

# 9

## Las pendientes

A menudo, las pendientes y los desniveles son necesarios en las maquetas de tren. Al proyectar las pendientes debemos regirnos por los mismos principios que si de un ferrocarril real se tratara. De otro modo, la conducción no será nunca satisfactoria. Muchos modelistas prestan poca atención a los ángulos de inclinación o a las consecuencias que sobre la dinámica de los trenes en circulación tiene la combinación de una pendiente con una curva. Luego se asombran de que el funcionamiento de la maqueta sea decepcionante: los trenes descarrilan al enfilarse una cuesta o las locomotoras no son capaces de remolcar los trenes por una rampa.

A excepción de algunos trenes cremallera, todo ferrocarril real plantea problemas de adherencia: la resistencia que opone la carga que arrastra una locomotora no debe ser superior a la capacidad de adherencia de la misma; en caso contrario, la locomotora no podrá moverse y las ruedas patinarán. En los trenes de verdad, la adherencia de la locomotora puede incrementarse aumentando su peso o echando arena sobre la vía. Sobre una maqueta, la solución consiste en equipar las ruedas con bandas de caucho (ruedas de agarre). Pero si la pendiente es demasiado pronunciada para la fuerza de tracción del motor, puede que éste acabe quemándose.

Teóricamente, podríamos reproducir en la maqueta planos inclinados cuya pendiente máxima fuese la misma que en los ferrocarriles de verdad, es decir, del 5,2 % —eso representa que sobre un trayecto horizontal de 1.000 m, la vía sube 52 m—. Ésta es la máxima inclinación, y

sólo la encontraremos en líneas secundarias. En la práctica, nunca tendremos que superar el 3,33 % de inclinación aunque, en caso de absoluta necesidad, podemos llegar hasta el 5 %. De todos modos, más vale atenerse a un 2,5 % de inclinación (como en la realidad) para las líneas principales.

Es importante —y esto es un asunto más bien práctico— que entre una vía horizontal y un tramo en pendiente (ya sea de subida o de bajada) la transición sea progresiva, a fin de evitar puntos de inflexión sobre los que algunos ejes de locomotora perderían el contacto con la vía. Esto supone añadir algunos centímetros de vía, y por eso lo mencionamos ahora, ya que debe ser tenido en cuenta cuando se proyecta la maqueta (a escala HO hay que multiplicar el grado de inclinación por diez para saber el número de centímetros que hay que añadir; por ejemplo, 33 cm para una rampa del 3,3 %).

También habrá que tener en cuenta que el esfuerzo de un tren aumenta considerablemente si la vía, además de ser inclinada, describe una curva. Cuanto más cerrada sea la curva, menos vagones podrán ser remolcados cuesta arriba.

Así que, si ha previsto un desnivel del 3,33 % en línea recta, tenga en cuenta que esa misma cuesta no podrá sobrepasar el 2,5 % de desnivel si es curva. Sólo de esta forma el tren puede mantener una velocidad constante tanto en línea recta como en la curva. Sólo si el radio de curvatura de la vía es particularmente amplio (de más de 70 cm a escala HO) se puede prescindir de esta reducción de la pendiente en las curvas.

| <i>Pendientes en maquetas de trenes</i> |   |            |            |
|---|---|------------|------------|
| <i>Pendiente (%)</i>                    | <i>Coefficiente de carga de las locomotoras</i> |            |            |
|   | <i>Z + N</i>                                    | <i>HO</i>  | <i>O</i>   |
| <i>0</i>                                | <i>10</i>                                       | <i>10</i>  | <i>10</i>  |
| <i>1:100 (1 %)</i>                      | <i>9</i>  | <i>8</i>   | <i>7</i>   |
| <i>1:50 (2 %)</i>                       | <i>8</i>  | <i>6,5</i> | <i>6</i>   |
| <i>1:40 (2,5 %)</i>                     | <i>7</i>  | <i>5</i>   | <i>4,5</i> |
| <i>1:30 (3,3 %)</i>                     | <i>6</i>  | <i>4</i>   | <i>3</i>   |
| <i>1:20 (5 %)</i>                       | <i>5</i>  | <i>2,5</i> | <i>1,5</i> |

*En otras palabras: una locomotora a escala N que arrastra 20 vagones por un terreno llano (2 x 10), no podrá arrastrar más que 12 vagones (2 x 6) por una pendiente de 1:30. Este coeficiente disminuirá todavía más si la rampa describe una curva de poco radio. Las locomotoras con ruedas de agarre en los ejes de tracción dan un resultado ligeramente mejor. Sin embargo, si queremos evitar que el motor de las locomotoras se nos queme, será mejor que nos atengamos a los coeficientes límite que se indican en la tabla.*

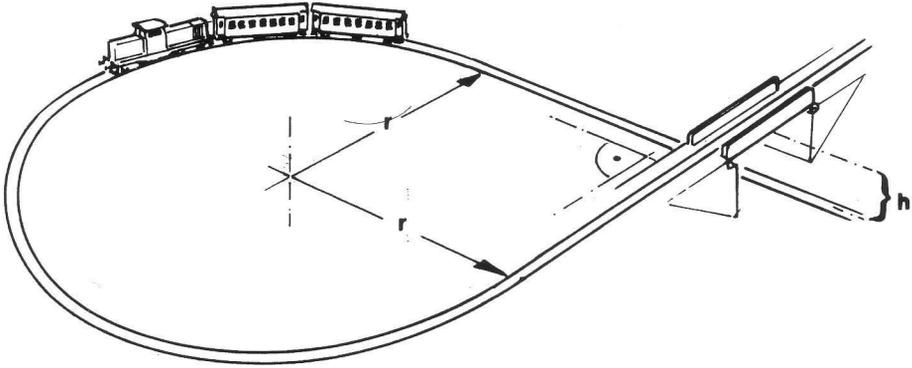
No dejar altura suficiente sobre la vía –bajo un puente, por ejemplo, o en las vías subterráneas– es un fallo que se comete a menudo. Aunque no tenga la intención inicial de «electrificar» la maqueta, es preferible prever la suficiente altura de paso (uno nunca sabe si cambiará de opinión). A escala HO, esta altura tiene que ser como mínimo de 8 cm, aunque es aconsejable añadir el grosor de la vía en sí (es decir, de la capa de grava, las traviesas y los raíles). Para un paso libre de 8 cm hay que dejar aproximadamente 9 cm sobre la vía.

En cuanto a las vías cubiertas, sobre los raíles debe dejarse el espacio suficiente para que pase una mano (por si hay que devolver a su sitio un vagón descarrilado sin que peligre el resto del tren), lo cual representa un hueco de al menos 15 cm.

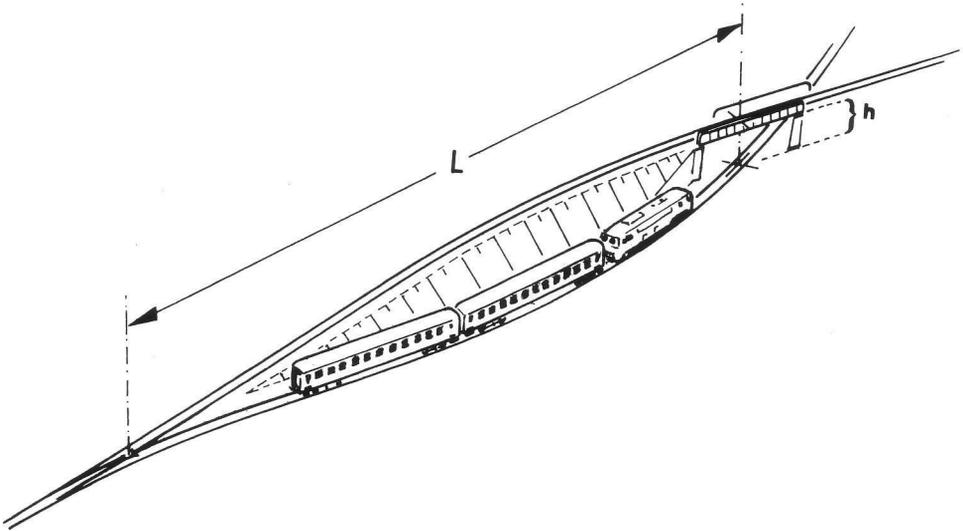
Es realmente difícil diseñar maquetas de tren de un único nivel. La necesidad de vías muertas subterráneas, de bucles de retorno, y, sobre todo, el deseo de re-

producir fielmente un paisaje exigen que el decorado de la maqueta sea en parte montañoso. Si además pretendemos que los trenes den la impresión de seguir un trayecto largo, es interesante recurrir a una rampa helicoidal de vías, sobre todo si no tenemos demasiado espacio. La rampa helicoidal está formada por diversos bucles de vía superpuestos a modo de tornillo. De esta forma se pueden superar los desniveles economizando espacio. Y debido a que la pendiente es bastante suave, incluso los trenes largos o pesados pueden subirla sin excesivo esfuerzo. Las rampas helicoidales de vías son especialmente adecuadas para aquellas maquetas que reproducen un ferrocarril de montaña o bien para las estaciones subterráneas que están situadas a mucha profundidad.

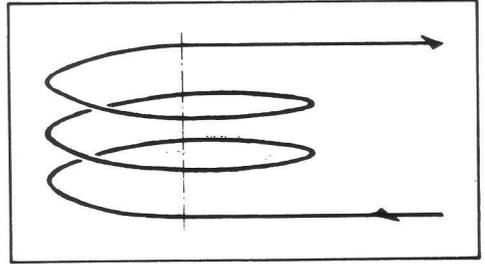
Por lo demás, estas rampas helicoidales de vías deberían proyectarse de manera que tuvieran el mayor radio posible. De este modo se reduce la pendiente y aumenta la seguridad en caso de que los trenes se pararan de golpe.



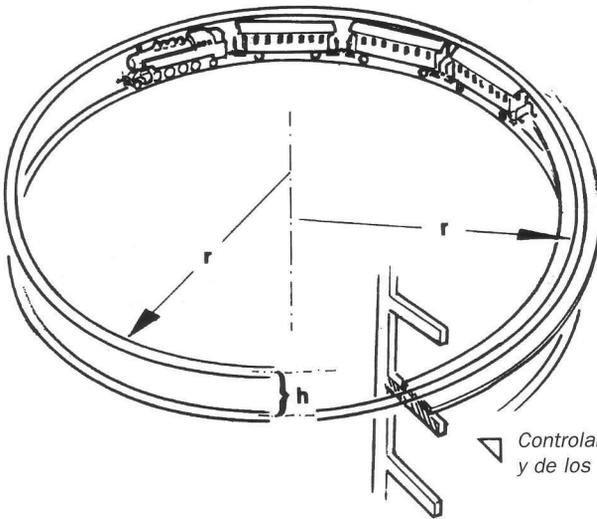
Para que una vía pueda girar hasta cruzarse consigo misma cortándose por encima, el radio del bucle debe ser suficientemente grande para que la pendiente no resulte excesiva. El desnivel ( $h$ ) y el valor de la pendiente permiten calcular la longitud de la vía ( $L$ ), de la cual se deduce el radio del bucle.



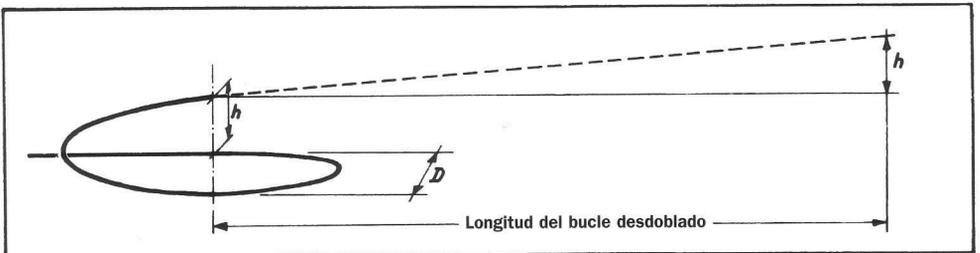
En un cruce a dos niveles, como el del dibujo de arriba, la vía superior debe tener una longitud ( $L$ ) que dependerá tanto de la pendiente como del desnivel entre las dos vías ( $h$ ). Por ejemplo, para una cuesta de 1:40 y un desnivel de 10 cm la longitud  $L$  debe ser de 4 m. Si, para la misma pendiente, se dispone una vía que sube y otra que baja, 2 m serían suficientes para que  $h$  tuviese el mismo valor.



Rampa helicoidal de una sola vía; esquema (arriba) y realización técnica (abajo). La rampa helicoidal permite salvar desniveles importantes en muy poco espacio. Naturalmente, estas rampas helicoidales también pueden ser de doble vía.



Controlar el espesor del plano de rodamiento y de los refuerzos.



El diámetro mínimo de un bucle se obtiene a partir de la pendiente y de la altura de paso requerida. Si cada bucle de la espiral debe subir 10 cm de altura ( $h$ ) con una pendiente aceptable de 1:40, su circunferencia debe ser de 4 m ( $L$ ); dividiendo esta longitud por 3,14 obtenemos el diámetro medio de cada bucle ( $D$ ), que será de 1,27 m, de donde se deduce que el radio medio ( $r$ ) será de 63,5 cm.