

UN SISTEMA PARA MONITORIZAR ROEDORES EN UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO, UN DISPOSITIVO DE MONITORIZACIÓN Y MÉTODOS RELACIONADOS CON EL MISMO

Campo técnico

- 5 La invención se refiere generalmente al control de plagas. Más particularmente, se relaciona con la forma de monitorizar roedores en un sistema de alcantarillado.

Antecedentes de la técnica

- 10 En la mayoría de las ciudades del mundo, los roedores, en particular las ratas, son un problema. A pesar de que el control de plagas se ha desarrollado durante las últimas décadas, los roedores siguen causando graves daños en la actualidad. Los daños no son solo daños directos, por ejemplo, alimentos que son comidos por roedores, sino también daños indirectos. Un ejemplo de daños indirectos es que los restaurantes donde se han encontrado ratas u otros roedores tienen que cerrar su negocio debido al incumplimiento de las normas de seguridad alimentaria. Por lo
- 15 tanto, contar con un control de plagas fiable y eficaz es importante desde una amplia gama de aspectos.

- Durante los últimos años, los dispositivos de control de plagas conectados digitalmente se han vuelto cada vez más populares. Por ejemplo, las soluciones SMART desarrolladas y comercializadas por Anticimex™ son un ejemplo bien conocido en la industria del control de plagas.
- 20 Al tener trampas y sensores conectados a Internet, se hace posible la monitorización continua de estos. Esto tiene la ventaja de que se reduce o, en algunos casos, se elimina por completo la necesidad de revisar manualmente las trampas. Además, las trampas pueden estar provistas de sensores duales, un primer sensor para detectar que la trampa se ha disparado y un segundo sensor para detectar si hay un roedor en la trampa o no. Con esta configuración, es posible
- 25 distinguir entre verdaderos positivos, es decir, la trampa se ha disparado y hay un roedor presente, y falsos positivos, es decir, la trampa se ha disparado, pero no hay ningún roedor presente. Otra ventaja de las trampas y sensores conectados es que se puede reducir o, en algunos casos, evitar totalmente el uso de biocidas.

- A pesar de que el control de plagas moderno ofrece sensores y trampas que permiten la
- 30 monitorización remota, todavía hay margen de mejora. Por ejemplo, sería beneficioso tener una mejor visión general de cómo se mueven los roedores en una zona a lo largo del tiempo. También

sería ventajoso poder predecir la presencia de roedores para poder tomar medidas en una fase temprana, limitando así los daños causados por los roedores.

Resumen

- 5 Un objetivo de la invención es superar al menos parcialmente una o más de las limitaciones del estado de la técnica identificadas anteriormente. En particular, un objetivo es proporcionar un sistema para monitorizar roedores que proporcione datos que puedan proporcionar una buena comprensión general de las poblaciones de roedores y su movimiento en una ciudad. Además, es un objetivo adicional proporcionar datos sobre cuya base se puedan hacer predicciones fiables.
- 10 Según un primer aspecto, se proporciona un sistema para monitorizar roedores en un sistema de alcantarillado. El sistema comprende:
- una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en pozos de registro del sistema de alcantarillado, en donde cada dispositivo de monitorización está provisto de uno o varios sensores configurados para detectar roedores en el sistema de alcantarillado y generar un conjunto
- 15 de datos de sensores, una memoria configurada para contener un código de identificación y un módulo de comunicaciones de datos;
- un servidor que comprende un módulo de comunicaciones de datos conectado comunicativamente a los módulos de comunicaciones de datos de los dispositivos de monitorización, en donde dicho servidor está configurado para recibir, de cada dispositivo de
- 20 monitorización, el conjunto de datos de sensores y el código de identificación, y con base en estos conjuntos de datos identificar cómo se mueven las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado.
- Una ventaja de tener conjuntos de datos de sensores de diferentes dispositivos de monitorización enviados a un servidor es que, con el tiempo, se pueden aprender los movimientos
- 25 de las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado y, al hacerlo, se pueden predecir los brotes de roedores.
- Además, al utilizar la información sobre los movimientos de los roedores en combinación con la información sobre cómo están conectados entre sí los diferentes pozos de registro, las anomalías en los movimientos de los roedores pueden utilizarse para detectar bloqueos o fugas en
- 30 el sistema de alcantarillado. Esta información puede ser relevante para lograr un control de plagas eficaz, pero también para detectar problemas relacionados con el propio sistema de alcantarillado y cómo se gestionan las aguas residuales.

El código de identificación puede estar vinculado a un conjunto de datos de posición, en donde el conjunto de datos de posición comprende información sobre una posición geográfica del dispositivo de monitorización.

Al vincular el código de identificación a la posición geográfica durante la instalación, los
5 conjuntos de datos de sensores pueden vincularse fácilmente a ubicaciones en el sistema de alcantarillado. Esto tiene la ventaja de que se puede proporcionar una mejor comprensión de una condición del sistema de alcantarillado en diferentes puntos en el tiempo. La presencia o ausencia de roedores, o el nivel de presencia de roedores, en diferentes partes del sistema de alcantarillado puede estar relacionado con roturas de tuberías, inundaciones, emisiones químicas, cambios en los
10 niveles de ruido y/u otras condiciones cambiantes en el sistema de alcantarillado que pueden resultar en que los roedores se muevan dentro del sistema de alcantarillado, hacia el sistema o fuera del sistema. Dicho de otra manera, los roedores pueden verse como portadores de información y, al observar la actividad de los roedores en diferentes partes del sistema de alcantarillado, se pueden hacer pronósticos relacionados con las necesidades de servicio del
15 sistema de alcantarillado. Además, con base en los datos de actividad de los roedores, también es posible identificar una ubicación para una rotura de tubería de agua, ya que esto puede resultar en que los niveles de agua aumenten y, a su vez, que los roedores en el sistema de alcantarillado se alejen de los niveles de agua en aumento. Dado que las emisiones químicas también pueden resultar en que los roedores se muevan, es posible identificar y localizar las emisiones químicas. En
20 otras palabras, los datos de actividad de los roedores pueden ser relevantes no solo para fines de control de plagas, sino también para empresas o entidades responsables del mantenimiento del sistema de alcantarillado. Los datos también pueden ser relevantes para compañías de seguros, autoridades u otras partes interesadas.

Cada dispositivo de monitorización puede estar provisto de una etiqueta provista de un
25 código vinculado al código de identificación.

Al tener la etiqueta, que puede ser una etiqueta física y/o una etiqueta digital, esta puede ser escaneada por un operador utilizando su teléfono móvil cuando haya instalado el dispositivo de montaje en el pozo de registro, y se puede determinar una ubicación del teléfono móvil y vincularla al código de identificación.

30 La etiqueta puede ser una etiqueta provista de un código QR vinculado a la etiqueta, y como efecto, el dispositivo de monitorización, al que está unida la etiqueta, puede desencadenar un paso de determinación de la ubicación del teléfono móvil de manera que esta ubicación a su vez pueda

vincularse a la identidad del dispositivo de monitorización. Además de tener la ubicación transferida a un servidor, también es posible tener una identidad de operador transferida al servidor para poder registrar quién fue responsable de configurar el dispositivo de monitorización.

- 5 En lugar de utilizar códigos QR, también es posible utilizar tecnología RFID u otra tecnología de comunicación de campo cercano para leer la identidad del dispositivo de monitorización.

Los uno o varios sensores pueden comprender dos o más sensores colocados a una distancia entre sí de manera que se pueda determinar una dirección de movimiento de los roedores.

Al poder detectar no solo que el roedor está presente, sino también en qué dirección se mueve el roedor, se pueden hacer predicciones más fiables.

- 10 Los sensores pueden ser sensores PIR (infrarrojos pasivos).

Como complemento de los sensores PIR o como alternativa, se pueden utilizar una o varias cámaras. Al tener cámaras, puede ser posible también detectar roedores individuales y, al hacerlo, se hace posible hacer predicciones aún más fiables. La dirección se puede determinar comparando imágenes subsiguientes.

- 15 Los uno o varios sensores pueden comprender además sensores de radar.

Al tener diferentes tipos de sensores utilizados en combinación, se pueden hacer predicciones más fiables.

Los sensores de radar pueden ser beneficiosos de usar debido a su eficiencia energética, así como a su capacidad para detectar en condiciones de poca luz.

- 20 Como alternativa o como complemento, se pueden utilizar sensores lidar.

Los sensores pueden comprender además uno o varios micrófonos u otros dispositivos de captura de sonido para detectar la actividad de los roedores. El micrófono puede estar integrado en el dispositivo de monitorización o puede colocarse más abajo en el pozo de registro de manera que esté más cerca de las laterales del sistema de alcantarillado. En caso de que el micrófono no esté
25 integrado en el dispositivo de monitorización, la comunicación con el dispositivo de monitorización puede tener lugar a través de cable o de forma inalámbrica. La actividad de los roedores puede detectarse capturando sonidos directamente producidos por los roedores, por ejemplo, sonidos de comunicación, o puede detectarse capturando sonidos producidos indirectamente por los roedores, por ejemplo, sonidos generados cuando los roedores corren y/o nadan en las laterales.

- 30 Los uno o varios sensores pueden comprender sensores de temperatura.

El comportamiento de los roedores puede ser diferente en diferentes temperaturas, y un aumento repentino de la temperatura puede resultar en que los roedores abandonen los sistemas de

alcantarillado. Por lo tanto, al tener en cuenta la temperatura, se pueden hacer predicciones más fiables de brotes de roedores.

Los uno o varios sensores pueden comprender sensores de flujo dispuestos en tuberías laterales. Estos sensores pueden ser sensores basados en sonido, por ejemplo, sensores

5 ultrasónicos, y/o sensores basados en luz.

Al tener los sensores de flujo, se dispone de información sobre el flujo de agua. Al tener también esta información, se puede realizar una detección más fiable de fugas en el sistema de alcantarillado.

Los uno o varios sensores pueden comprender además un sensor de sulfuro de hidrógeno.

10 El uso de un sensor de sulfuro de hidrógeno puede servir para reducir los falsos positivos, es decir, la actividad de roedores detectada incorrectamente. Por encima de un umbral, es decir, no es posible que los roedores vivan, y por lo tanto, al tener el sensor de sulfuro de hidrógeno incluido, se pueden detectar circunstancias en las que el roedor no puede vivir. Además de reducir el riesgo de falsos positivos para mediciones específicas, la posibilidad de poder detectar circunstancias en
15 las que los roedores no pueden vivir viene con la ventaja de que se puede lograr un mejor entrenamiento de los modelos basados en IA y/o ML. Por lo tanto, los datos capturados por los sensores durante los intervalos de tiempo en los que el nivel de sulfuro de hidrógeno está por encima del umbral pueden utilizarse para entrenar los modelos para eliminar con mayor precisión los falsos positivos.

20 Dado que la presencia de roedores se correlaciona con la disminución de los niveles de sulfuro de hidrógeno en determinadas condiciones, tener información sobre el nivel de sulfuro de hidrógeno en los diferentes pozos de registro mejorará la predicción de brotes de roedores.

Para cada dispositivo de monitorización, al menos uno de los uno o varios sensores puede estar configurado como un sensor de nivel de manera que se detecte un nivel de agua en cada pozo
25 de registro.

Al tener información no solo sobre la actividad de los roedores, sino también sobre el nivel de agua en los diferentes pozos de registro, se pueden hacer predicciones más fiables. Los niveles de agua elevados en los pozos de registro pueden obligar a los roedores a salir del sistema de alcantarillado.

30 En caso de que también se utilicen sensores de flujo de agua, la combinación de la actividad de los roedores, los datos del nivel de agua y los datos del flujo de agua puede utilizarse para

predecir brotes de roedores. Los brotes de roedores también pueden predecirse utilizando la combinación de la actividad de los roedores y los datos del flujo de agua.

Además de monitorizar roedores, los dispositivos de monitorización pueden configurarse para detectar insectos, como cucarachas americanas, que residen en los pozos de registro. Los mismos sensores que se utilizan para detectar los roedores también pueden utilizarse para detectar los insectos, o puede haber diferentes sensores para detectar los roedores y los insectos, respectivamente. Un tipo de sensor que puede utilizarse tanto para detectar los roedores como los insectos es el micrófono. Otro tipo de sensor que puede utilizarse tanto para detectar los roedores como los insectos es el sensor de radar. Por ejemplo, el sensor de radar puede utilizarse tanto para detectar los insectos que se arrastran por el interior de un pozo de registro como los roedores que corren por las laterales conectadas al pozo de registro.

Según un segundo aspecto, se proporciona un dispositivo de monitorización para monitorizar roedores en un sistema de alcantarillado. El dispositivo puede comprender:

- uno o varios sensores configurados para detectar roedores en el sistema de alcantarillado y generar un conjunto de datos de sensores;
- una memoria configurada para contener un código de identificación; y
- un módulo de comunicaciones de datos conectado comunicativamente a un servidor.

Las mismas características y ventajas presentadas anteriormente con respecto al primer aspecto también se aplican a este segundo aspecto.

El dispositivo puede comprender además:

- un elemento de fijación dispuesto para interactuar con una superficie interior de un pozo de registro del sistema de alcantarillado o una parte inferior de una tapa de pozo de registro dispuesta para cubrir el pozo de registro.

El elemento de fijación puede ser un elemento en forma de varilla dispuesto para descansar sobre una primera y una segunda protuberancia provistas en la superficie interior del pozo de registro.

Al menos uno de los uno o varios sensores puede estar configurado como un sensor de nivel de manera que se detecte un nivel de agua en el pozo de registro.

Al menos uno de los uno o varios sensores puede ser un sensor de flujo de agua de manera que se mida un caudal de agua. Estos sensores pueden utilizar ondas sonoras, como ondas ultrasónicas, y/u ondas luminosas para medir el caudal.

Según un tercer aspecto, se proporciona un método para predecir un brote de roedores en una ciudad. El método puede comprender:

recoger conjuntos de datos de sensores de una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en pozos de registro o tuberías de alcantarillado de un sistema de alcantarillado, durante

5 un período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra;

vincular los conjuntos de datos de sensores a los pozos de registro;

detectar la actividad de los roedores en cada pozo de registro durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos; y

predecir, para un período futuro, con base en la actividad de los roedores determinada en

10 los pozos de registro durante la fase de recogida de datos, cuándo y dónde los roedores se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado.

En línea con las características y ventajas presentadas anteriormente con respecto al primer aspecto, una ventaja de este tercer aspecto es que se pueden hacer predicciones fiables de brotes de roedores combinando datos de sensores de diferentes pozos de registro capturados durante un

15 período de tiempo de manera que se puedan determinar los movimientos de los roedores.

El método puede comprender además:

determinar los datos del sensor de nivel de agua en los pozos de registro durante el período de recogida de datos; y

en donde el paso de predecir, para el período futuro, cuándo y dónde los roedores se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado se basa en la actividad de los roedores detectada en
20 los pozos de registro en combinación con los datos del sensor de nivel de agua determinados durante el período de recogida de datos.

Como se ha presentado anteriormente, al combinar también los niveles de agua en los diferentes pozos de registro, se pueden hacer predicciones más precisas de los brotes de roedores.

25 El método puede comprender además:

recibir datos de previsión meteorológica durante el período de recogida de datos;

determinar una relación entre la previsión meteorológica y el nivel de agua entre los datos de previsión meteorológica y los datos del sensor de nivel de agua en los pozos de registro durante el período de recogida de datos;

30 recibir datos de previsión meteorológica para el período futuro;

determinar los niveles de agua de la previsión meteorológica, para el período futuro, con base en los datos de previsión meteorológica para el período futuro y la relación entre la previsión meteorológica y el nivel de agua;

5 en donde el paso de predecir, para el período futuro, cuándo y dónde los roedores se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado se basa en la actividad de los roedores detectada en los pozos de registro durante el período de recogida de datos en combinación con los niveles de agua de la previsión meteorológica determinados con base en los datos de previsión meteorológica para el período futuro.

10 Una ventaja de tener en cuenta también los datos de previsión meteorológica es que la predicción de brotes de roedores puede hacerse con mayor precisión.

El método puede comprender además:

determinar los datos del flujo de agua en los pozos de registro durante el período de recogida de datos; y

15 en donde el paso de predecir, para el período futuro, cuándo y dónde los roedores se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado se basa en la actividad de los roedores detectada en los pozos de registro en combinación con los datos del flujo de agua determinados durante el período de recogida de datos.

Según un cuarto aspecto, se proporciona un método para identificar una posición para colocar una trampa en un sistema de alcantarillado. El método puede comprender:

20 recoger conjuntos de datos de sensores de una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en pozos de registro del sistema de alcantarillado, durante un período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra;

vincular los conjuntos de datos de sensores a los pozos de registro;

25 detectar la actividad de los roedores en cada pozo de registro durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos;

identificar al menos dos posiciones candidatas para colocar una trampa en el sistema de alcantarillado;

30 evaluar, mediante simulación, los efectos sobre las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado para la trampa colocada en las al menos dos posiciones candidatas para un período futuro; y

seleccionar una posición candidata más prometedora de las al menos dos posiciones candidatas comparando los efectos asociados con las al menos dos posiciones candidatas con los

requisitos de selección preestablecidos, e identificar la posición candidata más prometedora como la posición para colocar la trampa.

Un efecto de poder hacer predicciones sobre cómo es probable que los roedores se muevan dentro de un sistema de alcantarillado es que también se hace posible determinar dónde
5 colocar una nueva trampa para prever que la población de roedores esté controlada.

Según un quinto aspecto, se proporciona un método para identificar posiciones para trampas existentes en un sistema de alcantarillado. El método puede comprender:

recoger conjuntos de datos de sensores de una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en pozos de registro del sistema de alcantarillado, durante un período de recogida de
10 datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra;

vincular los conjuntos de datos de sensores a los pozos de registro;

detectar la actividad de los roedores en cada pozo de registro durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos;

recibir posiciones para las trampas existentes;

15 identificar al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas para colocar las trampas existentes en el sistema de alcantarillado;

evaluar, mediante simulación, los efectos sobre las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado para las trampas colocadas en los al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas para un período futuro; y

20 seleccionar un conjunto de datos de posiciones candidatas más prometedor de los al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas comparando los efectos asociados con los al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas con los requisitos de selección preestablecidos, e identificar los conjuntos de datos de posiciones candidatas más prometedores como las posiciones para las trampas existentes.

25 Según un sexto aspecto, se proporciona un método para identificar un bloqueo en un sistema de alcantarillado. El sistema de alcantarillado comprende una pluralidad de pozos de registro conectados por laterales, dicho método puede comprender:

recoger continuamente conjuntos de datos de sensores de una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en los pozos de registro;

30 detectar continuamente la actividad de los roedores en cada pozo de registro;

identificar el bloqueo en una lateral que conecta dos de los pozos de registro detectando una actividad decreciente de los roedores en al menos un pozo de registro conectado a la lateral.

Dado que un bloqueo en la lateral que conecta dos pozos de registro entre sí tiene un efecto sobre la actividad de los roedores en los diferentes pozos de registro, es posible detectar bloqueos monitorizando continuamente la actividad de los roedores. Por lo tanto, al utilizar los roedores como portadores de información de esta manera, los problemas en los sistemas de alcantarillado pueden identificarse con precisión y rapidez.

Según un séptimo aspecto, se proporciona un método para identificar una posición de una fuga subterránea en un sistema de alcantarillado. El sistema de alcantarillado puede comprender una pluralidad de pozos de registro conectados por laterales. El método puede comprender:

recoger conjuntos de datos de sensores de una pluralidad de dispositivos de monitorización colocados en los pozos de registro durante un período de tiempo;

generar una primera serie temporal que proporcione la actividad de los roedores en cada pozo de registro utilizando los conjuntos de datos de sensores durante el período de tiempo;

detectar datos del sensor de nivel de agua para cada pozo de registro;

generar una segunda serie temporal que proporcione los niveles de agua en cada pozo de registro utilizando los datos del sensor de nivel de agua durante el período de tiempo;

identificar la posición de la fuga subterránea en el sistema de alcantarillado combinando la primera y la segunda serie temporal.

Además, el método puede comprender además:

detectar datos del flujo de agua en las laterales utilizando sensores de flujo colocados en las laterales;

generar una tercera serie temporal que proporcione los flujos de agua en las laterales utilizando los datos del flujo de agua durante un período de tiempo;

en donde el paso de identificar la posición de la fuga subterránea en el sistema de alcantarillado se realiza combinando la primera, la segunda y la tercera serie temporal.

De manera similar a como se puede detectar el bloqueo, también es posible detectar una fuga subterránea, ya sea que cause una entrada de agua o una salida de agua. Al poder detectar de forma fiable y rápida dicha fuga, se pueden tomar medidas rápidamente para reducir el impacto de dicha fuga. Dado que una fuga también puede proporcionar acceso a los roedores a nuevos edificios, esto también es ventajoso desde la perspectiva del control de plagas.

Según un octavo aspecto, se proporciona un método para predecir un brote de plagas. El método puede comprender:

recoger conjuntos de datos de sensores de al menos un dispositivo de monitorización colocado en un sistema de alcantarillado, durante un período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra;

5 detectar la actividad de las plagas en el pozo de registro durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos; y

estimar, para un período futuro, con base en la actividad de las plagas determinada durante la fase de recogida de datos, un riesgo de un brote de insectos.

El brote de insectos puede definirse como un crecimiento exponencial de la población que da como resultado que los insectos se vean obligados a salir del pozo de registro.

10 El brote de plagas puede comprender un brote de roedores y/o un brote de insectos, la actividad de las plagas puede comprender la actividad de los roedores y/o la actividad de los insectos, y los conjuntos de datos de sensores pueden comprender datos de temperatura, datos del flujo de agua y/o datos del sensor de nivel de agua.

15 El método puede comprender además, en caso de que el riesgo de brote de plagas esté por encima de un umbral, transmitir una notificación a un dispositivo de usuario de manera que se puedan tomar medidas para mitigar el riesgo.

El dispositivo de monitorización utilizado puede ser el mismo dispositivo de monitorización que se utiliza para realizar el método según el tercer aspecto, el cuarto aspecto, el quinto aspecto, el sexto aspecto y/o el séptimo aspecto.

20 Los conjuntos de datos de sensores recogidos pueden comprender además conjuntos de datos de sonido y/o conjuntos de datos de radar.

La estimación del riesgo del brote de plagas puede realizarse utilizando un modelo basado en inteligencia artificial (IA), como una red neuronal. Los datos de entrenamiento para dicho modelo pueden recogerse de varios dispositivos de monitorización en diferentes pozos de registro.

25 Otros objetivos, características, aspectos y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción detallada, así como de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

30 Las realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra generalmente un sistema para monitorizar roedores en un sistema de alcantarillado.

La figura 2 ilustra el sistema ilustrado en la figura 1, pero con agua presente en las laterales.

La figura 3 ilustra el sistema ilustrado en las figuras 1 y 2, pero con agua presente en las laterales y en parte de los pozos de registro.

La figura 4 ilustra un dispositivo de monitorización según una primera realización.

5 La figura 5 ilustra el dispositivo de monitorización según una segunda realización.

La figura 6 ilustra el dispositivo de monitorización con más detalle.

La figura 7 ilustra un sistema de alcantarillado representado en un mapa de la ciudad.

La figura 8 ilustra cómo se proporcionan los datos a un servidor del sistema ilustrado en las figuras 1, 2 y 3 y desde este.

10 La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para predecir un brote de roedores.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método para identificar una posición para una trampa.

15 La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método para identificar posiciones para trampas existentes.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método para identificar un bloqueo en el sistema de alcantarillado.

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método para identificar una fuga subterránea.

20 La figura 14 ilustra generalmente un sistema para monitorizar roedores e insectos en el sistema de alcantarillado.

La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un método para predecir un brote de plagas.

Descripción detallada

25 La figura 1 ilustra generalmente un sistema 100 para monitorizar roedores 102a-c en un sistema de alcantarillado 104. Como se ilustra, el sistema 100 puede comprender una pluralidad de dispositivos de monitorización 106a-c colocados en pozos de registro 108a-c. Los pozos de registro 108a-c, que pueden ser tuberías verticales con un extremo en un nivel del suelo 110, pueden estar conectados entre sí a través de una o varias laterales 112a-b, también denominadas tuberías de
30 alcantarillado.

Los dispositivos de monitorización 106-c pueden colocarse en una parte superior de los pozos de registro 108a-c de manera que un operador pueda acceder fácilmente a ellos desde el

nivel del suelo 110. Los dispositivos de monitorización 106a-c pueden fijarse a las tapas de los pozos de registro 114a-c o, alternativamente, como se ilustra, los dispositivos de monitorización pueden fijarse a las superficies interiores 116a-c de los pozos de registro 108a-c utilizando elementos de fijación 118a-c, por ejemplo, elementos en forma de varilla que interactúan con protuberancias 120a-c colocadas en las superficies interiores 116a-c.

Los roedores 102a-c que se mueven en las laterales 112a-b del sistema de alcantarillado 104 pueden ser detectados por los dispositivos de monitorización 106a-c utilizando sensores 122a-c. Los sensores 122a-c pueden ser sensores de infrarrojos pasivos (PIR), pero también pueden utilizarse otros sensores para detectar los roedores 102a-c, por ejemplo, sensores de radar o sensores basados en la visión. Además de utilizar sensores que pueden detectar directamente los roedores, también es posible utilizar sensores que pueden detectar indirectamente los roedores o que pueden proporcionar información que puede utilizarse para determinar la probabilidad de actividad de los roedores. Ejemplos de tales sensores son los sensores de temperatura, los micrófonos y los sensores de sulfuro de hidrógeno. Se ha descubierto que la temperatura, el nivel de sonido y el nivel de sulfuro de hidrógeno en los pozos de registro 108a-c proporcionan información relevante para determinar si hay o no roedores presentes, y también en qué medida hay roedores presentes. Al combinar tanto sensores directos, como sensores PIR, preferiblemente dos sensores PIR por dispositivo de monitorización para que se pueda detectar el movimiento, como sensores indirectos, como sensores de temperatura, se puede lograr una detección mejorada de la actividad de los roedores.

Aunque se ilustran como un dispositivo integral, los dispositivos de monitorización 106a-c pueden comprender una pluralidad de unidades. Por ejemplo, los sensores de temperatura, que pueden formar parte de los sensores 122a-c, pueden colocarse en un extremo del pozo de registro 118a-c cerca de las laterales 112a-b a una distancia de una unidad principal colocada cerca de la tapa del pozo de registro 114a-c. Los sensores de temperatura pueden proporcionar datos de temperatura a la unidad principal a través de cable o de forma inalámbrica.

La información capturada a través de los sensores 122a-c puede transmitirse desde los dispositivos de monitorización 106a-c como conjuntos de datos de sensores 124a-c. Aunque se ilustra como un conjunto de datos de sensores 106a-c por dispositivo de monitorización 106a-c, en caso de que se utilicen varios tipos diferentes de sensores para los dispositivos de monitorización 106a-c, se pueden enviar varios conjuntos de datos de sensores diferentes, uno para cada tipo de sensor, desde los dispositivos de monitorización 106a-c.

Cada dispositivo de monitorización 106a-c puede tener un código de identificación 126a-c, almacenado en los dispositivos de monitorización 106a-c. En lugar de enviar el código de identificación 126a-c y el conjunto de datos de sensores 126a-c como conjuntos de datos separados, como se ilustra, estos pueden combinarse en un mismo conjunto de datos.

5 A través de una red de comunicaciones de datos 128, el código de identificación 126a-c y los conjuntos de datos de sensores 124a-c pueden transferirse a un servidor 130. Una vez recibidos en el servidor 130, el código de identificación 126a-c y los conjuntos de datos de sensores 124a-c de los diferentes dispositivos de monitorización 106a-c pueden procesarse. Dado que las ubicaciones de los diferentes dispositivos de monitorización 106a-c pueden proporcionarse al
10 servidor 132 durante la instalación de los dispositivos de monitorización 106a-c, y cómo los diferentes pozos de registro 108a-c están conectados a través de laterales 112a-b también puede proporcionarse al servidor 130, se hace posible rastrear la actividad de los roedores en el sistema de alcantarillado 104.

Por ejemplo, al recibir continuamente información sobre la actividad de los roedores en los
15 diferentes pozos de registro 108a-c, se hace posible predecir brotes de roedores, es decir, un rápido aumento de roedores. El brote de roedores puede deberse a que las condiciones en el sistema de alcantarillado 104 cambian rápidamente. Por ejemplo, en caso de que los niveles de sonido aumenten debido a un proyecto de construcción, esto puede obligar a los roedores a salir del sistema de alcantarillado 104 al nivel del suelo 110. El brote de roedores también puede deberse al
20 aumento de las poblaciones de roedores. Aunque dicho brote puede tener un desarrollo de semanas o meses en lugar de minutos u horas, que puede ser el caso cuando los roedores se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado debido al aumento de los niveles de sonido, todavía es posible predecir dichos brotes utilizando el sistema 100 ilustrado en la figura 1.

Como se ilustra en la figura 1, un dispositivo de usuario 132, aquí ejemplificado por un
25 ordenador, puede estar conectado al servidor 130. Al tener el dispositivo de usuario 132 conectado al servidor 130, la actividad de los roedores puede monitorizarse continuamente. Además, al tener el dispositivo de usuario 132, se hace posible realizar cambios. Por ejemplo, en caso de que el sistema de alcantarillado 104 se reconstruya de manera que, por ejemplo, se formen laterales adicionales, el operador puede añadir esta información a través del dispositivo de usuario 132.

30 La figura 2 ilustra el sistema 100 ilustrado en la figura 1, pero a diferencia del sistema 100 ilustrado en la figura 1, las laterales 112a-b están parcialmente llenas de agua. Para monitorizar la cantidad de agua que está presente en el sistema 100, se puede medir un nivel de agua 200 en las

laterales 112a-b utilizando sensores de nivel 202a-c que forman parte de los dispositivos de monitorización 106a-c. Además, para tener una mejor comprensión de cómo se mueve el agua en las laterales 112a-b, se pueden proporcionar sensores de flujo 204a-b en las laterales 112a-b. En lugar de tener los sensores de flujo 204a-b proporcionados en las laterales 112a-b, el flujo del agua puede determinarse de forma remota mediante sensores de flujo sin contacto proporcionados en los dispositivos de monitorización 106a-c. Dichos sensores de flujo sin contacto, por ejemplo, sensores de radar, pueden beneficiarse de los cambios en la superficie del agua, pero también en el rastreo de objetos que flotan en los objetos.

Los datos de los sensores 124a-c pueden comprender también información sobre el nivel de agua de los diferentes pozos de registro 108a-c. Al tener tanto datos de los sensores vinculados a la actividad de los roedores como al nivel de agua, se hace posible determinar con mayor precisión cuándo y dónde es probable que se produzcan brotes de roedores. El agua en el sistema de alcantarillado puede obligar a los roedores a salir del sistema de alcantarillado.

Otra ventaja de capturar continuamente información sobre el nivel de agua de diferentes pozos de registro es que se puede detectar una lateral rota, que cause una entrada o salida de agua. Dado que una lateral rota también puede resultar en que los roedores se muevan hacia el sistema de alcantarillado 104 o fuera de este, la detección de la lateral rota puede ser más precisa si se tienen en cuenta tanto las diferencias en los niveles de agua como las diferencias en la actividad de los roedores.

Dado que el nivel de agua 200 en el sistema de alcantarillado 104 a menudo depende del clima, un servidor de servicio meteorológico 206 puede estar vinculado al servidor 130 de manera que los datos de previsión meteorológica 208 puedan transferirse al servidor 130. Al tener en cuenta los datos de previsión meteorológica 208, se hace posible hacer predicciones aún mejores sobre cuándo y dónde es probable que se produzcan brotes de roedores. Además de la lluvia, el viento también puede tener un efecto sobre el nivel de agua 200 en el sistema de alcantarillado 104.

Como se ha descrito anteriormente, las laterales rotas pueden provocar la entrada o salida de agua, lo que como efecto puede dar lugar a diferentes niveles de agua 200a-c en los diferentes pozos de registro 108a-c. Un bloqueo en una de las laterales 112a,b también puede dar lugar a diferentes niveles de agua en diferentes pozos de registro. En caso de bloqueo, la diferencia en los niveles de agua y la actividad de los roedores en los diferentes pozos de registro puede cambiar sucesivamente, mientras que en caso de una lateral rota, el cambio en los niveles de agua, pero también la actividad de los roedores puede cambiar repentinamente.

La figura 3 ilustra el sistema 100 en una situación en la que las laterales 112a-b están llenas de agua y los roedores 102a-c son empujados hacia arriba en los pozos de registro 108a-c por el agua. En el ejemplo ilustrado, dos roedores 102b-c son empujados hacia arriba por el agua en el segundo pozo de registro 108b, un roedor 102a es empujado hacia arriba en el primer pozo de registro 108a y ningún roedor es empujado hacia arriba en el tercer pozo de registro 108c. Debido al diferente número de roedores, reflejado por la actividad de los roedores, en los diferentes pozos de registro, los datos de los sensores 124a-c indicarán más actividad de roedores en el segundo pozo de registro 108b, menos actividad de roedores en el primer pozo de registro 108a y ninguna actividad de roedores en el tercer pozo de registro 108c. Con base en esta información, en caso de que los niveles de agua continúen aumentando, el sistema 100 puede predecir que se empujarán más roedores hacia el nivel del suelo 110 a través del segundo pozo de registro 108b que del primer pozo de registro 108a, y también se empujarán más roedores hacia el nivel del suelo a través del segundo pozo de registro 108b que del tercer pozo de registro 108c. En otras palabras, al registrar tanto la actividad de los roedores como el nivel de agua en los pozos de registro, se hace posible predecir de forma fiable los brotes de roedores en el nivel del suelo 110.

Como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 2 y 3, la combinación del nivel de agua 200, 200a-c y la actividad de los roedores en diferentes pozos de registro puede utilizarse para predecir cuándo y dónde es probable que se produzcan brotes de roedores. Cuando el nivel de agua 200 no está obligando a los roedores a entrar en los pozos de registro, como se ilustra en la figura 2, el nivel de agua puede ser menos significativo para determinar cuándo y dónde es probable que se produzca el brote de roedores, mientras que en caso de que los roedores sean empujados hacia los pozos de registro 108a-c, como se ilustra en la figura 3, los niveles de agua 200a-c pueden ser más significativos para determinar cuándo y dónde es probable que se produzca el brote de roedores.

Como se ilustra en la figura 3, los niveles de agua 200a-c en los diferentes pozos de registro 108a-c pueden diferir. Una razón para ello puede ser que el agua puede filtrarse de los pozos de registro en diferente medida y también en las laterales. Además, puede haber uno o varios bloqueos en las laterales que pueden dar lugar a diferentes niveles de agua en los pozos de registro 108a-c. En caso de lluvia, los diferentes niveles de agua 200a-c también pueden deberse a que la lluvia fluye hacia los diferentes pozos de registro 108a-c en diferente medida.

Como se ha comentado anteriormente, los dispositivos de monitorización 106a-c pueden materializarse de diferentes maneras. A modo de ejemplo, en la figura 4 se ilustra una primera

realización. Como se ilustra, en esta primera realización, el dispositivo de monitorización 106a puede fijarse a la tapa del pozo de registro 114a. La fijación puede realizarse de diferentes maneras. Por ejemplo, la tapa del pozo de registro 114a puede estar provista de un orificio roscado o cualquier otra característica de fijación de manera que el dispositivo de monitorización 106a pueda atornillarse o fijarse de cualquier otra manera a la tapa del pozo de registro 114a.

La figura 5 ilustra una segunda realización del dispositivo de monitorización 106a a modo de ejemplo. En lugar de fijarse a la tapa del pozo de registro 114a, el dispositivo de monitorización 106a se fija a través del elemento de fijación 118a, aquí ejemplificado por un elemento en forma de varilla, que descansa sobre dos protuberancias 120a en la superficie interior 116a del pozo de registro 108a.

La figura 6 ilustra el dispositivo de monitorización 106a con más detalle. Como se ilustra, el dispositivo de monitorización 106a puede comprender un módulo de comunicaciones de datos 600. A través del módulo de comunicaciones de datos 600, los datos de los sensores 124a y el código de identificación 126a pueden transmitirse al servidor 130 como se ilustra en la figura 1. Los datos de los sensores 126a y el código de identificación 126a pueden transmitirse directamente a través de, por ejemplo, 4G u otras redes de comunicaciones de datos móviles, o pueden transmitirse en varios pasos, por ejemplo, en que los datos de varios dispositivos de monitorización se recogen y agrupan antes de enviarse al servidor 130. El dispositivo de monitorización 106a puede comprender además un procesador 602 y una memoria 604. La memoria 604 puede contener el código de identificación 126a.

Además, el dispositivo de monitorización 106a puede estar equipado con una etiqueta 606 que comprende un código, por ejemplo, un código impreso o un código de comunicación de campo cercano (NFC), vinculado al código de identificación 124a. Durante la instalación, el operador puede escanear el código de la etiqueta 606 utilizando un teléfono móvil o un dispositivo similar equipado con cámara. Al hacerlo, se puede vincular una ubicación del teléfono móvil al código de identificación 124a y enviarla al servidor 130. Dado que las ubicaciones de los pozos de registro 108a-c son conocidas, el código de identificación 124a puede vincularse de esta manera a uno de los pozos de registro 108a-c. En caso de que la ubicación del teléfono móvil no corresponda a ninguna ubicación de los pozos de registro 108a-c, se puede enviar una notificación al operador pidiéndole que asigne manualmente la ubicación del pozo de registro 108a en el que se coloca el dispositivo de monitorización 106a.

La figura 7 ilustra a modo de ejemplo el sistema de alcantarillado 104 combinado con un mapa de la ciudad. Como se ilustra, el sistema de alcantarillado 104 puede seguir carreteras en algunas partes de la ciudad, pero no en otras. Además, algunos de los pozos de registro 108a-m pueden ser callejones sin salida con solo una lateral 112a-o conectada a ellos. Como se ilustra,

En el ejemplo ilustrado, se presenta un bloqueo 700 en la lateral 112m que conecta un décimo y un undécimo pozo de registro 108j-k entre sí. Debido al bloqueo 700, los roedores 102a-c pueden optar por moverse a través del sexto y séptimo pozo de registro 108g-h en su lugar, lo que en tal caso aumentará la actividad de los roedores en estos pozos de registro. El bloqueo 700 también puede resultar en que los roedores 102a-c opten por moverse en el nivel del suelo 110 debido al bloqueo 700. Por lo tanto, el bloqueo 700 puede detectarse en que se detecta una mayor actividad de roedores en el sexto y séptimo pozo de registro 108g-h, y el bloqueo 700 también puede aumentar el riesgo de tener roedores en el nivel del suelo 110 en una zona cercana al décimo y undécimo pozo de registro 108j-k.

Además, se ilustra una fuga 702 a modo de ejemplo en una undécima lateral 112k. La fuga 702 puede resultar en que los roedores 102a-c se muevan hacia edificios cercanos a esta undécima lateral 112k, ya que se proporciona una nueva vía como efecto de la fuga 702. La fuga 702 puede detectarse en que se detecta menos actividad de roedores en el undécimo o decimocuarto pozo de registro 108k,n, o en que la diferencia en la actividad de los roedores entre los dos pozos de registro aumenta.

Al tener modelos de aprendizaje automático (ML), modelos de inteligencia artificial (IA) o modelos estadísticos que se ejecutan en el servidor 130, los datos recogidos a lo largo del tiempo en combinación con brotes de roedores reales, fugas, bloqueos, etc. pueden utilizarse para entrenar estos modelos. Una vez entrenados, estos pueden utilizarse para predecir brotes de roedores, fugas, bloqueos, etc.

Con los sensores PIR y otros sensores comúnmente utilizados en la actualidad, los roedores individuales no se identifican. Sin embargo, si se utilizan sensores más avanzados, en lugar de detectar la actividad de los roedores en general, se pueden rastrear roedores individuales entre los diferentes pozos de registro. Al hacerlo, se pueden lograr predicciones aún más precisas. Los roedores individuales pueden detectarse en función del tamaño, el patrón de movimiento, la coloración, las características anatómicas, por ejemplo, la relación entre la cola y el cuerpo, etc.

La figura 8 ilustra cómo se transfieren y procesan los datos para llegar a una predicción de brote de roedores, es decir, cuándo y dónde en la ciudad es probable que aparezcan roedores, una recomendación de ubicación para una nueva trampa, una ubicación de bloqueo y/o una ubicación de fuga.

5 Como se ha comentado anteriormente, cada dispositivo de monitorización 106a-c puede capturar datos de sensores 126a-c, por ejemplo, datos de sensores PIR, que indican la actividad de los roedores y también, opcionalmente, datos de sensores de nivel de agua 800a-c que indican el nivel de agua 200a-c en los pozos de registro 108a-c.

10 Para asociar los códigos de identificación 126a-c a ubicaciones, se puede utilizar una base de datos de identificación y ubicación 802. Como se ha descrito anteriormente, durante la instalación del dispositivo de monitorización 106a-c, el código de identificación 126a-c puede vincularse a una ubicación, es decir, una posición geográfica. Esta ubicación puede utilizarse a su vez para vincular el dispositivo de monitorización 106a-c y los datos de los sensores 124a-c de este a un pozo de registro concreto. Al tener información sobre cómo están vinculados entre sí los
15 diferentes pozos de registro 108a-n y las laterales 112a-o, esta información también puede tenerse en cuenta y proporcionarse a través de la base de datos de identificación y ubicación 802.

 Opcionalmente, se pueden proporcionar datos de previsión meteorológica 208. Los datos de previsión meteorológica 208, a diferencia de los demás datos, están relacionados con un período de tiempo futuro, aquí denominado t' . Además de los datos de previsión meteorológica 804, también se
20 pueden proporcionar y tener en cuenta los datos meteorológicos reales, aunque no se ilustren.

 Opcionalmente, los datos de los sensores 124a-c pueden procesarse en dos pasos: primero, determinar los conjuntos de datos de actividad de los roedores 806a-c y, segundo, utilizar los conjuntos de datos de actividad de los roedores 806a-c para predecir brotes de roedores, recomendar la ubicación de nuevas trampas y/o localizar fugas o bloqueos. La actividad de los
25 roedores puede ilustrarse, como se ha indicado, por el número de roedores detectados durante un intervalo de tiempo, pero también puede ser una medida general de la actividad detectada.

 Opcionalmente, se pueden proporcionar sensores de flujo 808a-b de manera que se pueda registrar el flujo de agua en las laterales 112a-b. Los datos del flujo de agua 810a-b obtenidos a través de los sensores de flujo 808a-b pueden introducirse en el servidor 130 y tenerse en cuenta,
30 por ejemplo, al identificar la fuga subterránea 702.

 La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método 900 para predecir un brote de roedores. En un primer paso 902, se pueden recoger conjuntos de datos de sensores 124a-c de

una pluralidad de dispositivos de monitorización 106a-c colocados en los pozos de registro 108a-c o en las laterales 112a-b del sistema de alcantarillado 104, durante un período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra. En un segundo paso 904, los conjuntos de datos de sensores 124a-c pueden vincularse a los pozos de registro 108a-c. En un

5 tercer paso 906, se puede detectar la actividad de los roedores 806a-c en cada pozo de registro 108a-c durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos. En un cuarto paso 908, para un período futuro, con base en la actividad de los roedores 806a-c determinada en los pozos de registro 108a-c durante la fase de recogida de datos, se puede predecir cuándo y dónde los roedores 102a-c se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado 104.

10 Opcionalmente, en un quinto paso 910, se pueden determinar los datos del sensor de nivel de agua 800a-c en los pozos de registro 108a-c durante el período de recogida de datos. El cuarto paso 908 puede basarse en la actividad de los roedores 806a-c detectada en los pozos de registro 108a-c en combinación con los datos del sensor de nivel de agua 800a-c determinados durante el período de recogida de datos.

15 Opcionalmente, en un sexto paso 912, se pueden recibir los datos de previsión meteorológica 208 durante el período de recogida de datos, y en un séptimo paso 914, se puede determinar una relación entre la previsión meteorológica y el nivel de agua entre los datos de previsión meteorológica 208 y los datos del sensor de nivel de agua 800a-c en los pozos de registro 108a-c durante el período de recogida de datos. En un octavo paso 916, se pueden recibir los datos

20 de previsión meteorológica 208 para el período futuro. En un noveno paso 918, se pueden determinar los niveles de agua de la previsión meteorológica para el período futuro con base en los datos de previsión meteorológica 208 para el período futuro y la relación entre la previsión meteorológica y el nivel de agua. El cuarto paso 908 puede, para el período futuro, predecir cuándo y dónde los roedores 102a-c se ven obligados a salir del sistema de alcantarillado 104 con base en

25 la actividad de los roedores 806a-c detectada en los pozos de registro 108a-c durante el período de recogida de datos en combinación con los niveles de agua de la previsión meteorológica determinados con base en los datos de previsión meteorológica 208 para el período futuro.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método 1000 para identificar una posición para colocar una trampa en el sistema de alcantarillado 104. En un primer paso 1002, se

30 pueden recoger los conjuntos de datos de sensores 124a-c de la pluralidad de dispositivos de monitorización 106a-c colocados en los pozos de registro 108a-c del sistema de alcantarillado 104, durante un período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de

muestra. En un segundo paso 1004, los conjuntos de datos de sensores 124a-c pueden vincularse a los pozos de registro 108a-c. En un tercer paso 1006, se puede detectar la actividad de los roedores 806a-c en cada pozo de registro 108a-c durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos. En un cuarto paso 1008, se pueden identificar al menos dos posiciones

5 candidatas para colocar una trampa en el sistema de alcantarillado 104. En un quinto paso 1010, se pueden evaluar los efectos sobre las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado con la trampa colocada en las al menos dos posiciones candidatas para un período futuro utilizando la simulación. En un sexto paso 1012, se puede seleccionar una posición candidata más prometedora de las al menos dos posiciones candidatas comparando los efectos asociados con las al menos dos
10 posiciones candidatas con los requisitos de selección preestablecidos. En un séptimo paso 1014, se puede identificar la posición candidata más prometedora como la posición para colocar la trampa.

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método 1100 para identificar posiciones para trampas existentes en el sistema de alcantarillado 104. En un primer paso 1102, se pueden recoger los conjuntos de datos de sensores 124a-c de la pluralidad de dispositivos de
15 monitorización 106a-c colocados en los pozos de registro 108a-c del sistema de alcantarillado 104, durante el período de recogida de datos que comprende la pluralidad de intervalos de tiempo de muestra. En un segundo paso 1104, los conjuntos de datos de sensores 124a-c pueden vincularse a los pozos de registro 108a-c. En un tercer paso 1106, se puede detectar la actividad de los roedores 806a-c en cada pozo de registro 108a-c durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de
20 recogida de datos. En un cuarto paso 1108, se pueden recibir posiciones para las trampas existentes. En un quinto paso 1110, se pueden identificar al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas para colocar las trampas existentes en el sistema de alcantarillado 104. En un sexto paso 1112, se pueden evaluar los efectos sobre las poblaciones de roedores en el sistema de alcantarillado con las trampas colocadas en los al menos dos conjuntos de datos de posiciones
25 candidatas para un período futuro mediante simulación. En un séptimo paso 1114, se puede seleccionar un conjunto de datos de posiciones candidatas más prometedor de los al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas comparando los efectos asociados con los al menos dos conjuntos de datos de posiciones candidatas con los requisitos de selección preestablecidos. En un octavo paso 1116, se puede identificar el conjunto de datos de posiciones candidatas más
30 prometedor como las posiciones para las trampas existentes.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método 1200 para identificar el bloqueo 700 en el sistema de alcantarillado 104, en donde el sistema de alcantarillado 104 comprende una

pluralidad de pozos de registro 108a-c conectados por las laterales 112a-b. En un primer paso 1202, se pueden recoger continuamente los conjuntos de datos de sensores 124a-c de la pluralidad de dispositivos de monitorización 106a-c colocados en los pozos de registro 108a-c. En un segundo paso 1204, se puede detectar la actividad de los roedores 806a-c en cada pozo de registro 108a-c.

- 5 En un tercer paso 1206, se puede identificar el bloqueo 700 en la lateral 112a-b que conecta dos de los pozos de registro detectando una actividad decreciente de los roedores en al menos un pozo de registro 108a-c conectado a la lateral 112a-b.

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método 1300 para identificar una posición de la fuga subterránea 702 en el sistema de alcantarillado 104. El sistema de alcantarillado 104 puede comprender la pluralidad de pozos de registro 108a-c conectados por las laterales 112a-b. En un primer paso 1302, se pueden recoger los conjuntos de datos de sensores 124a-c de la pluralidad de dispositivos de monitorización 106a-c colocados en los pozos de registro 108a-c durante un período de tiempo. En un segundo paso 1304, se puede generar una primera serie temporal que proporcione la actividad de los roedores 806a-c en cada pozo de registro 108a-c utilizando los conjuntos de datos de sensores 124a-c durante el período de tiempo. En un tercer paso 1306, se pueden detectar los datos del sensor de nivel de agua 800a-c para cada pozo de registro 108a-c. En un cuarto paso 1308, se puede generar una segunda serie temporal que proporcione los niveles de agua en cada pozo de registro utilizando los datos del sensor de nivel de agua 800a-c durante el período de tiempo. En un quinto paso 1310, se puede identificar la posición de la fuga subterránea 702 en el sistema de alcantarillado 104 combinando la primera y la segunda serie temporal.

La figura 14 ilustra el sistema 100 ilustrado en la figura 1 y descrito anteriormente con el añadido de que los dispositivos de monitorización 106a-c están configurados para detectar la actividad de los roedores, así como la actividad de los insectos. Como se ilustra y se ha descrito anteriormente, los dispositivos de monitorización 106a-c pueden colocarse debajo de las tapas de los pozos de registro 114a-c. En dicha posición, se pueden detectar los roedores 102a-c en las laterales 112a-c, pero también los insectos 1400, como las cucarachas americanas, que residen debajo de las tapas de los pozos de registro 114a-c en los pozos de registro 108a-c. Aunque no se ilustra, los dispositivos de monitorización 106a-c también pueden configurarse para detectar únicamente los insectos 1400. Los sensores 122a-c de los dispositivos de monitorización 106a-c pueden incluir micrófonos u otros dispositivos de captura de sonido que pueden utilizarse tanto para detectar los roedores 102a-c como los insectos 1400. Sin embargo, también puede haber sensores

122a-c específicamente adaptados para detectar los insectos 1400 y los roedores 102a-c, respectivamente.

En la figura 14 también se ilustra que se puede colocar una trampa 1402 para roedores 102a-c en las laterales 112a-b. Al medir la actividad de los roedores en diferentes pozos de registro 108a-c, se puede determinar dónde colocar la trampa 1402 en el sistema de alcantarillado 104 para reducir eficazmente el número de roedores 102a-c. Dicho de otra manera, una vez que se han identificado las rutas de roedores ocupadas en el sistema de alcantarillado 104 utilizando los datos de actividad de los roedores, se puede transmitir una notificación a un operador para que coloque la trampa 1402 en una de las laterales 112a-b que forman parte de esta ruta ocupada.

Además de determinar dónde colocar la trampa 1402, también se puede determinar la eficiencia de la trampa 1402. Al medir la actividad de los roedores después de que la trampa 1402 se haya colocado en el sistema de alcantarillado 104, se puede determinar un efecto de la actividad de los roedores en total y también se puede determinar cómo han cambiado los movimientos de los roedores dentro del sistema de alcantarillado 104.

La trampa 1402 puede estar dispuesta de manera que el roedor 102a-c muera por una lanza accionada por resorte que dispara hacia abajo una vez que el roedor 102a-c es detectado en la trampa 1402. Dado que el agua fluye en el sistema de alcantarillado 104, el roedor 102a-c puede ser expulsado del sistema de alcantarillado 104 después de ser muerto en la trampa 1402. En caso de que se estén utilizando uno o varios sensores de manera que los roedores vivos puedan distinguirse de los roedores muertos, la eficiencia de la trampa 1402 puede determinarse utilizando dispositivos de monitorización 106a-c colocados aguas abajo de la trampa 1402. Por ejemplo, utilizando una combinación de sensores de radar y micrófonos, puede ser posible distinguir los roedores vivos de los roedores muertos.

El disparo de la trampa 1402 puede comunicarse a través del dispositivo de monitorización 106b al servidor 130. Otra opción, en caso de que, por ejemplo, la trampa 1402 no esté provista de capacidad de comunicación de datos, es que el disparo de la trampa 1402 se reconozca por el sonido. Por ejemplo, si los sensores 122b del dispositivo de monitorización 106b comprenden el micrófono, el sonido del disparo de la trampa 1402 puede capturarse y posteriormente procesarse por el dispositivo de monitorización 106b y/o el servidor 130 de manera que pueda concluirse si la trampa se ha disparado o no. A modo de ejemplo, el disparo de la lanza accionada por resorte da lugar a un sonido distintivo que puede reconocerse al procesar los datos de audio capturados a través del micrófono.

La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un método 1500 para predecir un brote de plagas. Los datos de los sensores pueden recogerse 1502 de al menos un dispositivo de monitorización colocado en el pozo de registro del sistema de alcantarillado, durante el período de recogida de datos que comprende una pluralidad de intervalos de tiempo de muestra. La actividad de las plagas, como la actividad de los insectos, en el pozo de registro puede detectarse 1504 durante los intervalos de tiempo de muestra de la fase de recogida de datos y, para un período futuro, con base en la actividad de las plagas determinada en el pozo de registro durante la fase de recogida de datos, puede estimarse 1506 un riesgo de un brote de plagas. Opcionalmente, en caso de que el riesgo del brote de plagas esté por encima de un umbral, transmitir 1508 una notificación a un dispositivo de usuario de manera que se puedan tomar medidas para mitigar o evitar el riesgo. Tanto el umbral como las acciones comunicadas al dispositivo de usuario pueden determinarse utilizando un modelo de IA y/o ML entrenado con datos de una gran base de dispositivos de monitorización en sistemas de alcantarillado.

Como complemento o como alternativa a los sensores de los dispositivos de monitorización, también se pueden proporcionar sensores en las trampas de los sistemas de alcantarillado. Estas trampas pueden incluir trampas para roedores colocadas en las laterales, pero también trampas para insectos colocadas en los pozos de registro.

Como se ilustra en la figura 14, los dispositivos de monitorización 106a-c pueden estimar tanto los brotes de roedores como los brotes de insectos. Aunque no se ilustra, los datos de previsión meteorológica también pueden utilizarse para predecir con mayor precisión el riesgo, o estimar el riesgo para el período futuro. Al tener en cuenta los datos de previsión meteorológica para el período de recogida de datos, o si están disponibles, los datos meteorológicos reales para el período de recogida de datos, así como los datos de previsión meteorológica para el período futuro, se puede lograr una mejor estimación del riesgo. Además, en caso de que se estime que el riesgo del brote de plagas está por encima de un umbral, se puede enviar una notificación desde el servidor 130, los dispositivos de monitorización 106a-c u otra parte del sistema al dispositivo de usuario 132 de que se debe tomar una medida para evitar el brote. Tener en cuenta los datos meteorológicos puede ser de especial relevancia para los sistemas dispuestos para monitorizar la actividad de las plagas en el sistema de alcantarillado. A modo de ejemplo, las fuertes lluvias pueden tener el efecto de que las laterales entre diferentes pozos de registro se llenen completamente de agua, lo que tiene un efecto directo sobre cómo los roedores pueden moverse dentro del sistema de alcantarillado. En el caso de los insectos, dado que el espacio debajo de la tapa del pozo de

registro es un espacio limitado, la temperatura en este espacio puede aumentar rápidamente si la tapa del pozo de registro está expuesta a la luz solar directa.

De la descripción anterior se deduce que, aunque se han descrito y mostrado varias realizaciones de la invención, la invención no se limita a ellas, sino que también puede materializarse

5 de otras maneras dentro del alcance de la materia definida en las siguientes reivindicaciones.