

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 226**

51 Int. Cl.:

G02B 19/00 (2006.01)

G08B 13/196 (2006.01)

G01J 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2015 E 15186969 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3002622**

54 Título: **Distribución de luz NIR altamente eficiente para la detección de intrusión basada en creación de imágenes**

30 Prioridad:

29.09.2014 US 201414499986

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.08.2020

73 Titular/es:

**HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
115 Tabor Road
Morris Plains, NJ 07950, US**

72 Inventor/es:

**BUCKLEY, MARK CLIFFORD y
ZHAO, JIE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 778 226 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Distribución de luz NIR altamente eficiente para la detección de intrusión basada en creación de imágenes

5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta solicitud se refiere a sistemas de seguridad y más en particular, a sistemas de vigilancia.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Se sabe que los sistemas protegen a las personas y los activos dentro de zonas seguras. Dichos sistemas se suelen basar en el uso de uno o más sensores que detectan amenazas dentro de la zona protegida.

15 Las amenazas a las personas y a los activos pueden originarse en cualquiera de varias fuentes diferentes. Por ejemplo, un intruso no autorizado, tal como un ladrón, puede representar una amenaza a los activos dentro de una zona segura debido al robo. También se sabe que los intrusos hieren o matan a las personas que viven dentro de la zona.

20 Los intrusos pueden detectarse a través de interruptores colocados en las puertas o ventanas de una vivienda. De manera alternativa, la zona puede ser supervisada a través de varias cámaras de seguridad.

Las cámaras de seguridad pueden utilizarse de forma activa o pasiva. En modo pasivo, un vigilante puede supervisar imágenes de cada una de las cámaras a través de un monitor colocado en una estación de vigilancia. Cuando el vigilante detecta una amenaza, puede tomar las medidas apropiadas (por ejemplo, llamar a la policía, etc.).

25 De manera alternativa, las cámaras pueden utilizarse para detectar activamente amenazas. Por ejemplo, un procesador dentro de la cámara o en otro lugar puede supervisar cuadros sucesivos desde una cámara para detectar cambios que indiquen la presencia de un intruso. Al detectar a un intruso, el procesador puede alertar a un vigilante de la posibilidad de presencia de un intruso.

30 Muchos sistemas de seguridad funcionan de manera automática sin la necesidad de un vigilante humano. En este tipo de sistema, una persona arma el sistema cuando sale y desarma el sistema cuando regresa.

35 Una vez armado, un panel de seguridad supervisa los interruptores perimetrales para la activación y las cámaras para el movimiento. Si bien estos sistemas funcionan correctamente, no siempre funcionan bien en zonas oscuras o donde la visibilidad es deficiente. En consecuencia, existe la necesidad de mejores métodos para detectar la presencia de intrusos.

40 Se pueden encontrar ejemplos de la técnica anterior relacionados con aparatos que implican una combinación de un diodo emisor de luz y de una lente en los documentos de patente EP2175193, US20110279751 y DE202013011143U.

40 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de conformidad con el mismo;

45 La Figura 2a-c representa detalles de la lente de distribución de luz de la Figura 1 que proporciona distribución horizontal de la luz;

La Figura 3a-c representa detalles de la lente de la Figura 1 que proporciona la distribución vertical de la luz;

50 La Figura 4 representa la distribución horizontal de la luz proporcionada por la lente de la Figura 1 sobre superficies colocadas radialmente a 12 metros del sensor; y

55 La Figura 5 representa la distribución horizontal y vertical de la luz proporcionada por la lente de la Figura 1 en superficies a varias distancias radiales del sensor.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

60 Aunque las formas de realización dadas a conocer pueden adoptar muchas formas diferentes, las formas de realización específicas de las mismas se muestran en los dibujos y se describirán aquí en detalle con el entendimiento de que la presente invención ha de considerarse como un ejemplo de los principios de la misma, así como el mejor modo de ponerla en práctica, y no pretende limitar la aplicación o las reivindicaciones a la forma de realización específica ilustrada. La invención se refiere a un aparato tal como se define en la reivindicación 1.

65 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de seguridad 10 mostrado por lo general de conformidad con una forma de realización ilustrada. Se incluye dentro del sistema varios sensores 12, 14 y/o cámaras 16, 18 que se utilizan para proteger una zona segura 22. Los sensores pueden incluir uno o más interruptores de límite que se

pueden colocar en las puertas y/o ventanas que proporcionan acceso y salida de la zona asegurada. Los sensores también pueden incluir uno o más dispositivos de infrarrojos pasivos (PIR) que detectan intrusos dentro de la zona segura.

5 Los sensores y las cámaras pueden supervisarse mediante un panel de control 24. Tras la activación de uno de los sensores o la detección de la presencia de un intruso a través de una de las cámaras, el panel de control puede componer y enviar un mensaje de alarma a una estación central de supervisión 26. La estación central de supervisión puede dar respuesta solicitando la ayuda apropiada (por ejemplo, policía, bomberos, etc.).

10 Includo dentro del panel de control, los sensores y/o cámaras pueden ser uno o más aparatos de procesamiento (procesadores) 28, 36 cada uno funcionando bajo el control de uno o más programas informáticos 30, 32 cargados desde un medio legible por ordenador no transitorio (memoria) 34. Tal como se utiliza en el presente documento, la referencia a una etapa realizada por un procesador también es referencia al procesador que ejecutó esa etapa del programa informático.

15 Dentro de los detectores basados en imágenes que incorporan una cámara y/o sensores PIR que incluyen una cámara, puede estar una lente de distribución de luz 20 (en adelante denominada "la lente" que no debe confundirse con la lente de creación de imágenes que forma parte de una cámara). En una forma de realización ilustrada, la lente puede utilizarse para mejorar la iluminación de un objeto (por ejemplo, un intruso) 38 dentro de la zona asegurada.

20 En general, existe la necesidad de un detector de movimiento inalámbrico basado en imágenes de bajo coste que tenga una batería de larga duración. Un detector de movimiento basado en imágenes puede resolver las muchas deficiencias relacionadas con los detectores de movimiento infrarrojo pasivo (PIR) (p. ej., detecciones omitidas causadas por altas temperaturas ambientales dentro de un recinto, falsas alarmas causadas por mascotas, la capacidad de discriminar entre mascotas y seres humanos que se arrastran, etc.). Sin embargo, a diferencia de un PIR convencional, un detector de movimiento basado en imágenes con la utilización de tecnologías de dispositivos acoplados con carga de menor coste (CCD) no puede "ver" en la oscuridad. Cuando los niveles de luz caen por debajo de cierto nivel, el detector de movimiento basado en imágenes debe iluminar la zona protegida para determinar el contenido de la escena que puede incluir la presencia de un intruso.

30 Por lo general, un PIR que contiene una cámara, un detector de movimiento basado en imágenes o una cámara de vigilancia estarán provistos con numerosos diodos emisores de luz (LED) de infrarrojo cercano (NIR) para iluminar la zona a proteger. En dispositivos convencionales, estos diodos LEDs se colocan detrás de una ventana transparente de NIR. En este caso, el patrón de iluminación es simplemente una función del patrón de distribución de luz del diodo LED (por ejemplo, patrones lambertianos de ángulo estrecho o gran angular, etc.).

40 Los dispositivos de iluminación convencionales no iluminan de manera eficiente una zona a proteger debido a una serie de factores que incluyen el hecho de que gran parte de la energía de la luz pasa sobre la cabeza de un intruso a larga distancia, la intensidad de la luz en el campo cercano es mucho más alta que la necesaria, los niveles de energía caen a los lados de la zona a proteger debido a la naturaleza del patrón del LED y la lente de la cámara causa una menor sensibilidad en la periferia del campo de visión (FOV) que en el centro.

45 En las formas de realización ilustradas, una distribución eficiente de la luz minimizará la corriente extraída de las baterías, maximizará la vida útil de la batería, reducirá la cantidad de baterías necesarias y minimizará la cantidad de diodos LED requeridos en un producto. Con este enfoque, el coste y el tamaño del producto pueden reducirse mientras se logra una batería de larga duración.

50 La Figura 2a es una vista en perspectiva superior simplificada de la parte generadora de luz de un detector de intrusión óptica 100 (es decir, uno de los sensores 12, 14 o cámaras 16, 18 que incorpora la lente de distribución de luz 20). En la Figura 2a, se ha hecho referencia al LED de NIR con el número de referencia 102. Del mismo modo, la lente de distribución de luz se ha mencionado con el número de referencia 104. Con el fin de simplificar la descripción de la lente 104, se supondrá que el dispositivo óptico 102 es un diodo emisor de luz infrarroja cercana (LED NIR) 108.

55 En general, la Figura 2b-c se utilizará para describir la distribución de la luz NIR en la dirección horizontal. La Figura 3b-c se utilizará para describir la distribución de la luz en la dirección vertical.

60 En la Figura 2c, se supondrá que el rayo marcado como cero grados es el eje predominante de la transmisión de luz NIR desde el diodo LED en la dirección horizontal. De manera similar, en la Figura 3c, se supondrá que el rayo marcado como cero grados es el eje predominante de la transmisión de luz NIR desde el mismo diodo LED en la dirección vertical.

La Figura 2b es una vista en corte que muestra el plano horizontal de distribución de luz desde el LED a través y saliendo de la lente. La Figura 2c muestra detalles de la distribución de luz a lo largo del plano horizontal que se muestra en la Figura 2b.

65

En general, la distribución horizontal de la luz está controlada por una serie de superficies cilíndricas en el límite entre el aire y la lente (superficie interior o superficie de entrada de luz) 106 de la lente. A este respecto, los radios de los cilindros que forman la superficie de entrada de luz de la lente aumentan de manera progresiva desde el eje predominante hacia un extremo distal de la lente en el plano horizontal que se muestra. Al aumentar el radio del límite entre el aire y la lente sobre cada ángulo predeterminado (por ejemplo, 5 grados), la luz se distribuye preferentemente lejos del eje predominante de transmisión de luz NIR desde el diodo LED a través de la refracción. A este respecto, se utiliza un radio diferente sobre cada tramo de 5 grados que se extiende hacia el exterior desde el centro. Dicho de otro modo, el radio de la curvatura interior aumenta continuamente extendiéndose hacia el exterior desde el centro, convirtiéndose desde cóncavo en el centro hasta convexo en los bordes periféricos de la lente cuando se ve desde un plano horizontal.

El límite entre la lente y el aire (superficie exterior o superficie de salida de luz de la lente) 108 puede tener un radio constante en cualquier plano horizontal individual, pero puede variar desde el plano horizontal a otro plano horizontal. La combinación del radio creciente en la superficie de entrada de luz y el radio constante en la superficie de salida de luz hace que los ángulos de salida de rayos se reduzcan continuamente alejándose del centro según se observa en cualquier plano horizontal. Los ángulos de salida de rayos reducidos aumentan la densidad de flujo del diodo LED principal lejos del centro, compensando así una serie de factores, incluido el perfil de potencia del diodo LED Lambertiano, la iluminación relativa de una lente de imagen y para la transmisión de interfaz media frente a los efectos de ángulo de incidencia. En general, la superficie de entrada de luz de la lente es el elemento de control primario en la distribución de luz horizontal.

De manera similar, la Figura 3b es una vista en corte vertical a través del eje predominante de transmisión de luz NIR desde el diodo LED y la Figura 3c muestra la distribución del flujo desde el diodo LED a través y saliendo de la lente. Tal como se muestra en las Figuras 3b-c, el controlador primario de la distribución de la luz en la dirección vertical es la curvatura del límite entre la lente y el aire (superficie exterior o de salida de luz) de la lente. En esta forma de realización, la superficie de salida de luz se compone de superficies toroidales de radios de superficie de sección transversal variables. Para lograr la distribución de luz vertical deseada, el radio se incrementa entre cada rayo de salida de luz de incremento de ángulo de 5 grados desde el diodo LED sobre el eje predominante del LED y se reduce entre cada rayo de salida de luz de incremento de 4 grados desde el diodo LED debajo del eje predominante del LED para alcanzar un radio mínimo entre 4 y 8 grados de rayo de salida de LED refractado debajo del cual el radio aumenta sucesivamente a una transición de convexo a cóncavo en el rayo de salida de LED refractado de 24 grados debajo del eje predominante del LED donde el radio luego disminuye de manera sucesiva a un mínimo local en el rayo de 32 grados y luego aumenta sucesivamente. Tal como se muestra en la Figura 3c, el rayo superior desde la lente forma un ángulo hacia arriba en un ángulo de 4.11 grados sobre el eje predominante del LED. Del mismo modo, el rayo inferior se inclina hacia abajo en un ángulo de 49.59 grados por debajo del eje predominante. Cuando se instala en el detector de imágenes, este sistema de iluminación NIR rotará 5 grados hacia abajo mientras el detector se monta entre 2.3 y 3.0 metros sobre el suelo. Por lo tanto, el rayo superior resultante tendrá un ángulo hacia abajo de 0.89 grados para asegurar la iluminación de la parte superior de la cabeza de un intruso de 6 pies de altura a una distancia de 12 metros.

En las Figuras 3b y 3c, los radios de la superficie de salida de luz son diferentes entre cada rayo que se muestra para controlar la distribución. La curva de la superficie de salida es la suma continua de cada incremento de segmento de radio. Esta curva gira en torno a un eje vertical que pasa a través del centro óptico aparente del LED para formar el margen continuo de distribución de luz. Cada segmento de salida de luz forma una parte de un toroide.

Las Figuras 2 y 3 describen una lente que resuelve el problema de redistribuir la luz en función de la distancia. La lente está diseñada específicamente en una primera instancia para distribuir la luz verticalmente para conseguir un conjunto de objetivos y en una segunda instancia para distribuir la luz horizontalmente para conseguir un segundo conjunto de objetivos. El objetivo de la distribución vertical de la luz es enviar la mayoría de la energía de la luz al campo lejano y reducir progresivamente la potencia de intensidad radiante (potencia por ángulo de unidad sólida) que incide sobre el suelo desde el campo lejano al campo cercano. Si la intensidad radiante emitida por la fuente (LED) fuera uniforme en todas las direcciones, entonces la irradiancia (potencia por unidad de zona o brillo) en un objetivo sería inversamente proporcional a la distancia al objetivo al cuadrado. Esto quiere decir que un objetivo a 3 metros tendría 4 veces el "brillo" de un objetivo a 6 metros y 16 veces el "brillo" de un objetivo a 12 metros. Por lo tanto, cualquier energía luminosa que se pueda redirigir desde un objetivo en el campo cercano a un objetivo en el campo lejano ayudaría a lograr este objetivo. Esta distribución de la luz debe tener en cuenta el hecho de que la mayoría de los diodos LEDs emiten energía de forma lambertiana, lo que significa que la intensidad radiante cae con el coseno del ángulo desde el rayo central. Además, cualquier energía que va por encima de la cabeza del objetivo cuando el objetivo está en la distancia máxima, digamos 12 metros, que se puede redirigir al objetivo a 12 metros, ayuda a lograr una distribución eficiente de la luz. El objetivo más específico de la distribución vertical es mantener una irradiancia uniforme en el objetivo a 12 metros y, a medida que el objetivo se acerca al sensor, mantener esta misma irradiancia en los pies del objetivo en todas las distancias hasta el sensor. Esto, combinado con una energía mínima que va por encima del objetivo en el margen máximo, dará como resultado una distribución de energía vertical optimizada.

El objetivo general de distribución de luz horizontal es enviar parte de la energía desde la zona de alta intensidad en el centro del patrón de LED a los lados para compensar la reducción de intensidad con un ángulo aumentado. También

en general, cualquier energía que de otro modo iría más allá de un pequeño margen fuera de la zona protegida, digamos 5 grados, que se puede redirigir dentro de la zona protegida va a lograr una distribución más eficiente. El objetivo específico es redirigir la mayor cantidad de energía posible que hubiera salido de la zona protegida nuevamente dentro de la zona protegida y crear una distribución de energía que compense la iluminación relativa de la lente de la cámara.

La iluminación relativa (RI) indica la eficiencia de una lente de imagen con respecto a los ángulos de visión. Para dos objetivos que contienen iluminación idéntica, uno colocado a 0 grados (a lo largo de un eje de la línea central de la lente de imagen), el otro a X grados, el IR es la intensidad radiante percibida detectada por los píxeles de la cámara para un objetivo a X grados dividido por la intensidad radiante percibida para el objetivo a 0 grados. Los sistemas de elementos de lentes múltiples convencionales de mayor coste (tres o más elementos de lentes apilados) pueden lograr un IR a 45 grados que está cerca de 1.0, mientras que los sistemas de lentes de menor coste (uno o dos elementos de lentes, por ejemplo, el Sunny 2017Q) presentan un IR de 0.70 a 45 grados en las lentes convencionales de menor coste, el RI disminuyen en función del coseno del ángulo de visión. Una lente de imagen convencional de bajo coste (IR = 0.70 a +/- 45 grados) acoplada con diodos LED Lambertianos (intensidad radiante = 0.71 a +/- 45 grados) da como resultado una intensidad radiante percibida del 50% a +/- 45 grados. Para optimizar la distribución de la luz horizontalmente, el sistema de lentes LED debe estar diseñado específicamente para compensar el IR de la lente de imágenes y la distribución de intensidad de los diodos LED que se están utilizando. En términos absolutos, la intensidad radiante en un objetivo a una distancia dada en cualquier ángulo horizontal en la zona protegida cuando se compara con el mismo objetivo a la misma distancia a 0 grados debe ser la inversa de la RI de la lente de imagen en ese ángulo. Tal como se describió con anterioridad, la técnica anterior no utiliza lentes en los diodos LEDs y la técnica anterior no altera los patrones de iluminación de los LEDs y no se ha intentado compensar el IR de la lente de imagen.

Las Figuras 4 y 5 representan la distribución de luz vertical y horizontal de la lente. La Figura 4 muestra la distribución vertical del flujo proporcionado por la lente. Tal como se muestra en la Figura 4, la densidad de flujo promedio en la posición del panel de 6 metros de alto por 2 metros de ancho a 12 metros del sensor y girado a 10 grados a la izquierda del centro del sistema (el centro se muestra como 0 grados) es 0.433 con un valor máximo de 0.702. De manera similar, en un panel idéntico girado a 40 grados a la izquierda del centro del sistema, la densidad de flujo promedio es 0.483 con un máximo de 0.694. Esta cifra ilustra que la forma de realización a modo de ejemplo logra algunos de los objetivos de diseño, incluida la poca energía que pasa sobre la cabeza del intruso cuando el sensor está montado a 2.3 metros desde el suelo, la iluminación del intruso objetivo no cambiará cuando el sensor esté montado a una altura máxima de 3.0 metros, la energía se disipa rápidamente debajo de un suelo que está a 3.0 metros debajo del sensor, poca energía va más allá de 50 grados horizontalmente, nuevamente desperdicia poca energía y la densidad de flujo promedio en el panel objetivo aumenta un 5% sobre el margen horizontal compensando así exactamente el IR de la lente que se pretende utilizar en el detector de imagen.

La Figura 5 muestra la distribución de luz horizontal y vertical a través de la zona protegida prevista para el detector de imágenes, es decir, un patrón horizontal de +/- 45 grados que sale a un arco de 12 metros centrado en el detector. La figura muestra paneles de varios tamaños orientados verticalmente a diferentes distancias y ángulos de rotación horizontal, todos con la parte inferior de cada panel apoyada en el suelo. El lado izquierdo de la figura muestra paneles de tamaño humano con las intensidades de iluminación del sistema de lentes LED NIR cuando se montan 2.3 metros sobre el suelo, mientras que el lado derecho muestra algunos paneles de tamaño humano, paneles que solamente se extienden desde el suelo hasta las rodillas de una persona y otros que se extienden desde el suelo hasta la parte superior de los pies de los intrusos, todos los cuales contienen los niveles de intensidad de iluminación del sistema de lentes LED NIR cuando se montan 3.0 metros sobre el suelo. Tal como se muestra en los paneles de tamaño humano a 12 metros con una altura de montaje de 2.3 metros, la densidad de flujo en cada panel es bastante uniforme verticalmente sobre la altura de una persona, mientras que horizontalmente la densidad de flujo promedio en un panel aumenta de 0.588 en el centro a 0.617 en 45 grados aumentando exactamente el 5% sobre el margen para compensar el IR en la lente de imagen que se utilizará, que tiene un IR de 0.95 a 45 grados. Comparando lo que antecede con el mismo LED sin la lente, los valores caen a 0.228 y 0.159, respectivamente. La lente proporciona un aumento de 4X a 45 grados. La columna derecha de paneles en la Figura 5 muestra que la densidad de flujo a los pies del intruso es relativamente constante y se extiende desde el detector hasta 12 metros con un valor de 0.615 a 1.5 metros y un valor de 0.555 a 12 metros. En comparación, el LED desnudo genera valores de 1.05 y 0.208, respectivamente, o una distribución de intensidad que varía cinco veces.

En general, el aparato incluye un diodo emisor de luz (LED) de infrarrojo cercano (NIR) que tiene un eje predominante de transmisión de luz NIR desde el LED y lente que dispersa la luz NIR recibida desde el LED con respecto al primer y segundo plano, siendo los planos perpendiculares entre sí e intersectándose a lo largo del eje predominante del LED, teniendo la lente un límite de entrada de luz entre el aire y la lente donde la luz del LED entra en una superficie de la lente y un límite entre la lente y el aire donde la luz sale de la lente en cada uno del primero y segundo planos, el primer y el segundo plano que se cruzan con la superficie de entrada de luz, la intersección que se forma por el segundo plano con la superficie de entrada de luz es una línea cóncava a cada lado del eje predominante y en donde un radio del límite de entrada de la luz de la línea aumenta sucesivamente a lo largo de cada tramo de un número predeterminado de grados que progresan hacia el exterior a lo largo de la línea desde el eje predominante.

5 De manera alternativa, el aparato incluye una lente que enfoca la luz infrarroja cercana (NIR) desde un dispositivo óptico sobre un objeto externo, teniendo el dispositivo óptico un eje predominante de transmisión de luz NIR con respecto al primer y segundo plano, siendo los planos perpendiculares entre sí e intersectándose a lo largo del eje predominante, teniendo la lente un primer límite de luz entre el aire y la lente en una primera superficie de la lente hacia el objeto externo y un segundo límite entre el aire y la lente en una segunda superficie de la lente hacia el dispositivo óptico en cada uno de los primeros y segundos planos, intersectándose dichos planos primero y segundo con la primera y segunda superficies, formándose la intersección por el primer plano con la segunda superficie como una línea simétrica alrededor del eje predominante, estando la intersección formada por el segundo plano con la segunda superficie como una segunda línea que es cóncava en cada lado del eje predominante y donde un radio de la segunda línea en el límite entre el aire y la lente de la segunda superficie aumenta sucesivamente en cada tramo de un número predeterminado de grados desde el eje predominante hasta un punto de inflexión de la segunda línea en la segunda superficie más allá de la cual el límite entre el aire y la lente se hace convexo entre el punto de inflexión y un extremo distal de la segunda línea.

15 De manera alternativa, el aparato incluye un sistema de seguridad que protege una zona segura, un dispositivo óptico del sistema de seguridad y una lente del dispositivo óptico que enfoca la luz infrarroja cercana (NIR) del dispositivo óptico recibido a lo largo de un eje predominante del dispositivo óptico con respecto al primer y segundo plano, siendo los planos perpendiculares entre sí e intersectándose a lo largo del eje predominante, teniendo la lente un primer límite de luz entre el aire y la lente en una primera superficie de la lente hacia el objeto externo y un segundo límite entre el aire y la lente en una segunda superficie de la lente que mira al dispositivo óptico en cada uno de los planos primero y segundo, interceptándose los planos primero y segundo con las superficies primera y segunda, formándose dicha intersección el primer plano con la segunda superficie como una línea recta simétrica alrededor del eje predominante, formándose la intersección por el segundo plano con la segunda superficie como una segunda línea que es cóncava a cada lado del eje predominante y en donde un radio de la segunda línea en el límite entre el aire y la lente de la segunda superficie aumenta sucesivamente en cada tramo de un número predeterminado de grados desde el eje predominante hasta un punto de inflexión de la segunda línea en la segunda superficie más allá de la cual el límite entre el aire y la lente se hace convexo entre el punto de inflexión y un extremo distal de la segunda línea.

30 A partir de lo anterior, se observará que se pueden efectuar numerosas variaciones y modificaciones sin desviarse por ello de la idea inventiva y de su alcance. Ha de entenderse que no se pretende, ni debe deducirse, que está prevista ninguna limitación con respecto al aparato específico aquí ilustrado. Por supuesto, tiene la intención de cubrir, mediante las reivindicaciones adjuntas, todas las modificaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones. Además, los flujos lógicos representados en las figuras no requieren el orden particular mostrado, o el orden secuencial, para lograr resultados deseables. Se pueden proporcionar otras etapas, o se pueden eliminar etapas, de los flujos descritos, y se pueden agregar o eliminar otros componentes de las formas de realización descritas.

40

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

5 un diodo emisor de luz (LED) de infrarrojo cercano (NIR) (102; 108) que tiene un eje predominante de transmisión de luz NIR desde el LED; y

10 una lente (104) que dispersa la luz NIR recibida del LED con respecto al primer y segundo plano, siendo los planos perpendiculares entre sí e intersectándose a lo largo del eje predominante del LED, teniendo la lente un límite de entrada de luz entre el aire y la lente donde la luz procedente del diodo LED penetra en una superficie de la lente y un límite de salida de luz entre la lente y el aire en donde la luz sale de la lente en cada uno de los planos primero y segundo, intersectando dichos planos primero y segundo la superficie de entrada de la luz formando una intersección, siendo la intersección formada por el segundo plano con la superficie de entrada de la luz una línea que es cóncava a cada lado del eje predominante y donde un radio del límite de entrada de la luz de la línea aumenta sucesivamente en cada tramo de un número predeterminado de grados que progresa hacia el exterior a lo largo de la línea desde el eje predominante,

15 en donde un radio del límite de salida de luz entre la lente y el aire en el primer plano que comienza en un extremo distal superior de la lente, disminuye sucesivamente en cada intervalo del número predeterminado de grados hasta un punto debajo del eje predominante en donde el radio alcanza un mínimo y luego aumenta hasta un punto de inflexión en el límite de salida de la luz más allá del cual la superficie de la lente del límite de salida de la luz entre la lente y el aire se hace cóncavo en un extremo distal inferior.

20 2. El aparato según la reivindicación 1, en donde el radio del límite de entrada de luz aumenta sucesivamente hasta un punto de inflexión en la superficie de entrada de luz más allá del cual el límite entre el aire y la lente se hace convexo y se extiende hasta un extremo distal de la segunda línea.

25 3. El aparato según la reivindicación 1, en donde la intersección formada por el primer plano con la superficie de entrada de luz comprende, además, una línea recta que se extiende a ambos lados del eje predominante.

30 4. El aparato según la reivindicación 1, en donde el segundo plano comprende, además, un eje horizontal.

35 5. El aparato según la reivindicación 1, en donde el límite de salida de luz entre la lente y el aire, en el segundo plano, comprende, además, una superficie convexa que tiene un radio constante.

6. El aparato según la reivindicación 1, en donde el número predeterminado de grados es cinco.

7. El aparato según la reivindicación 1, en donde el primer plano comprende, además, un eje vertical.

40 8. El aparato según la reivindicación 7, en donde la luz sale de la lente desde el extremo distal superior del primer plano en un ángulo de 4.11 grados por encima del eje predominante.

45 9. Aparato según la reivindicación 7, en donde la luz sale de la lente en el extremo distal inferior 49.59 grados por debajo del eje predominante.

50

55

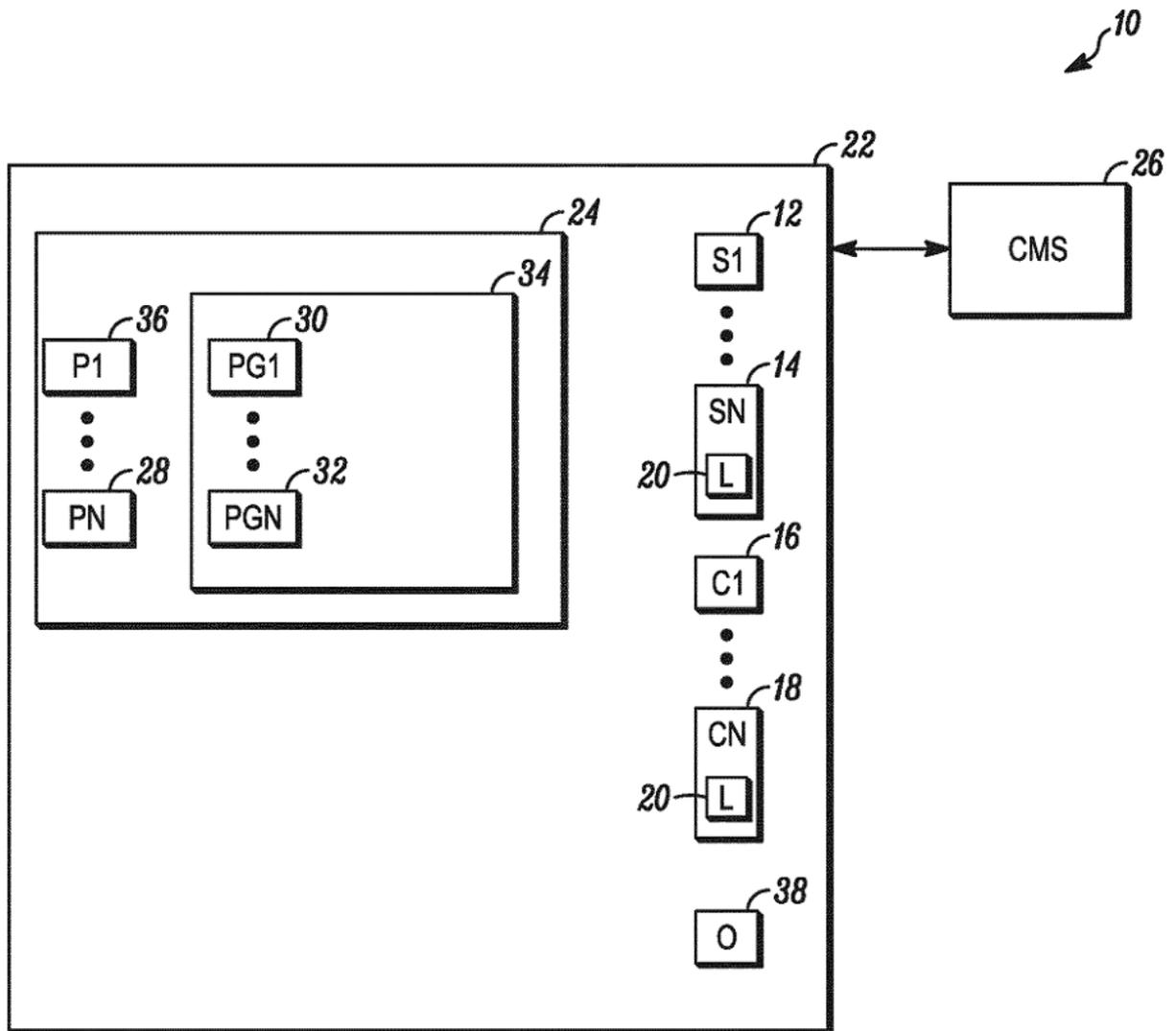


FIG. 1

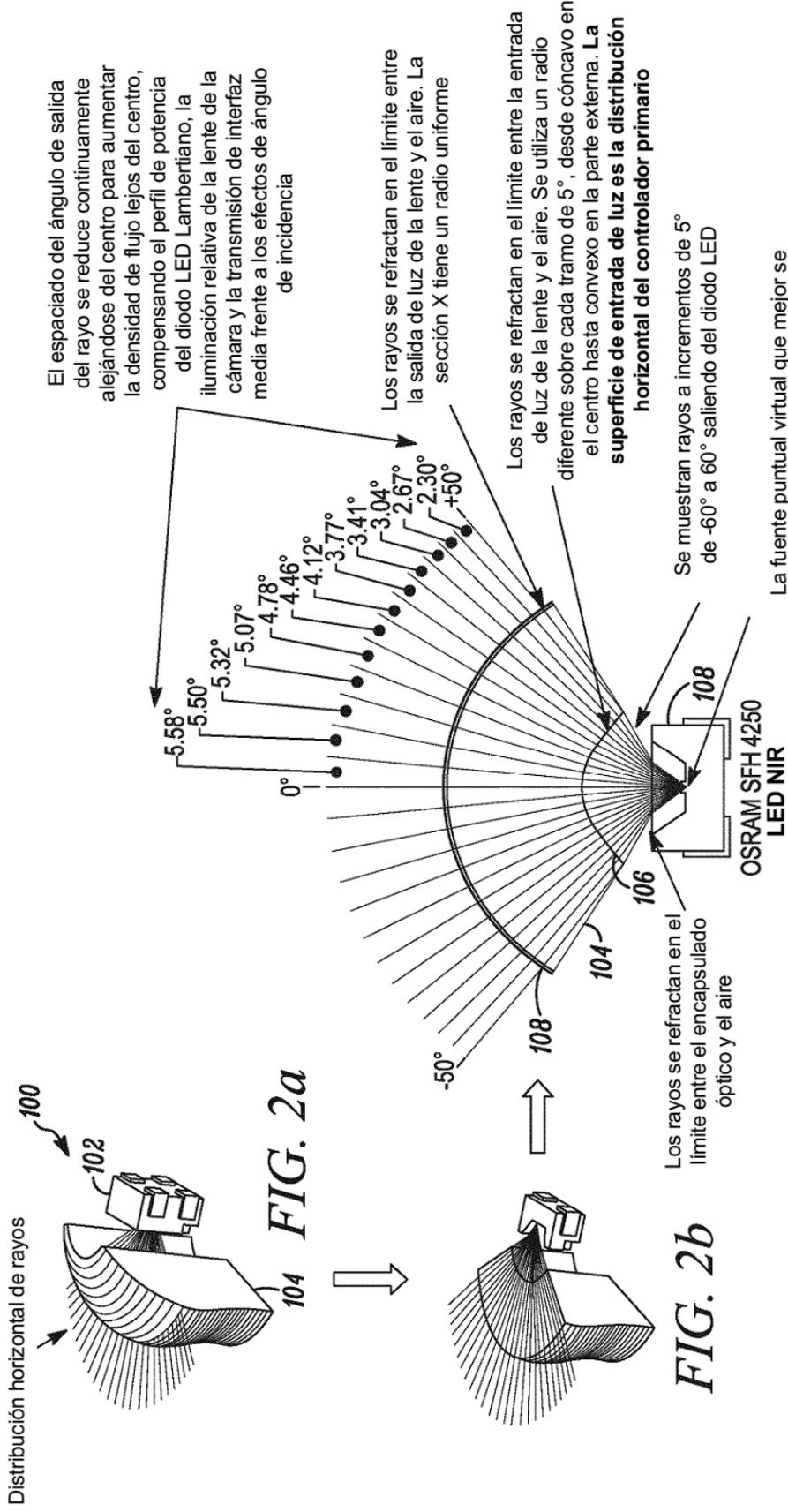


FIG. 2c

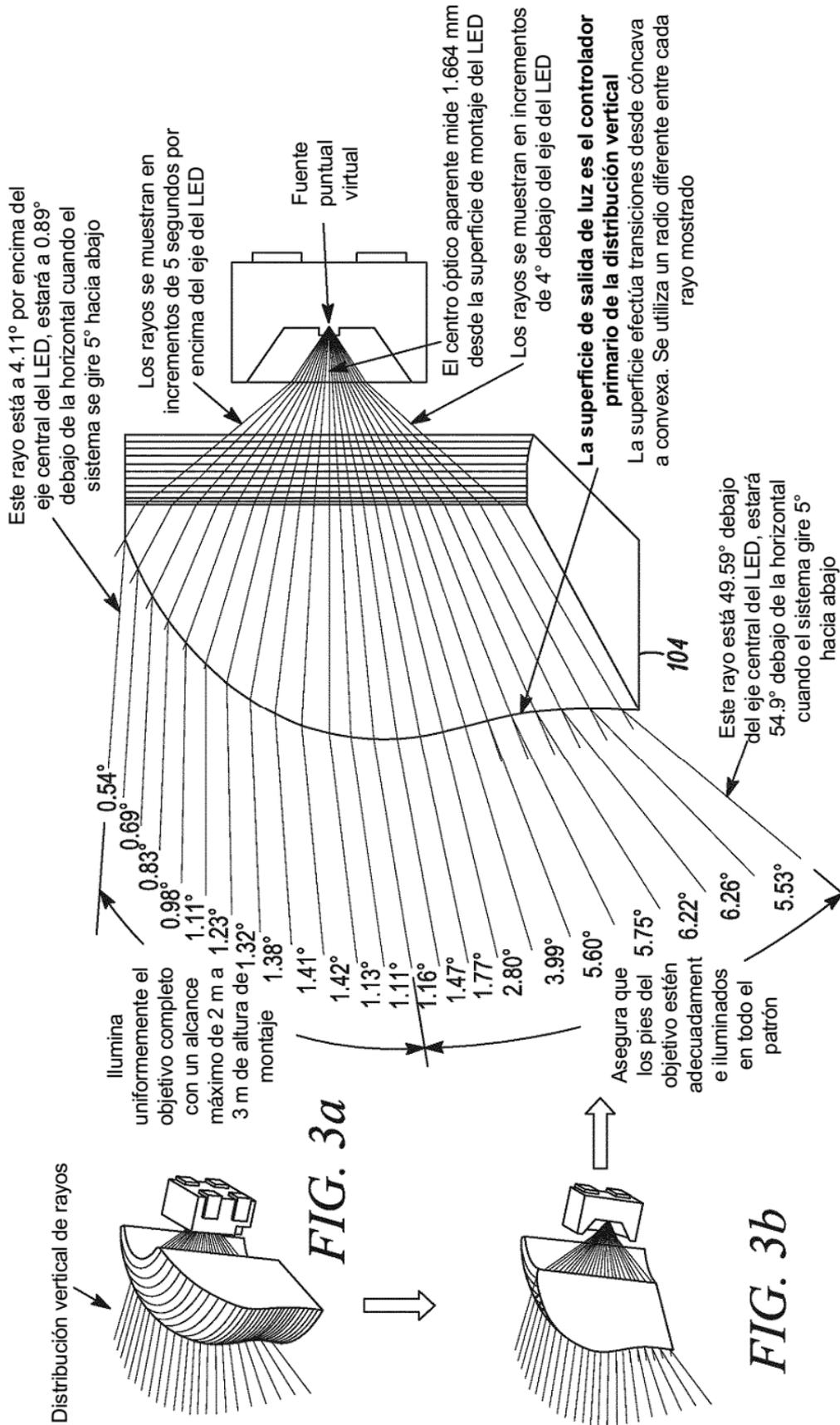


FIG. 3a

FIG. 3b

FIG. 3c

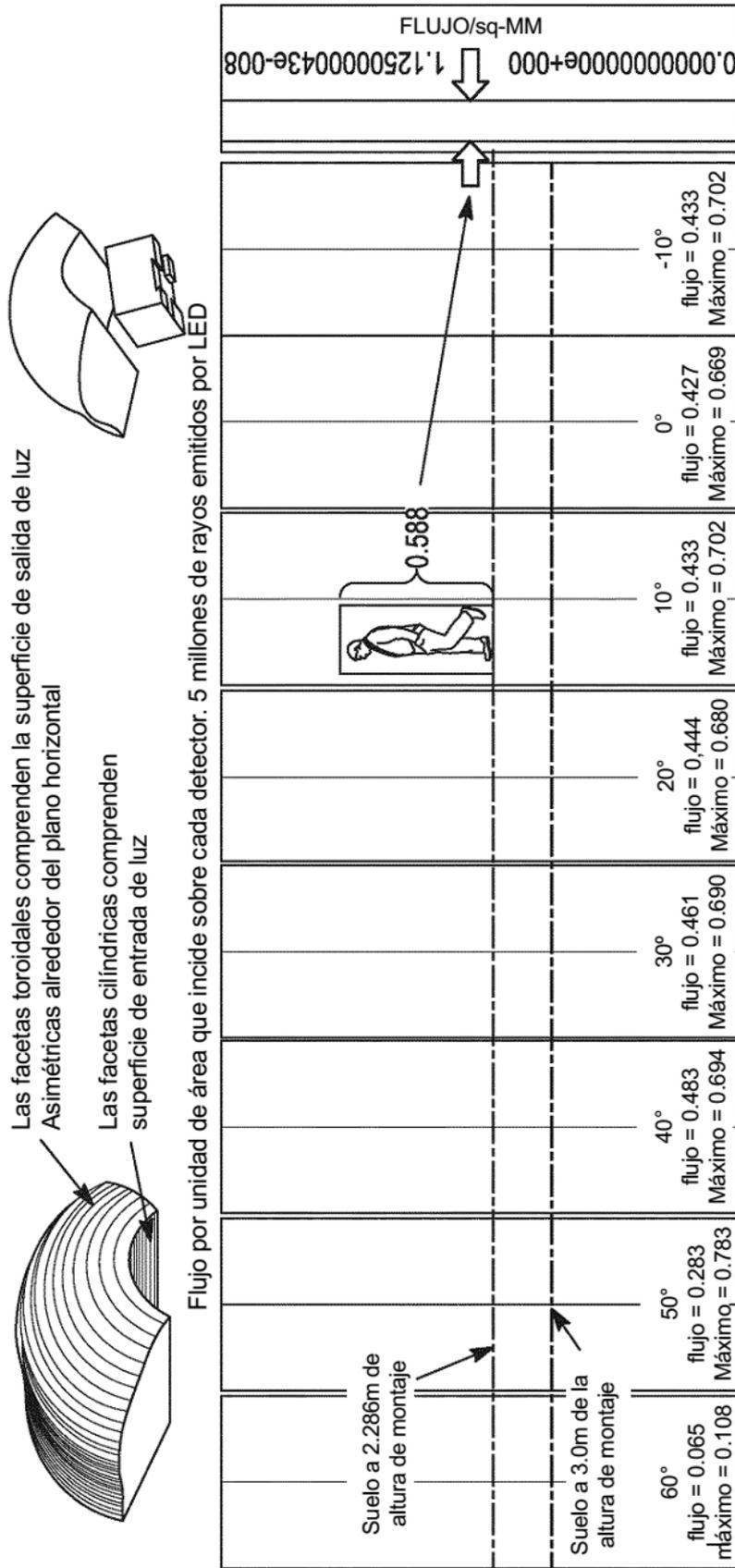


FIG. 4

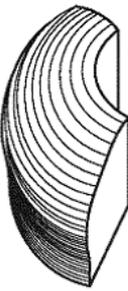
Sensor montado a 2.286 m (7.5 pies)		Sensor montado a 3.0 m (9'10")																																																																																																																																																
Detectores vinculados a extensiones de humanos erguidos verticales de 6 pies		Alt 6 pies	Solamente 0° pies																																																																																																																																															
 <p>0.0000000000e+000 1.12500000043e-008 FLUX/sq-MM</p> <p>5 millones de rayos emitidos por LED</p> 																																																																																																																																																		
<p>Flujo medio/mm²</p> <p>12m</p> <table border="1"> <tr><td>45°</td><td>0.617</td></tr> <tr><td>40°</td><td>0.613</td></tr> <tr><td>35°</td><td>0.605</td></tr> <tr><td>30°</td><td>0.601</td></tr> <tr><td>25°</td><td>0.603</td></tr> <tr><td>20°</td><td>0.597</td></tr> <tr><td>15°</td><td>0.591</td></tr> <tr><td>10°</td><td>0.593</td></tr> <tr><td>5°</td><td>0.590</td></tr> <tr><td>0°</td><td>0.588</td></tr> </table> <p>MAX. = 1.518</p> <p>Auto escala: 0-máximo</p> <p>8m</p> <table border="1"> <tr><td>45°</td><td>0.693</td></tr> <tr><td>40°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>35°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>30°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>25°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>20°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>15°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>10°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>5°</td><td>0.705</td></tr> <tr><td>0°</td><td>0.704</td></tr> </table> <p>MIN = 0.941</p> <p>Flujo medio/mm²</p> <p>MAX. = 5.500</p> <p>Auto escala: 0-máximo</p> <p>4m</p> <table border="1"> <tr><td>45°</td><td>0.704</td></tr> <tr><td>40°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>35°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>30°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>25°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>20°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>15°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>10°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>5°</td><td>0.665</td></tr> <tr><td>0°</td><td>0.627</td></tr> </table> <p>MIN = 0.997</p> <p>Flujo medio/mm²</p> <p>MAX. = 19.707</p> <p>Auto escala: 0-máximo</p> <p>2m</p> <table border="1"> <tr><td>45°</td><td>0.747</td></tr> <tr><td>40°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>35°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>30°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>25°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>20°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>15°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>10°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>5°</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>0°</td><td>0.733</td></tr> </table> <p>MIN = 0.969</p> <p>Flujo medio/mm²</p> <p>Tamaños de detectores: "Humano": 1.83m x 0.816m (6 pies de altura) "Rodillas al suelo": 0.5m X 0.816 m; anchura "Pies": 0.15m x 0.816 m de anchura</p> <p>Los valores medios de flujo son E-8</p>		45°	0.617	40°	0.613	35°	0.605	30°	0.601	25°	0.603	20°	0.597	15°	0.591	10°	0.593	5°	0.590	0°	0.588	45°	0.693	40°	0.705	35°	0.705	30°	0.705	25°	0.705	20°	0.705	15°	0.705	10°	0.705	5°	0.705	0°	0.704	45°	0.704	40°	0.665	35°	0.665	30°	0.665	25°	0.665	20°	0.665	15°	0.665	10°	0.665	5°	0.665	0°	0.627	45°	0.747	40°	0.804	35°	0.804	30°	0.804	25°	0.804	20°	0.804	15°	0.804	10°	0.804	5°	0.804	0°	0.733	<p>De rodillas en el suelo</p> <table border="1"> <tr><td>45°</td><td>0.579</td></tr> <tr><td>40°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>35°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>30°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>25°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>20°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>15°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>10°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>5°</td><td>0.583</td></tr> <tr><td>0°</td><td>0.556</td></tr> </table> <p>Solamente 0° pies</p> <table border="1"> <tr><td>12.0m</td><td>0.555</td></tr> <tr><td>11.5m</td><td>0.581</td></tr> <tr><td>11.0m</td><td>0.624</td></tr> <tr><td>10.5m</td><td>0.615</td></tr> <tr><td>10.0m</td><td>0.635</td></tr> <tr><td>9.5m</td><td>0.641</td></tr> <tr><td>9.0m</td><td>0.613</td></tr> <tr><td>8.5m</td><td>0.621</td></tr> <tr><td>8.0m</td><td>0.603</td></tr> <tr><td>7.5m</td><td>0.640</td></tr> <tr><td>7.0m</td><td>0.650</td></tr> <tr><td>6.5m</td><td>0.719</td></tr> <tr><td>6.0m</td><td>0.732</td></tr> <tr><td>5.5m</td><td>0.659</td></tr> <tr><td>5.0m</td><td>0.615</td></tr> <tr><td>4.5m</td><td>0.559</td></tr> <tr><td>4.0m</td><td>0.550</td></tr> <tr><td>3.5m</td><td>0.545</td></tr> <tr><td>3.0m</td><td>0.547</td></tr> <tr><td>2.5m</td><td>0.596</td></tr> <tr><td>2.0m</td><td>0.651</td></tr> <tr><td>1.5m</td><td>0.615</td></tr> </table>	45°	0.579	40°	0.583	35°	0.583	30°	0.583	25°	0.583	20°	0.583	15°	0.583	10°	0.583	5°	0.583	0°	0.556	12.0m	0.555	11.5m	0.581	11.0m	0.624	10.5m	0.615	10.0m	0.635	9.5m	0.641	9.0m	0.613	8.5m	0.621	8.0m	0.603	7.5m	0.640	7.0m	0.650	6.5m	0.719	6.0m	0.732	5.5m	0.659	5.0m	0.615	4.5m	0.559	4.0m	0.550	3.5m	0.545	3.0m	0.547	2.5m	0.596	2.0m	0.651	1.5m	0.615
45°	0.617																																																																																																																																																	
40°	0.613																																																																																																																																																	
35°	0.605																																																																																																																																																	
30°	0.601																																																																																																																																																	
25°	0.603																																																																																																																																																	
20°	0.597																																																																																																																																																	
15°	0.591																																																																																																																																																	
10°	0.593																																																																																																																																																	
5°	0.590																																																																																																																																																	
0°	0.588																																																																																																																																																	
45°	0.693																																																																																																																																																	
40°	0.705																																																																																																																																																	
35°	0.705																																																																																																																																																	
30°	0.705																																																																																																																																																	
25°	0.705																																																																																																																																																	
20°	0.705																																																																																																																																																	
15°	0.705																																																																																																																																																	
10°	0.705																																																																																																																																																	
5°	0.705																																																																																																																																																	
0°	0.704																																																																																																																																																	
45°	0.704																																																																																																																																																	
40°	0.665																																																																																																																																																	
35°	0.665																																																																																																																																																	
30°	0.665																																																																																																																																																	
25°	0.665																																																																																																																																																	
20°	0.665																																																																																																																																																	
15°	0.665																																																																																																																																																	
10°	0.665																																																																																																																																																	
5°	0.665																																																																																																																																																	
0°	0.627																																																																																																																																																	
45°	0.747																																																																																																																																																	
40°	0.804																																																																																																																																																	
35°	0.804																																																																																																																																																	
30°	0.804																																																																																																																																																	
25°	0.804																																																																																																																																																	
20°	0.804																																																																																																																																																	
15°	0.804																																																																																																																																																	
10°	0.804																																																																																																																																																	
5°	0.804																																																																																																																																																	
0°	0.733																																																																																																																																																	
45°	0.579																																																																																																																																																	
40°	0.583																																																																																																																																																	
35°	0.583																																																																																																																																																	
30°	0.583																																																																																																																																																	
25°	0.583																																																																																																																																																	
20°	0.583																																																																																																																																																	
15°	0.583																																																																																																																																																	
10°	0.583																																																																																																																																																	
5°	0.583																																																																																																																																																	
0°	0.556																																																																																																																																																	
12.0m	0.555																																																																																																																																																	
11.5m	0.581																																																																																																																																																	
11.0m	0.624																																																																																																																																																	
10.5m	0.615																																																																																																																																																	
10.0m	0.635																																																																																																																																																	
9.5m	0.641																																																																																																																																																	
9.0m	0.613																																																																																																																																																	
8.5m	0.621																																																																																																																																																	
8.0m	0.603																																																																																																																																																	
7.5m	0.640																																																																																																																																																	
7.0m	0.650																																																																																																																																																	
6.5m	0.719																																																																																																																																																	
6.0m	0.732																																																																																																																																																	
5.5m	0.659																																																																																																																																																	
5.0m	0.615																																																																																																																																																	
4.5m	0.559																																																																																																																																																	
4.0m	0.550																																																																																																																																																	
3.5m	0.545																																																																																																																																																	
3.0m	0.547																																																																																																																																																	
2.5m	0.596																																																																																																																																																	
2.0m	0.651																																																																																																																																																	
1.5m	0.615																																																																																																																																																	

FIG. 5