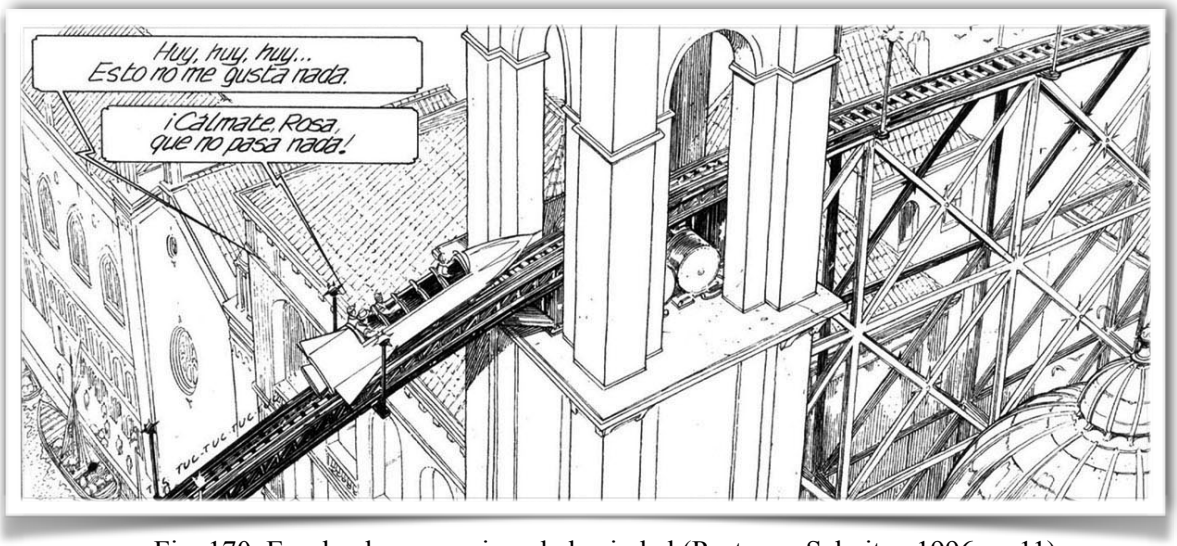


Fig. 170. Escalando por encima de la ciudad (Peeters y Schuiten 1996, p. 11)

La celosía portante que se observa en la figura que sigue, eleva el desarrollo de su trayectoria por encima de los tejados de la ciudad, permitiendo este hecho, a los autores, hacer una descripción del entorno a vista de pájaro, poniéndose a la altura de los protagonistas. Esta idea de sacar a un medio de transporte de su lugar natural, para imponer su aparatosa armazón en el centro de una ciudad, hace plantearse al ingeniero la relación entre las infraestructuras de transporte con el marco urbano en el que vivimos. Ya ha ocurrido en muchas grandes ciudades, donde la escasez de espacio ha obligado a superponer las vías de comunicación de una forma tan absurda como la mostrada en este cómic. Dobles y triples niveles de calzadas, líneas de trenes urbanos, todos ellos soportados por pesadas estructuras de hormigón que invaden el espacio del ciudadano, deberían generar una reflexión en el ingeniero civil, responsable de resolver estos desafíos de nuestro tiempo.

François Schuiten, cuyo padre y hermanos son arquitectos, muestra en sus obras la preocupación por el concepto, tanto clásico como moderno, de la arquitectura. Desafía en sus historias las concepciones clásicas de la disciplina, creando ciudades en las que los medios de transporte tienen una importancia vertebradora de la historia, deformando la realidad para

mostrar facetas de la relación entre ambos entes, que obliguen a reflexionar sobre su coexistencia.

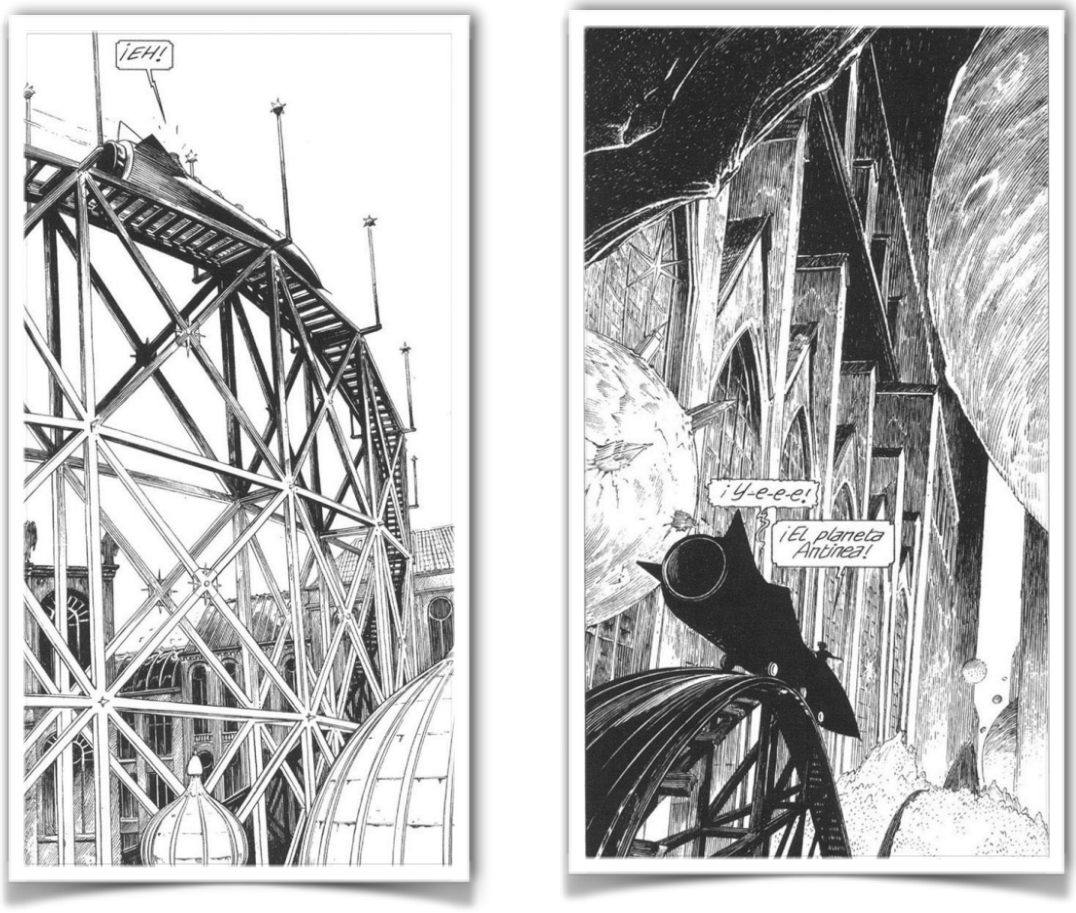


Fig. 171. a y b. Circulando sobre la ciudad (Peeters y Schuiten 1996, p. 11 y 12)

En las siguientes viñetas se sigue mostrando el desarrollo del recorrido del ferrocarril-montaña rusa en el entorno de la ciudad –parece sugerir que se trata de Venecia–, ofreciendo a sus pasajeros el recorrido urbano desde un punto de vista singular. En una de ellas, incluso, propone la visión mezclada de los edificios con planetas, que se pudiesen contemplar desde esas alturas, elevando el medio de locomoción más allá de sus límites terrenales. El viaje en ferrocarril se convierte, por lo tanto, en un descubrimiento, en una experiencia urbana destinada a profundizar en la esencia de la ciudad, cruzándola a vuelo de pájaro, penetrándola en sus secretos como si el vehículo fuese el alma que traspasa los muros (ver viñeta inicial). En definitiva, en este capítulo, no solo se analiza un medio de transporte novedoso por su ubicación, como es la montaña rusa cruzando el centro de una ciudad, sino que en una

segunda lectura, se desvelan conceptos más profundos, relacionados con la interacción entre el transporte y la ciudad.

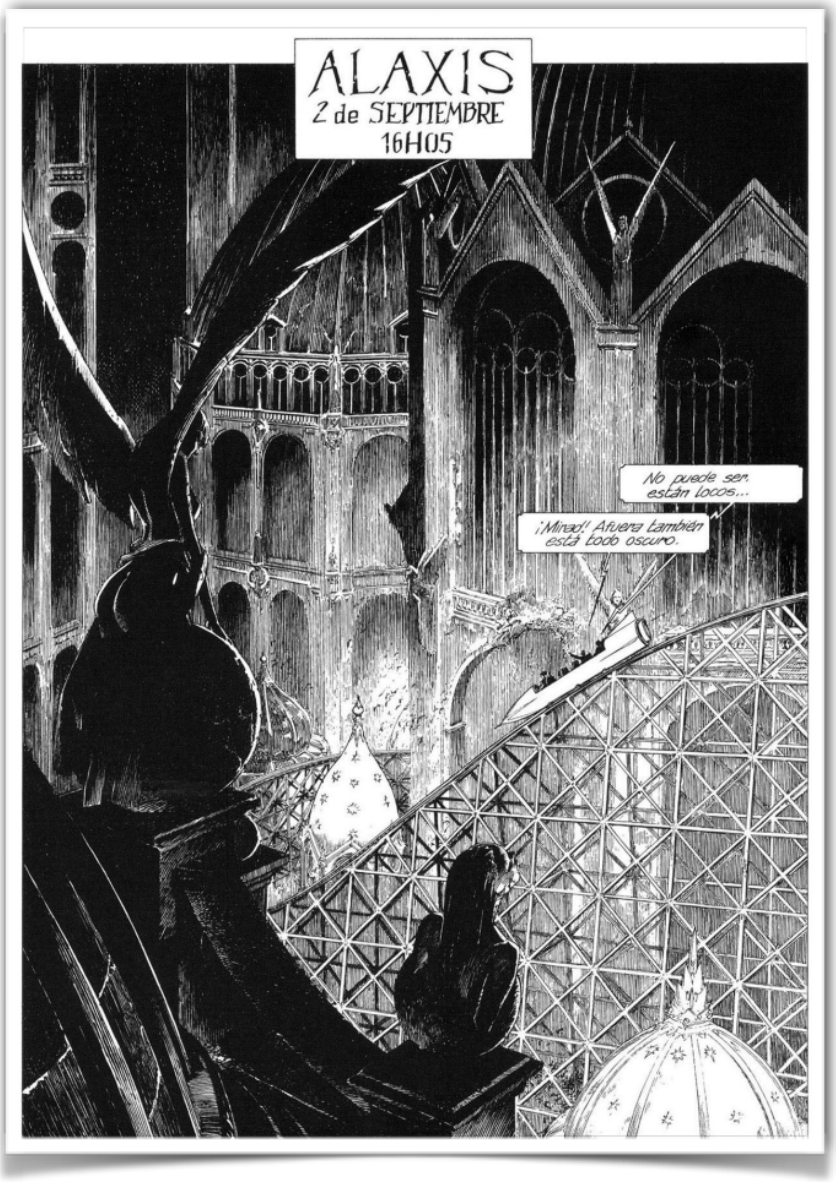


Fig. 172. Vista de la estructura de la montaña rusa (Peeters y Schuiten 1996, p. 23)

3.3.12. LOCOMOTORAS Y MATERIAL RODANTE

A lo largo de la historia del ferrocarril, el tren ha ido sufriendo modificaciones estéticas y tecnológicas que han transformado las primeras locomotoras de vapor en los trenes de alta velocidad de hoy en día. Los dibujantes y guionistas del cómic prolongan esa línea imaginaria de evolución, adentrándola con sus propuestas en el terreno de la ciencia ficción. O bien, la devuelven al pasado, con reformulaciones de vehículos ya existentes. Es el caso de la primera propuesta del capítulo (Schuiten y Peeters 1986), en el que un modelo clásico de locomotora de vapor aumenta su tamaño de forma muy importante, manteniendo sin embargo sus formas clásicas.

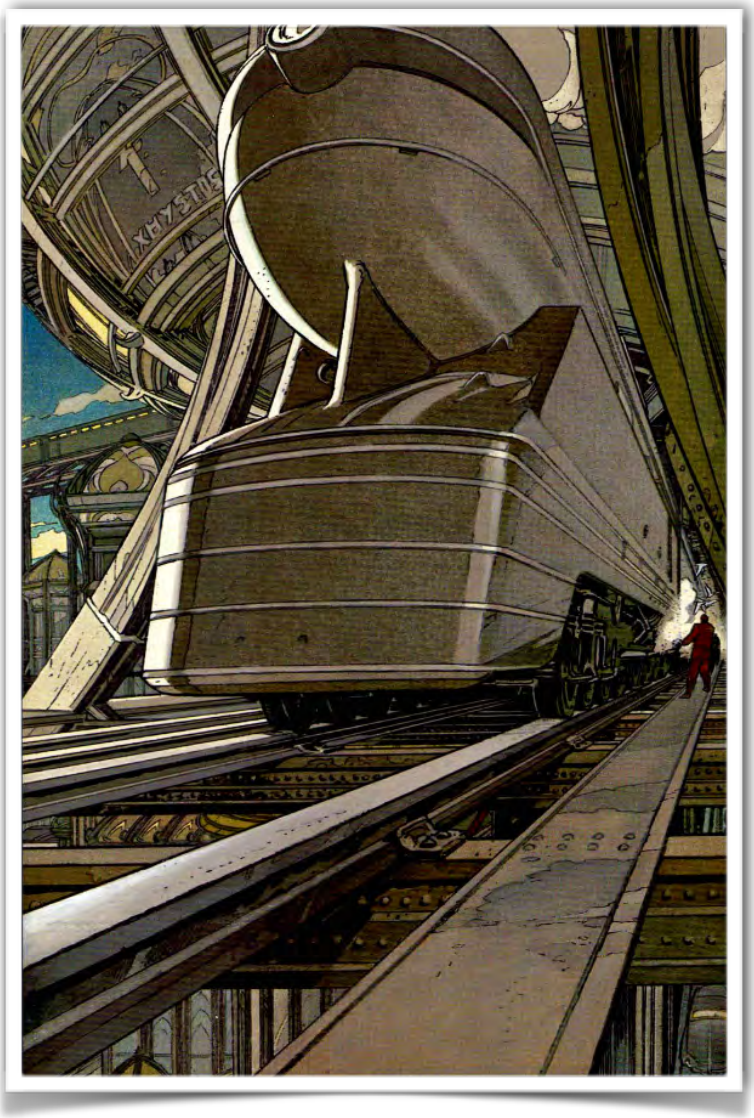


Fig. 173. Locomotora gigante (Schuiten y Peeters 1986, p. 14)

No es el caso del tren en la trinchera (Pecqueur y Henriet 2003), desarrollo futurista que estiliza la forma de locomotoras y vagones, eliminando casi todas sus curvas, y que convierte la infraestructura, por donde se desplaza, en una vía en placa, donde se ha eliminado el balasto y el ancho de vía parece haberse reducido de forma considerable, uniendo de tal forma los carriles, que casi se puede hablar de monorraíl.

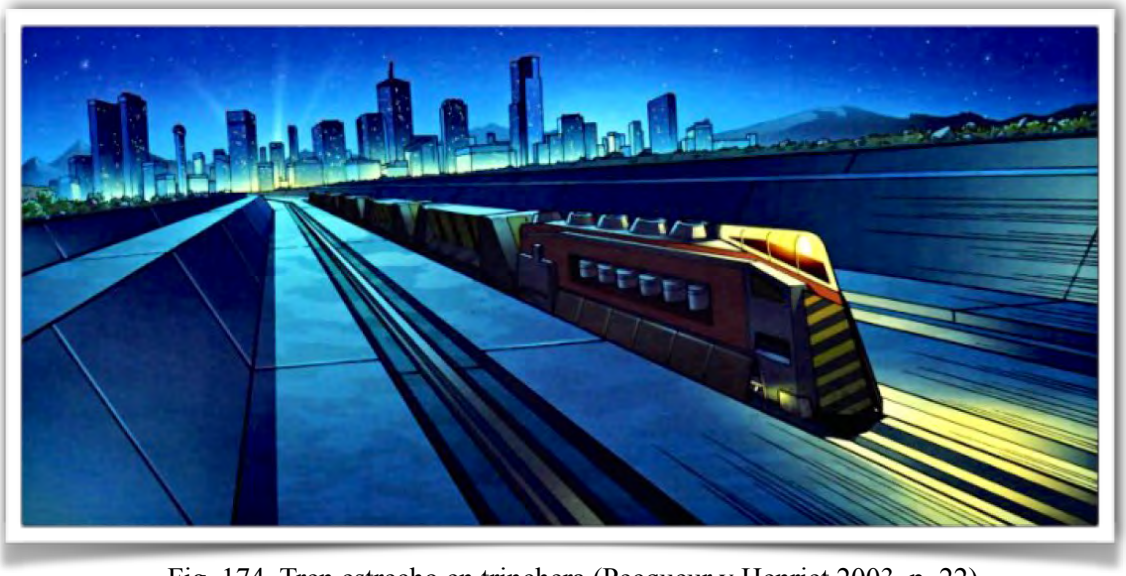


Fig. 174. Tren estrecho en trinchera (Pecqueur y Henriet 2003, p. 22)

Fig. 175. Locomotora blindada y con cañones (Duval y Gioux 2007, p. 23)

La siguiente figura (Duval y Gioux 2007) transforma un vehículo ya existente en un ingenio de guerra. Empujado por una locomotora desde la parte de atrás, esta fortaleza sobre raíles ha sido blindada por todos sus lados y armada con todo tipo de cañones como elemento de ataque. A pesar de ello, ha sido inutilizada de la forma más clásica, mostrando una de las mayores debilidades del ferrocarril a lo largo de su historia. Ha bastado con cortar en un solo punto el desarrollo de la vía, para detener totalmente al convoy. Y el problema es que la sustitución de la vía, o su reparación para que continúe su marcha el tren, no es posible

realizarla in situ, lo que obliga a la composición a volver a su punto de partida, salvo que, previendo la posible circunstancia, haya cargado vagones con carriles, o bien desmonte un tramo detrás de él y lo vuelva a remontar delante.

En la estación soviética de la figura siguiente (Dufaux y Adamov 2002), la locomotora mostrada no entra dentro del terreno de la ciencia ficción, se trata de un modelo de máquina de vapor clásico, aunque situada dentro de un marco de ciencia ficción. Los autores mezclan desarrollos ferroviarios del pasado con escenarios fantásticos, logrando así un contraste impactante entre lo antiguo y lo moderno, produciendo un efecto desconcertante en el lector.

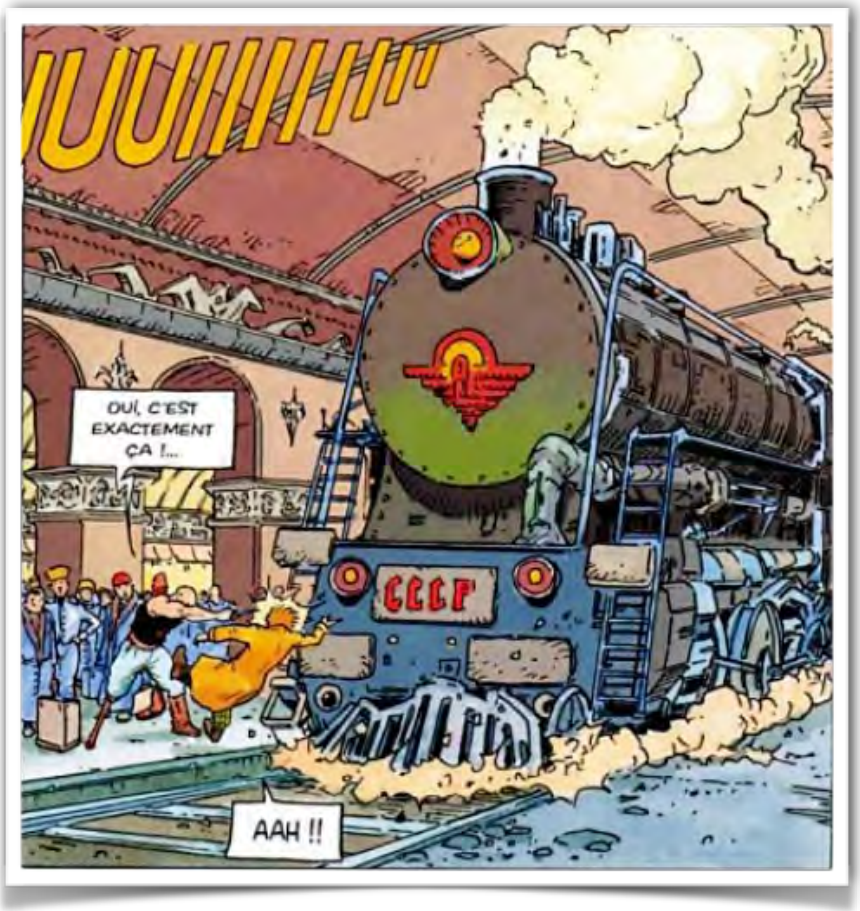


Fig. 176. Locomotora de vapor (Dufaux y Adamov 2002, p. 24)

Este caso es similar al siguiente (Corberyran y Falque 2001), donde la locomotora de vapor que aparece, se mezcla de nuevo en un mundo donde conviven elementos de ciencia ficción con elementos del pasado. Y otros, que parecen desarrollos tecnológicos paralelos a los actuales, pero que hubiesen discurrido por otra senda, como se puede observar, por ejemplo, en el coche estrellado de la figura, con sus seis ruedas traseras y solo una delantera.

Fig. 177. Locomotora a vapor (Corbeyran y Falque 2001, p.13)

Algo semejante ocurre (García y Moral 1996) en la locomotora a vapor que circula a gran altura a través de una ciudad, construida sobre las nubes. El modelo de locomotora no copia ningún otro anterior conocido, es el producto de la imaginación de los autores, pero, aún así, su estructura retrotrae al lector a épocas pasadas gracias a sus chimeneas, su tubería de conducción de vapor de la caldera a los cilindros de expansión, que actúan sobre el sistema de biela- manivela, sus formas pesadas, su falta de aerodinámica, etc.

En las figuras siguientes de nuevo aparecen locomotoras de vapor de tiempos pretéritos pero enmarcadas en ciudades de un hipotético futuro.

Fig. 178. Parada de tren sobre las nubes (García y Moral 1996, p. 6)

Fig. 179. Locomotora a vapor
(Morvan y Li-An 2003, p. 7)

Fig. 180. Locomotora retrofuturista
(Corbeyran y Moreno 2004, p. 83)

En el caso siguiente (Corbeyran y Falque 2000) se propone una modificación, como es el liberar al coche de pasajeros de sus paredes por algún motivo desconocido, probablemente porque al desplazarse dentro de un túnel no está sometido a la intemperie.

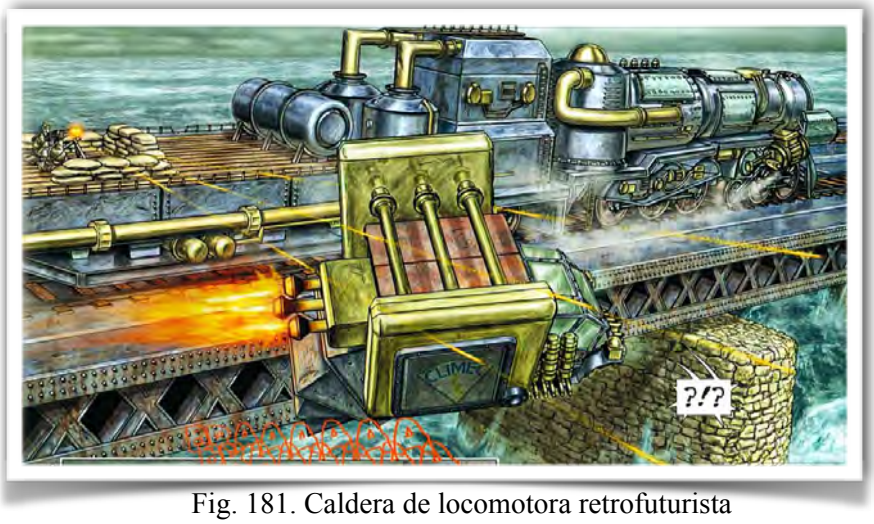


Fig. 181. Caldera de locomotora retrofuturista
(Corbeyran y Moreno 2004, p. 84)

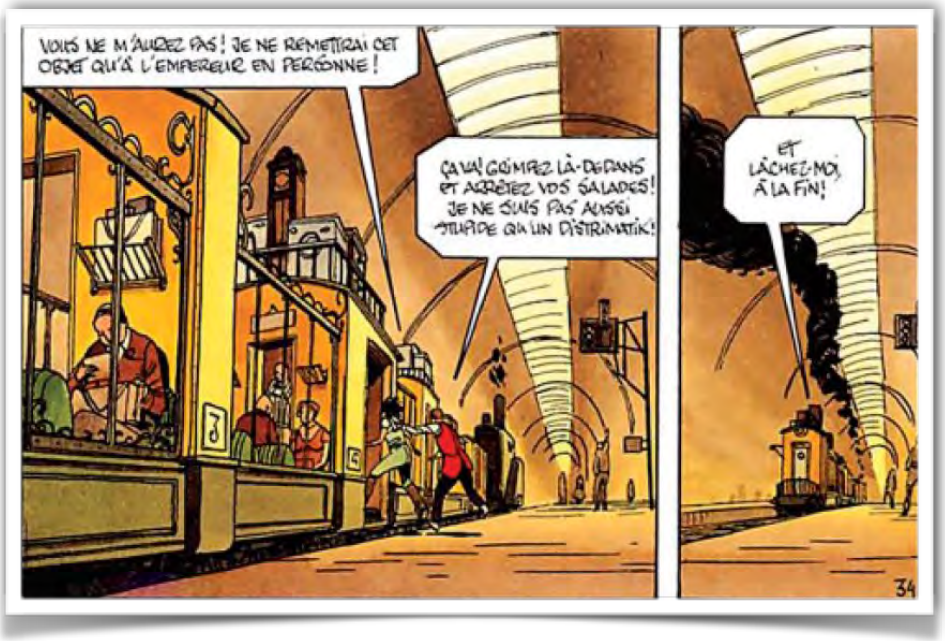


Fig. 182. Coches sin paredes (Corbeyran y Falque 2000, p. 37)

En el tren a vapor reflejado a continuación (Shuiten y Peeters 1986) se sitúa, a pesar de ser un modelo antiguo, en un mundo mágico donde el pasado y el presente se confunden en escenarios que a menudo entran dentro del terreno de lo onírico. Esta característica es bastante común en las propuestas conjuntas de estos dos autores, convertidos ya en clásicos.

Fig. 183. Tren a vapor (Schuiten y Peeters 1986, p. 96)

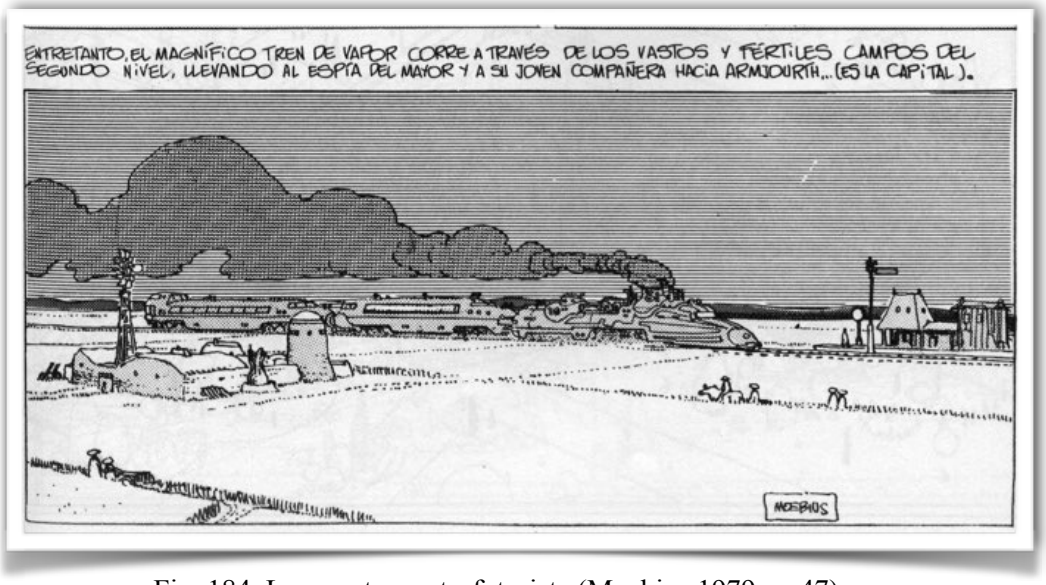


Fig. 184. Locomotora retrofuturista (Moebius 1979, p. 47)

En los ejemplos de esta página (Moebius 1979), conviven también conceptos antiguos con modernos. Por una parte, la utilización del vapor en locomotoras que, por su forma, parece que debían usar otra fuente de energía distinta. Y no solo eso. Los uniformes de los empleados de la estación del ferrocarril, los letreros que se pueden apreciar en el exterior de la estación, etc, parecen sugerir tiempos remotos.

Y, sin embargo, la historia se enmarca en un futuro en el que la locomotora tiene un diseño muy moderno y es de un gran tamaño, comparado con las actuales, y los elementos de reparación parecen venir más del futuro que del pasado.

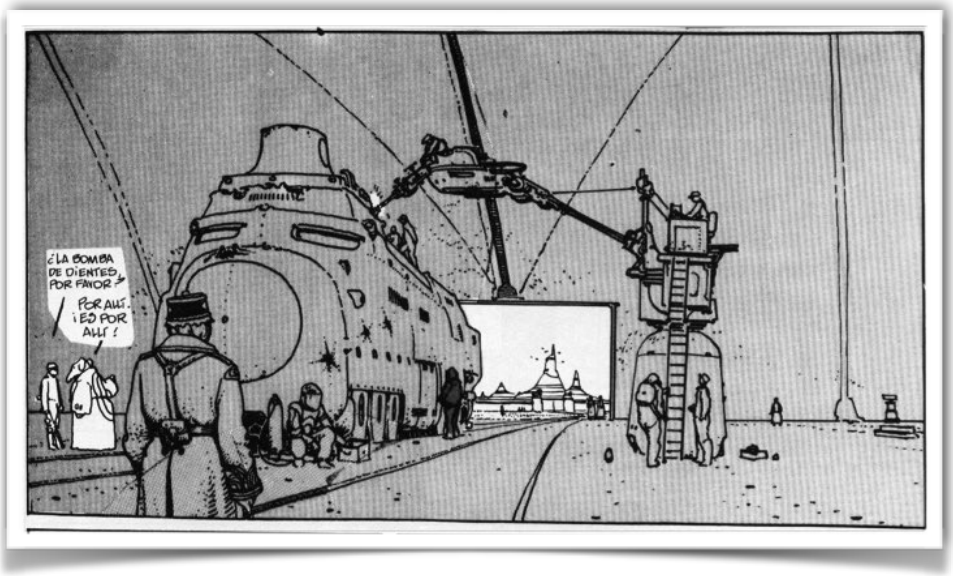


Fig. 185. Reparación de locomotora retrofuturista (Moebius 1979, p. 67)

Caso similar es el mostrado en esta página (Schuiten y Renard 1982), en el que la tipología de locomotora hace pensar inicialmente, al lector, que se encuentra en una historia del pasado. Pero nada más lejos de la realidad. El mundo en el que se enmarca tiene vehículos futuristas más avanzados que los presentes, y la existencia de este modelo antiguo solo se explica siguiendo la trama de la historia. De hecho, el concepto de ferrocarril en zanja, analizado en otro capítulo, sugiere ideas ingenieriles de muy interesante aplicación.

Fig. 186. a, b y c. Tren a vapor en zanja
(Schuiten y Renard 1982, p.38, 43 y 44)

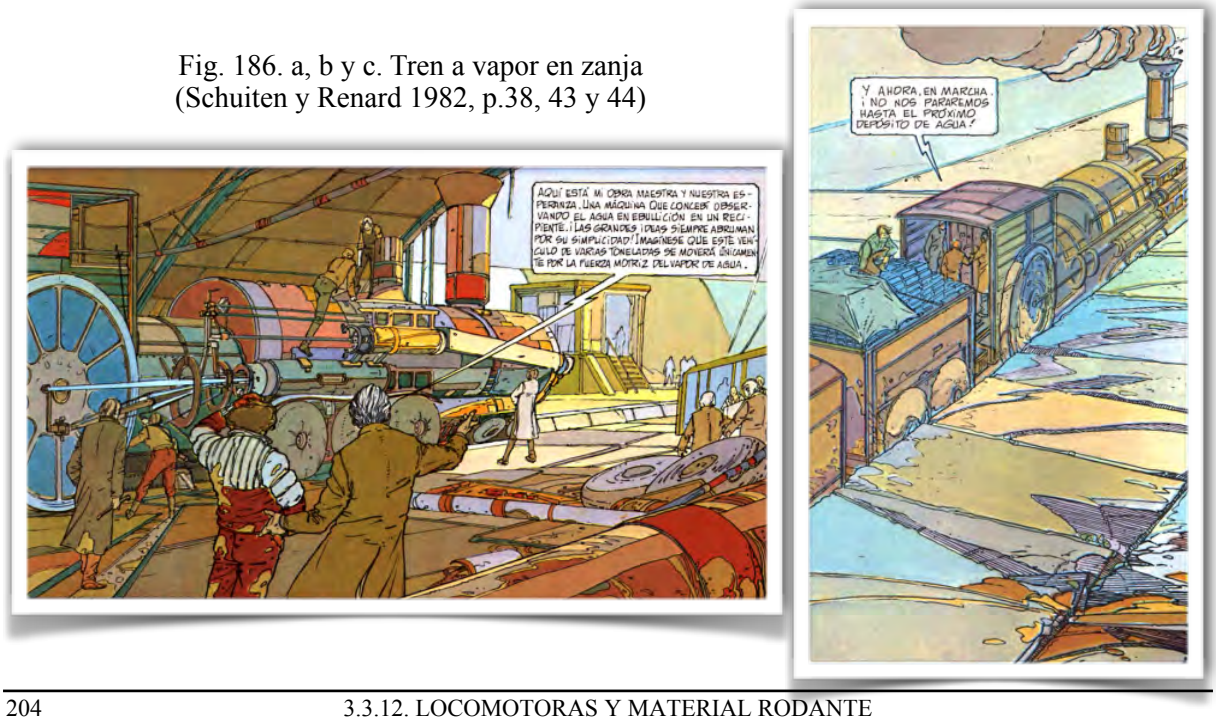


Fig. 187.Tren eléctrico (Schuiten y Peeters 1986, p. 96)

Fig. 188. Tren futurista (Montero, Campanario y Valdrighi 2011, p. 20)

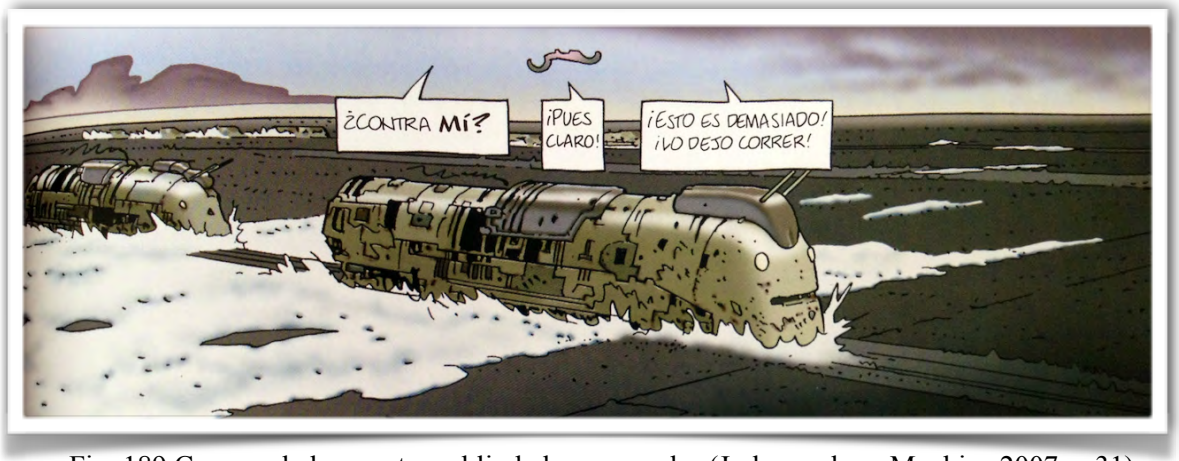


Fig. 189.Convoy de locomotoras blindadas y armadas (Jodorowsky y Moebius 2007, p.31)

Fig. 190. Locomotora con quitanieves (Duval y Ogaki 2008, p. 37)

En la página anterior (Schuiten y Peeters 1986), (Montero, Campanario y Valdrighi 2011), (Jodorowsky y Moebius 2007) y (Duval y Ogaki 2008), se muestran modelos que van, desde nuestro inmediato pasado, como es el primer caso, a futuros más o menos cercanos o fantasiosos.

A veces, lo que cambia no es la tecnología, sino las condiciones externas. En el escenario descrito en *Le Transperceneige* (Lob y Rochette 1984), el mundo se ha convertido en un sitio helado, donde las temperaturas no permiten la vida en el exterior –como se comprueba en esta tesis doctoral, son varios los autores que proponen esta problemática y su solución: el ferrocarril–. En esta historia, lo que queda de la raza humana vive en unos trenes que circulan a gran velocidad y que no pueden parar, porque, si lo hacen, morirán de frío sus ocupantes. Es muy interesante su configuración frontal, en forma de quitanieves muy pronunciado, o con un rayo que va barriendo de hielo y nieve las vías por las que pasa.

Fig. 191. Locomotora con rayo quitanieves (Lob y Rochette 1984, p. 6)

La propia idea de movimiento permanente del tren, aunque no explica el origen de la energía que lo consigue, es digno de mención, porque plantea problemas de mantenimiento, desgaste de los materiales o repostaje, muy interesantes para el lector ingeniero.

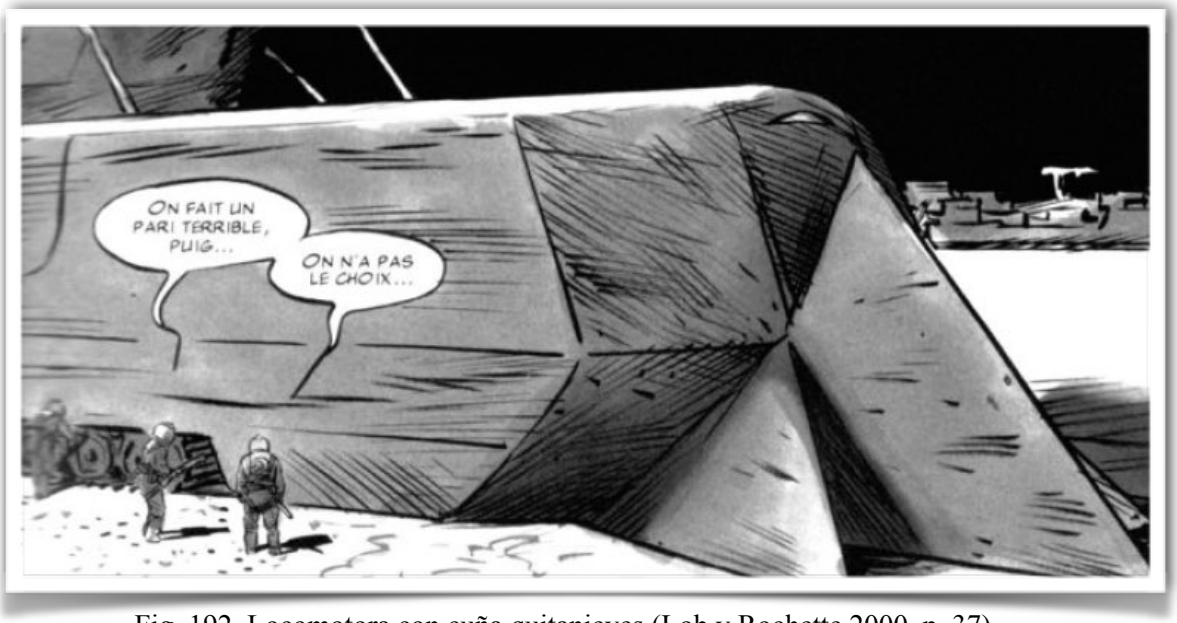


Fig. 192. Locomotora con cuña quitanieves (Lob y Rochette 2000, p. 37)

Desafíos técnicos también, son lo que un ingeniero debe analizar si se encuentra con el caso siguiente (Pécau y Damour 2005). Esta vez, se trata de un tren de configuración similar a los actuales, pero con la particularidad que debe circular por el planeta Marte. Lograr la estanqueidad del recinto de los coches para que no escape el oxígeno, lograr la presión adecuada para que pueda ser compatible con la vida humana, y regular las temperaturas interiores con el mismo objetivo, no son tarea imposible para la tecnología actual, pero sí complicada. En este caso el tren circula a lo largo de una zanja, realizada en el suelo marciano.

Fig. 193. Detalle infraestructura tren en Marte (Pécau y Damour 2005, p. 36)

Fig. 194. Tren en Marte (Pécau y Damour 2005, p. 34)

Fig. 195. Locomotora en Marte (Pécau y Damour 2005, p. 29)

Las propuestas de la página siguiente (Pécau y Damour 2003) y (Morvan, Buchet y Savoia 1995), muestran detalles del ferrocarril y modelos de tren que heredan de lo existente, aportando su propio grano de arena. En el primero, se muestra el llenado de combustible de la locomotora a través de una manga de goma en un taller de reparación. En el tercer caso la locomotora es claramente de corte futurista, con unas formas aerodinámicas que recuerdan a las de un cohete.

Esta abundante cantidad de propuestas puede, como se ha mencionado, inspirar al ingeniero que diseña el vehículo, la estación, el taller o la vía, para encontrar nuevas soluciones a partir de las viñetas.

Fig. 196. Abastecimiento de combustible (Pécau y Damour 2003, p. 31)

Fig. 197. Locomotora en la selva (Pécau y Damour 2003, p. 33)

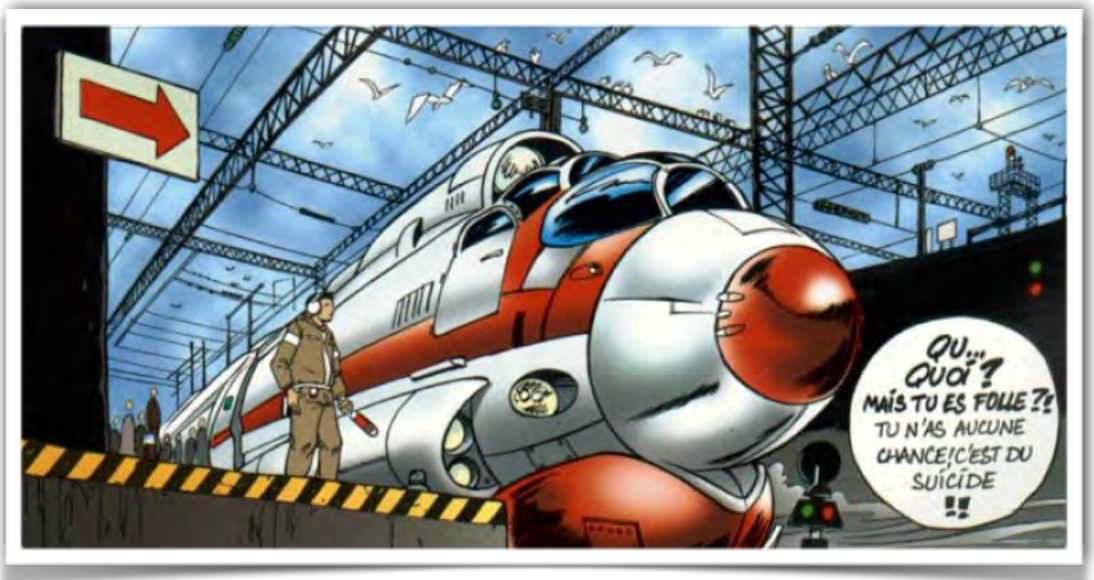


Fig. 198. Tren futurista en estación (Morvan, Buchet y Savoia 1995, p. 116)

Mucho más fantasiosa es la propuesta de Torres (1997), en la que suma varias ideas interesantes. La primera, es la de transportar un edificio, o conglomerado de ellos –según parece, aunque la perspectiva dibujada es un poco engañosa en sus proporciones–, sobre carriles. Esta idea ya se había encontrado y descrito en el capítulo de estaciones, donde los edificios eran transportados a grandes distancias por inmensas locomotoras. Por otra parte, la utilización de varios vehículos tractores, para tirar de la manzana de viviendas arrastrada, tiene también gran originalidad, y hace pensar que la unión de estas fuerzas también podría ser aplicable para el transporte de elementos de gran peso. Y, finalmente, destacar la presencia del omnipresente vapor, ya muy comentado anteriormente, dentro de la estética steampunk omnipresente.

Fig. 199. Ciudad móvil tirada por cuatro locomotoras (Torres 1997, p.6)

El siguiente es un caso similar en su filosofía (Duval y Quet 2004), en cuanto que varias locomotoras, en este caso dos, transportan una carga muy pesada que, en este ejemplo, no va sobre raíles sino –parece deducirse– sobre ruedas.

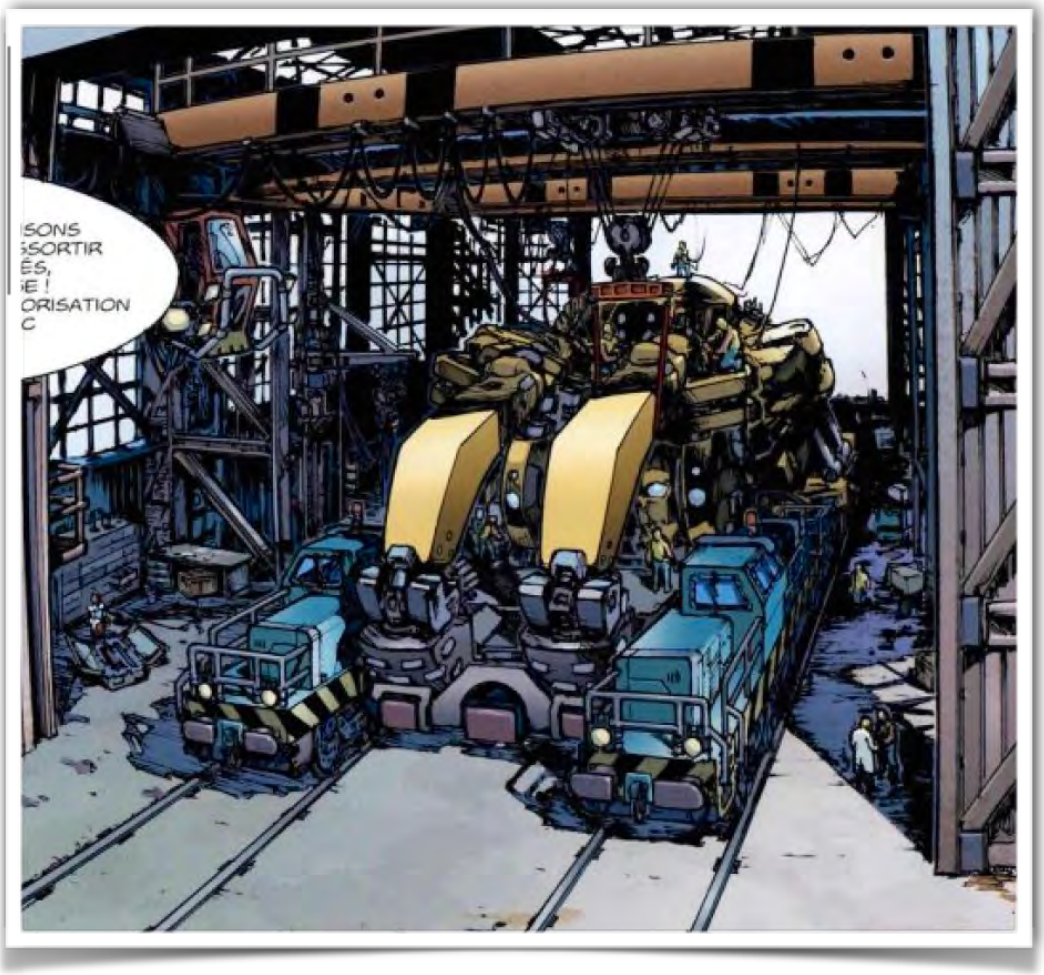


Fig. 200. Transporte de pieza pesada con doble locomotora (Duval y Quet 2004, p. 20)

Y de lo más pesado a lo más liviano. El ferrocarril de las dos siguientes figuras, (Pecau y Def 1999) simbolizan al máximo la búsqueda de la aerodinámica y las formas esbeltas, en la cons-

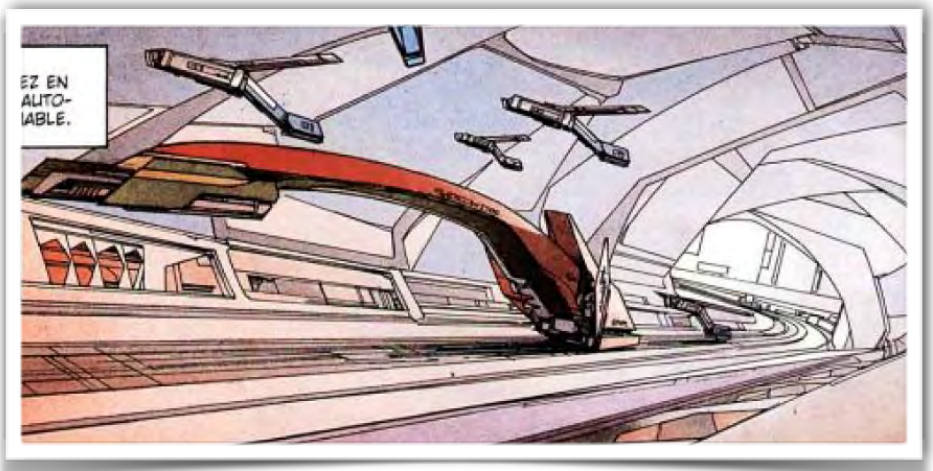


Fig. 201. Vehículo futurista sobre raíl vista trasera (Pécau y Def 1999, p. 28)

trucción de un tren. No parece que puedan cargar muchos pasajeros, pero sugieren, en

Fig. 202. Vehículo futurista sobre raíl (Pécau y Def 1999, p. 28)

cualquier caso, gran velocidad, ahorro de combustible y un camino estético quizás a seguir por los futuros diseñadores de trenes. Es posible que la pértiga, o brazo que sale de la cabeza del vehículo, sea el conector al que se unan los coches de viajeros cuando se acoplen a la locomotora. Otra forma distinta de unir vehículos que, analizada técnicamente –no es el objetivo de esta tesis, que solo pretende sugerir–, podría resultar inspiradora de alguna idea nueva de aplicación real.

Fig. 203. Ciudad móvil tirada por cuatro locomotoras (Torres 1986, p.32)

No tan estilizado, pero sí estrecho, es el tren azul (Torres 1986) que circula a gran velocidad, amenazando con atropellar a los coches voladores con los que se cruza. De nuevo el autor español vuelve a proponer el ferrocarril entre sus diseños retrofuturistas, mezclando formas de los años cincuenta del siglo pasado, con características de la ciencia ficción.

A partir de aquí la tesis se adentra de nuevo en el universo de *La compagnie des glaces,* creado por Arnaud, Bonifay y el Studio Jotim, descrito ya profusamente al final del capítulo de las estaciones de la presente tesis. Esta vez, en vez de centrar los detalles en los edificios y estructuras, se va a buscar la locomotora y su material rodante, como corresponde al capítulo presente.

Se descubren configuraciones de todo tipo, con abundante utilización de la imaginación, pero todas ellas con un factor común: son vehículos que van sobre carriles.

Fig. 204. Locomotora futurista (Bonifay y Estudio Jotim 2003, p. 32)

Es el caso de estos dos primeros. Locomotoras ambas, pero muy distintas. La primera tan aerodinámica como un coche de carreras, y con dos toperas que rompen, paradójicamente, su estilizado diseño.

Fig. 205. Locomotora futurista (Bonifay y Estudio Jotim 2003, p. 33)

La segunda, de mucha mayor altura, más similar a las actuales, pero con toques futuristas.

Fig. 206. Velero (Bonifay et al. 2007, p. 28)

En los tres casos siguientes, los vehículos que se deslizan sobre los carriles son barcos veleros, de mayor o menor tamaño, más modernos o más antiguos, pero en cualquier caso recuperados del mar. Y ello por un motivo muy claro, no tienen más motor que los impulse que el viento y, por lo tanto, tiene todo el sentido construirlos de esta manera. El ingeniero lector de cómics, en este caso, debería preguntarse si esta idea de desplazar vehículos a vela sobre raíles tiene sentido en el mundo actual o no. Evidentemente las velocidades que se alcancen serán muy bajas, y se

Fig. 207. Barco-Locomotora (Bonifay y Estudio Jotim 2009, p. 45)

Fig. 208. Vehículo sobre carriles de impulsión elica (Bonifay y Estudio Jotim 2009, p. 13)

corre el peligro de quedarse parado si no hay viento. Sin embargo, el rozamiento de un vehículo sobre carriles es mucho menor que el de un barco en el agua, por lo tanto, por pequeño que sea el impulso inicial, la velocidad que puede adquirir lo convertiría en un medio de transporte muy interesante. Eso sí, se habrá de tener cuidado con el manejo de la vela, pues un viento lateral puede hacer perder fácilmente el equilibrio al vehículo y volcarlo, o, siendo más propios en este caso, descarrilarlo.

Otros de los trenes propuestos tienen formas orgánicas, impresionantes a la vista pero poco

Fig. 209. Tren de formas orgánicas (Bonifay y Estudio Jotim 2004, p. 10)

prácticas a la hora de ser construidos, por la complejidad de los moldes de fundición.

Algunas de las locomotoras que aparecen son grandes como edificios, para transportar, como ya se dijo en su momento, grandes cantidades de viajeros. Se puede apreciar el espacio dedicado a ellos en la figura de abajo.

Fig. 210. Tren de gran gálibo (Bonifay y Estudio Jotim 2003, p. 32)

Fig. 211. Interior del tren (Bonifay y Estudio Jotim 2006, p. 15)

Fig. 212. Vehículo ferroviario en la nieve (Bonifay y Estudio Jotim 2005, p. 28)

Otras, por contra, parecen más familiares o sencillas de construir, como el pequeño vehículo mostrado en la figura. De nuevo, la utilización de la combustión de carbón en una locomotora de vapor.

También sugiere ideas novedosas el tren amarillo de la próxima imagen, dotado de varios pisos y con grúas incorporadas. La función de esta configuración, es la de convertir al conjunto en una unidad independiente del exterior, que sea capaz de subsistir por si misma con los materiales y alimentos almacenados dentro, dar vivienda a sus ocupantes y auto abastecerse sin tener sus ocupantes que hacer muchas salidas al exterior.

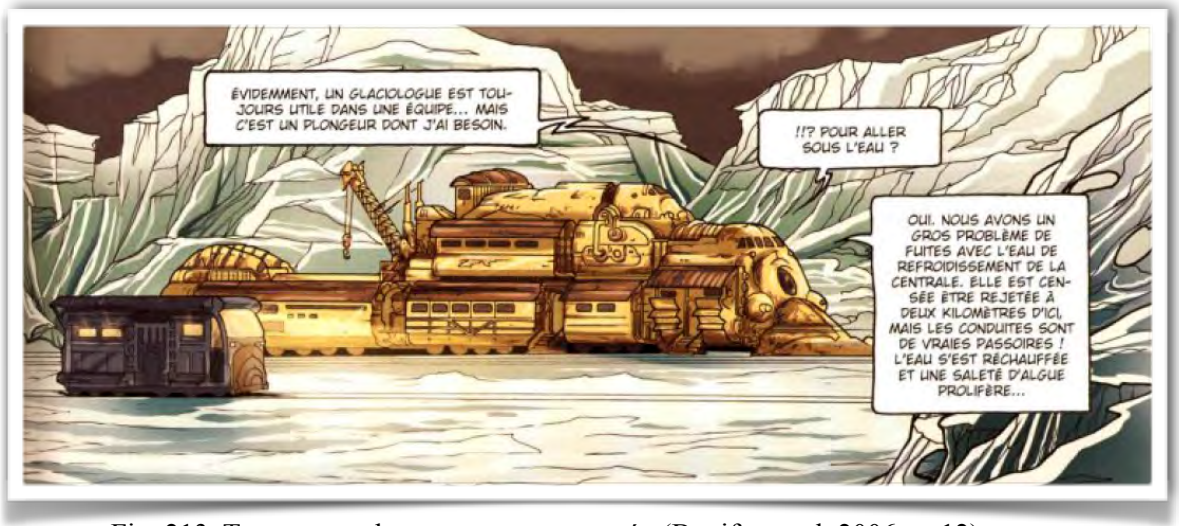


Fig. 213. Tren con coches superpuestos y grúa (Bonifay et al. 2006, p. 12)

En este sentido es de especial interés la viñeta siguiente:

Fig. 214. Ciudad móvil sobre raíles (Bonifay y Estudio Jotim 2006, p. 45)

Vista de forma superficial, parece una ciudad cualquiera, pero observada en detalle se puede percibir como todas sus casas son, en realidad, coches de viajeros, por llamarlo de alguna manera, alzados sobre plataformas que van, a su vez, sobre raíles, y arrastrado todo ello por una locomotora. Las ideas antes mencionadas, de convertir al ferrocarril en vivienda, alcanzan aquí su máxima expresión, puesto que dichas viviendas no parecen diferir en nada de las actuales, salvo por el hecho de que se mueven. Estas se pueden desenganchar del elemento tractor, igual que los coches y vagones, y ser transportadas hasta otro sitio, y, una vez llegado a él, "estacionar" en el recinto de la ciudad formando conglomerados de casas o pequeños pueblos, que podrán ser vueltos a desplazar en el futuro.

No habrá ningún urbanista ni ingeniero que, al ver estas imágenes, no se ponga a pensar en sus enormes posibilidades reales. El poder recolocar las casas en sitios distintos, reordenar las calles, rediseñar la ciudad que ya existe convirtiéndola en una nueva… es el sueño de cualquiera que estudie estos temas.

Eso sí, la ciudad tiene que ser muy llana, pues los trenes no debieran encontrarse con rampas mayores de 20 milésimas (Díaz-de-Villegas 2012).

De las siguientes figuras cabe destacar el tren hospital. Dentro de este mundo creado por los

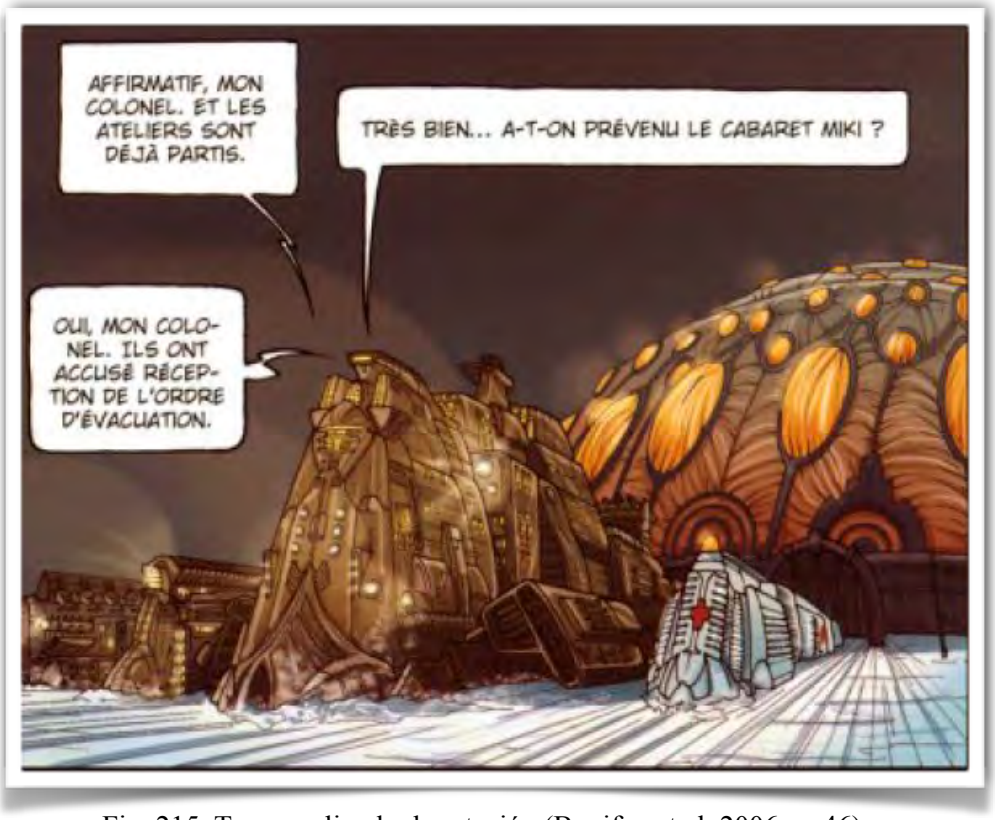


Fig. 215. Trenes saliendo de estación (Bonifay et al. 2006, p. 46)

autores mencionados, en el que la vida gira en torno al ferrocarril y se desplaza con este, parece efectivamente indispensable un centro sanitario que se desplace con el conjunto.

Fig. 216. Vehículos varios sobre playa de carriles (Bonifay et al. 2007, p. 15)

Curioso es también el caso del tren camuflado en la nieve. En la figura se observan varios modelos de todo tipo y configuración. Pero uno de ellos, con su color blanco y su forma

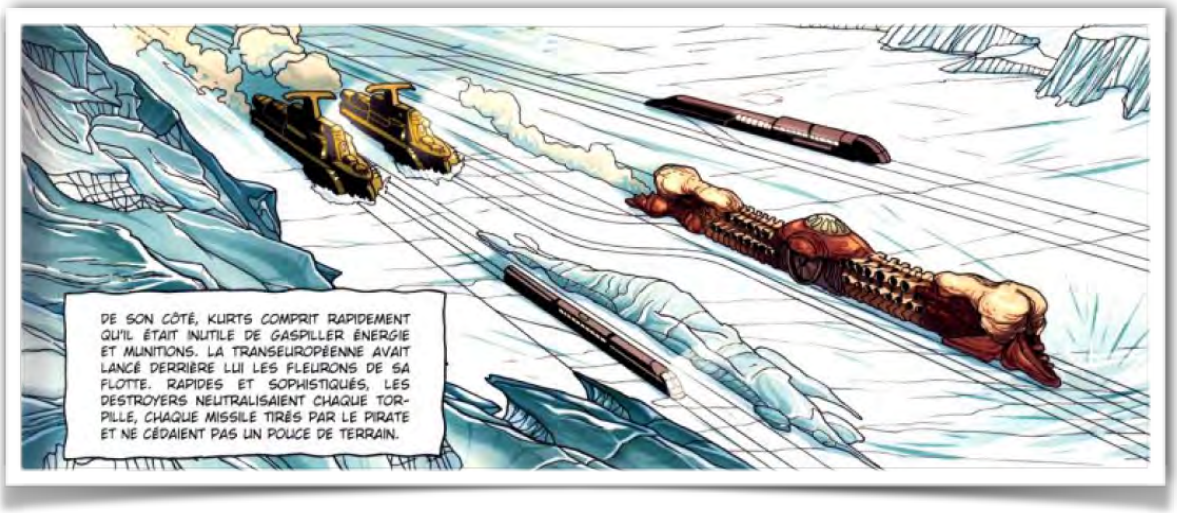


Fig. 217. Trenes de diversa morfología sobre varios carriles (Bonifay et al. 2007, p. 10)

irregular de montículo nevado, pasa desapercibido, incluso para el lector concentrado. Tan solo los carriles, por los que obligatoriamente tiene que circular, lo delatan.

El tren rosado que le sigue es el palacio presidencial que, como muchos de los anteriores funciona también a vapor, dentro de la ya mencionada estética steampunk.

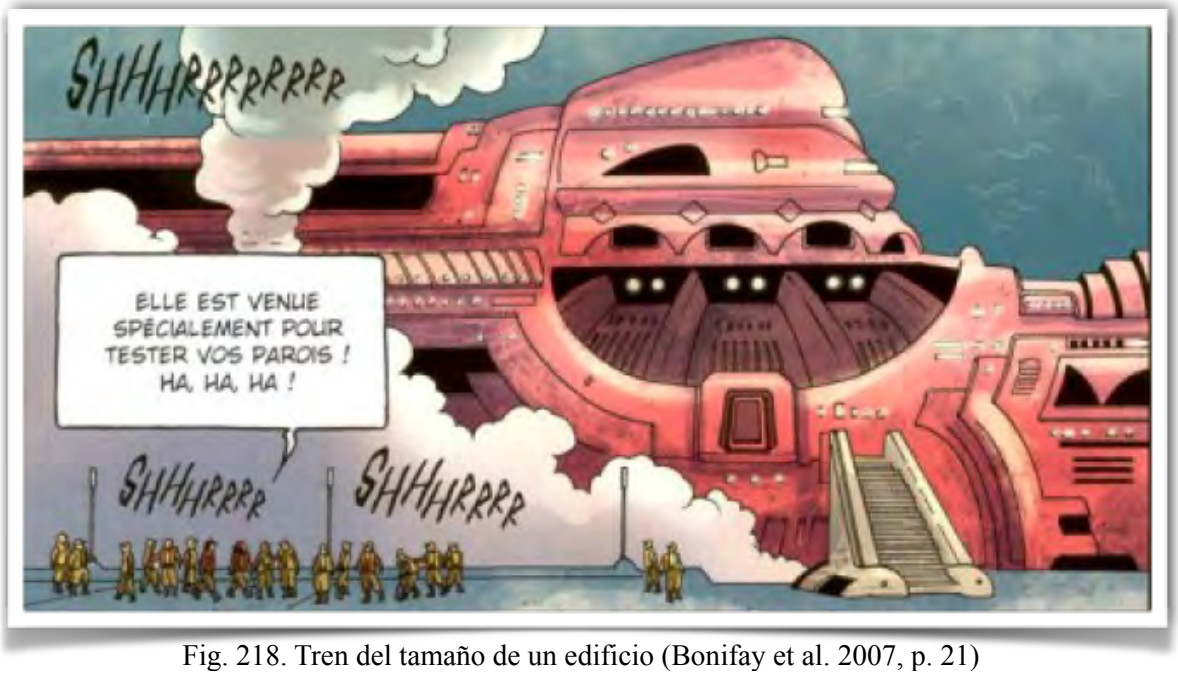


Fig. 218. Tren del tamaño de un edificio (Bonifay et al. 2007, p. 21)

Compacto podría definirse el siguiente modelo, no muy grande, en relación con los tamaños de algunas de las figuras anteriores, pero no por ello menos colosal, comparado con los trenes actuales. Parece desplazarse sobre seis carriles, y por su estructura podría estar blindado, hecho poco sorprendente, dado que en el mundo helado descrito se suceden las guerras continuamente.

Al fondo de la figura puede observarse la cúpula que recubre las ciudades, estructura omnipresente a lo largo de toda la historia y que se describió con detalle en el capítulo de las estaciones.

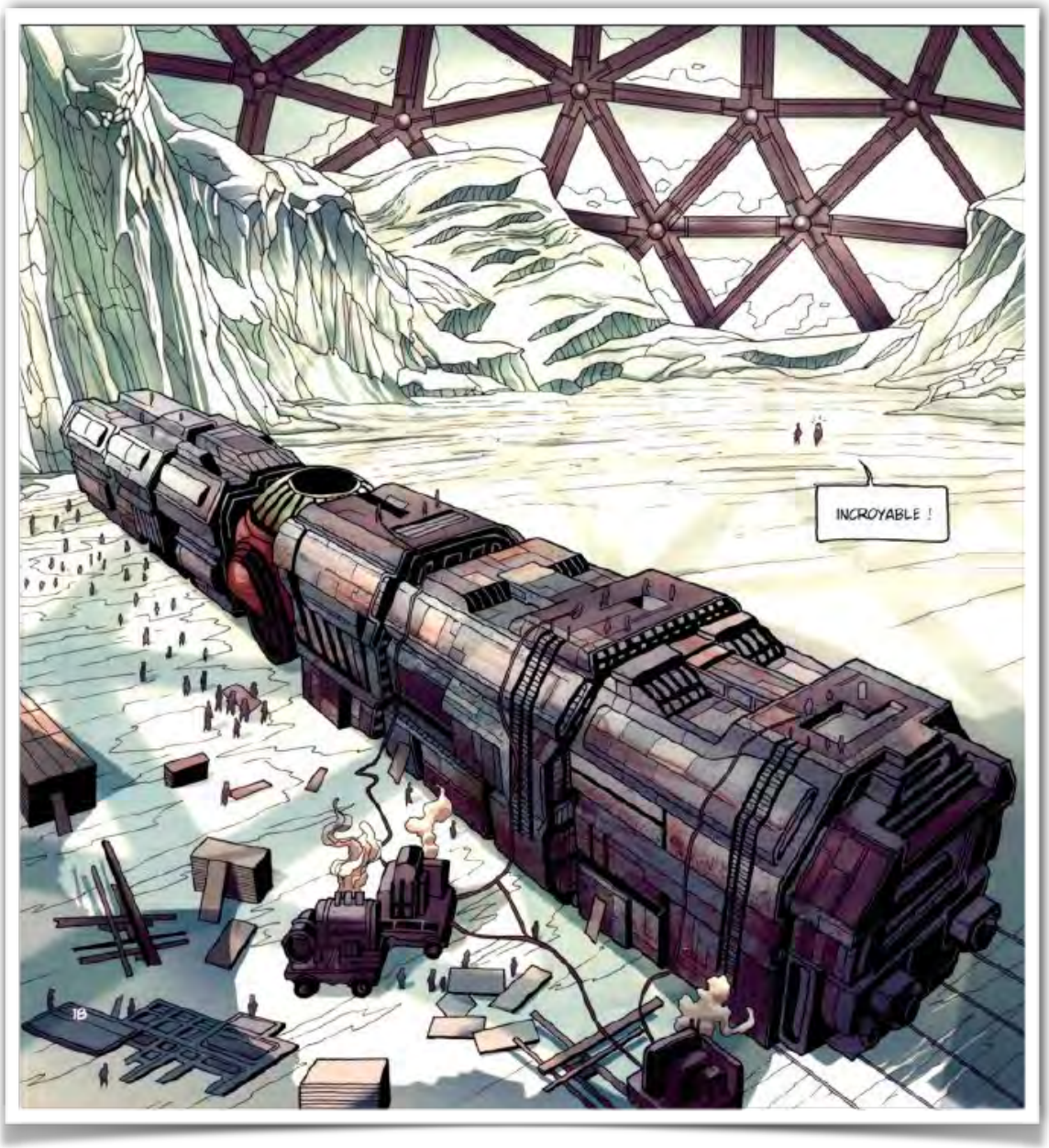


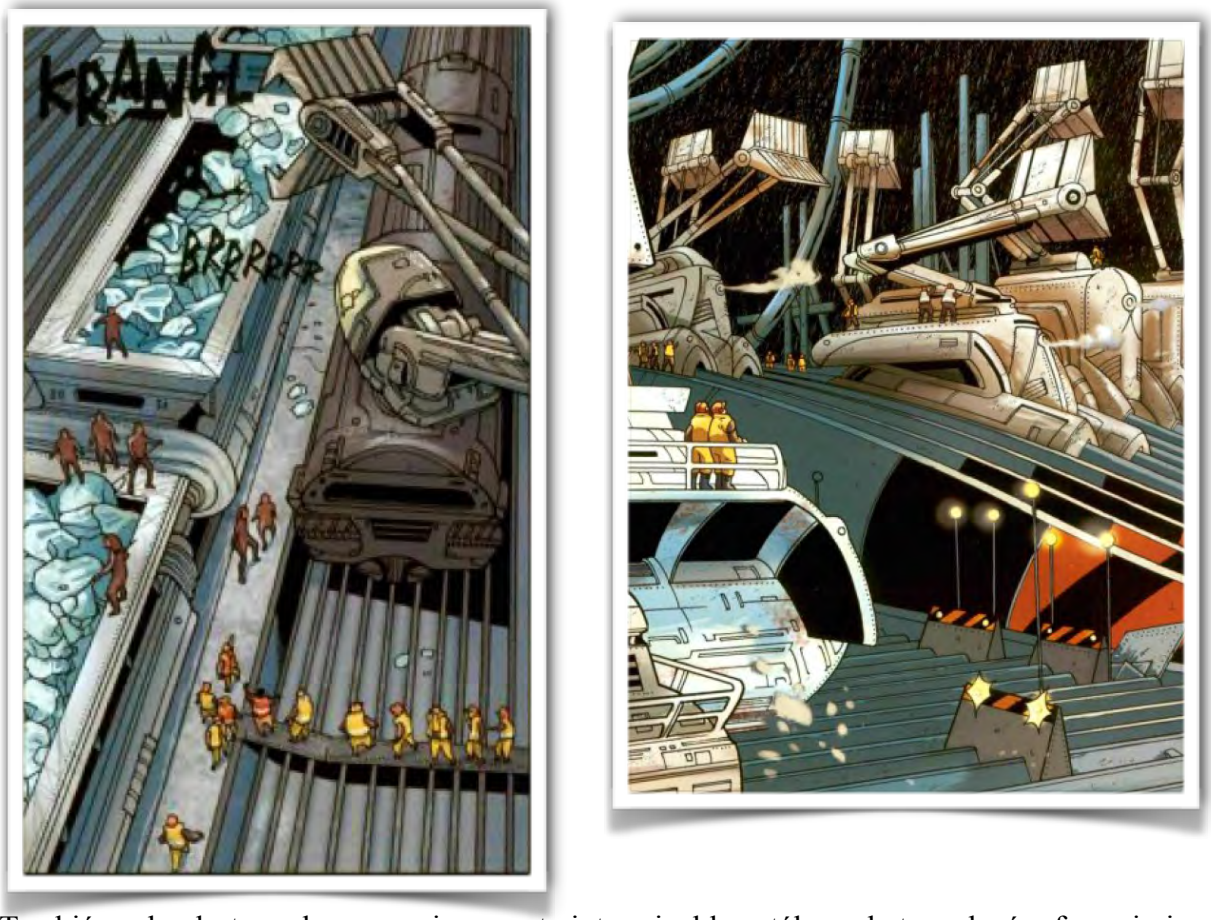
Fig. 219. Tren de grandes dimensiones sobre seis carriles (Bonifay et al. 2007, p. 23)

También preparado para la guerra, está el modelo siguiente, totalmente blindado y dotado de cañones por todas partes. Incluso sus ventanas se asemejan a las rendijas por las que se dispara en los búnkeres.

Fig. 220. Tren blindado y armado (Bonifay et al. 2008, p. 30)

En el ejemplo que se ve a continuación cabe destacar que el vehículo de inmensas proporciones que se desplaza sobre las vías, no lo hace directamente sobre ellas, sino apoyado sobre trenes de mucho menor tamaño.

Fig. 221. Tren de grandes dimensiones sobre decenas de carriles (Bonifay et al. 2007, p. 7)



También cabe destacar la presencia, en este interminable catálogo de tecnologías ferroviarias, de vehículos auxiliares que realizan tareas de obra civil, como excavadoras, lanzadores de agua a alta presión, etc.

Fig. 222. a, b y c. Vehículos individuales con patas sobre carriles
(Bonifay et al. 2007, p. 18, 19 y 31)

En un mundo en el que todo se mueve sobre raíles, cualquier vehículo auxiliar debe hacerlo así, ya que no existe la posibilidad de desplazamiento sobre ningún tipo de calzada.

Incluso el ocio se desplaza sobre carriles. El tren rojo de la figura siguiente, es un cabaret rodante que sirve de distracción, como si de un circo ambulante se tratase, allí donde decide parar.

Fig. 223. Tren sobre numerosos carriles (Bonifay et al. 2008, p. 4)

En la figura siguiente se aprecia cómo la mercancía es subida a un tren con forma de avión, a través de un túnel retráctil de sección rectangular, por el que circulan carritos y plataformas elevadoras que transportan la carga. Este modelo automotor no parece moverse gracias al vapor, sino que, probablemente, tenga en la parte trasera un reactor, que consiga que llegue a las velocidades deseadas. Este modelo se apoya solo en dos carriles.

Fig. 224. Locomotora con estética de avión (Bonifay et al. 2008, p. 41)

También tiene cabida en este mundo un tren cañón –como siempre los ha habido en las guerras modernas–. Su configuración futurista impide descubrir qué clase de proyectiles dispara.

Fig. 225.Locomotora con cañón (Bonifay et al. 2007, p. 29)

Y, finalmente, para concluir este capítulo, se aporta una figura que resume el mundo del ferrocarril que este cómic tan ferroviario, *La compagnie des glaces,* ha traído. Docenas de trenes se unen, como uno solo, para atacar un determinado punto. La presencia del ferrocarril se lleva aquí hasta el paroxismo, convirtiéndolo en elemento omnipresente a lo largo de toda la historia. En este mundo imaginario sí que los ingenieros ferroviarios tenían trabajo asegurado. Comparado con los tiempos presentes, este hecho también podría considerare ciencia ficción.

Fig. 226. Convoy de trenes (Bonifay y Estudio Jotim 2006, p. 25)

Las conclusiones de este capítulo se adveran muy variables. Un medio de transporte que, por su limitación –solo puede moverse a lo largo de una línea–, parece a priori carente de

demasiado interés ingenieril, se convierte en una fuente inagotable para la imaginación de los autores de cómic. Todos sus elementos y, especialmente, los de este capítulo, han sido modificados, aumentados, reimaginados, al servicio de mundos nuevos, como de costumbre distópicos, en su gran mayoría, donde las condiciones de vida para el ser humano han empeorado mucho, y donde el ferrocarril toma un gran protagonismo como vertebrador del territorio hostil en el que transcurren las historias.

El ingeniero deberá encontrar, en las propuestas mostradas, ideas aplicables a la realidad. Las locomotoras armadas, los quitanieves, los trenes inmensos sobre varios carriles, las excavadoras ferroviarias, los trenes hospital, las ciudades con casas móviles sobre raíles, etc, etc, son, sin duda, puntos de partida muy válidos para la reflexión que propone la tesis en su filosofía de partida.

3.3.13. METRO. FERROCARRILES SUBTERRÁNEOS

La horadación sistemática de las grandes metrópolis, para la construcción de líneas de ferrocarril subterráneo, ha creado escenarios de importante poder sugerente para los creadores de cómic. Las líneas de metro siempre han estado acompañadas por conceptos como enterramiento, oscuridad, peligro, aglomeración forzada, ruido estremecedor, etc. Todos ellos teatrales y útiles para la creación de atmósferas interesantes en la ambientación artística, pero, al mismo tiempo, preocupaciones reales para los ingenieros de este medio de transporte, ya que los usuarios realmente sufren de estas incomodidades.

Es por ello, que los autores de cómic vuelven de nuevo a sugerir escenarios, conceptos y propuestas que el ingeniero debería estudiar. Alguna por su contenido tecnológico, otras por su carga premonitoria, augurando cuál será la decadencia de estos sistemas de transporte y sus estaciones, que deberán ser evitados.

Es este último concepto el que aparece reflejado en la figura siguiente (Bilal 1998).

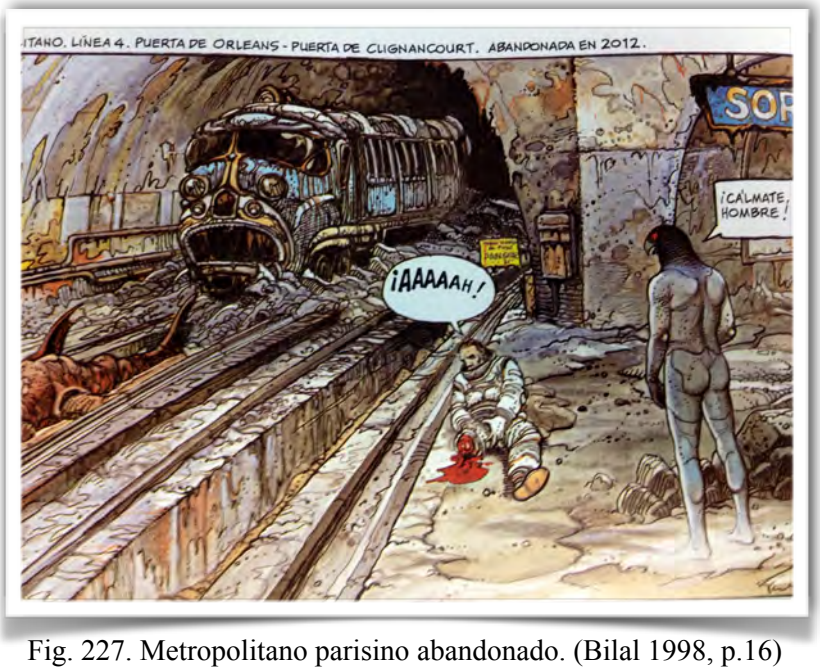


Fig. 227. Metropolitano parisino abandonado. (Bilal 1998, p.16)

Los andenes del metro se convierten, tras su abandono –el autor sitúa la acción en un enclave real, la estación de Porte de Clignancourt en París–, en lugares en los que, a pesar de haber sido cerrados, conviven una serie de marginados que convierten el lugar en una zona degradada de alto peligro.

Se puede, al mismo tiempo, observar un aspecto tecnológico en el ferrocarril abandonado.

Fig. 228. Detalle infraestructura de vía del metropolitano. (Bilal 1998, p.21)

Se aprecian dos vías por donde circulaban, en el pasado, sendos trenes en direcciones opuestas. Dichos carriles no descansan directamente en una vía en placa, como es lo usual hoy en día, sino en dos vigas de hormigón delgadas, de un metro de altura aproximadamente, entre las cuales se produce una zanja, donde se puede observar escondido a un extraño personaje en la figura mencionada. La ausencia de catenaria en la bóveda del túnel y de pantógrafo en la locomotora de la figura, sugieren que el suministro eléctrico del tren procede de un tercer carril, como es el caso de muchos trenes subterráneos circulando en la actualidad. Por lo tanto, se puede concluir, que en la zanja mencionada se encontraba, en la época en la que funcionaba el tren, el tercer carril de suministro eléctrico, necesario para la aportación de energía al convoy. A primera vista, no parece que existan ventajas evidentes en la elevación del tren sobre el suelo, salvo que la cota inferior sobre la que apoyan las mencionadas vigas fuese una capa de roca ya existente, y que fuese más económico elevar las vías para llegar a la altura de diseño del circuito, a través de estos muretes de hormigón. Otra explicación que cabe pensar, es que algún determinado tipo de mantenimiento era necesario realizarlo en las propias estaciones, y no en las cocheras o talleres de los vehículos. Esto explicaría la existencia de estas zanjas entre carriles, que permitirían a los operarios realizar tareas debajo del tren, esto es, se trataría en realidad de fosos de reparación en la propias estaciones.

En las figuras siguientes (Miller y Darrow 1992), el futuro distópico que detallan los autores no se diferencia, en cuanto a la aglomeración y peligro que existe en algunas líneas de metro, de la situación actual. El riesgo de caída a la vía es un problema no resuelto en la gran mayoría de las líneas de metro actuales, incluso las más recientes.

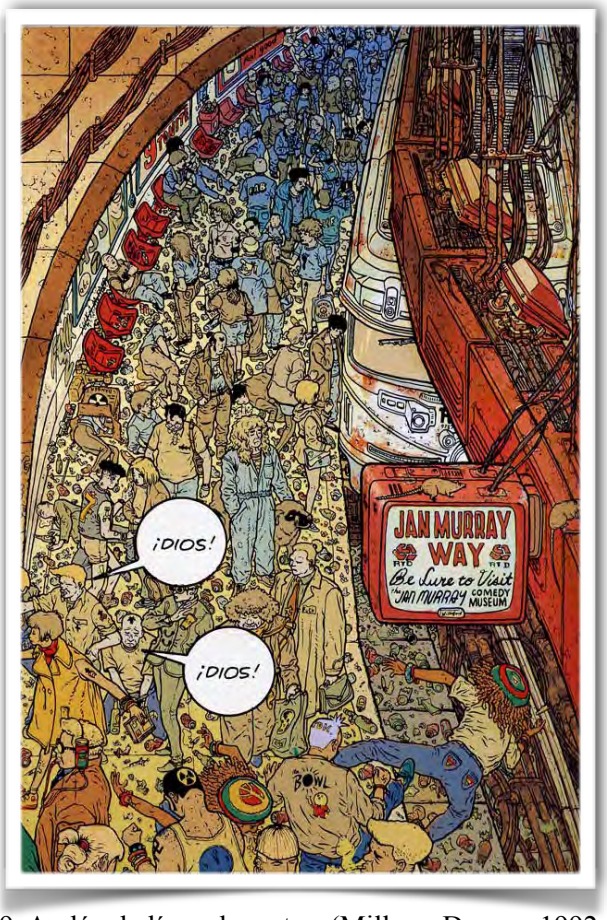


Fig. 229. Andén de línea de metro. (Miller y Darrow 1992, p.28)

En algunas se han instalando barreras protectoras, en forma de pantallas corridas, con sistema de puertas automático, que impide por completo el acceso a la vía, y que se abre solo al detenerse el tren, pero su elevado precio ha frenado su implantación generalizada.

Las configuraciones de las estaciones de metro actuales, admiten aún mucha mejora, pues son numerosos los problemas que sufren. El costo tan importante de construir bajo tierra, debido a la aún muy onerosa tecnología actual, impide el diseño de espacios amplios para albergar pasajeros, creando las situaciones descritas en los cómics. La aglomeración de masas en las horas punta, el peligro de caída en las vías, el peligro frente a la delincuencia que la soledad a ciertas horas supone, la ausencia de accesos a discapacitados en una parte importante de las

líneas, los largos trayectos bajo tierra para poder acceder al exterior, etc, son tareas aún no resueltas, que prometen aún mucho trabajo a los ingenieros presentes y futuros.

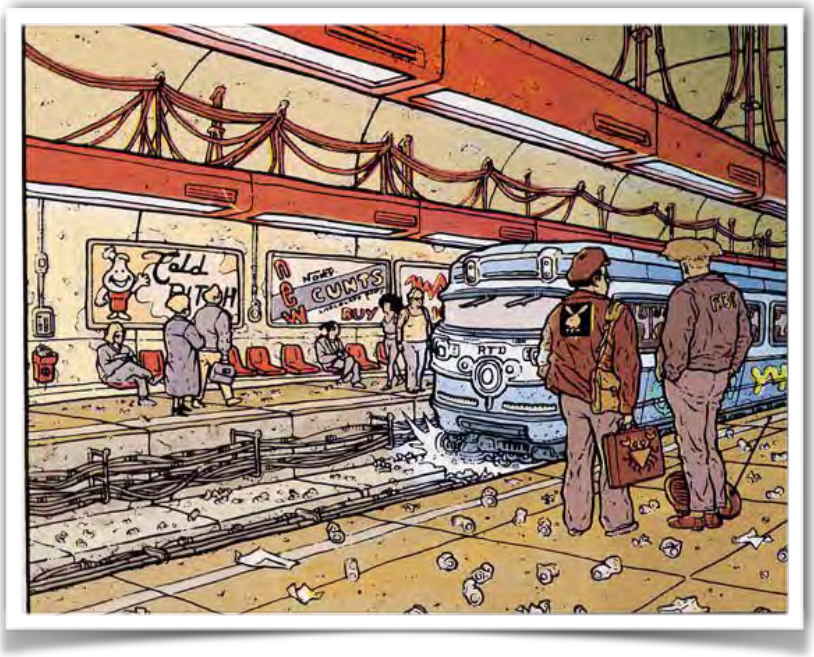


Fig. 230. Andén de línea de metro. (Miller y Darrow 1992, p. 31)

En determinados lugares, como es el que se ilustra en el siguiente caso (Barreiro y Rotundo 1984), no es la tecnología, sino la degradación de las instalaciones lo que preocupa a los autores.

Fig. 231. a, b y c. Detalles de metro futurista en el Bronx. (Barreiro y Rotundo1984, p.6)

Las líneas de metro se han convertido en muchos lugares, debido a la imposibilidad del control de todas las líneas por su dimensión y, por lo tanto, al coste que supondría su vigilancia, en zonas degradadas, donde se concentran en ocasiones determinados tipos de delincuencia muy perjudiciales para la imagen y uso de este sistema de transporte. Los autores de cómic aportan en sus planteamientos la cuestión sobre si esta degradación es culpa de la sociedad o de la propia resolución económico-ingenieril de la infraestructura de este medio. En la siguientes figuras (Jodorowsky y Beltran 2002) (Christin y Mézières 1980) se ahonda aún más en la percepción negativa que produce en el lector y potencial usuario el abandono de estas instalaciones.

Fig. 232. Túnel de metro (Jodorowsky y Beltran 2002, p.6)

Fig. 233. Túnel de metro de sección trapezoidal. (Christin y Mézières 1980, p. 22)

Por lo tanto, el mundo del cómic transmite la percepción, comúnmente asumida por la sociedad, de la insalubridad, peligrosidad y claustrofobia, latentes en esta infraestructura de coste tan importante. Se trata de una clara señal a la ingeniería de que queda un problema por resolver.

Algunos autores (Christin y Mézières 1980) aportan soluciones al estilo del trampantojo de la figura. Pegando al otro lado de la vía una imagen de espacio abierto, reduce la sensación de claustrofobia que las estaciones subterráneas provocan en gran parte de los usuarios.

Fig. 234. Coche de metro de infraestructura flotante (Christin y Mézières 1980, portada)

Este tipo de soluciones, más estéticas que ingenieriles, son de sencilla adaptación, y se podrían combinar con otras, como la modificación de la iluminación.

En la siguiente ilustración de este capítulo (Arleston y Barbuci 2013), la tracción eléctrica ha sido sustituida por la tracción a sangre y, ahondando en lo analizado anteriormente, la luz que ilumina la estación es natural. Por lo tanto, se han abierto huecos en la superficie para instalar lucernarias que permitan la entrada de los rayos de sol, dando una visión mucho más agradable al conjunto de la infraestructura y sus instalaciones. Debe el ingeniero actual

analizar si es posible esta solución en algunas estaciones más superficiales, o, si acaso, la instalación de iluminaciones que imiten la luz solar, todo ello encaminado a atenuar las sensaciones claustrofóbicas negativas que produce estar bajo tierra al ser humano.

Fig. 235. Ferrocarril subterráneo con tracción animal (Arleston y Barbuci 2013, p. 38)

3.3.14. TRANVÍAS Y METROPOLITANOS DE SUPERFICIE

La imagen y la tecnología de los ferrocarriles urbanos son también fuente de inspiración para los autores gráficos. Las posibilidades que ofrece este sistema de transporte de superficie, en las distintas configuraciones de la hipotética ciudad del futuro, se muestran en la siguientes figuras. En la primera de ellas (Shuiten y Peeters 1986) se puede observar cómo se han construido infraestructuras independientes para estos ferrocarriles.

Fig. 236. Llegada del tranvía (Shuiten y Peeters 1986, p. 20)

Estas cruzan a gran altura en la ciudad, atravesando incluso los edificios, siendo esta una de sus particularidades más sobresalientes. En este caso analizado, se aprecian hasta cinco niveles distintos en los que se ha construido una línea férrea urbana, descongestionando de esta manera el tráfico rodado de superficie y logrando que se pueda pasar de un lado a otro de la ciudad, sin tener que descender a la cota cero. Esto permite la construcción de zonas de uso público, como centros comerciales por ejemplo, que no tienen por qué estar, de forma obligatoria, a nivel de calle, puesto que se puede acceder a ellos aún estando a gran altura, a través de estas líneas que van de rascacielos en rascacielos.

Aplicada esta concepción a la ciudad actual, se pueden extraer varias conclusiones. La primera es que, por saturado que esté el tráfico de superficie, siempre será posible, como de hecho se hace en múltiples macrourbes actuales– tal y como hemos visto en capítulos anteriores–, elevarlo a distintas cotas para liberar espacio en la ciudad. Indudablemente, el precio estético y el económico de esta solución serían ambos muy importantes. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el funcionamiento de estos tranvías, propuestos por los autores, se alimenta con energía eléctrica –se puede apreciar en la figura las catenarias y los pantógrafos–, por lo que se consigue una importante disminución de la contaminación por motores de combustión en la ciudad.

El siguiente caso proviene de los mismos autores (Shuiten y Peeters 2007), ambos muy prolíficos en cuanto a la configuración de las ciudades futuras desde el punto de vista de la ingeniería y la arquitectura. Aquí los tranvías mostrados tienen la particularidad de tener dos

Fig. 237. a y b. Tranvía de dos pisos (Shuiten y Peeters 2007, p. 18)

pisos, duplicando de esta manera la capacidad de los mismos. Esta propuesta no es, en su concepto, novedosa, puesto que ya se utiliza en ciudades muy pobladas como es, por ejemplo, Hong Kong, heredada de los autobuses de la misma configuración provenientes de Inglaterra y que habían adaptado en esta colonia suya.

Soluciones de este tipo se hacen necesarias, debido a la masificación de las ciudades, pero deben buscarse soluciones estéticas aceptables como la mostrada por los autores en este caso.

Dentro del campo exclusivo de la imaginación, sin aparente posibilidad de aplicación al terreno real, se encuentra la siguiente propuesta (Corbeyran y Falque 1997). Se trata de un edificio de nueve alturas, de proporciones imposibles –aquí el dibujante engaña la vista del lector–, pues parece no tener más allá de la anchura de los carriles, en cuya base se han construido unos bogies, que desplazan el edificio a lo largo del camino de hierro que jalona la ciudad. Esta consideración de vivienda que se desplaza tiene, sin embargo, y a pesar de la imposibilidad física de su existencia, la virtud de abrirnos la puerta hacia conceptos novedosos, como son la de desterrar la idea de que la vivienda, esto es, los habitáculos donde vive el ser humano, son inamovibles. Toma el concepto de roulotte o auto-caravana, para situar al vehículo-vivienda sobre carriles, de forma que se pueda desplazar, no solamente dentro de los límites de la ciudad, sino también entre poblaciones alejadas. Las estaciones de tren podrían ampliarse para albergar en las playas de vía el movimiento y estacionamiento de los vehículos ferroviarios-vivienda, de forma que sus habitantes pudiesen desplazarse sobre carriles a lo largo de la geografía de sus países. Ya fuesen autoportantes o traccionados por locomotoras, tendrían la misma filosofía que las autocaravanas mencionadas, con la diferencia que podrían ser mucho más grandes que estas y transportar mucho más peso.

Fig. 238. Edificio-tranvía
(Corbeyran y Falque 1997, p. 11)

En el mismo álbum (Corbeyran y Falque 1997), los autores muestran tranvías de varias configuraciones, pero dotados de motores de combustión, no eléctricos. Esta diferencia significativa supone un retraso en cuanto a la contaminación producida en la ciudad.

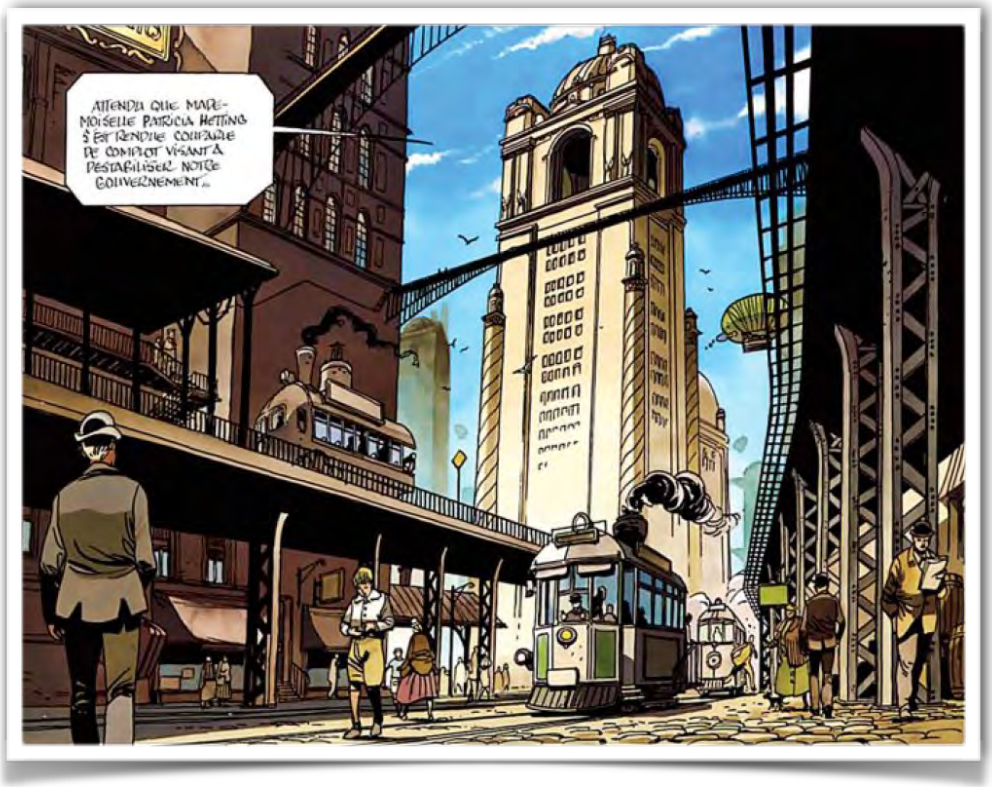


Fig. 239. Tranvías a distinto nivel (Corbeyran y Falque 1997, p. 12)

Significativa es, además, la aparente ausencia de cualquier otro tipo de vehículos en la calzada, lo que parece sugerir que el tranvía es el único medio de transporte terrestre. Esta concepción de la ciudad, con ausencia de coches, plasma en la viñeta el ideal de los proyectos de innumerables ingenieros y urbanistas: sustituir la aglomeración del transporte rodado de nuestras ciudades actuales por un eficiente transporte público. Los autores sugieren la construcción de numerosos tramos metálicos, que den servicio a toda la ciudad. No solamente en la cota cero, como ya hemos visto en casos anteriores, sino también en distintos niveles, permitiendo a los usuarios desplazarse en diferentes alturas en la ciudad.

Avanzando más hacia el futuro, algunos creadores de historietas redefinen los modelos de vehículos, utilizando estéticas pasadas o actuales, pero añadiéndoles una componente de ciencia ficción, para situarlo tecnológicamente en el marco temporal que han creado.

Es el caso de las dos figuras mostradas a continuación (Rumberg y Pellé 2009), donde se proponen dos configuraciones formalmente clásicas, en las cuales, sin embargo, la infraestructura viaria desaparece, manteniéndose tan solo la alimentación eléctrica a través de la malla de cables sobre el vehículo que levita. Esta tecnología libera al suelo de los carriles, imposición de los tranvías tradicionales durante toda su historia, permitiendo un pavimento libre de cicatrices, que suponen una molestia para el tráfico rodado y con un gran ahorro de coste de mantenimiento.

Fig. 240. Tranvía flotante (Rumberg y Pellé 2009, p. 28)

Fig. 241.Tranvía saliendo de edificio (Rumberg y Pellé 2009, p. 29)

También el autor español Daniel Torres (1985) sitúa las aventuras de su personaje, Roco Vargas, en un mundo futuro, donde los vehículos que circulan por la ciudad carecen de ruedas ni contacto alguno con el pavimento. Es el caso también del tranvía, que, aunque flote, el autor le ha dibujado dos carriles. Probablemente no para que circulen por él las ruedas del vehículo, inexistentes como decimos, sino como separador de espacios y delimitación de la línea de circulación del tranvía. De nuevo aparece la estética retro, con carrocerías de coches y tranvías de mediados del siglo XX, mezcla para el lector del pasado con el futuro.

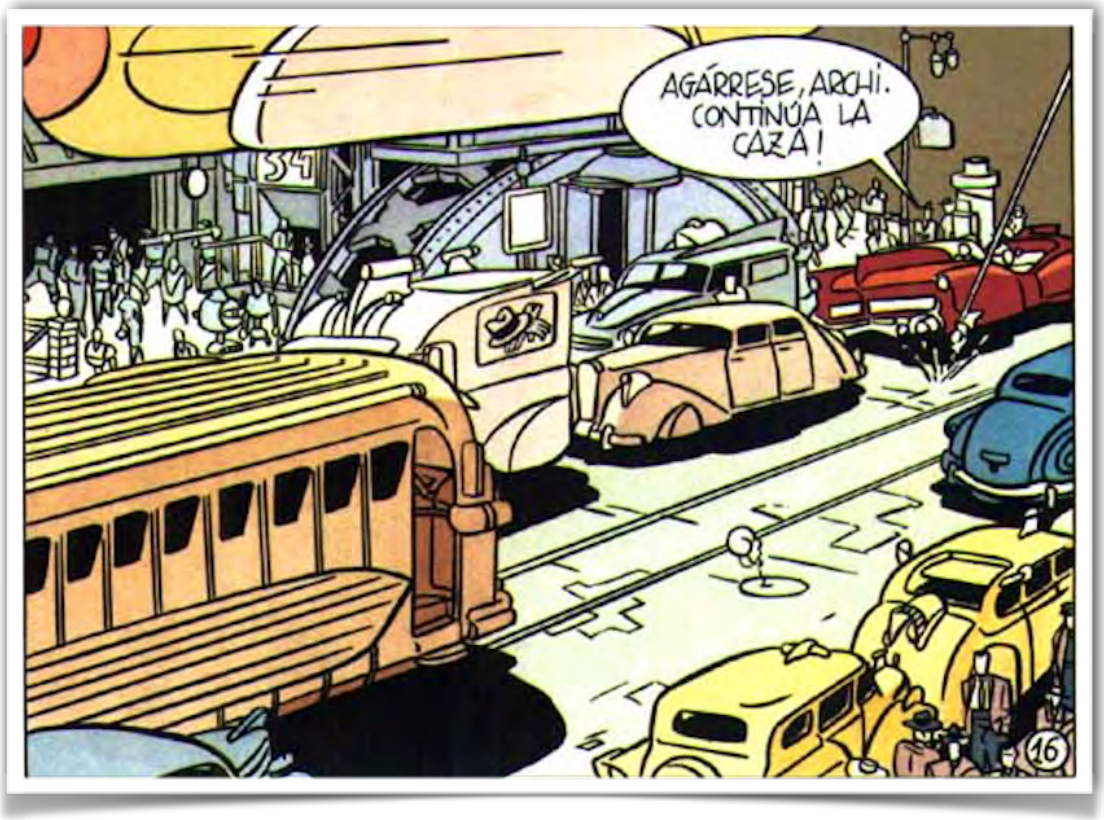


Fig. 242.Tranvía en centro ciudad (Torres 1985, p. 18)

Mucho más lejano en el tiempo (Torres 2005), se encuentra este fresco de una ciudad aparentemente colgada del aire, donde los tranvías son cápsulas transparentes que circulan a lo largo de vías construidas especialmente para ellos. Estos, se desplazan tanto boca arriba como boca abajo, constituyendo la principal forma de transporte de esa ciudad.

Fig. 243. Tranvías transparentes (Torres 2005, p. 5)

3.3.15. FERROCARRILES INTERIORES EN FÁBRICAS Y MINAS

Los pequeños ferrocarriles construidos en recintos fabriles o explotaciones mineras, en general de tracción eléctrica o humana, por el peligro que supone la emisión de humos en un entorno cerrado, son un campo particular de esta rama de la ingeniería del transporte. Sus dimensiones son mucho menores que las del ferrocarril convencional, tanto en infraestructura como en vehículos.

Los autores de los cómics descienden también en sus aventuras a estos entornos cerrados, aportando, a través de su visión, soluciones a veces similares, a veces distintas, que suponen un contrapunto a la realidad.

En la fábrica mostrada a continuación (Corbeyran y Moreno 2002) se refleja con cierto detalle este tipo de transporte.

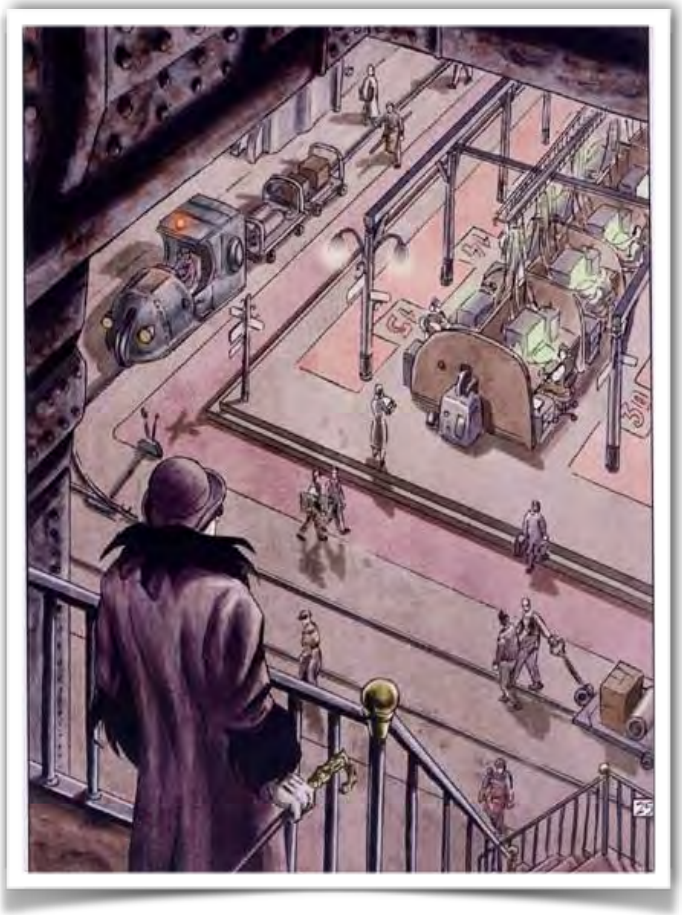


Fig. 244. Ferrocarril en fábrica. (Corberyran y Moreno, 2002, p. 29)

Se puede observar la existencia de dos vehículos, que se desplazan a lo largo de un carril que les sirve de guía y muy probablemente de fuente de alimentación. Arriba, a la izquierda, en la figura, apreciamos un pequeño tren con maquinista, con una gran rueda acanalada en su parte frontal, gracias a la cual se guía sobre el carril. Un poco más abajo se reproduce un pequeño cambio de agujas, que posibilita al diploris de la derecha decidir si sigue recto o gira a la izquierda. Este último, está traccionado por una persona y sirve, como es evidente, para facilitar el traslado, dentro de la fábrica, del material pesado.

Hoy en día, los ferrocarriles interiores a la fábrica de este tipo están en desuso, debido, sobre todo, a la agilidad y capacidad de carga que tienen las actuales carretillas elevadoras. En su día, sin embargo, fueron construidos multitud de modelos similares al de la viñeta mostrada, pequeño tren destinado al transporte de madera (Barrio, 2005).

Fig. 245. Locomotora de la fábrica de Mieres.1965. (Barrio, 2005)

Siguen existiendo, a pesar de ello, las líneas férreas que penetran hasta el corazón de las fábricas para cargar su producción y acceder, a continuación, a la red general de ferrocarriles, o, directamente, a un puerto donde la mercancía será cargada. También se usan para transportar grandes masas, como por ejemplo generadores para centrales eléctricas.

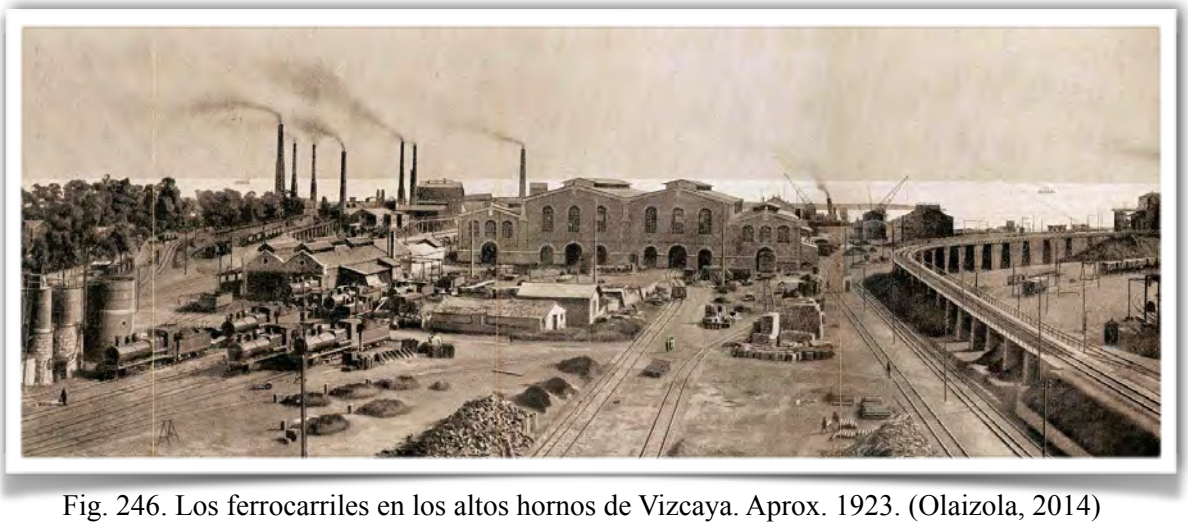


Fig. 246. Los ferrocarriles en los altos hornos de Vizcaya. Aprox. 1923. (Olaizola, 2014)

En la obra *Les Chroniques de sillage* (Morvan et al., 2006) aparece también la representación de un pequeño ferrocarril en una nave industrial, como parte fundamental del transporte de materiales dentro del recinto de trabajo. En este caso, se puede observar como la locomotora tractora es tan solo un sencillo diploris motorizado que guía el resto de vagonetas abiertas.

Fig. 247. Pequeño ferrocarril en una estación de lanzamiento. (Morvan et al. 2006, p. 21)

Un papel mucho más crucial sin embargo, que el de los ferrocarriles intra-fabriles, lo tuvieron, y lo tienen, aquellos radicados en los interiores de las explotaciones mineras. El transporte del pesado mineral, extraído a lo largo de los túneles estrechos y largos, se tornó imprescindible para el desarrollo en profundidad de estas explotaciones. Jodorowsky y Arno (1998) muestran algunas características de esta tecnología, donde mezclan lo antiguo, la vagonetas empujadas por enanos, con la ciencia ficción, robots que los controlan.

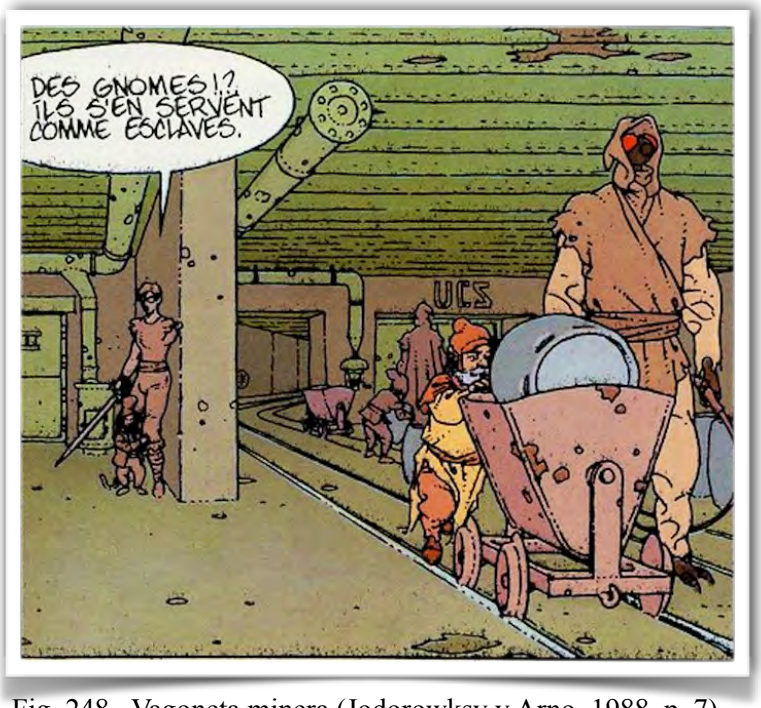


Fig. 248. Vagoneta minera (Jodorowksy y Arno. 1988, p. 7)

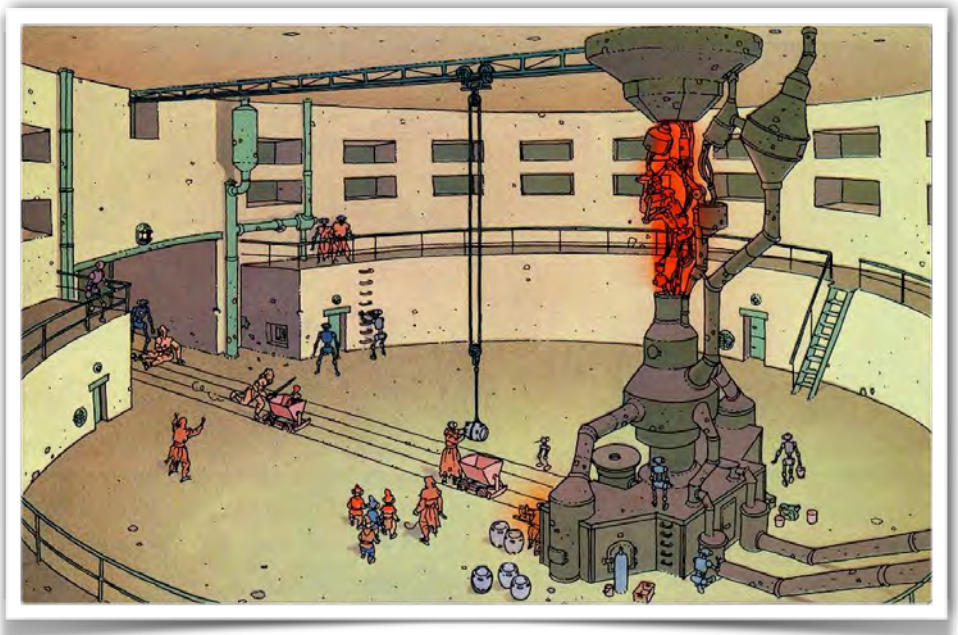


Fig. 249. Vagonetas y horno (Jodorowksy y Arno. 1988 p. 9)

En las siguentes figuras (Duval y Gioux 2004) y (Duval y Gioux 2008), donde por cierto se aprecia también un sistema de transporte por tubería en la primera de ellas, se puede observar una vagoneta acondicionada para el transporte de personas en el interior de una construcción, incluso a distintas alturas.

Fig. 250. Vagoneta en búnker (Duval y Gioux 2004, p. 20)

Dicha vagoneta tiene incorporado su propio motor de desplazamiento, una rudimentaria caldera de vapor que, de alguna manera, aunque no se aprecia, moverá las ruedas del conjunto.

Fig. 251. Pequeño tren en ferrocarril interior. (Duval y Gioux 2008, p. 16)

Más moderna es la tecnología de los siguientes ejemplos (Arnaud, Bonifaz y Studio Jobim 2003). En la entrada de una mina, una playa de vías alberga modernos trenes mineros, eléctricos por supuesto, pues no pueden producir gases en una zona subterránea por el envenenamiento que producirían a los trabajadores.

Fig. 252. Vías y trenes mineros. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p. 23)

Dichas vagonetas de carga llegan hasta la entrada de los grandes montacargas, encargados de hacerlas descender a las profundidades, donde los mineros trabajan extrayendo el mineral.

Fig. 253. Entrada de vagonetas mineras. (Arnaud, Bonifay y Studio Jotim 2003, p. 47)

Y, finalmente, un ejemplo de ferrocarril portuario ((Morvan et al. 2005). Por una parte, las grúas que mueven la mercancía pesada a lo largo de las instalaciones se apoyan en carriles, constituyendo en sí mismas un vehículo ferroviario. Pero, además, estos pórticos móviles sirven para la carga y descarga de los trenes que pasan entre las patas de su estructura, facilitando así el conjunto el tráfico de todo tipo de equipos en estas instalaciones.

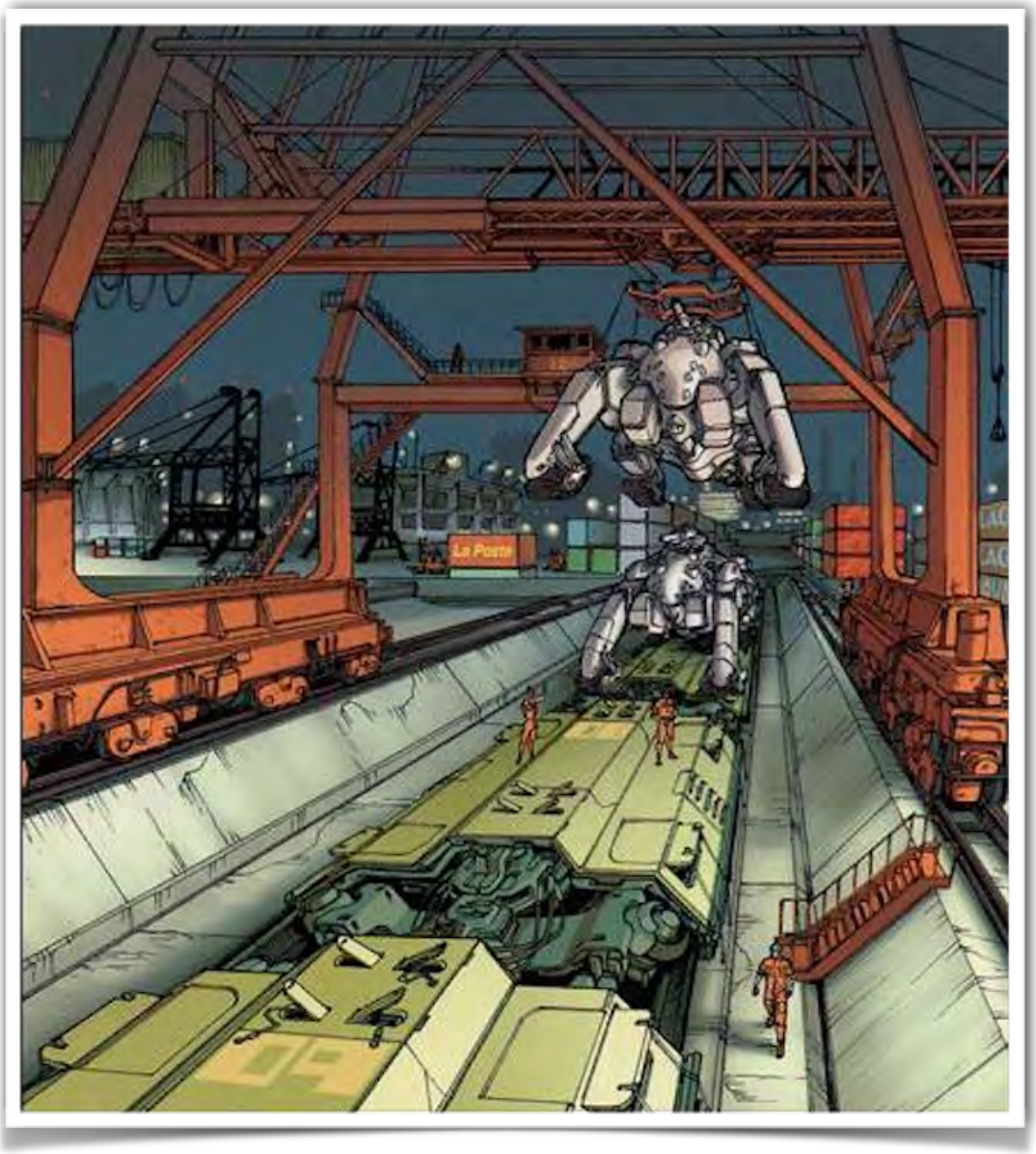


Fig. 254. Ferrocarril en instalaciones de puerto (Morvan et al. 2005, p.14)

3.3.16. DRESINAS

Dentro del mundo del ferrocarril, dos autores (Cothias y Adamov 1989) muestran en sus viñetas una variante de vehículo automotor, la dresina, para desplazar a lo largo de la vía materiales o personas.

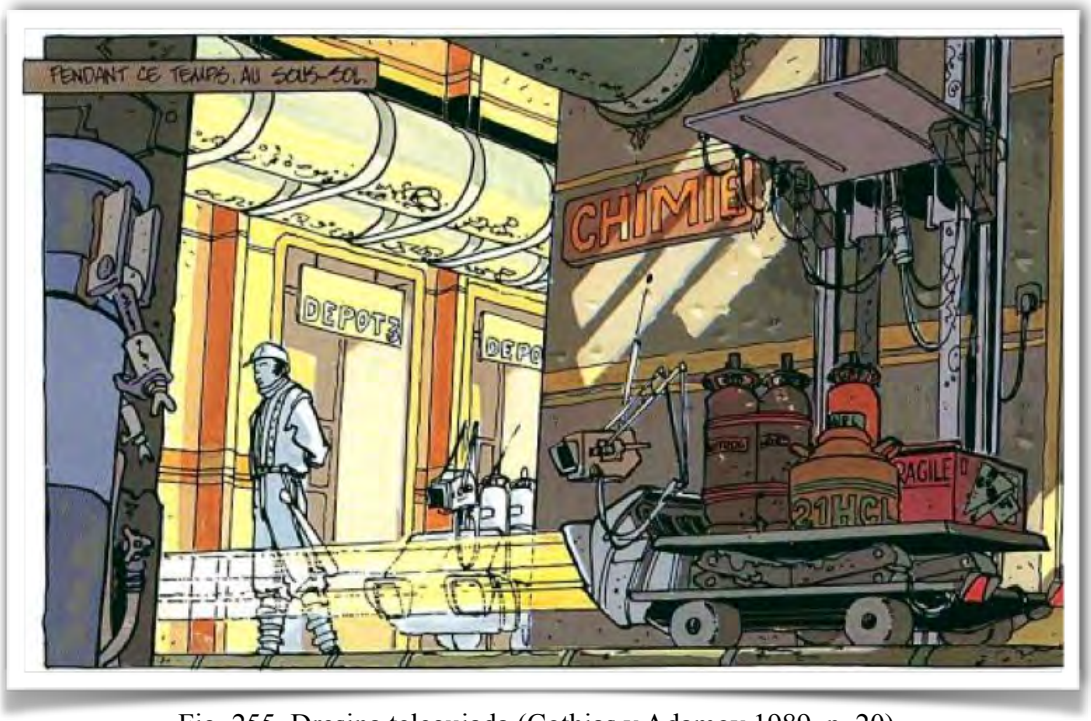


Fig. 255. Dresina teleguiada (Cothias y Adamov 1989, p. 20)

En este primer ejemplo, se trata de un artefacto de pequeñas dimensiones, que funciona de forma autónoma, guiada por cámaras en su parte frontal y un haz de luz que procede de dos focos delanteros. En él se cargan materiales pesados, para ser transportados dentro de una instalación industrial. En la figura siguiente, se puede apreciar cómo se desplaza a lo largo de dos carriles no convencionales, pues se trata de sendas plataformas planas, apoyadas en el suelo, sobre las que circulan las ruedas de pequeñas dimensiones.

Se puede concluir, de ambas figuras, que el uso de los vehículos autoguiados en zonas de baja circulación, como puede ser una planta industrial, son de gran utilidad, especialmente si cuentan con los detectores necesarios como para ser capaces de detenerse cuando se encuentran con un obstáculo, de forma que los operarios puedan trabajar libremente, sin tener que preocuparse de colisionar con estos vehículos. El hecho de que se desplacen por carriles

facilita esta tarea de guiado, pues reduce solo a una sola dimensión lineal el alcance de su movimiento.

Fig. 256. Vista superior de los carriles de la dresina teleguiada (Cothias y Adamov 1989, p. 21)

En el ejemplo que sigue, la dresina actúa como elemento tractor de un tren convencional o uno de metro. Casi con toda seguridad metro, puesto que se puede apreciar claramente en la figura el tercer carril de suministro eléctrico utilizado en el transporte subterráneo. Su utilidad radica en que puede ser utilizada por un solo operario, para desplazar composiciones de coches sin locomotora y reordenarlos de forma individual. Este sistema es una dresina de gran utilidad en el complicado tráfico de vehículos en las estaciones, donde las operaciones de reconfiguración y ordenamiento tienen un coste temporal, económico y de maquinistas y operarios importante.

Fig. 257. Diploris tractor remolcando coche (Cothias y Adamov 1999, p. 41)

3.3.17. FERROCARRIL SIN CARRILES

El concepto en sí, de ferrocarril sin carriles es un contrasentido, puesto que en el origen y esencia de la definición de este medio de locomoción está la existencia de una vía, sea del tipo que sea, que sustenta y sirve de guiado a un vehículo sobre ella. Los creadores de cómic, sin embargo, no tienen inconveniente en obviar esta proposición y reinventar el concepto. Pero lo hacen por una buena razón, al menos en los dos casos expuestos a continuación. Y esta es que los mundos descritos en estas historias son distópicos futuros, donde la humanidad se ha estancado en el desarrollo tecnológico, por motivos de guerras, catástrofes, etc. En este escenario los protagonistas han adaptado los medios de comunicación que sus antepasados les dejaron, aquí viejas locomotoras de vapor, a su nueva situación. Un escenario sin infraestructuras o muy rudimentarias, y, por supuesto, sin carriles de metal por los que circular. Es por ello que los ingenieros de estos hipotéticos futuros han debido adaptar estos vehículos, para moverse sobre el suelo directamente.

En este primer ejemplo (Moebius 1974), un modelo rudimentario de locomotora arrastra un

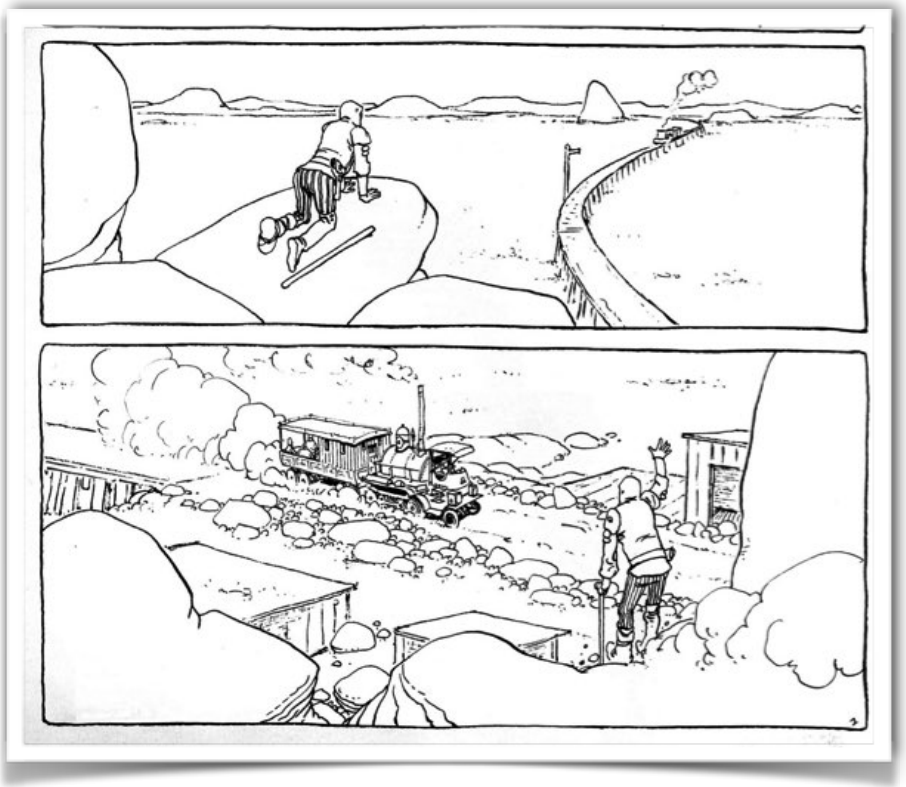


Fig. 258. Tren sin carril (Moebius1974, p. 6)

coche de pasajeros, primero sobre una plataforma aparentemente de madera y, a continuación, sobre el suelo del desierto.

En el segundo ejemplo (Cothias y Adamov 1986), la tesis anterior se hace aún más evidente.

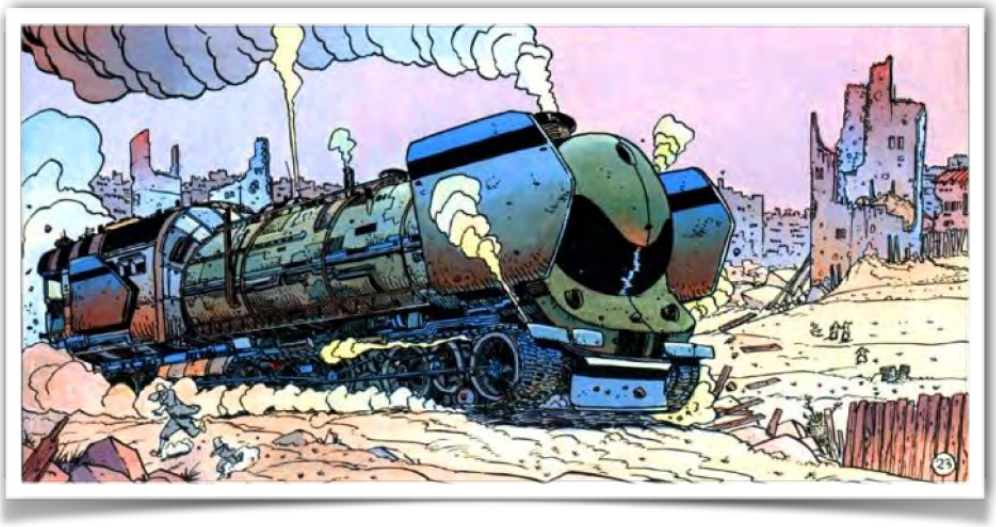


Fig. 259. Locomotora con oruga (Cothias y Adamov 1986, p. 25)

Una locomotora de desproporcionadas dimensiones –véase el tamaño de los seres humanos a su lado–, ha sido reconfigurada para poder desplazarse en un terreno blando e inestable. A tal efecto, se han colocado unas orugas en las ruedas, a modo de los tanques de los ejércitos, que le permite desplazarse como tal, dando, como se puede apreciar en la figura, incluso giros

Fig. 260. Locomotora con oruga. Vista trasera (Cothias y Adamov 1986, p. 25)

cerrados con un vehículo de semejantes características. En una vista de perfil, los autores nos muestran la disposición en la que queda el sistema de tracción de la locomotora. A pesar de

las orugas que se pueden observar, persiste la filosofía de biela-manivela que genera el movimiento, además de otras ruedas de menor tamaño cuya finalidad no está del todo clara.

Fig. 261. Locomotora con oruga. Detalle de tracción (Cothias y Adamov 1986, p. 27)

De este capítulo, difícilmente se podrá concluir que la hipotética adaptabilidad de los vehículos ferroviarios es algo posible, pues estos automotores adaptados solo pueden ser fruto de la imaginación en el cómic, ya que su peso haría en cualquier caso imposible su desplazamiento directamente sobre la tierra, sin una plataforma continua que los soporte. Sirva, sin embargo, como reflexión de la reutilización de los vehículos actuales en circunstancias diferentes.

3.3.18. FERROCARRIL VOLADOR Y ACUÁTICO

Si en el capítulo precedente se analizaba la reconfiguración de los vehículos ferroviarios, para su funcionamiento sin vías sobre la superficie de la tierra, en este, la imaginación de los autores va más allá, convirtiendo al tren en un vehículo volador y submarino. No existe aquí la excusa o justificación de emitíamos en las páginas anteriores, en las que el hombre habría vuelto a dar forma a sus antiguas locomotoras para adaptarlas a un mundo sin carriles. En este caso, se trata de un ejercicio puramente imaginario, más debido al aprecio por los vehículos ferroviarios actuales, o por una nostalgia hacia los pasados, que por una verdadera solución ingenieril coherente con la construcción aeroespacial.

La primera figura analizada (Jerôme y Rieu 2003) confirma esta tesis. Se trata de una pequeña locomotora, de tiempos pretéritos, de cuya chimenea, además, sale humo, para acrecentar el toque nostálgico mencionado, pero que vuela por encima de una ciudad futurista y en la que pretende incluso aterrizar de forma vertical, como un helicóptero. Los propios diálogos de los personajes recalcan el efecto paradójico de este artefacto imposible.

Fig. 262. Locomotora aterrizando (Jerôme y Rieu 2003, p. 12)

En la misma historia, un poco más adelante, aparece de nuevo el mismo modelo pero con varios coches enganchados detrás, a modo de pequeño tren turístico, que, tras una breve aceleración flotando sobre el suelo, inicia un despegue vertical, rozando en su ascenso un edificio. Todo ello con una propulsión que, en cualquier caso, produce una abundante salida de gases.

Fig. 263. Tren despegando (Jerôme y Rieu 2005, p. 17)

En las dos figuras siguientes (Christin y Mézières 1998), el tren propuesto por los autores se detiene en una estación para recoger pasajeros, de la misma forma que lo haría cualquiera en nuestros días. La aglomeración que se puede observar, el modelo del vehículo, la configuración del andén, la basura en el suelo, etc., nada hace sospechar en un primer momento que la composición va a despegar del suelo para convertirse en un tren volador. Guionista y dibujante quieren recalcar la normalidad de la situación que supone coger un tren en una época futura, con todas sus similitudes con la época actual, dando la impresión que la humanidad no cambia, que lo que cambia es tan solo la tecnología. El tren vuela, es cierto,

pero los pasajeros siguen tan hacinados en él como lo están en cualquier gran ciudad hoy en día en hora punta.

Fig. 264. Estación de tren volador (Christin y Mézières 1998, p. 31)

Fig. 265. Tren volador despegando de la estación (Christin y Mézières 1998, p. 31)

La tecnología, en este caso, no es importante, no es en lo que el lector ingeniero debe fijarse. El concepto a analizar es por qué, si la tecnología sigue avanzando, continúan existiendo las aglomeraciones en nuestros medios de transporte públicos. El ingeniero debe concluir de este mensaje que lo importante muchas veces, no es si el tren vuela o no, o la búsqueda actual de marcas de velocidad, sino el cumplimiento de una serie de condiciones de servicio apropiadas para las exigencias cada vez mayores de los usuarios.

En la figura siguiente (Moore et al. 2000) una locomotora similar a ejemplos anteriores cruza el cielo de la ciudad, entre todo tipo de ingenios voladores. Su funcionamiento de propulsión mediante motor de reacción, al menos eso quiere aparentar, mostrando la llamarada en la parte trasera de su estructura, parece incompatible con su forma de locomotora antigua. El propio piloto del cohete está ataviado con el uniforme de maquinista que correspondería a la época

de la máquina. De nuevo, los autores de cómic extraen de su contexto histórico vehículos ferroviarios de etapas pretéritas y los recolocan en futuros de ciencia ficción, donde su presencia no concuerda con la tecnología existente en ese momento.

Fig. 266. Locomotora voladora (Moore et al. 2000, p. 4)

Se puede concluir de ello, tanto para este ejemplo como para los otros de este capítulo, que la estética del ferrocarril, de nuestra época o de las anteriores desde su aparición, es muy sugerente desde el punto de vista artístico. Otra vez el retrofuturismo hace su aparición en las historietas analizadas, mezclando el pasado con el futuro, buscando el contraste al aplicar tecnologías aún no descubiertas a vehículos ya desaparecidos.

Caso diferente es el que sigue (Corbeyran y Falque 1997), donde una locomotora de vapor es colgada como barquilla en un globo o dirigible. La imposibilidad física de este hecho no resta valor al efecto producido en el lector por la mezcla de estos dos sistemas de transporte tan

opuestos. Vuelven a presentarse las soluciones apuntadas con anterioridad, en las que el ser humano, después de algún tipo de crisis, se encuentra en la necesidad de utilizar la tecnología y los vehículos de sus antepasados para, tras reconfigurarlos, crear híbridos como el mostrado en la figura.

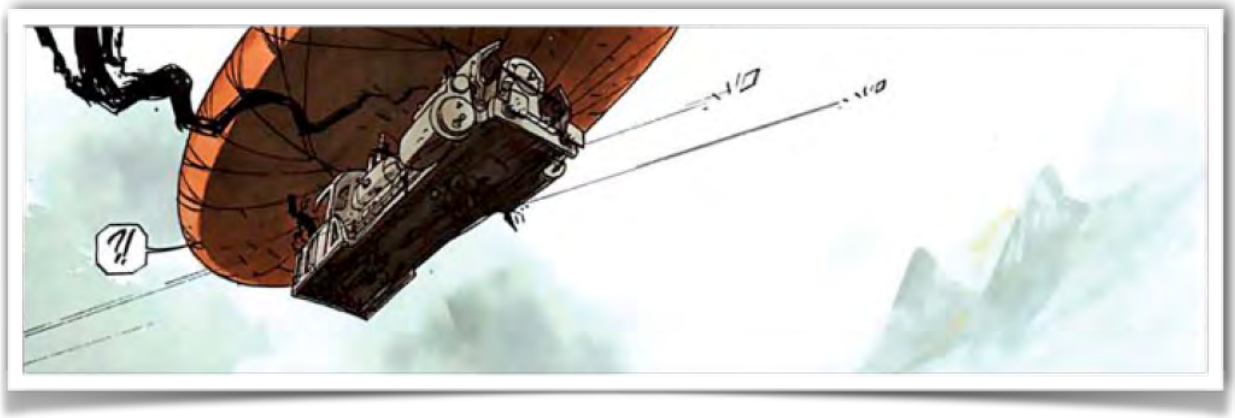


Fig. 267. Locomotora colgada de un globo (Corbeyran y Falque.1997, p. 4)

Pasando al terreno espacial, nos encontramos con casos similares a los anteriores (Christin y Mézières 1996), donde la estética del ferrocarril es utilizada como excusa para crear vehículos imposibles. El de la imagen es una composición de locomotora con su coche de viajeros

Fig. 268. Tren cruzando el espacio (Christin y Mézières 1996, p. 33)

cruzando una lluvia de meteoritos en su viaje interplanetario.

En el mismo medio se mueve un tren espacial (Jodorowsky y Janjetov 1999), en plena batalla galáctica. El convoy, que no tiene como en los ejemplos anteriores estética heredada de antiguos modelos de locomotoras o trenes, sí posee de forma evidente, por su configuración y ordenación, muchas similitudes con un ferrocarril.

Fig. 269. Convoy espacial (Jodorowsky y Janjetov 1999, p. 30)

En el siguiente y último caso mostrado en este capítulo (Cothias y Adamov 1997), el vehículo ferroviario diseñado por los autores es capaz de transportar a sus pasajero en todos los medios posibles. En la viñeta inicial es una nave espacial para, posteriormente, aterrizar sobre el mar gracias a cohetes situados en su base y, a continuación, sumergirse en el mismo. Este ejercicio imaginativo supera a los anteriores, puesto que adapta la locomotora a cualquier necesidad de transporte, creando un efecto paradójico: el vehículo pesado que no puede escapar de sus

rieles, convertido en un medio de locomoción de gran flexibilidad y adaptabilidad, capaz de funcionar en todos los terrenos.

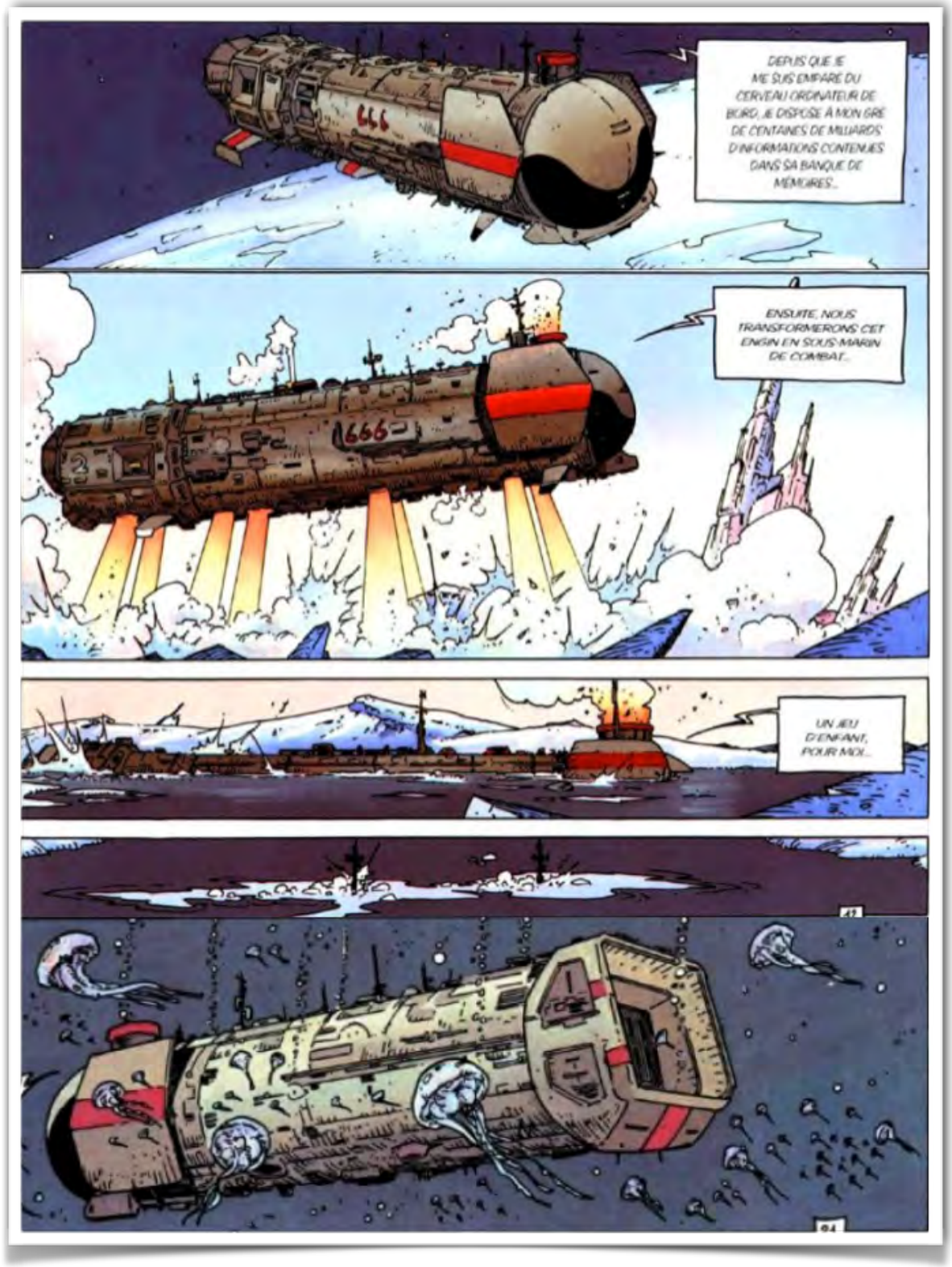


Fig. 270. a, b, c y d. Locomotora anfibia (Cothias y Adamov 1997, p. 10 y 13)

Obtener conclusiones similares a las de capítulos anteriores no es inmediato en este caso. Si bien anteriormente se podían descubrir, a través de las reflexiones estéticas realizadas por los autores de cómic, hipotéticas utilidades aplicables a la ingeniería actual, o a la inmediatamente futura, en este apartado solo se puede hablar del segundo uso que podría darse a vehículos antiguo,s caso de no poder construir nuevos, por los motivos catastróficos que sean. Sí cabe, de cualquier manera, recalcar el valor estético del ferrocarril y sus vehículos en el imaginario artístico de la sociedad actual.

3.3.19. LA CABINA DEL MAQUINISTA

Los autores de cómics, en sus narraciones de ciencia ficción, no se quedan tan solo en el diseño externo de los ferrocarriles. En los dos casos propuestos a continuación, imaginan la cabinas de pilotaje de sendos trenes futuristas.

En el primero de ellos (Shuiten y Renard 1982) el puesto de conducción está dotado de numerosos sistemas de información. Es notable la estrechez del espacio en el que se encuentran piloto y copiloto, dado que el vehículo es también de pequeño tamaño y no transporta pasajeros. Las pantallas con imágenes de información y noticias en tiempo real interactúan de forma permanente con estos conductores.

Fig. 271. Cabina del tren (Shuiten y Renard 1982, p. 34)

Esta aplicación, de la más alta tecnología en la conducción del ferrocarril, es algo que coincide con la realidad. Desde la llegada de los trenes de alta velocidad, es cada vez mayor la sofisticación de las cabinas de conducción, a menudo dotadas de piloto automático, y de los dispositivos de información con los que cuenta el maquinista. Las altas velocidades

alcanzadas, imponen la existencia de sistemas automáticos de control que completen el factor humano en su función, incluso que lo sustituyan. La cabina debe, además, estar en todo momento conectada con la estación y los puntos de control externos, para poder tomar decisiones con gran velocidad, en el caso que haya problemas con la vía o con el tráfico en puntos del recorrido más avanzados que pudiesen provocar un accidente al tren.

La cabina siguiente (Pecqueur y Kovacevic 2007) presenta un nivel de sofisticación más avanzado que la anterior. En este caso, se asemeja más a la de un avión que a la de un tren, por la cantidad de indicadores que posee e incluso por la palanca de mandos que puede apreciarse en uno de los puestos de piloto.

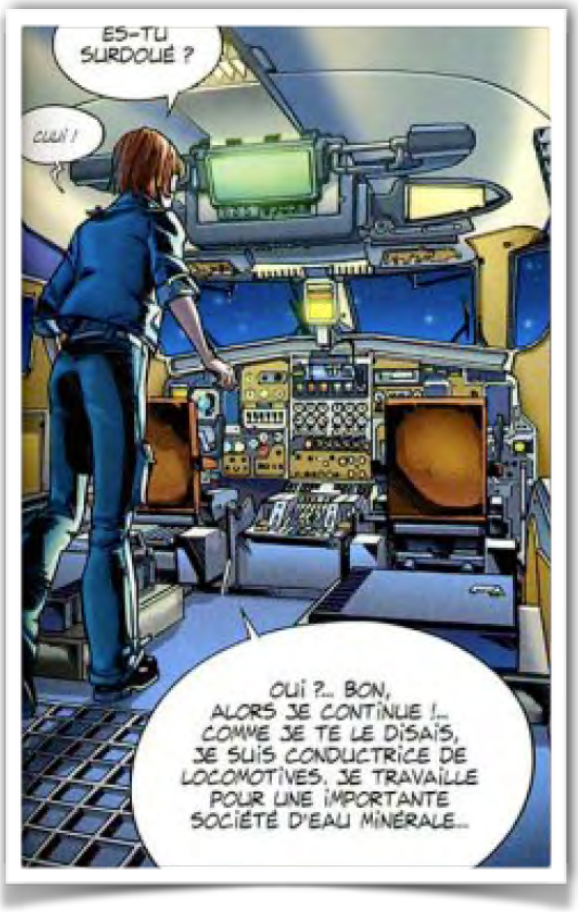


Fig. 272. Cabina del tren (Pecqueur y Kovacevic 2007, p. 29)

Concluimos, en este breve capítulo, que las cabinas de mando de los trenes futuros irán incorporando cada vez más tecnología. Los sistemas de comunicaciones van progresando día a día, de tal manera que los vehículos requieran cada vez menos de la presencia del conductor

o maquinista dentro del propio tren. Sin embargo, los autores de cómic apuestan en ambos casos por la existencia de dos personas al mando, probablemente porque la responsabilidad de supervisar in situ todo el proceso es cada vez mayor, no solo el control del desplazamiento del tren, sino también la de gestionar todos los parámetros del vehículo y sus pasajeros.

3.3.20. PLACAS GIRATORIAS

Las locomotoras, desde mediados del sigo pasado, poseen cabinas de conducción en los dos extremos del vehículo, de manera que no tengan que girar cuando tienen que cambiar el sentido de la marcha. No es el caso, sin embargo, de los modelos que a continuación se muestran, para los cuales se hace necesaria la construcción de una placa giratoria que pueda reorientar la locomotora una vez acabado su recorrido, al final de la línea, y prepararla para realizarlo en sentido contrario.

Este mecanismo, unión de sectores circulares que normalmente acogen varias vías con foso para realizar trabajos de mantenimiento, como cambiar zapatas, engrasar cojinetes, etc, es también representado por guionistas y dibujantes en numerosas historietas.

En el primer ejemplo, (Shuiten y Renard 1982) la placa giratoria tiene capacidad, no solo para la locomotora, sino también para los trenes pequeños completos que aparecen en la historia. Esto no es así en la realidad, donde las placas giratorias solo se utilizan para girar el vehículo tractor, no la composición que le sigue de coches o vagones, que son, por así decirlo, reversibles.

Fig. 273. Placa giratoria de trenes completos (Shuiten y Renard 1982, p. 25)

En el caso de la figura la plataforma tiene capacidad para varios trenes que lleguen desde todos los puntos cardinales, de forma que el plato es el punto concéntrico donde se unen todas las líneas radiales.

En la misma fuente (Shuiten y Renard 1982) se puede apreciar la llegada de un tren de vapor a la placa giratoria, donde después del intercambio de pasajeros, el mantenimiento, y previsible llenado de la caldera de agua y de combustible, el convoy será girado, para que inicie un nuevo recorrido, con una nueva dirección, o, quizás, con la misma, pero en sentido contrario.

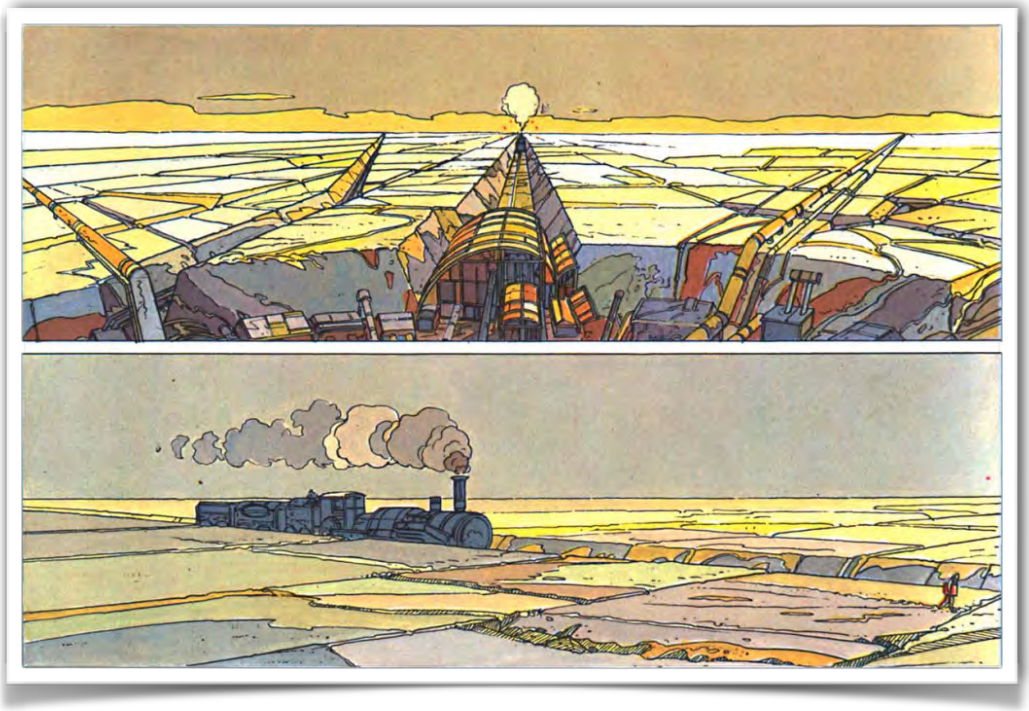


Fig. 274. Llegada del tren a la placa giratoria (Shuiten y Renard 1982, p. 43)

Un caso similar lo encontramos en el siguiente trabajo (Bonifay y Estudio Jotim 2004). En este ejemplo la playa de vías es de dimensiones muy superior al caso anterior, y es necesaria una placa giratoria que sea capaz de girar las locomotoras o pequeñas composiciones en ángulo recto, para cambiar completamente de trayectoria. Este artilugio permite un aumento sensible en la optimización de espacio en la gestión movimientos de las composiciones, así como una ganancia de tiempo fundamental en la gestión de una estación de estas características. En la figura siguiente (Bonifaz et al. 2006) dieciséis trenes futuristas –cada locomotora y los coches que la siguen son edificios con ruedas, verdaderas miniciudades sobre carriles– se encuentran estacionados junto a una plataforma giratoria, esperando su turno para enfocarse hacia el destino deseado.

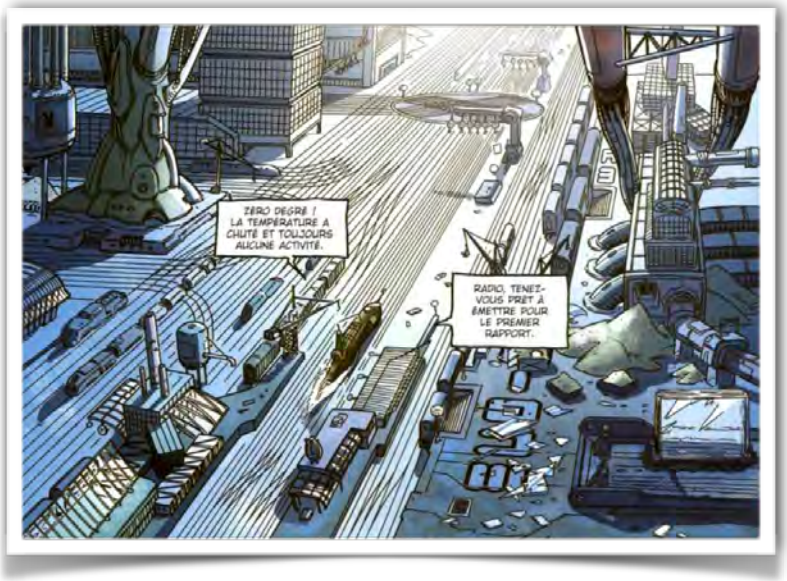


Fig. 275. Playa de vías con placa giratoria al fondo (Bonifay y Estudio Jotim 2004, p. 35)

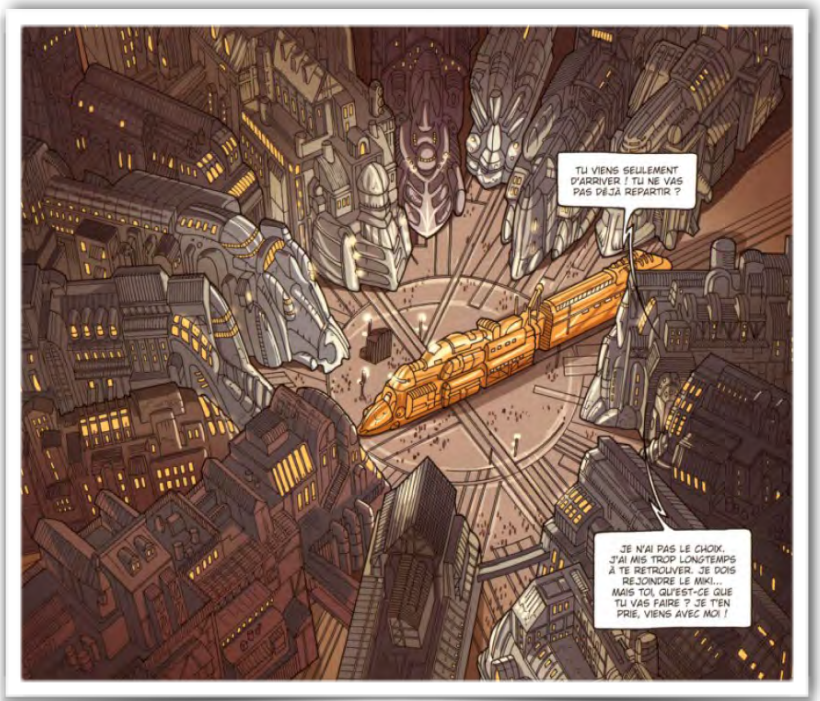


Fig. 276. Vista aérea de placa giratoria (Bonifay et al. 2006, p. 21)

La particularidad de esta última configuración, radica en que las locomotoras se pueden estacionar, gracias a la placa giratoria, ocupando muy poco espacio y a la espera de que sea precisa su utilización. En ese momento, la placa gira hasta alinear sus carriles con los de la locomotora que hay que desplazar, esta se incorpora al disco y, tras un nuevo giro, conecta con los carriles que la llevarán a su nuevo destino.

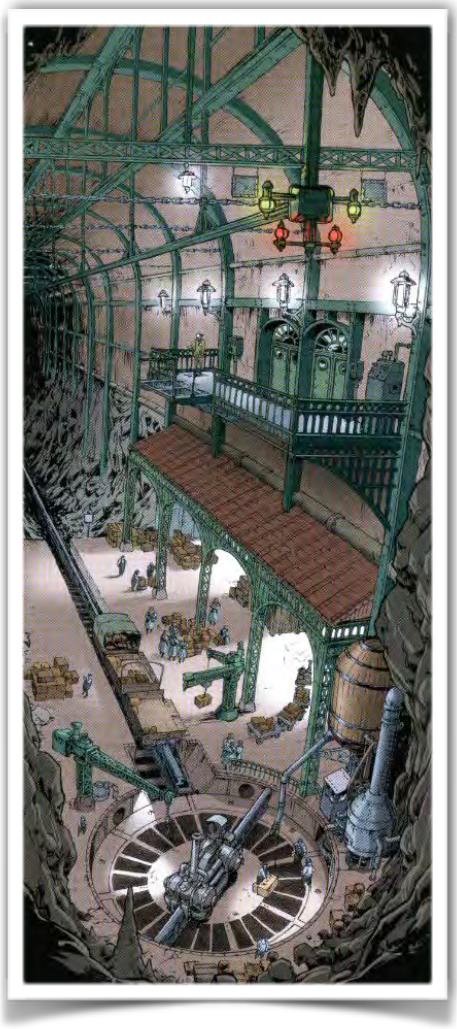


Fig. 277. Placa giratoria (Morvan et al.2006, p. 28)

En la siguiente propuesta (Morvan et al. 2006), se puede observar un ferrocarril aparentemente minero, donde hay una sola línea monocarril y, sin embargo, la locomotora solo puede desplazarse en un sentido. Ha sido necesaria, por lo tanto, la construcción en ambos extremos de sendas placas giratorias, que en cada movimiento giren la locomotora ciento ochenta grados para que reinicie de nuevo su recorrido. Esta placa se encuentra dentro de un foso, que permite todo tipo de reparaciones y carga de agua, como puede observarse, al estilo de las citadas al principio del capítulo.

Y, finalmente, un ejemplo de un autor español (Torres 1990), donde el mundo ferroviario se mezcla con arquitecturas de ciudad muy elaboradas, haciendo de la belleza del tren elemento indispensable en las mismas.

Terminaremos por lo tanto el capítulo, sacando la conclusión que, en los mundos futuros propuestos en estos cómics, las placas giratorias son utilizadas con profusión, por el abundante espacio que requieren los triángulos, sistema de giro de los trenes cuando estos son necesarios, pocas veces ya que las configuraciones modernas tienen cabeza tractora a ambos lados, como ya se ha comentado.

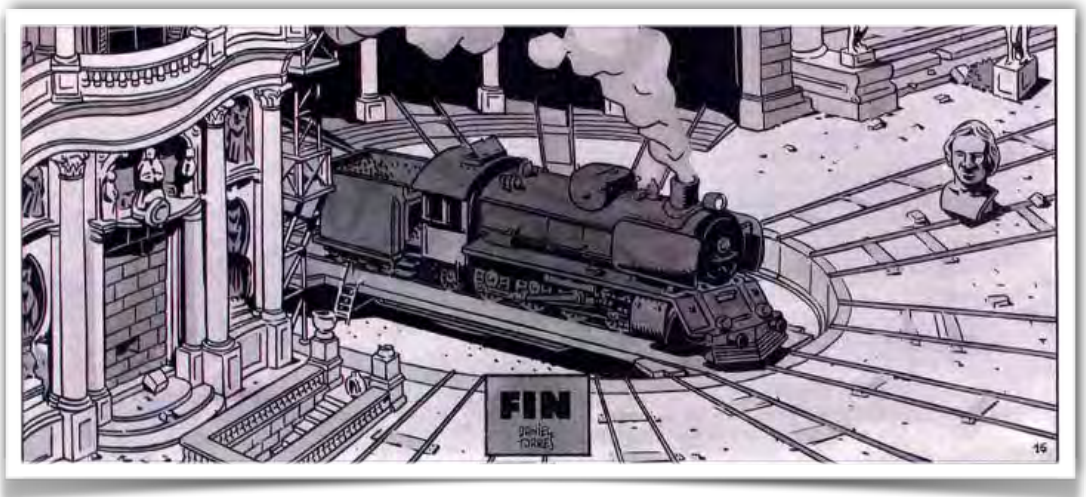


Fig. 278. Placa giratoria (Torres. 1990, p. 100)

3.3.21. TOPERAS

Debe advertirse que la ilustración (Giménez 1999) que se muestra a continuación no es una topera de ferrocarril, es el pistón de lanzamiento de una nave espacial que tiene delante. Pero se pretende con esta imagen mostrar una solución posible, utilizada en algunas estaciones actuales, sin duda interesante, para la seguridad del ferrocarril. Normalmente las toperas son fijas, de forma que la energía cinética del tren que, no pudiendo detenerse choca con mayor o menor fuerza con ellas en la estación, no es absorbida por ningún mecanismo, transmitiéndose así de vuelta al tren y a todos los vehículos, coches o vagones, que remolca. Sin embargo, una topera como la de la figura, dotada de un potente sistema hidráulico que absorbiese el impacto en caso de deficiencias en la frenada, podría disminuir de forma muy importante la gravedad del accidente.

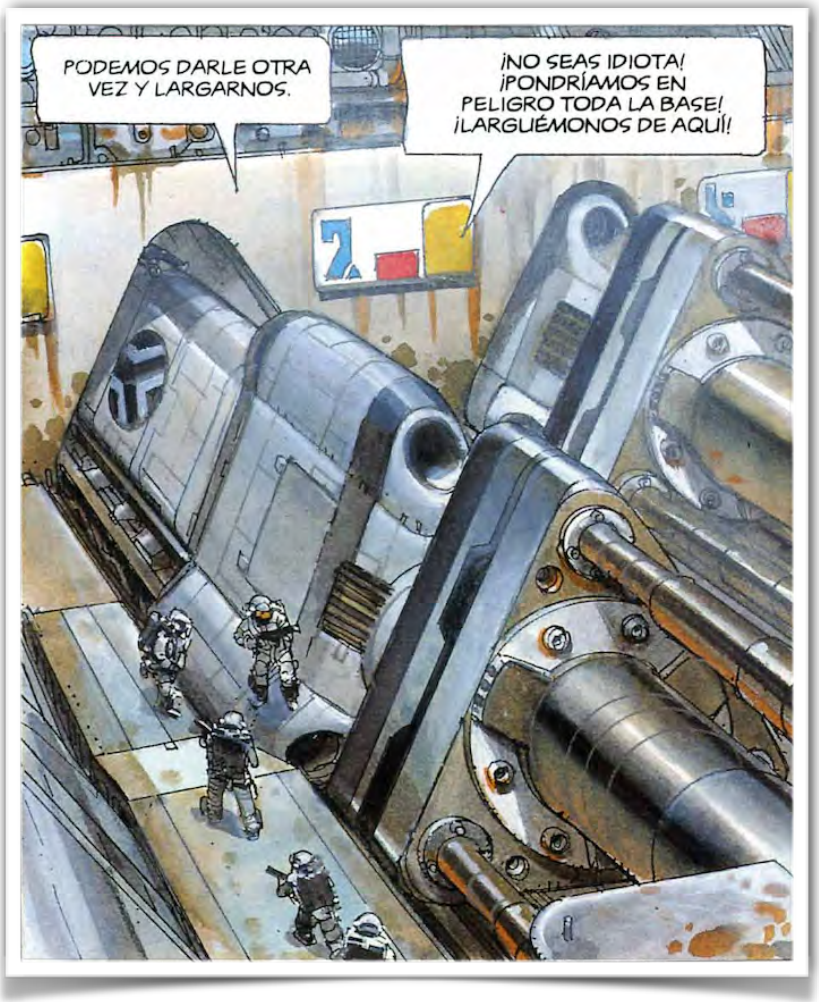


Fig. 279. Toperas lanzadoras (Giménez 1999, p. 46)

3.3.22. DESCARRILOS, ACCIDENTES Y CEMENTERIOS DE TRENES

Como último capítulo se ha escogido el tema del fin de la vida de un tren. Los autores de cómic, como no podía ser de otra manera, aprovechan la aparatosidad y vistosidad de los accidentes ferroviarios para aumentar el efecto del impacto en sus lectores. De la misma manera, las estaciones desiertas, los cementerios de trenes y viejos vehículos abandonados, crean un ambiente y entorno argumental muy propicio para las aventuras que buscan entretener al amante de estas historias.

El primer accidente mostrado (Bonifay y Studio Jotim 2007) mezcla de forma desordenada, en un escenario helado, la colisión entre varias composiciones. Los vehículos de mayor tamaño, a pesar de su forma de barco, son verdaderos trenes sobre carriles y parecen ser los causantes del siniestro.

Fig. 280. Colisión de trenes (Bonifay y Studio Jotim 2007, p. 12)

En la propuesta siguiente (Smolderen y Marini 1994), un tren completo ha caído de un puente mientras varios protagonistas observan lo ocurrido. Puede apreciarse la presencia de la estación intermodal cercana, que ha sido comentada en otro capítulo anterior, el de las estaciones. Se plantea el problema del acceso y recuperación de los restos del descarrilo. El paso de viaductos por zonas inaccesibles dificulta de forma importante las labores de rescate, que obligarán previsiblemente a la utilización de grúas y maquinaria pesada sobre raíles, para garantizar el acceso a los vehículos siniestrados en zonas como las de la figura. Este problema

se plantea a menudo en gran parte de los descarrilos, porque las vías de tren circulan a menudo por lugares incomunicados, donde el acceso a maquinaria pesada es imposible si no va sobre los propios carriles.

Fig. 281. Tren caído desde viaducto (Smolderen y Marini 1994, p. 57)

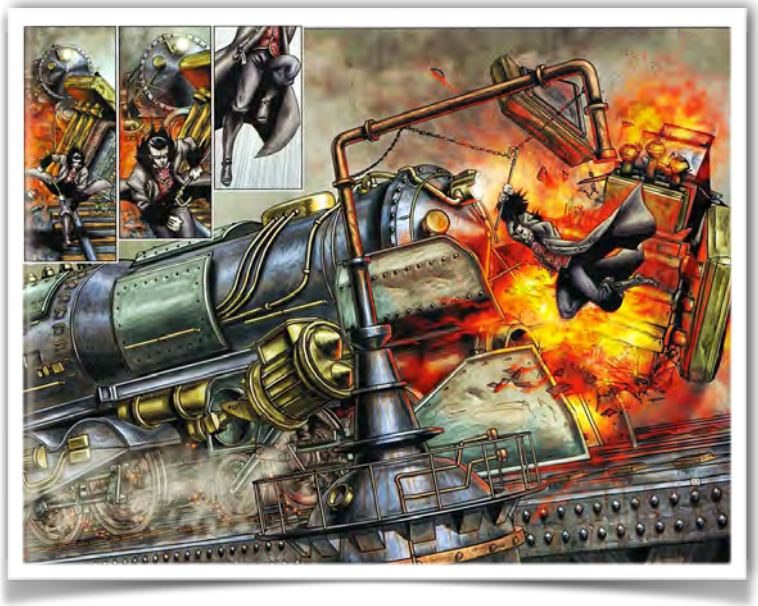


Fig. 282. a y b. Accidente ferroviario
(Corbeyran y Moreno 2004, pp. 86 y 87)

La figura anterior (Corberyran y Moreno 2004) escenifica el accidente, descarrilo y caída de una locomotora desde un tramo de vías sustentado por pilares. El caso anterior se repite, la recuperación de la locomotora que se precipita al agua será muy difícil o imposible, en función de los medios técnicos con los que se cuenten.

En cuanto a los trenes y estaciones abandonadas, son significativos los ejemplos encontrados. En un apartado sin uso, de la estación que se muestra en la siguiente figura (Bonifay y Studio Jobim 2005), se pueden observar varios coches ferroviarios, mezclados con basura y convertidos alguno –véase el que tiene luz en su interior– en vivienda de vagabundos.

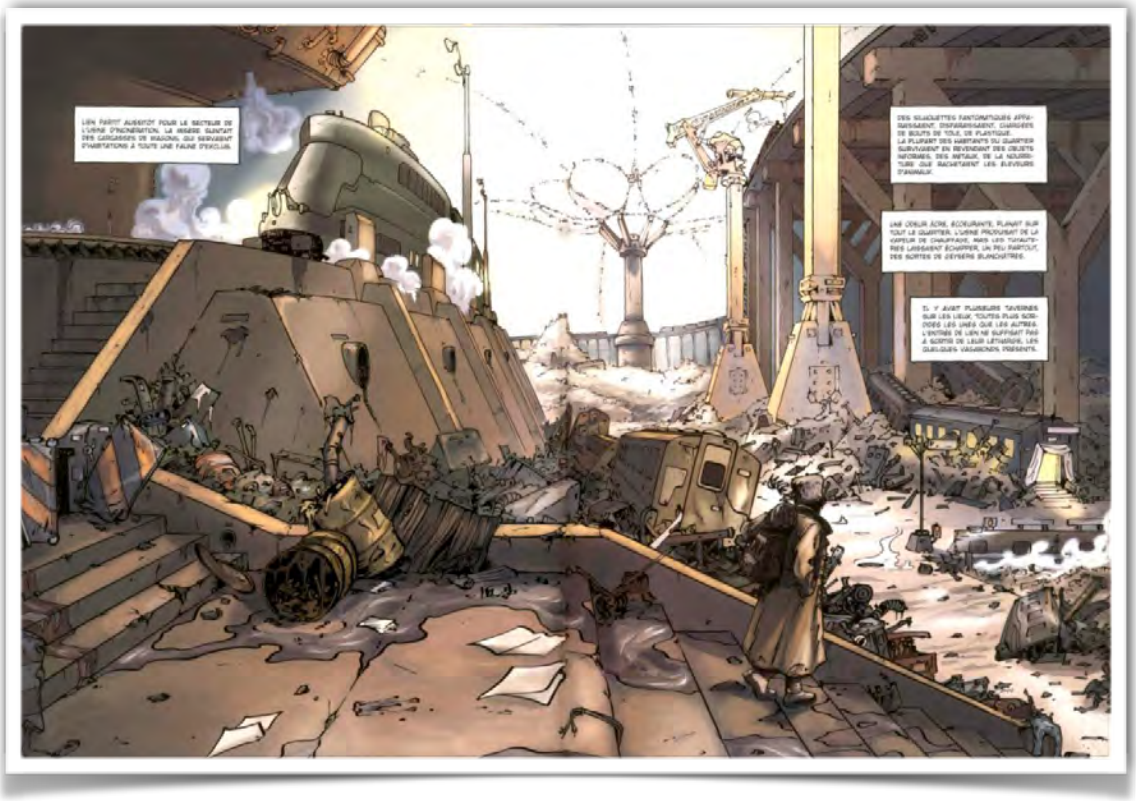


Fig. 283. Parte de una estación de tren abandonada (Bonifay y Studio Jotim 2005, p. 48)

Este hecho no es una ciencia ficción en la realidad actual. Algunos depósitos de máquinas o instalaciones actuales en España, arrinconan vehículos y material ferroviario difícil o imposible de reciclar en lugares poco utilizados de estaciones o apeaderos. La negativa impresión que ello produce puede asemejarse, en otra escala, a la mostrada en estas viñetas de cementerios de trenes.

En las dos viñetas siguientes (Bonifay y Estudio Jobim 2003) (Parent y Carré 1989), la visión que ofrecen los autores tiene tintes mucho más severos. La cantidad de vehículos ferroviarios abandonados da un aspecto apocalíptico a la narración, subrayando la impresión que supone tal cantidad de trenes abandonados. Si el reciclado de material móvil de nuestros tiempos no fuese una obligación legal, es probable que se pudiesen encontrar lugares similares a estos en las inmediaciones de las estaciones en España. Tales cantidades de residuos metálicos son aprovechables en gran parte, pues se trata de chatarra de gran calidad por la composición de sus aceros, especialmente el material rodante, ruedas y bogies.

Sendos autores enmarcan estos cementerios en civilizaciones que utilizan de forma profusa el transporte ferroviario, en detrimento de otros sistemas, especialmente por las condiciones climatológicas que benefician al ferrocarril frente al automóvil.

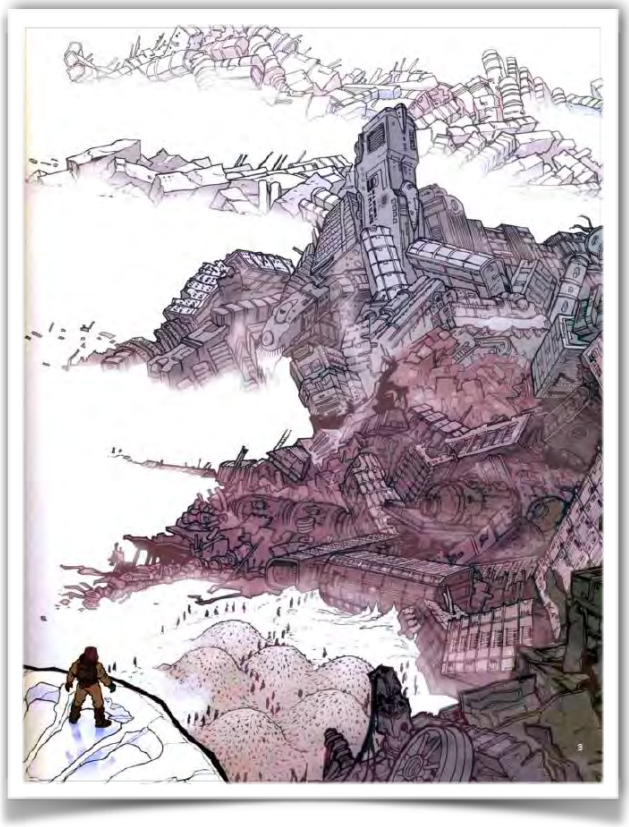


Fig. 284. Cementerio de trenes
(Bonifay y Studio Jotim 2003, p. 5)

Fig. 285. Cementerio de trenes
(Parent y Carré 1989, p. 40)

En los dos últimos ejemplos propuestos (Cothias y Hé 1995) (Houot y Charrane 2003), ya no se trata de cementerios ferroviarios, sino de algo mucho más siniestro. Se observan trenes completos abandonados en la propia vía, detenidos en el discurrir de su trayecto como si el tiempo se hubiese congelado instantáneamente y los hubiese dejado allí.

Fig. 286. Resto de tren bajo el agua (Cothias y Hé 1995, p. 34)

Este escenario distópico, en el que nuestra civilización actual ha desaparecido en manos de alguna catástrofe no aclarada, quizás un holocausto atómico que explicaría la detención instantánea de los trenes, o una súbita subida del mar que cubre por completo el tren cruzando el túnel de la figura superior, deja como testigos del pasado lo que ahora es nuestro presente. Estas imágenes son suficientes para comprender el retroceso que ha supuesto tal catástrofe para la humanidad y la posibilidad real que escenarios similares puedan algún día tener lugar, dada la tendencia de nuestra actual civilización a la autodestrucción, ya sea por guerras o bien por la contaminación que produce, la cual, efectivamente, promete una subida imparable del nivel del mar.

Fig. 287. Tren abandonado (Houot y Charrance 2003, p. 23)

4. CONCLUSIONES

A lo largo de las páginas de este trabajo de investigación, se han ido desglosando, de forma detallada, capítulo a capítulo, las distintas representaciones del ferrocarril en las viñetas de las historietas europeas de ciencia ficción de los siglos XX y XXI. También se han tratado, de forma tangencial, no tan exhaustiva ni comentada, la ingeniería del transporte y la ingeniería civil en general.

El primer hecho que llama la atención, a la hora de realizar una tesis de acercamiento entre dos disciplinas tan distintas, es la sorprendente cantidad de material que se ha encontrado relacionando ambas disciplinas. A priori, podría parecer que un arte, considerado por muchos como banal, habría rehuido el esfuerzo de adentrarse en una materia algo árida en su discurso estético, al menos no tan rica como la arquitectura, como es la ingeniería civil. Y, sin embargo, después de la realización de la presente investigación, queda patente que los autores de cómics, no solo han hecho un ímprobo esfuerzo por representar con exactitud todas las facetas de la ingeniería, sino que han llevado a cabo, además, un trabajo que puede considerarse, como mínimo, inspirador, en su búsqueda de nuevas soluciones en este campo. Soluciones que los ingenieros de caminos podrían desarrollar en un futuro. Algunas propuestas son imposibles de poner en práctica, por su desbordante imaginación, por su exceso de coste, por su errónea aplicación de las leyes de la física y las matemáticas. Pero otras muchas, estamos convencidos, en manos de un ingeniero que diseña, serían un influjo creativo que permitiría nuevas ópticas en la búsqueda de soluciones imaginativas o nuevas líneas de investigación. Y eso, sin hablar de la parte estética, que los autores del noveno arte nos regalan, como fuente de ideas de inmediata aplicación, muchas de ellas. Debe recordarse, además, como se citó en los primeros capítulos, haciendo referencia a la entrevista realizada a varios autores de cómic, que a veces son diseñadores industriales, e incluso ingenieros, los que ayudan a los ilustradores a representar los elementos técnicos futuristas en sus dibujos.

De igual interés, es el descubrimiento de cómo, en manos de un autor de historieta, una rama de la ingeniería ya desparecida, vuelve a tomar forma y a continuar con su desarrollo como si

nunca hubiese desaparecido. Los hemos citado en los distintos capítulos, trenes monorraíl de levitación magnética futuristas, transporte por tubería recuperados para grandes vehículos, dirigibles ultra-modernos, etc. Muchos senderos de conocimiento que llegaron a vía muerta por diversos motivos, algunos de ellos incomprensibles, vuelven a vivir y a desarrollarse en las páginas ilustradas del cómic. Este hecho podría, sin duda, incitar a su recuperación ya que, aunque en su día fueron dejados de lado, hoy en día es posible que las soluciones de contorno tecnológico-socio-económicas hayan cambiado y permitan un nuevo renacer de estas tecnologías.

En cuanto a las conclusiones individuales de todos los aspectos referentes al ferrocarril, se encuentran en cada uno de los capítulos referidos a este medio de transporte. Respecto a la infraestructura de vía, se ha podido comprobar que dichas infraestructuras, independientemente de su tecnología y configuración, suponen una verdadera preocupación para el ingeniero. La ocupación de espacio en las ciudades es el problema más grave de los transportes actuales, sea cual sea el medio de locomoción. Viviendas, edificios públicos, aceras, calles, viaductos, carriles de tranvía, estaciones, aparcamientos, líneas de electrificación, etc, luchan por su espacio en urbes cada vez más grandes y concurridas. La emigración del campo a las ciudades, el aumento de esperanza de vida y de riqueza, son hechos que amenazan de forma muy importante la capacidad de habitabilidad, y requieren, por lo tanto, soluciones de todo tipo. Los autores de cómic aportan su grano de arena, imaginando cómo serán los mundos futuros con los que se encontrará el ser humano. Y han buscado, para ello, las soluciones que se han ido analizando en cada capítulo correspondiente. Incremento de transporte colectivo, eliminación del coche en favor del ferrocarril, líneas de transporte subterráneo, construcción a diversas alturas de todo tipo de líneas de comunicación, recuperación de los dirigibles, invención de vehículos voladores utilitarios, etc. Muchas de las ideas definitivamente útiles para el ingeniero actual, que debe, o debería, de empezar a planificar las ciudades del futuro.

Sobre las estaciones de tren analizadas cabe destacar la tendencia de las propuestas de intermodalidad. Los sistemas de transporte, terrestre, aéreo y marítimo o fluvial deben

converger en un mismo punto para que el usuario pueda realizar con facilidad el cambio de vehículo. Por otra parte, deben estar preparadas para el movimiento de cantidades de pasajeros mucho mayores que las de hoy en día. Las aglomeraciones actuales serán, con el previsible crecimiento de las ciudades en el futuro, uno de los grandes problemas a resolver. De nuevo, la falta de espacio obliga a soluciones imaginativas como las que se pueden observar en las propuestas aportadas. Ascensores para masas, desplazamiento del edificio ferroviario intermodal fuera de la ciudad, pero bien comunicado por ella, etc. Sin embargo, los autores no son siempre optimistas. Varios de ellos, tal y como se ha observado, prevén un retroceso en la evolución del ser humano en su devenir tecnológico. Anuncian determinadas catástrofes de todo tipo, que lo abocan a detener su desarrollo industrial. Y es por ello que se pueden encontrar numerosos ejemplos de estaciones ferroviarias retrofuturistas, esto es, con desarrollos tecnológicos de una época más avanzada, pero que por determinados motivos no ha podido seguir la línea ascendente natural de su desarrollo. Es el caso de la utilización del carbón en vehículos que deberían ser no contaminantes, estructuras de acero roblonado como las utilizadas en el siglo XIX, etc. Muchos de ellos ejemplos del steampunk ya citado.

En cuanto al monorraíl, una de las configuraciones del ferrocarril futuro que más desarrollo tiene en el cómic de ciencia ficción, son muy variadas las formas y tecnologías que la imaginación de los autores de historietas proponen. Se encuentran las tres configuraciones posibles, monorraíl bajo el tren, monorraíl sobre el tren y la coexistencia de ambas soluciones al mismo tiempo. El éxito de este sistema se explica por la búsqueda de los autores del ahorro de terreno ocupado por el ferrocarril.

Los sistemas de semitubería y tubería completa, renuevan propuestas ya inventadas, pero abandonadas en el pasado, proponiendo novedosas aplicaciones que hacen soñar. De hecho, el Hyperloop, mencionado en el correspondiente capítulo, no es más que un aggiornamento de algo que ya se usaba hace más de un siglo.

Los vehículos de desplazamiento vertical, esto es, los ascensores, también han demostrado ser un campo donde la imaginación de los cómics propone soluciones de muy interesante

aplicación, con filosofías como el transporte vertical de masas que serían de gran utilidad en diversos terrenos.

El transporte por cable, que nunca se ha abandonado y que parece resurgir en algunas ciudades y sitios de acceso difícil, cuenta con numerosos ejemplos en las historietas, algunos de los cuales parecen funcionar perfectamente, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el estético, en las ciudades futuristas propuestas.

Y, finalmente, los vehículos, el material rodante y las diversas partes del tren y sus anejos, son ampliamente representados en el imaginario de los guionistas y dibujantes de cómic. Todo tipo de vehículos, configuraciones, soluciones de adaptación a importantes cambios en las sociedades humanas, jalonan esta tesis. Las propuestas son, muchas de ellas, dignas de consideración por el ojo del ingeniero experto, que bien puede encontrar soluciones reales a partir de todas estas páginas. Este ha sido, por lo menos, el objetivo de esta tesis doctoral.

En esta conclusión deseamos incidir, para concluir, en un punto particularmente controvertido, y es el plasmar el convencimiento de la necesidad de incluir dentro de los planes de estudio del Ingeniero Civil, al igual que lo hacen los estudios de arquitectura, (*Historia del Arte, La fotografía de la Arquitectura, Arquitectura de la metrópoli en el cine*…), materias transversales que amplíen el horizonte del ingeniero, provocándole intelectualmente a mezclar conocimientos tan dispares, para enriquecer su trabajo y aportación a la sociedad. La sociología, la psicología, la historia, la literatura, el cine, el cómic, la pintura, la fotografía, incluso la música pueden aportar valores, ideas, conceptos, que impulsen a dar un paso más en la concepción y utilización de las obras de ingeniería.

El resumen y compendio final de las conclusiones es el siguiente:

- El cómic es un medio ideal para representar los posibles futuros de la ingeniería en multitud de panoramas teóricos distintos.
- Una parte significativa de la producción del cómic de ciencia ficción debería ser analizada por ingenieros y arquitectos, tanto por las innovaciones técnicas mostradas, por sus

propuestas estéticas, como por la creación de entornos futuros posibles en los que los técnicos pueden encontrarse dentro de unos años.

- Algunas de las propuestas de los cómics, como la ya citada de Moebius de 1975, ciencia ficción en su momento, ya han sido llevadas a la realidad por los ingenieros. Otras muchas podrían también saltar del papel al mundo real si son analizadas científicamente y no solo leídas con afán lúdico.
- Esta tesis abarca una porción muy pequeña del mundo de la ingeniería. Continuar la investigación, abordando las demás ramas técnicas, podría ser de gran utilidad para ampliar la visión del futuro de estas disciplinas, tal y como ya ha hecho la arquitectura en numerosas ocasiones.

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como se indicó en el capítulo "Justificación" de la presente tesis, no solo la Ingeniería Civil, todas las ingenierías adolecen de trabajos de investigación transversales que analicen los fundamentos de sus disciplinas a la luz de otras ramas del conocimiento humano. Volvemos a citar el ejemplo de los arquitectos, que sí han sabido profundizar en su área de estudio enriqueciéndola con la óptica del cine, la literatura, la ciencia ficción (v. capítulo "Antecedentes") y otras muchas ciencias y artes, dotando con estas tesis e investigaciones de la visión "desde fuera" de esta ciencia de la construcción, aportando sin duda un gran valor añadido para su desarrollo.

Con la Ingeniería Civil sería deseable que ocurriese lo mismo. Ninguna rama del conocimiento humano puede progresar tan solo con la propuesta endogámica de nuevas líneas de investigación. En especial la estética de las obras públicas, que necesita apoyarse en las artes en general. Pero no solamente la estética, la concepción y el diseño del trabajo del ingeniero de caminos, ya sea una presa, una estructura, un sistema de alcantarillado, una red ferroviaria subterránea, un aeropuerto o la estructura interna de una ópera, deben enriquecerse para aportar valor añadido, y no proceder solo de los conocimientos adquiridos en los estudios. Las ideas de otros, dibujantes, músicos, historiadores, escritores de ciencia ficción, diseñadores de decorados para cine, modistos, poetas…deben impregnar la mente del ingeniero, empapar sus conocimientos técnicos para permitirle llevar sus trabajos a un nivel superior. Y no deben hacerlo tan solo desde la cultura personal del ingeniero como individuo, sino, especialmente, desde una planificada formación académica y posterior desarrollo investigador.

Por lo tanto, son innumerables las tesis doctorales y los proyectos de investigación que podrían proponerse con esta filosofía, dada la carencia de estudios en estos campos transversales. Del noviazgo entre la ingeniería y el cine podrían surgir numerosos estudios, aportando luz, como ha intentado la presente tesis, desde la faceta estética, la faceta filosófica, etc., a las distintas ramas de la ingeniería. Parece de gran interés, también, el estudio de la

ingeniería desde el punto de vista de la sociología, y, por supuesto, de la psicología, la antropología o la historia. Un análisis de la ingeniería y algo aparentemente tan alejado de ella como podrían ser los idiomas, podría convertirse en una línea de investigación de gran utilidad, puesto que el desarrollo de la ingeniería civil se está globalizando de forma muy significativa, y la comunicación entre ingenieros de distintas partes del mundo es ya un hecho habitual.

Dicho todo lo anterior, son, sin embargo, otras las futuras líneas de investigación que aparecen como inmediatas después de la lectura de la presente tesis. La decisión de profundizar solo en el tema del ferrocarril, del tráfico guiado, ha hecho que se abandonen las propuestas iniciales de investigación de todas las ramas de la ingeniería civil. Otras tantas tesis, por lo tanto, podrían hacerse sobre los puertos, los aeropuertos, la carreteras, los vehículos, los puentes, las presas, etc, etc, en el mundo del cómic. En el de ciencia ficción o en los del resto de ramas. Solo de vehículos de ciencia ficción, como ya se ha citado anteriormente, se han encontrado y clasificado más de 1.500 viñetas no incluidas en el presente documento. De ellas, sin duda, y a la luz de la ingeniería industrial, por ejemplo, nacería sin duda al menos otra tesis doctoral o varias líneas de investigación.

Por lo tanto, el camino emprendido, la relación de la ingeniería con el cómic y con las otras artes, abre las puertas a numerosos análisis, sin duda de gran interés.

Yves Díaz-de-Villegas Le Bouffant
Dpto. de Transportes y Tecnología *de Proyectos y Procesos*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ANEJOS

(Aclaración: Como se ha explicado en el texto, por motivos de estructura se ha tomado la decisión de poner todas las figuras que hacen referencia a la ingeniería civil en general y a la ingeniería del transporte, en estos anejos. El análisis de cada uno de los mismos se encuentra dentro del cuerpo de la tesis, en los subcapítulos 3.1. y 3.2.)