

# Manual para la medición de la velocidad de flujos de superficie

Borbála Hortobágyi<sup>1</sup>, Matthew T. Perks<sup>1</sup>, Andrew J. Russell<sup>1</sup>, Alejandro Dussaillant<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Newcastle University, School of Geography, Politics and Sociology, Daysh Building,  
Claremont Road, Newcastle-upon-Tyne, NE1 7RU, UK

<sup>2</sup>Universidad de Aysén, Campus Río Simpson, Patagonia-Aysén, Obispo Vielmo 62,  
Coyhaique, Chile

## Abstract

Acquisition of real-time hydraulic data is an essential component for flood forecasting. However, we frequently face difficulties obtaining discharge data using classical contact methods during high magnitude floods and for systems experiencing rapid hydro-geomorphological adjustment. Therefore, we developed low-cost, non-contact sensors and platforms that are designed to overcome these difficulties. These advances enable flood flow properties to be monitored at multiple locations across a river catchment, at low-cost, and communicated in near real-time by using an image velocimetry method. This is an optics-based approach for stream flow measurement using commercially available near-infrared digital cameras to acquire video footage in full HD (30fps). Video footages are then subjected to optical flow tracking techniques based on cross-correlation, and feature-based tracking, enabling the displacement rates of detected features (for example natural foam, seeds, woody debris, and turbulent structures) to be computed. This manual provides a step by step guidance to install an image-based gauging station. It contains the list of necessary components, the calibration process of a new camera and the assembly procedure of the system.

**Keywords:** flow surface velocity; handbook; non-contact river monitoring; low-cost; real-time

## 1 Antecedentes

Las aguas de los ríos son recursos vitales; su suministro y manejo es fundamental para el bienestar social y económico de las sociedades. A nivel global, las inundaciones representan el 47% de todos los desastres naturales relacionados con el clima, y en las últimas décadas hemos visto como su ocurrencia y capacidad destructiva han aumentado, especialmente cuando se revisan los datos en pérdidas de vidas y de infraestructura, tanto en países del Norte como países del Sur global (UNISDR, 2015). Por consiguiente, la necesidad de mejorar nuestra capacidad de reducir el riesgo de inundaciones en países menos desarrollados es inminente. Es en los países menos desarrollados donde los sistemas de monitoreo hidrométrico suelen ser menos consistentes, además de no contar con sistemas de comunicación efectivos, lo que dificulta la capacidad de predecir inundaciones y entregar alertas en tiempo real.



<https://earthobservatory.nasa.gov>

Los riesgos a la vida, infraestructura y propiedad aumentan cuando las aguas de inundaciones vienen cargadas de sedimentos y rocas. Las fuertes corrientes que acompañan las inundaciones de gran magnitud erosionan los suelos y depositan sedimentos que generan cambios en la geometría seccional cruzada de los canales, y, normalmente, son estos procesos los responsables de avulsiones hacia centros poblados (Major et. al., 2016; Wilcox et. al., 2016). El incremento de sedimentos de origen antropocéntrico en los sistemas fluviales genera cambios en las dinámicas de los ríos y sus corrientes, vemos entonces sedimentos acumulados y aguas que continúan su paso por debajo de tales acumulaciones. Grandes cantidades de escombros de madera se introducen rápidamente a los sistemas fluviales debido a deslizamientos o a actividad volcánica. Todas estas actividades hidrogeomorfológicas representan grandes peligros para las poblaciones y la infraestructura en países del Norte y Sur global.

La obtención de datos hidráulicos en tiempo real es vital para la predicción de inundaciones, pues permite validar modelos hidráulicos y de escorrentía por lluvias, y entregar la información directamente a quienes se encarguen de monitorear y reducir daños por desastres naturales. Sin embargo, la capacidad de obtener datos durante inundaciones de gran magnitud o en sistemas que están experimentando rápidos ajustes hidrogeomorfológicos se ve drásticamente reducida por las grandes cargas de sedimentos y rocas, que frecuentemente obstruyen los equipos de monitoreo convencionales y comprometen la integridad de los datos sobre la geometría de las rutas de descarga.

En Chile y en países en desarrollo, la instrumentación de cuencas vulnerables a deslizamientos extremos está restringida por (i) desafíos técnicos para construir sistemas precisos y resistentes; (ii) costos de implementación y mantenimiento; y (iii) acceso a

personal debidamente calificado. Por lo tanto, este proyecto tomo como base tales restricciones para diseñar un sistema de monitoreo con sensores de no-contacto y de bajo costo. Con estos avances podemos monitorear las propiedades del flujo de las inundaciones en múltiples locaciones a lo largo de las cuencas de ríos, con un costo bajo y comunicadas a tiempo casi real. Esto facilita la medición de procesos hidráulicos fundamentales, y tiene el potencial de mejorar las alarmas por inundaciones durante eventos de gran magnitud, que es cuando los sistemas de monitoreo tradicionales suelen fallar (Perks et al., 2016). Estos nuevos datos pueden ser utilizados a corto plazo para producir alertas tempranas (para proteger vidas e infraestructura como carreteras, puentes, plantas de saneamiento, hidroeléctricas y represas) y a largo plazo, pues los datos cubren áreas que las redes nacionales de monitoreo no pueden cubrir debido a los costos u otras consideraciones, permitiendo el desarrollo de mapas de planeación de peligros y ubicación de infraestructura.

## 2 Metodología

Calcular la velocimetría con imágenes es un enfoque de medición que utiliza recursos ópticos disponibles comercialmente para medir el flujo de las corrientes. De esta forma, se utilizan cámaras digitales para obtener videos en calidad HD (30fps). Los videos se examinan con técnicas de monitoreo óptico de flujos, que tienen en cuenta correlaciones y seguimiento de determinadas características para medir las tasas de desplazamiento de los elementos que sean detectados (por ejemplo, espuma natural, semillas, escombros de madera o estructuras turbulentas). En primer lugar, se extraen las secuencias de video y se georreferencian, así pasan de ser meras imágenes a tener coordenadas. En segundo lugar, la posición inicial y final de los elementos seleccionados deben ser ubicadas y determinadas en coordenadas, esto con el fin de calcular los vectores de velocidad del agua. Dichos vectores se calculan utilizando diversos enfoques metodológicos que incluyen: velocimetría de imagen de partículas de gran escala (LSPIV) (Muste et al. 2008, LeCoz et al. 2010), monitoreo de velocimetría de partículas (PTV) (Tauro and Grimaldi 2017), y monitoreo de flujo Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) (Perks et al. 2016). Una vez la velocidad de superficie ha sido determinada, se puede calcular el coeficiente de velocidad específico para el sitio, permitiendo determinar las velocidades promedio en las partes más profundas. Para calibrar la relación entre la velocidad en superficie y la velocidad de descarga, es necesario tener datos específicos sobre los flujos en el sitio determinado (por ejemplo, datos ADCP).

### **3 Equipo**

La siguiente tabla contiene los componentes principales necesarios para la instalación del equipo, cuando se utiliza un panel solar para proveer energía y un sensor ultrasónico de nivel. El uso del sensor ultrasónico de nivel es opcional, sin embargo, al instalar un par de sensores ultrasónicos a nivel de agua es posible obtener información hidráulica adicional (como la pendiente de la superficie del agua, por ejemplo). De ser instalados, deben ubicarse mirando hacia abajo en puentes o estructuras que tengan un ángulo de visión vertical.

<b>Item</b>	<b>Ejemplos para la compra</b>
Cable Ethernet Cat5 para exteriores (24AWG)	<a href="https://www.amazon.com/Ubiquiti-Networks-TOUGH Cable-Shielded-Ethernet/dp/B008L143VW/ref=cm_cr_arp_d_product_top?ie=UTF8">https://www.amazon.com/Ubiquiti-Networks-TOUGH Cable-Shielded-Ethernet/dp/B008L143VW/ref=cm_cr_arp_d_product_top?ie=UTF8</a>
Cable mini USB corto para el módulo Pi a 3g	<a href="https://www.amazon.co.uk/System-S-Mini-USB-Cable-10-cm/dp/B004A9JJ3G">https://www.amazon.co.uk/System-S-Mini-USB-Cable-10-cm/dp/B004A9JJ3G</a>
Sierra para agujero de 45mm	<a href="https://www.amazon.co.uk/Diamond-Tipped-Ceramic-Glass-Drill/dp/B00899CDZO">https://www.amazon.co.uk/Diamond-Tipped-Ceramic-Glass-Drill/dp/B00899CDZO</a>
Convertidor CC-DC GEREE Módulo reductor 12V a 5V Micro USB Salida Buck Adaptador de corriente	<a href="https://www.amazon.co.uk/dp/B01KX00QUU/ref=psdc_340328031_t2_B00U2DGKOK">https://www.amazon.co.uk/dp/B01KX00QUU/ref=psdc_340328031_t2_B00U2DGKOK</a>
Páneles solares 100 W 12 V	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/stp100rsbp/rs-pro-100w-monocrystalline-solar-panel/9046143">http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/stp100rsbp/rs-pro-100w-monocrystalline-solar-panel/9046143</a>
Estructura de soporte para páneles solares en suelo	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/solar-panel-mounting-accessories/8602890/">https://uk.rs-online.com/web/p/solar-panel-mounting-accessories/8602890/</a>
Controlador de carga solar (20A)	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/products/9054536/">https://uk.rs-online.com/web/p/products/9054536/</a>
Baterías de ciclo profundo de alta capacidad 12v	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/rs120-12/rs-pro-12v-lead-acid-battery-120ah/7270401">http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/rs120-12/rs-pro-12v-lead-acid-battery-120ah/7270401</a>
Cable grueso de 12v	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/1-3182y25-bk-100r/rs-pro-2-core-25-mm-power-cable-black-polyvinyl/8114362">http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/1-3182y25-bk-100r/rs-pro-2-core-25-mm-power-cable-black-polyvinyl/8114362</a>
Cable delgado para 12v	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/nexans/h03vhf2x075mm2-noir-5/nexans-2-core-075-mm-mains-power-cable-black/4390802">http://cl.rsdelivers.com/product/nexans/h03vhf2x075mm2-noir-5/nexans-2-core-075-mm-mains-power-cable-black/4390802</a>
Cables de puente (macho a macho)	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/breadboard-jumper-wire-kits/7916463/?searchTerm=791-6463&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D312">https://uk.rs-online.com/web/p/breadboard-jumper-wire-kits/7916463/?searchTerm=791-6463&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D312</a>

	<a href="#"><u>6736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3739312D36343633267374613D3739313634363326</u></a>
Cables de puente (hembra a macho)	<a href="#"><u>https://uk.rs-online.com/web/p/breadboard-jumper-wire-kits/7916454/?searchTerm=791-6454&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3739312D36343534267374613D3739313634353426</u></a>
Cables de puente (hembra a hembra)	<a href="#"><u>https://uk.rs-online.com/web/p/breadboard-jumper-wire-kits/7916450/?searchTerm=791-6450&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3739312D36343530267374613D3739313634353026</u></a>
Controlador Raspberry Pi modelo 3B	<a href="#"><u>https://uk.rs-online.com/web/p/processor-microcontroller-development-kits/8968660/</u></a>
Caja impermeable (interna) - Caja de conexiones de polipropileno IP55, 150 x 80 x 175 mm, gris	<a href="#"><u>http://cl.rsdelivers.com/product/schneider-electric/enn05010/polypropylene-ip55-junction-box-150-x-80-x-175mm/0151808</u></a>
Cableado para el sensor (cable industrial RS Pro 6 Core de 0,5 mm <sup>2</sup> CSA, cubierta de PVC de cloruro de polivinilo negro apantallado, carrete de 100 m)	<a href="#"><u>http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/rs-135/rs-pro-6-core-industrial-cable-05-mm-csa-screened/6600495</u></a>
Maplin CAT, 6 botas para conectores RJ45 de color gris, paquete de 10	<a href="#"><u>https://www.maplin.co.uk/p/maplin-cat-6-grey-coloured-boots-for-rj45-connectors-10-pack-n60ee</u></a>
Bota de conexión para conectores MH 45, color gris	<a href="#"><u>https://uk.rs-online.com/web/p/rj-connector-hoods-boots/1354155/</u></a>

Gancho de velcro negro y cinta de bucle, 50 mm x 2.5 m	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/hook-loop-tapes/9181240/">https://uk.rs-online.com/web/p/hook-loop-tapes/9181240/</a>
Nichicon capacidores electrolíticos de aluminio 100µF 25V dc 6.3mm agujero de paso serie PS +105°C	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/aluminium-capacitors/5194059/?searchTerm=519-4059&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3531392D34303539267374613D3531393430353926">https://uk.rs-online.com/web/p/aluminium-capacitors/5194059/?searchTerm=519-4059&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3531392D34303539267374613D3531393430353926</a>
Vishay Serie CPF E14 Resistencia fija de película metálica axial 1kΩ ± 1% 2W ± 100ppm / °	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/through-hole-fixed-resistors/8306848/?sra=pstk">https://uk.rs-online.com/web/p/through-hole-fixed-resistors/8306848/?sra=pstk</a>
Vishay Serie CPF Película axial de metal Resistencia fija 2.2kΩ ± 1% 2W ± 100ppm / ° C	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/through-hole-fixed-resistors/8505531/?searchTerm=850-5531&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3835302D35353331267374613D383530353533126">https://uk.rs-online.com/web/p/through-hole-fixed-resistors/8505531/?searchTerm=850-5531&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3835302D35353331267374613D383530353533126</a>
Bloque de terminales de alimentación eléctrica	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/non-fused-din-rail-terminals/0425207/?sra=pstk">https://uk.rs-online.com/web/p/non-fused-din-rail-terminals/0425207/?sra=pstk</a>
Weidmuller 1050000000, placa final serie W	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/din-rail-terminal-accessories/0425291/?origin=PSF_435779%7Cacc">https://uk.rs-online.com/web/p/din-rail-terminal-accessories/0425291/?origin=PSF_435779%7Cacc</a>
RS Pro Bi-metal 16 → 51 mm 9 juego de sierras de 9 piezas	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/hole-saw-sets/0216016/">https://uk.rs-online.com/web/p/hole-saw-sets/0216016/</a>
Silicones Acc 740010370 Compuesto de relleno de silicona translúcida	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/acc-silicones/740010370/acc-silicones-740010370-translucent-silicone/4480242">http://cl.rsdelivers.com/product/acc-silicones/740010370/acc-silicones-740010370-translucent-silicone/4480242</a>
Caja para montaje ABS negra con tapa, 54 x 38 x 23	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/potting-boxes/2250112/?searchTerm=225-0112&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572">https://uk.rs-online.com/web/p/potting-boxes/2250112/?searchTerm=225-0112&amp;relevancy-data=636F3D3126696E3D4931384E525353746F636B4E756D626572</a>

mm	<a href="#"><u>266C753D656E266D6D3D6D61746368616C6C26706D3D5E285C647B362C377D5B4161426250705D297C285C647B337D5B5C732D2F255C2E2C5D5C647B332C347D5B4161426250705D3F292426706F3D3126736E3D592673743D52535F53544F434B5F4E554D4245522677633D4E4F4E45267573743D3232352D30313132267374613D3232353031313226</u></a>
Carril Din tipo 'Top Hat', 137mm x 35mm x 7.5mm	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/din-rails/2835690/">https://uk.rs-online.com/web/p/din-rails/2835690/</a>
Poliamida gris Lapp M25 IP69K prensaestopas con contratuerca	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/cable-glands/3658444/?origin=PSF_412600%7Cacc">https://uk.rs-online.com/web/p/cable-glands/3658444/?origin=PSF_412600%7Cacc</a>
Poliamida gris Lapp M32, glándula de cable IP69K	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/cable-glands/4442969/?origin=PSF_412600%7Cacc">https://uk.rs-online.com/web/p/cable-glands/4442969/?origin=PSF_412600%7Cacc</a>
Fibra de vidrio Lapp gris PA glándula de cable con tuerca de bloqueo, hilo M32, IP68	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/cable-gland-locknuts/4443013/?origin=PSF_412597%7Cacc">https://uk.rs-online.com/web/p/cable-gland-locknuts/4443013/?origin=PSF_412597%7Cacc</a>
Engarzadora de cable Roline para RJ45, 203mm	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/roline/19061020-10/roline-cable-crimper-for-rj45-203mm/1052153">http://cl.rsdelivers.com/product/roline/19061020-10/roline-cable-crimper-for-rj45-203mm/1052153</a>
Gel Silica (gel de sílice), 10g	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/humidity-indicating-desiccators/0601041/?sra=pstk">https://uk.rs-online.com/web/p/humidity-indicating-desiccators/0601041/?sra=pstk</a>
Kit de terminal de crimpado RS Pro terminal aislado	<a href="http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/yci-637/rs-pro-crimp-terminal-kit-insulated-terminal/0534828">http://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/yci-637/rs-pro-crimp-terminal-kit-insulated-terminal/0534828</a>
Terminal de crimpado aislado con revestimiento de estaño RS Pro, tamaño 'de poste' M6, de 2.5mm <sup>2</sup> a 6mm <sup>2</sup> , 12AWG to 10AWG, amarillo	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534430/">https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534430/</a>
Terminal de crimpado aislado con revestimiento de estaño RS Pro, tamaño 'de poste' M5, de 1.5mm <sup>2</sup> a 2.5mm <sup>2</sup> , 16AWG to 14AWG, azul	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534575/">https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534575/</a>

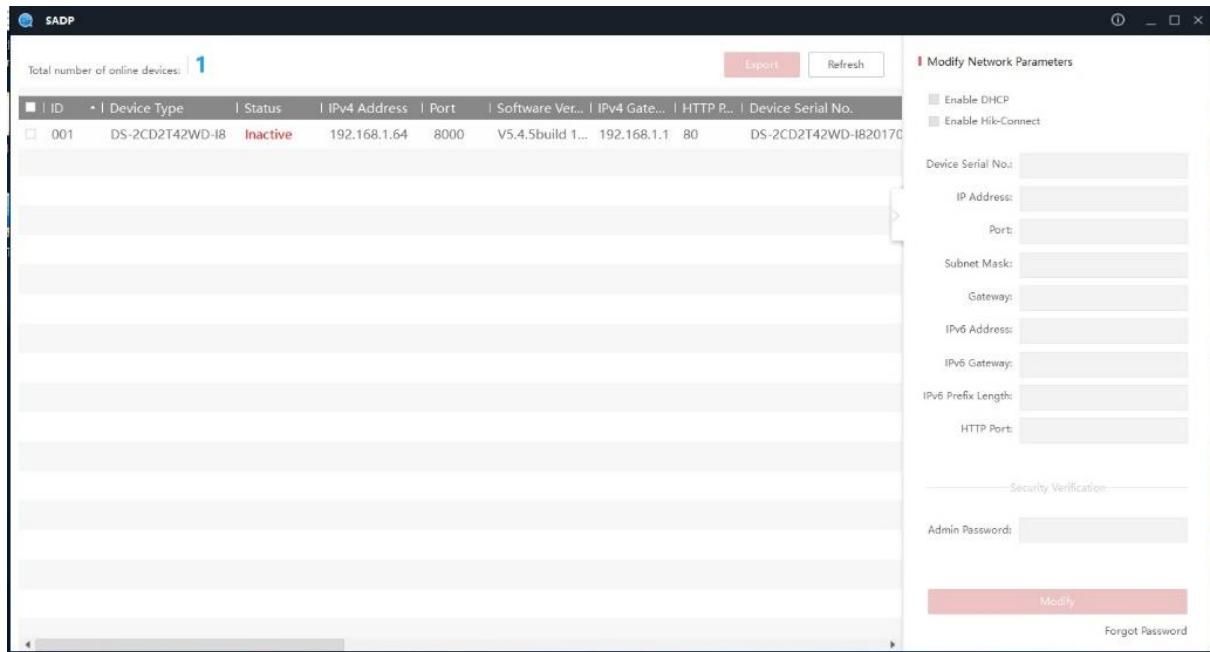
Terminal de crimpado aislado con revestimiento de estaño RS Pro, tamaño 'de poste' M5, 0.5mm <sup>2</sup> to 1.5mm <sup>2</sup> , de 22AWG a 16AWG, rojo	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534200/">https://uk.rs-online.com/web/p/products/0534200/</a>
RS Pro DC, DC Adapter Rated At 1A, 12 V, Cable Mount, length 44mm, Nickel Plate	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/dc-power-plugs/7719174/">https://uk.rs-online.com/web/p/dc-power-plugs/7719174/</a>
RS Pro DC, DC adaptador clasificado en 1A, 12 V, Cable de montaje, largo 44mm, placa de níquel	<a href="https://uk.rs-online.com/web/p/dc-power-plugs/7719186/">https://uk.rs-online.com/web/p/dc-power-plugs/7719186/</a>
Conducto para protección de cables (conducto de torre corrugado negro 20mm x 10m )	<a href="https://www.screwfix.com/p/tower-corrugated-conduit-black-20mm-x-10m/50443">https://www.screwfix.com/p/tower-corrugated-conduit-black-20mm-x-10m/50443</a>
Caja impermeable (externa) - IP55 CAJA GRIS 270 X 180 X 135MM	<a href="https://www.screwfix.com/p/ip55-enclosure-grey-270-x-180-x-135mm/86625?kpid=86625&amp;gclid=Cj0KCQjwkZfLBRCzARIsAH3wMKrWN0860bh0P1FULkFAbBzA7nNvfg4LjNjCpN3boDS5pg0avpSibEsaAoNXEALw_wcB&amp;gclsrc=aw.ds&amp;dclid=CPvAmI_g9UCFUSC7QodeDkNkQ">https://www.screwfix.com/p/ip55-enclosure-grey-270-x-180-x-135mm/86625?kpid=86625&amp;gclid=Cj0KCQjwkZfLBRCzARIsAH3wMKrWN0860bh0P1FULkFAbBzA7nNvfg4LjNjCpN3boDS5pg0avpSibEsaAoNXEALw_wcB&amp;gclsrc=aw.ds&amp;dclid=CPvAmI_g9UCFUSC7QodeDkNkQ</a>
Patas de conexión RJ45 (CONECTORES Philex PHILEX RJ45 8P8C PAQUETE DE 100)	<a href="https://www.screwfix.com/p/philex-rj45-8p8c-connectors-pack-of-100/32033">https://www.screwfix.com/p/philex-rj45-8p8c-connectors-pack-of-100/32033</a>
Conectores de rosca y con curvatura 'speedfit' blanco JG PEM0328WP28MM	<a href="https://www.screwfix.com/p/jg-speedfit-pe0328wp-elbow-white-28mm/86987">https://www.screwfix.com/p/jg-speedfit-pe0328wp-elbow-white-28mm/86987</a>
Tubo FLOPLAST PEX 28MM X 3M	<a href="https://www.screwfix.com/p/floplast-pex-pipe-28mm-x-3m/79799">https://www.screwfix.com/p/floplast-pex-pipe-28mm-x-3m/79799</a>

Regletas de conexión (regletas de bornes) 3A, paquete de 10	<a href="https://www.screwfix.com/p/3a-terminal-strips-pack-of-10/25545?requestid=194554#product_additional_details_container">https://www.screwfix.com/p/3a-terminal-strips-pack-of-10/25545? requestid=194554#product additional details container</a>
Caja impermeable para batería (Sería muy útil una caja de plástico para almacenamiento negra de 64L)	<a href="http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3219925/Carro-portaherramientas-36,5x64x40-cm-plastico/3219925">http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3219925/Carro-portaherramientas-36,5x64x40-cm-plastico/3219925</a>
Sensor de nivel ultrasónico (5m) con 3/4" NPS WR de almacenamiento y opción de conexión de cable blindado	<a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7569.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7569.htm</a>
O	<a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7950.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7950.htm</a> <a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7955.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7955.htm</a>
Sensor de nivel ultrasónico (10m) con 3/4" NPS WR de almacenamiento y opción de conexión de cable blindado	<a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7586.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7586.htm</a>
	<a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7950.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7950.htm</a>
	<a href="https://www.maxbotix.com/Ultrasonic_Sensors/MB7955.htm">https://www.maxbotix.com/Ultrasonic Sensors/MB7955.htm</a>
Antena externa 4G-3G-GPRS-GSM	<a href="https://www.cooking-hacks.com/4g-3g-gprs-gsm-antenna-external">https://www.cooking-hacks.com/4g-3g-gprs-gsm-antenna-external</a>
Cámaras PoE IR (de rango corto) - 4MP Hikvision Hiwatch IPC-B140 6MM 55° cámara IP tipo mini bala 30m EXIR	<a href="https://www.hikvision.com/europe/Products/HiLook/Network-Camera/4MP/IPC-B140">https://www.hikvision.com/europe/Products/HiLook/Network-Camera/4MP/IPC-B140</a>
O	
Cámara de red tipo bala Hikvision DS-2CD2T42WD-I8 4MP EXIR	<a href="https://www.hikvision.com/en/Products/Network-Camera/EasyIP-2.0/4MP/DS-2CD2T42WD-I3/I5/I8">https://www.hikvision.com/en/Products/Network-Camera/EasyIP-2.0/4MP/DS-2CD2T42WD-I3/I5/I8</a>
Puente de conexión Raspberry Pi para	<a href="https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/raspberry-pi-to-arduino-shields-connection-bridge/">https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/raspberry-pi-to-arduino-shields-connection-bridge/</a>

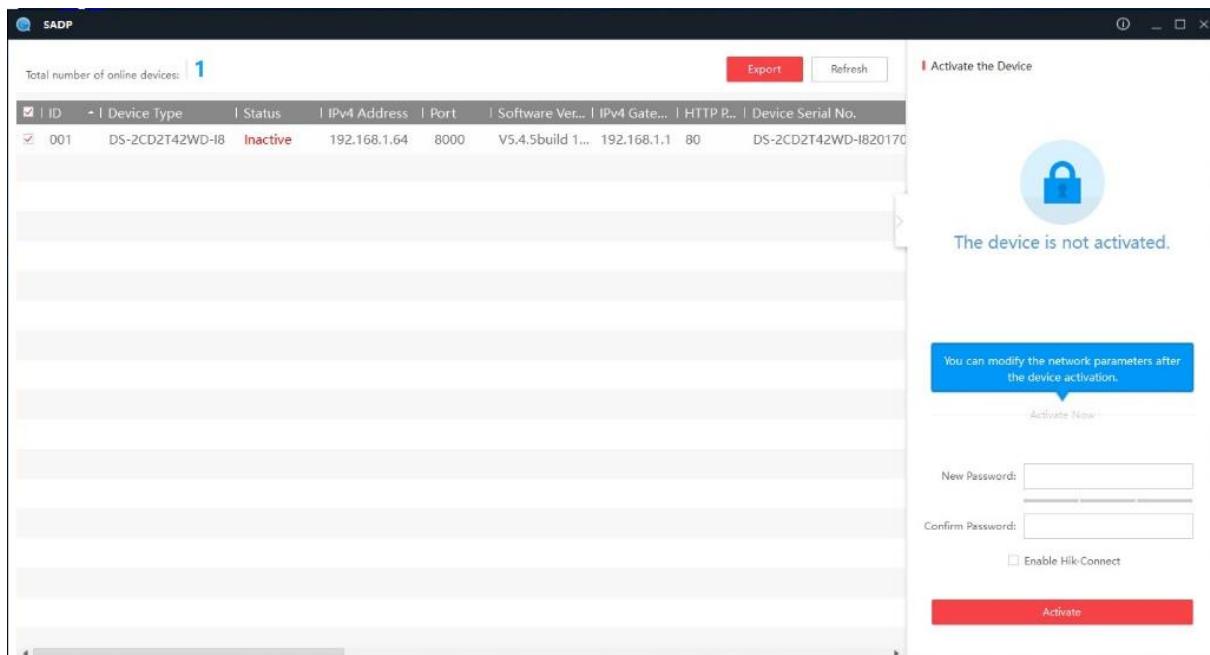
Arduino Shields	
Escudo 3G/GPRS para Raspberry Pi version USA	<a href="https://www.cooking-hacks.com/3g-gprs-shield-for-raspberry-pi-3g-gps">https://www.cooking-hacks.com/3g-gprs-shield-for-raspberry-pi-3g-gps</a>
Toma de corriente Maplin 2.1 x 5mm DC	<a href="https://www.maplin.co.uk/p/maplin-21-x-5mm-dc-power-line-socket-jk11m">https://www.maplin.co.uk/p/maplin-21-x-5mm-dc-power-line-socket-jk11m</a>

## 4 Calibración de la cámara

1. Conecte la cámara al computador a través de Ethernet y a la energía (12v DC).
2. Descargue e instale el software SADP (si es necesario, utilice el CD suministrado)
3. Una lista con los dispositivos conectados debe aparecer. Si la cámara no ha sido utilizada previamente debería mostrar ‘inactiva’ como estatus.

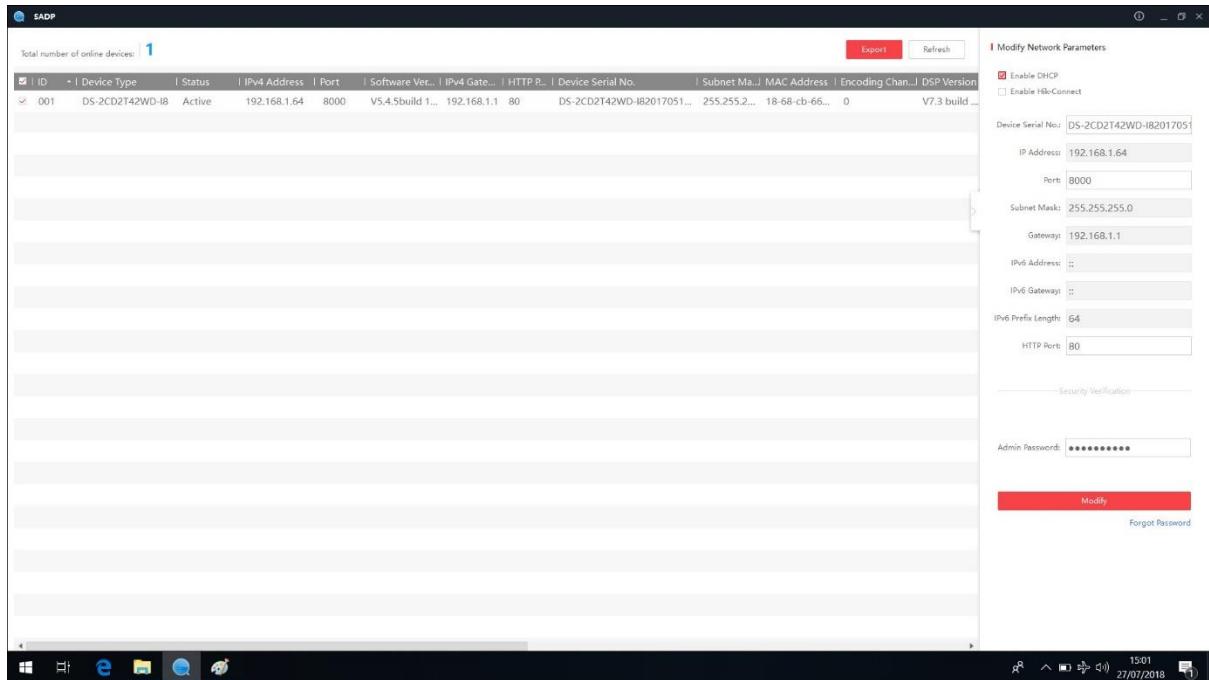


4. Haga clic en la casilla de verificación al lado de la cámara para mostrar una nueva ventana emergente

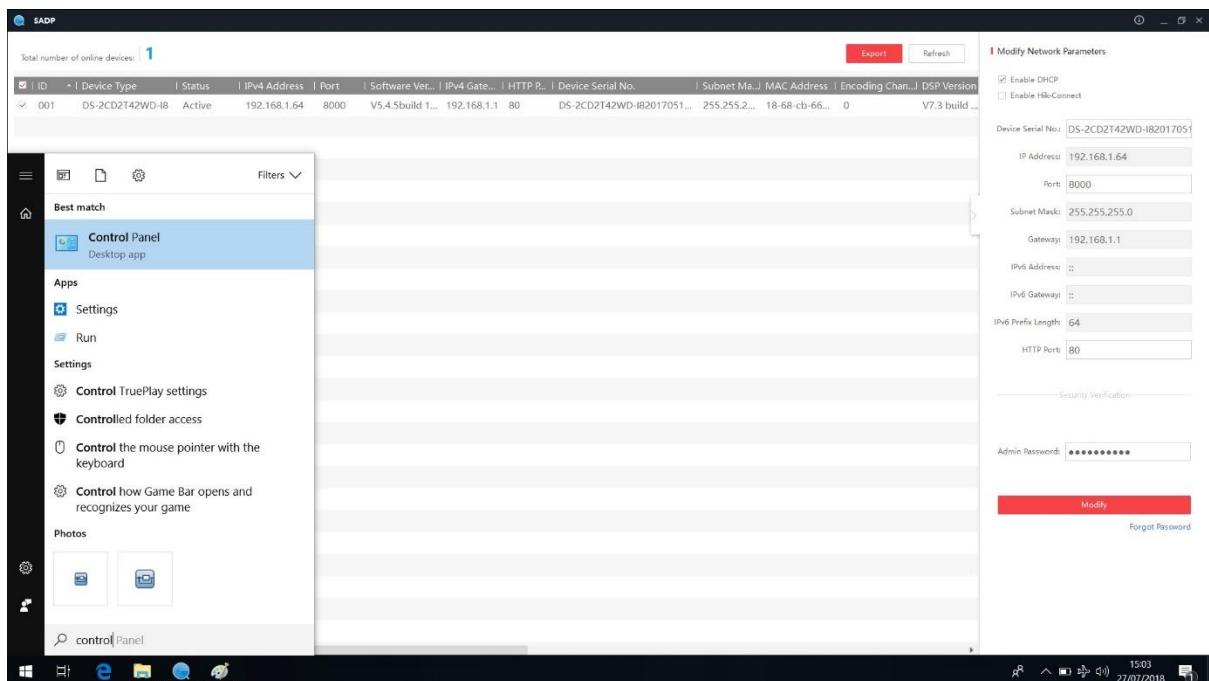


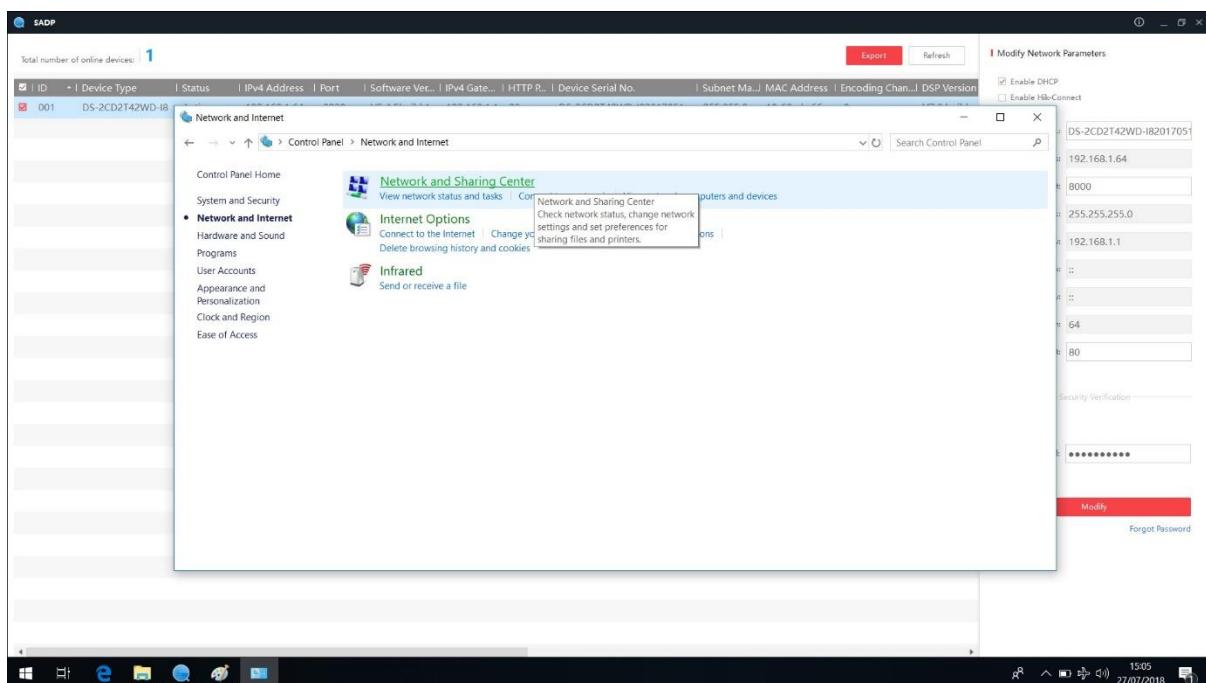
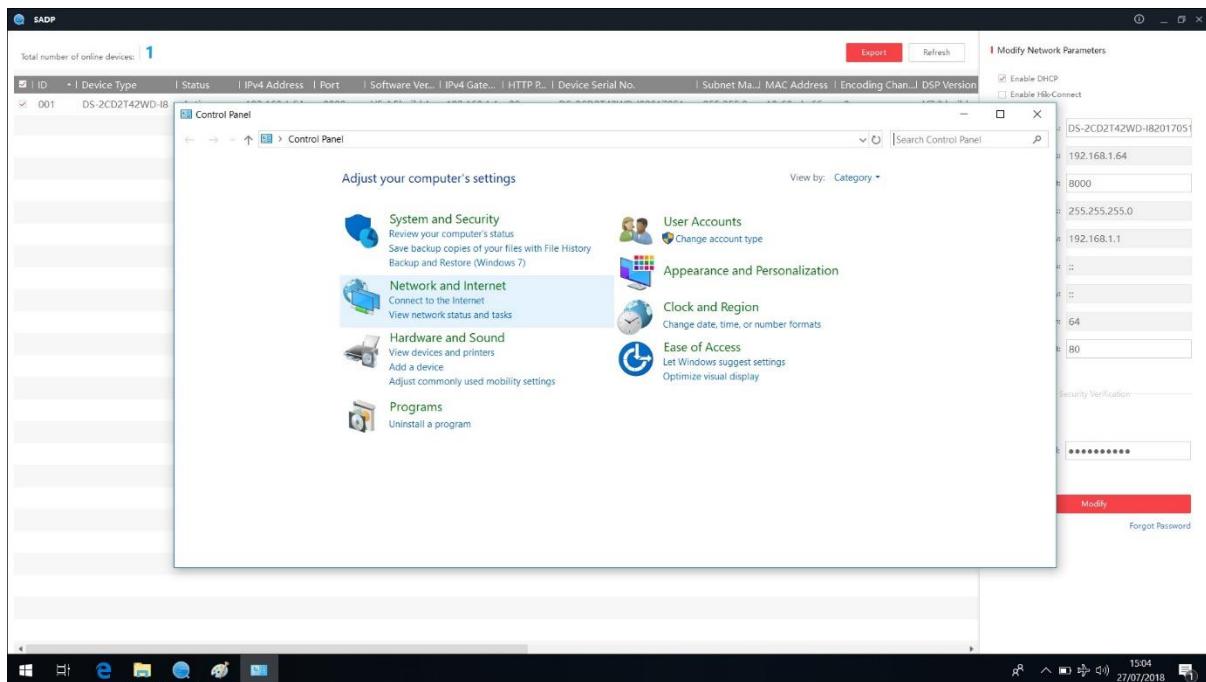
5. Introduzca la contraseña y confírmela. Nosotros utilizamos la contraseña password11. Haga clic e activar. Una ventana emergente debe aparecer enseguida.

- Asegúrese de que la dirección IP, la máscara de subred y la puerta de enlace sean las predeterminadas (192.168.1.64; 255.255.255.0; 192.168.1.1) y que se modifiquen utilizando la contraseña (password11). Asegúrese que la casilla ‘habilitar DHCP’ esté seleccionada antes de salir.



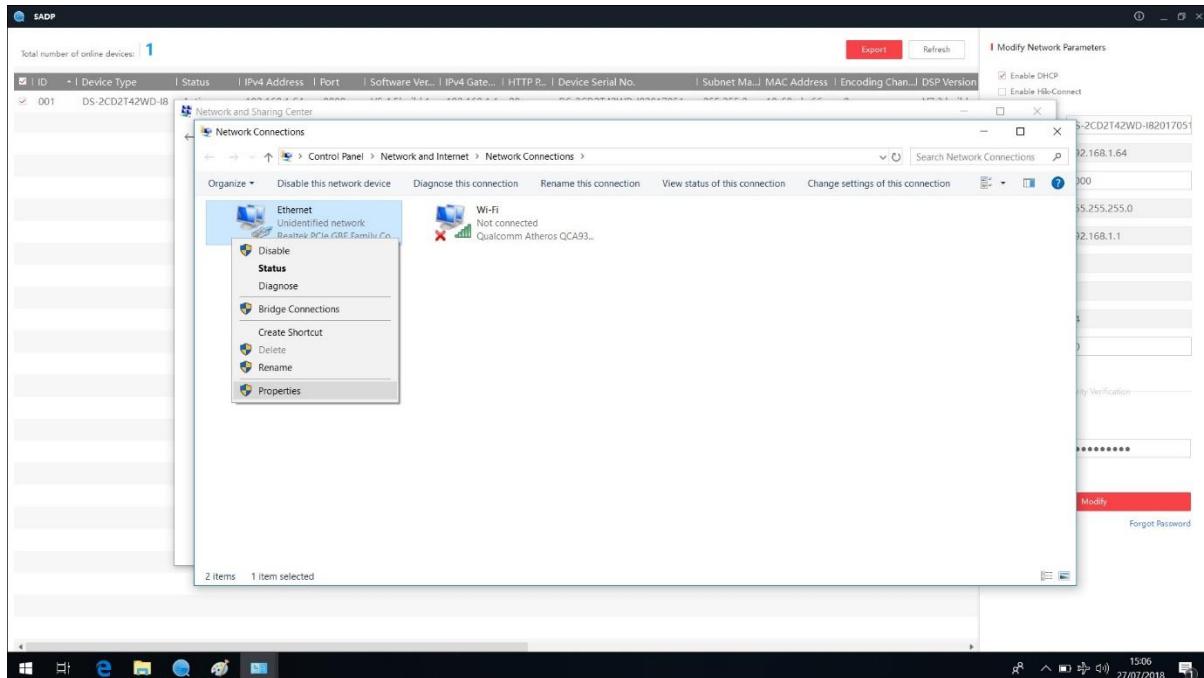
- Desactive todas las conexiones Wifi del computador que está conectado a la cámara y desconéctelo del internet.
- Vaya al Panel de Control, seleccione redes e internet – centro de redes y recursos compartidos



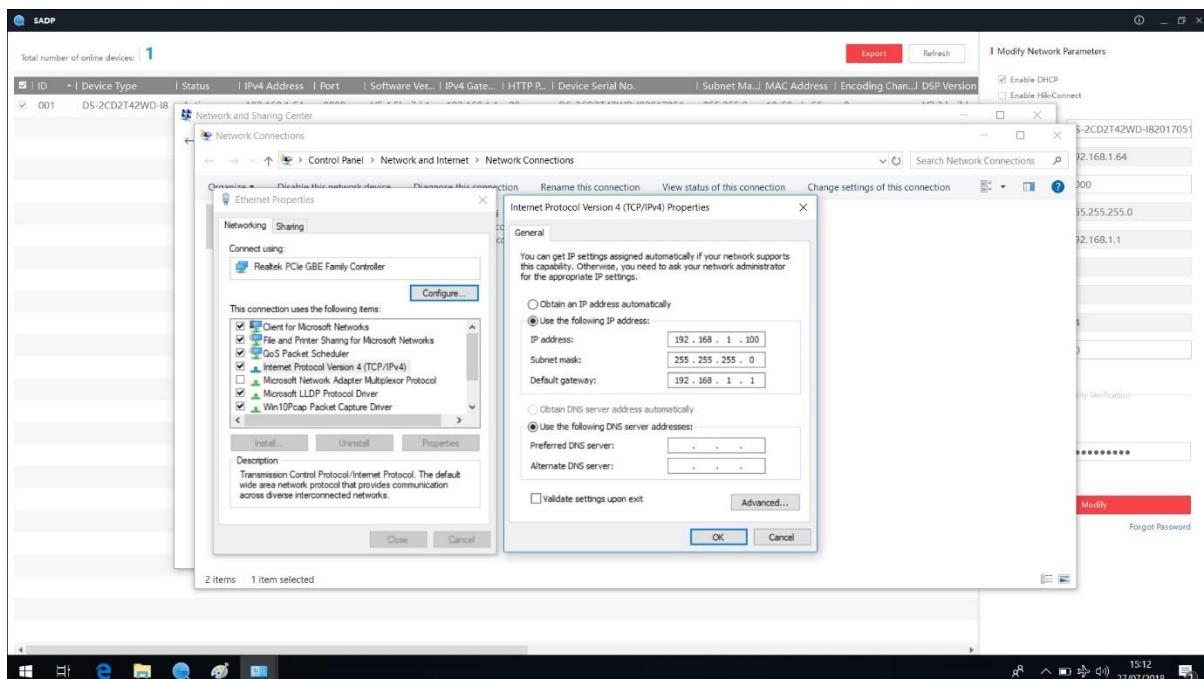


9. Haga clic en cambiar configuración del adaptador (lado izquierdo de la pantalla)

10. Haga clic derecho en la conexión activa (debe ser del tipo Ethernet). Haga clic en propiedades para abrir una nueva ventana. Haga clic en ‘protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)’ y haga clic en ‘propiedades’.

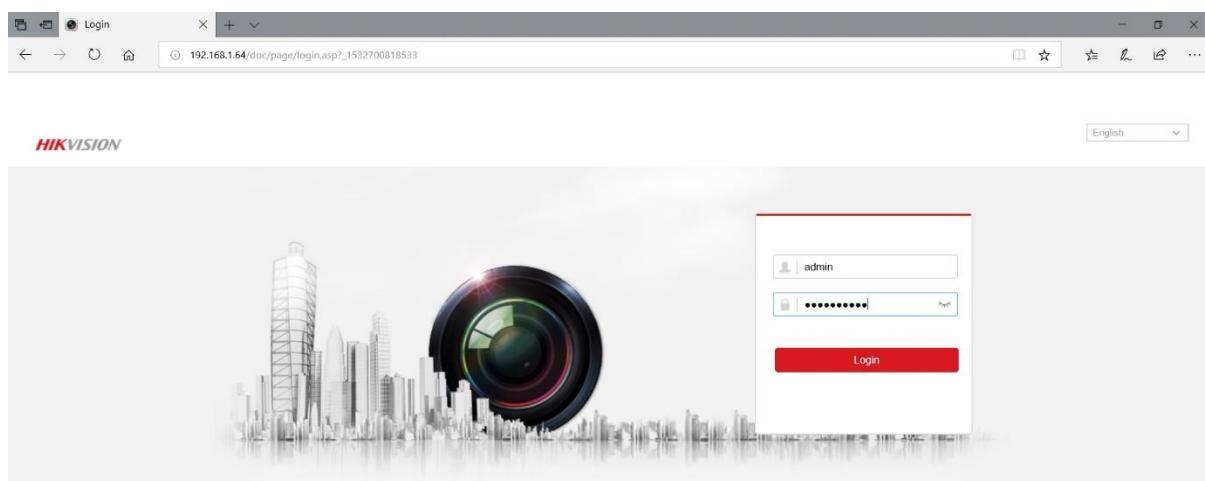


11. Cambie los detalles de la configuración del IP4 a: 192.168.1.100; 255.255.255.0; 192.168.1.1

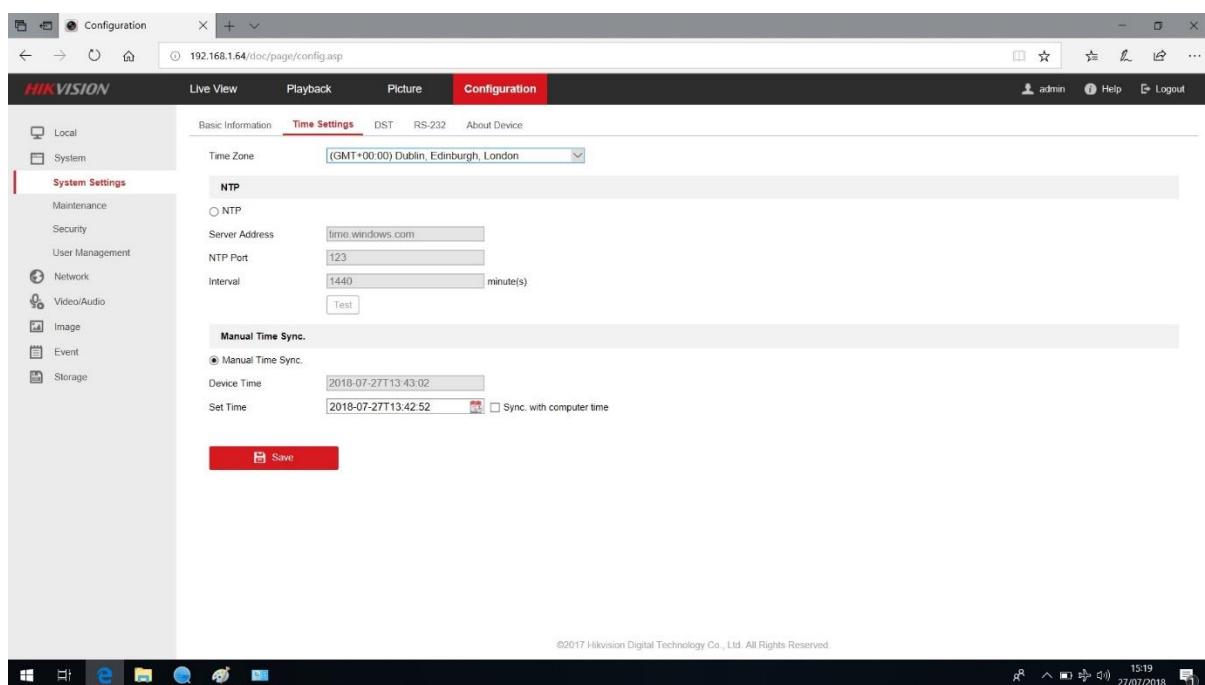


12. Una vez cumplidos los pasos anteriores, la cámara podrá conectarse a través de Internet Explorer o Chrome, con la siguiente dirección: 192.168.1.64. La configuración puede cambiar al usar esta interfaz.

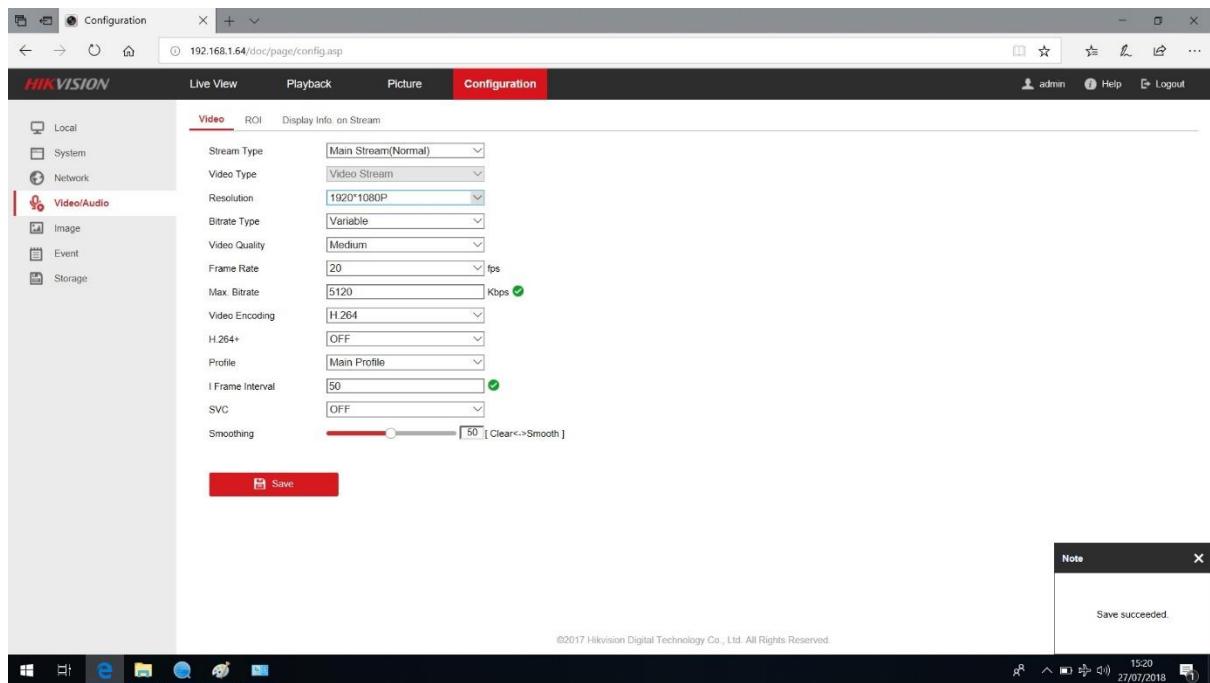
13. En el nombre de usuario escriba admin. Para la contraseña escriba password11.  
Haga clic en el botón de iniciar sesión. Ahora usted está registrado en la cámara y puede cambiar la configuración.



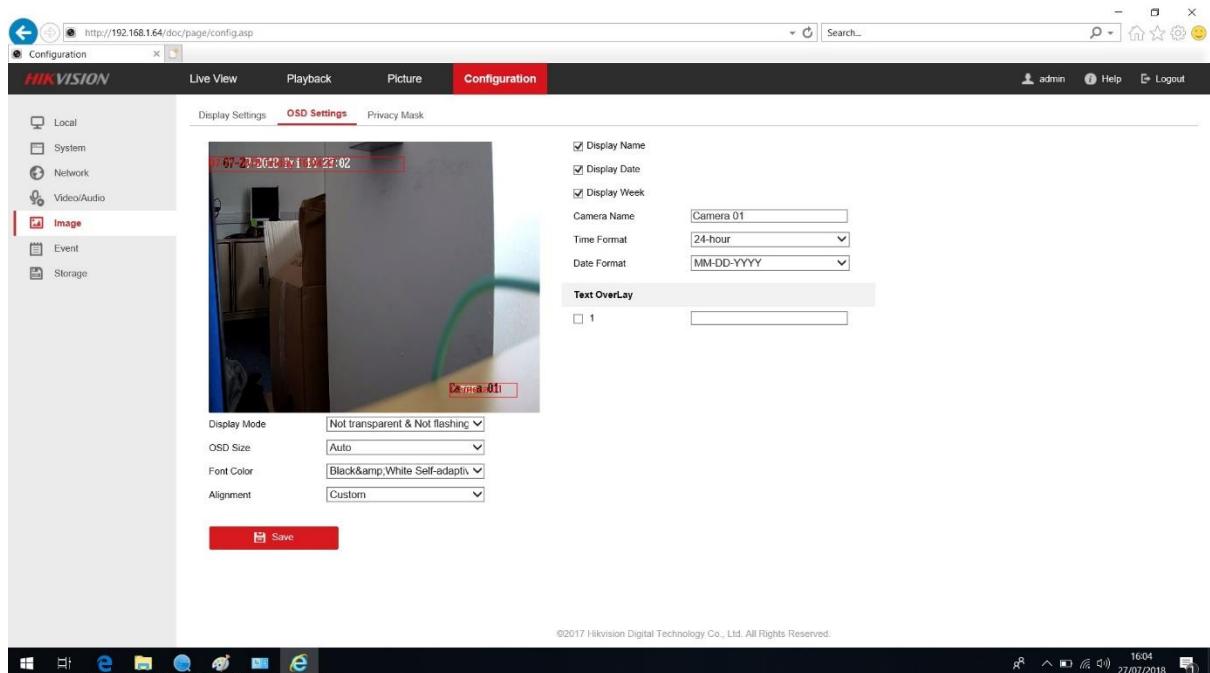
14. Haga clic en Configuración – configuración de fecha y hora. Allí, configure la hora de la cámara manualmente a GMT +00: 00. Haga clic en Guardar.



15. Ahora modifique la configuración de audio y video. Cambie la resolución a 1920 x 1080P y haga clic en Guardar.

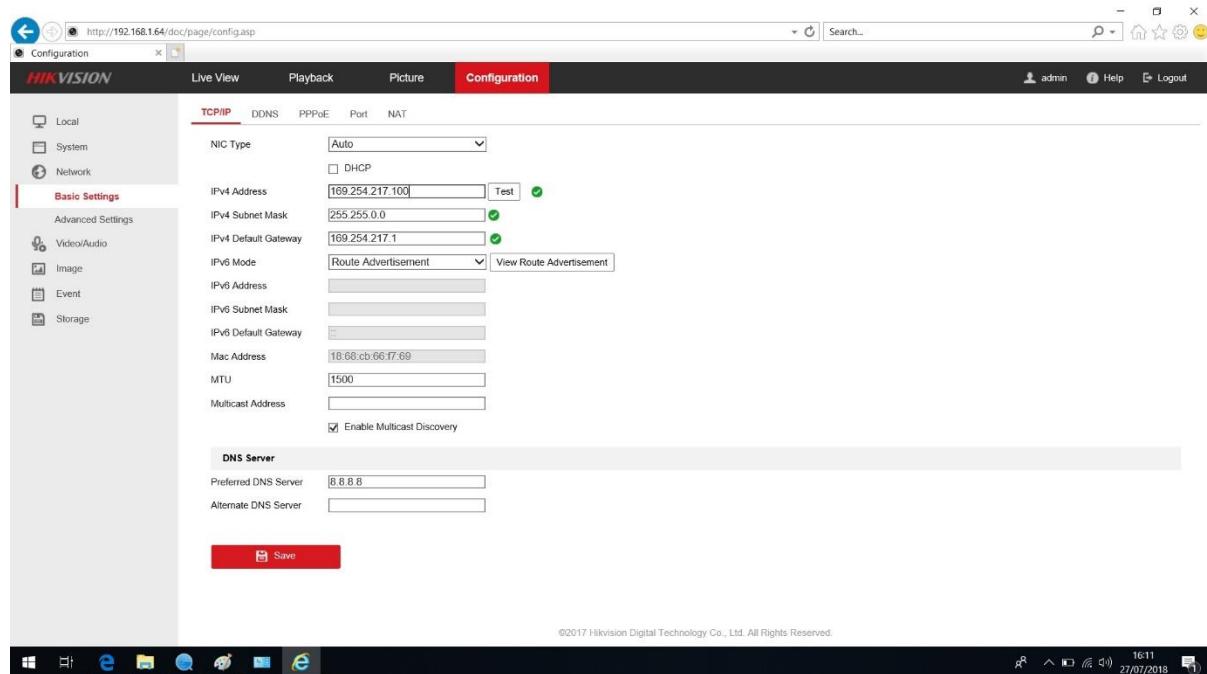


16. Vaya a Imagen: Cambie el nombre de la cámara por algo que sea representativo, pues éste se mostrará en la transmisión del video. De forma alternativa, puede desmarcar la casilla 'mostrar nombre'. Cuando complete los cambios, haga clic en Guardar.



Nota: A veces, cuando haces clic en 'modificar', aparece un cuadro de diálogo con tiempo de espera. En este caso, haga clic en 'modificar' nuevamente. El cuadro de diálogo de modificación de los parámetros debería aparecer.

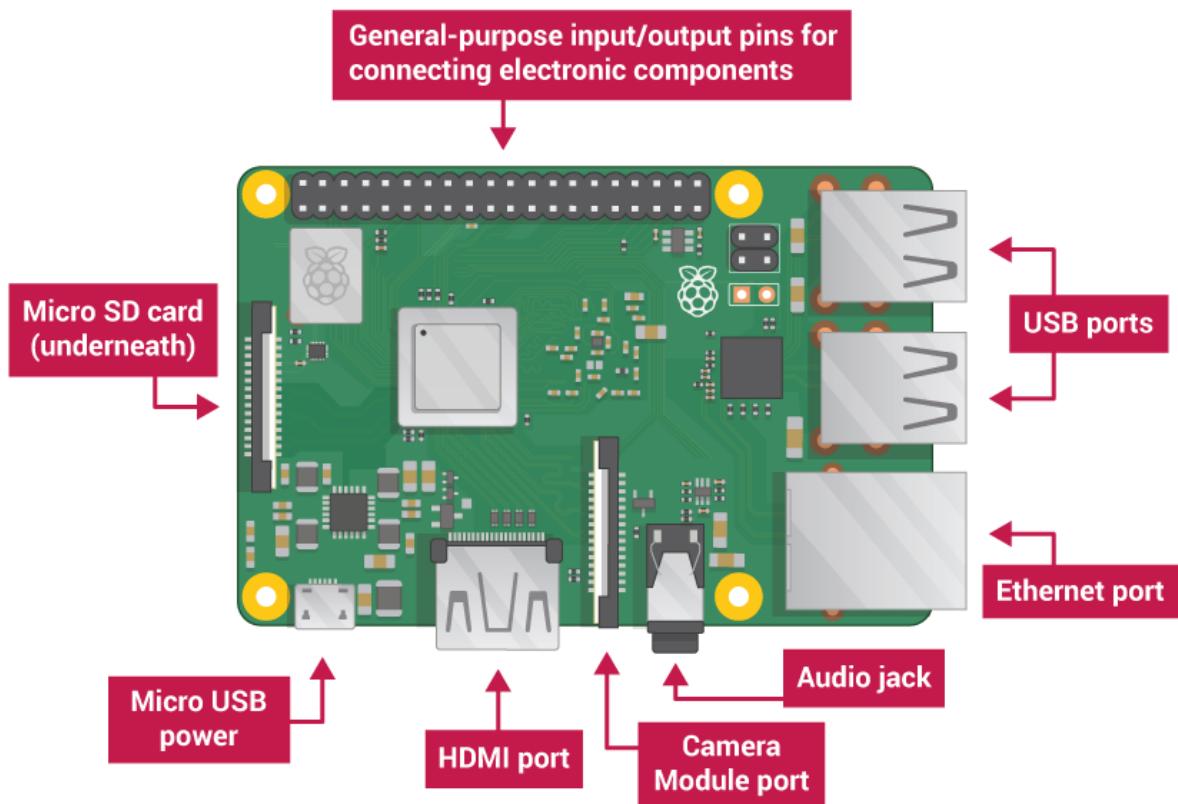
17. Ahora modifique la configuración de la cámara.
18. En ‘configuración’, cambie la máscara de subred y la puerta de enlace para que coincidan con los asignados a eth0 en el Pi. En la cámara de prueba estos fueron asignados como: 255.255.0.0; 169.254.217.1. Cambie también la dirección IP a 169.254.217.100. Asegúrese que estas configuraciones estén guardadas.



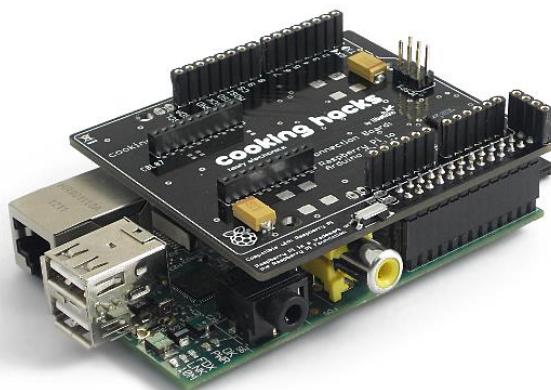
19. Cierre la página web y el software SADP. Cambie todas las configuraciones de conexión de red a sus valores predeterminados y restablezca sus conexiones a Internet (si estaban disponibles anteriormente).

## 5 Procedimiento de ensamblaje general

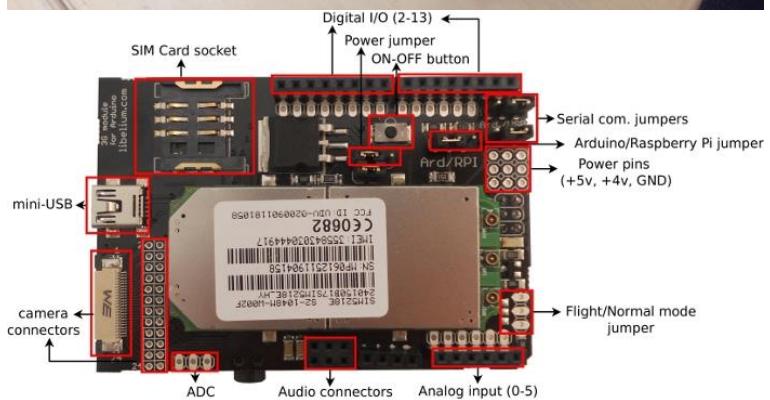
1. Coloque la tarjeta SD preinstalada en la Raspberry Pi:



2. Monte la placa de conexión en la Raspberry Pi:



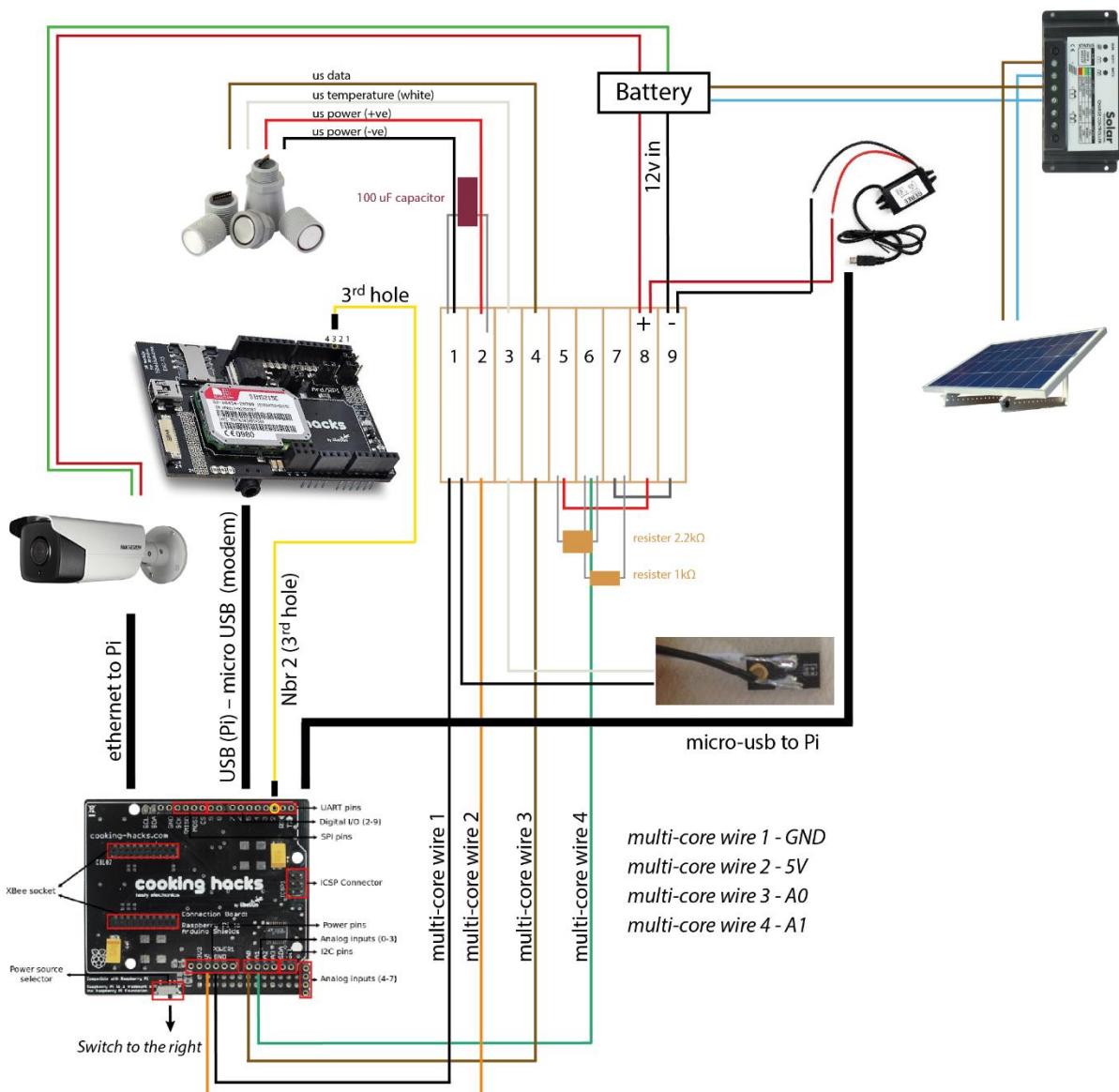
3. Monte las piezas del módem (antena, tarjeta SIM, módem 3G / GPRS) y conéctelo a Raspberry Pi con un cable micro USB:



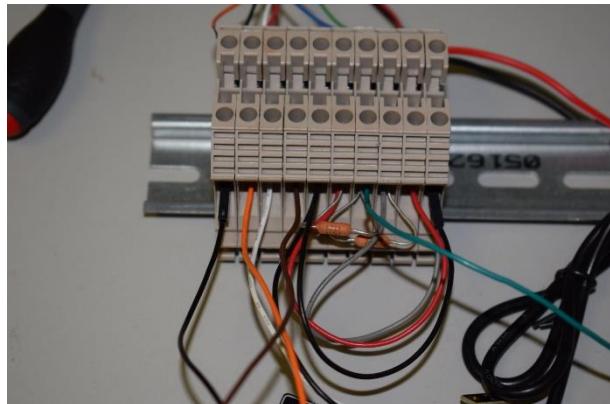
4. Conecte el convertidor a la Raspberry Pi con el puerto micro USB.



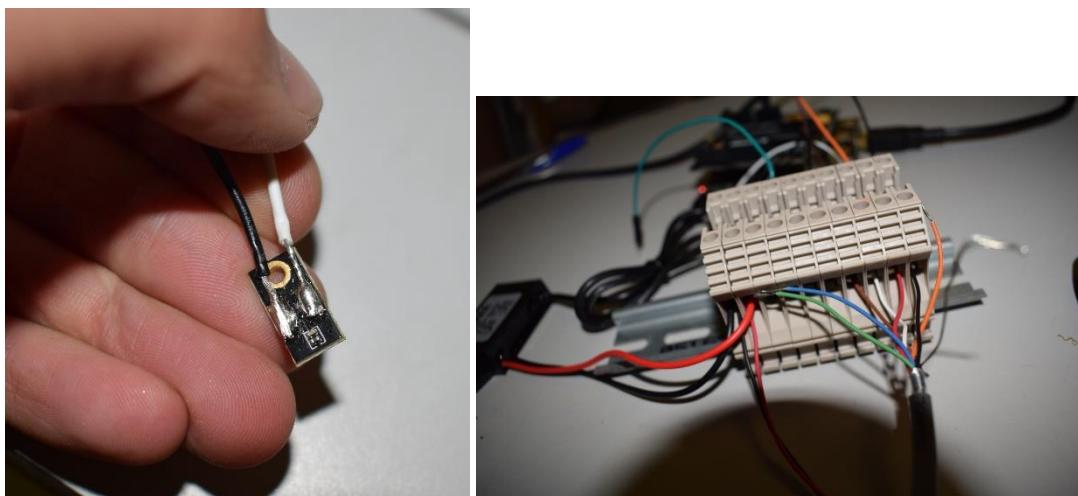
5. Prepare el siguiente cableado para alimentar la Raspberry Pi y el sensor ultrasónico con 5V en lugar de 12V.



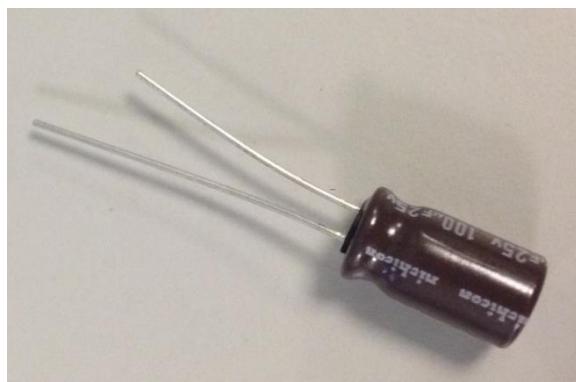
 Tenga en cuenta que las imágenes pueden diferir ligeramente a las del diagrama de cableado, siga el diagrama de cableado.



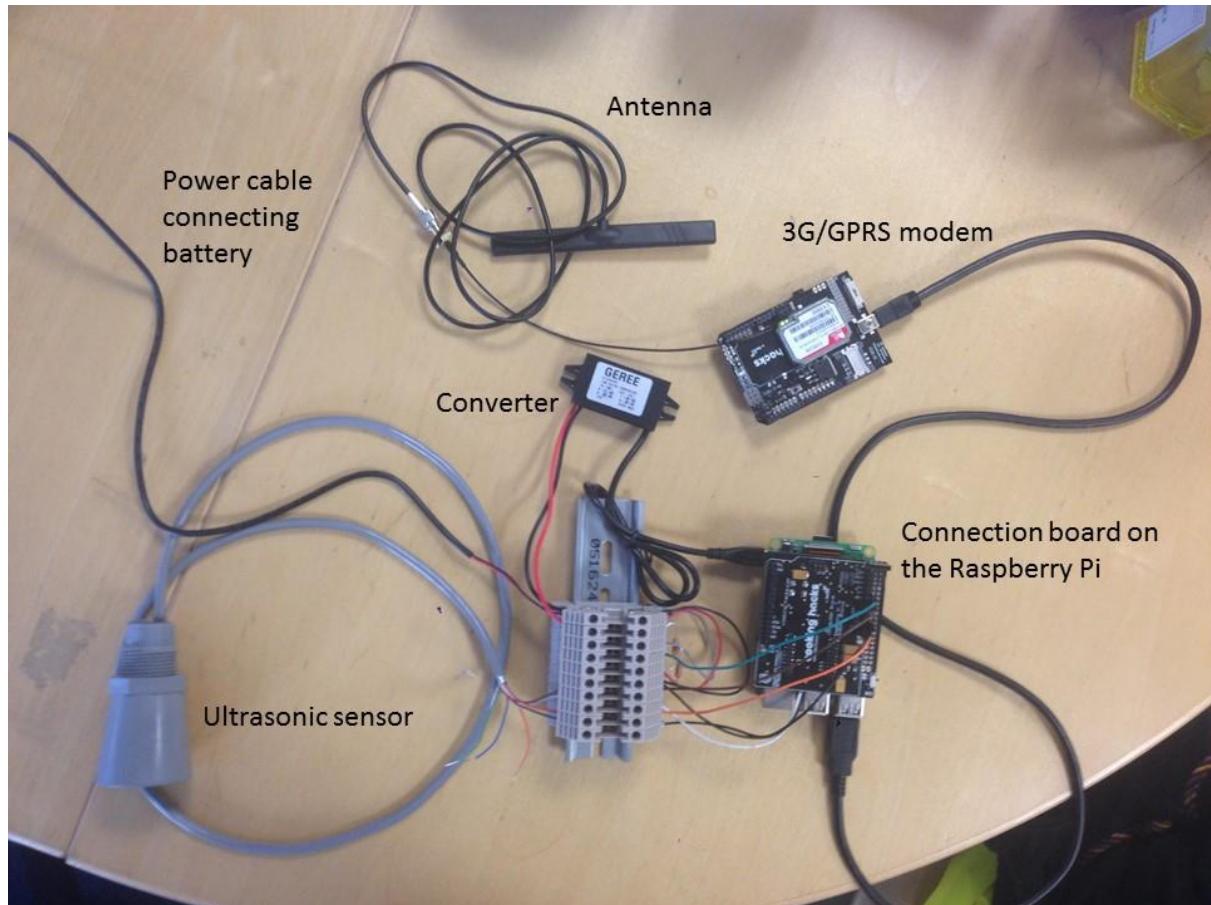
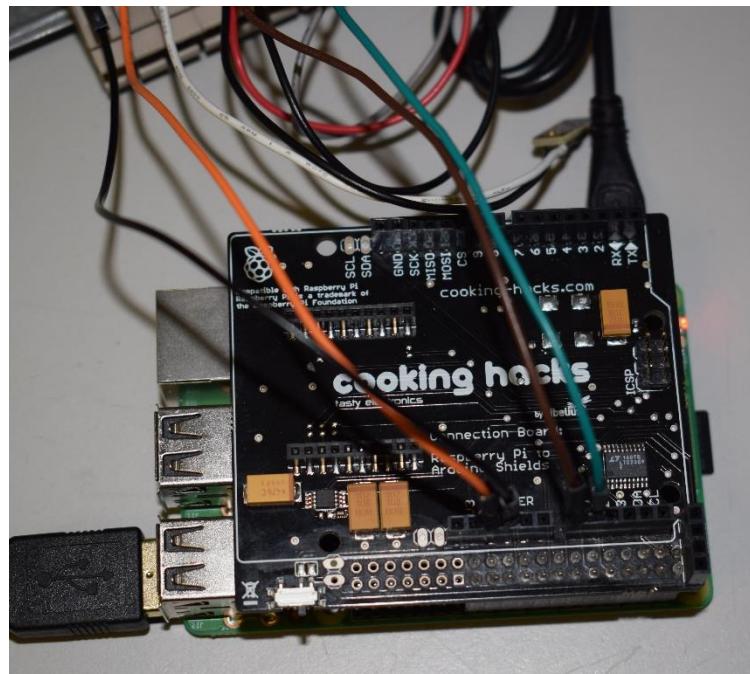
Los cables blanco y negro están conectados al sensor de temperatura. Estos dos cables tienen que estar soldados al sensor con anterioridad.



Agregue un condensador al cable rojo y negro del sensor ultrasónico. La parte positiva (más larga) va al cable rojo, la negativa (corta) al negro.



Finalmente, conecte los 3 cables del sensor ultrasónico (marrón, naranja y negro) y el cable verde (que mide el nivel de carga de la batería) a la placa de conexión (consulte el diagrama de cableado):



6. La cámara se alimenta directamente de la batería. Conecte la cámara a la batería y use el cable Ethernet para conectar la cámara al Raspberry Pi.

7. Junte el controlador solar al panel solar y luego relacione el controlador con la batería.

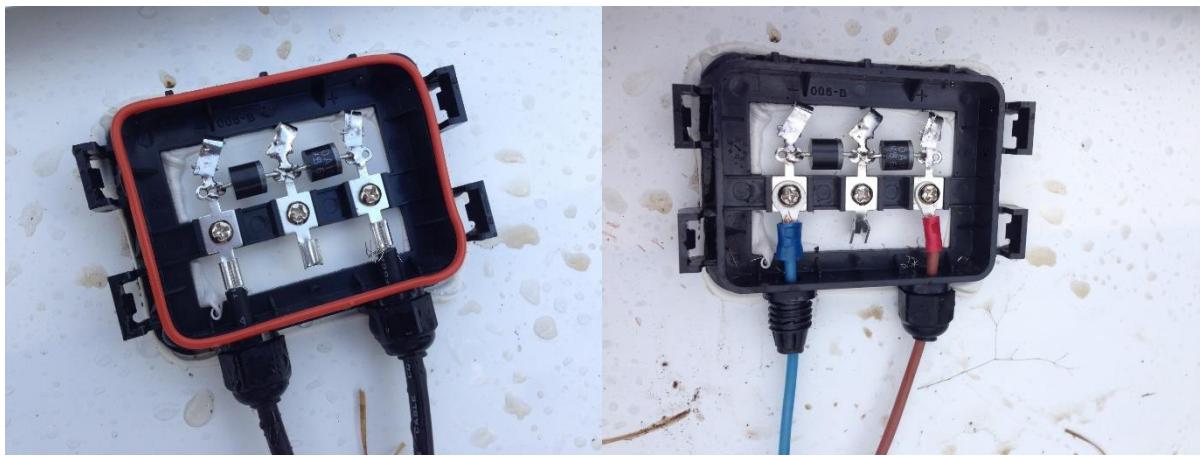


Tenga mucho cuidado si el día está soleado, ¡el cable está en vivo!



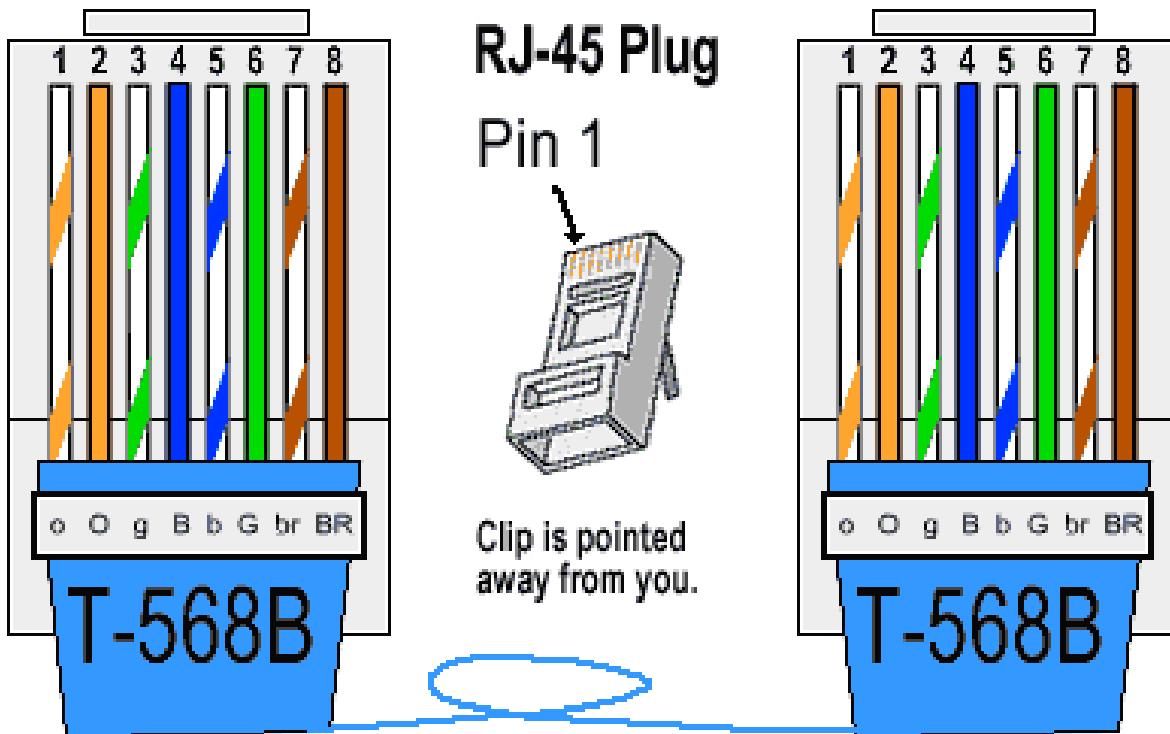
8. El cableado del panel solar se prepara de la siguiente manera.





## 6 Instalación en campo

1. Configure el sistema como se describió anteriormente
2. Coloque la tarjeta SD en la Raspberry Pi.
3. Prepare el cable Ethernet de la siguiente manera y conecte el sistema a la alimentación



## 7 Criterios de selección del sitio y consejos para la instalación

- Idealmente, elija un sitio donde pueda detectar el movimiento de las corrientes a simple vista. La presencia de elementos flotantes en la superficie del agua (por ejemplo, espuma blanca, ondas estacionarias, material vegetal) es de gran ayuda.
- Asegúrese que puede ver toda la superficie del río o del canal.
- Asegúrese que haya señal de teléfono móvil en el sitio.
- De ser posible, procure hacer la instalación en un sitio donde se pueda utilizar la energía principal en lugar de paneles solares. Será más confiable y necesitará menos mantenimiento.
- Ubique la cámara en una posición elevada.
- La cámara necesita tener una visión clara del río. Evite que queden ramas dentro el rango de visión de la cámara, y ubíquela en un sitio no muy lejano del río, esto para reducir problemas de visibilidad causados por condiciones climáticas.
- De ser posible, ubique la cámara de manera que todo el ancho del canal sea visible.
- Evite que la cámara quede mirando hacia el sol, el reflejo puede crear un problema.
- Tenga en cuenta que, al utilizar paneles solares, éstos deben ubicarse en un lugar seguro muy por encima del nivel de inundación, pero lo más cerca posible de la cámara.

cámara, pues los requisitos de alimentación aumentan si se requieren cables más largos.

- La distancia entre la cámara y la caja gris no debe exceder los 20 m, el sensor ultrasónico 300 m.

## 8 Accesso a la cámara a distancia

Puede conectarse a su cámara para ver una imagen en tiempo real con la aplicación iVMS-4500, usando la dirección IP, el puerto y la contraseña de la cámara.

## 9 Acknowledgements

This handbook was funded by UK Natural Environment Research Council grant NE/R009481/1 '*Real-time low-cost monitoring for hydro-geomorphological risk reduction in Chile*'. Newcastle University Faculty of Humanities Arts and Social Science funded the translation of this document into Spanish. We thank Diana Morales for translating the handbook into Spanish.

## 10 Referencias

Le Coz, J., Hauet, A., Pierrefeu, G., Dramais, G., and Camenen, B. 2010. Performance of Image-Based Velocimetry (LSPIV Applied To Flash-Flood Discharge Measurements In Mediterranean Rivers, Journal of Hydrology, 394, 42-52.

Major, J.J. Bertin, D., Pierson, T.C., Amigo, A., Iroume, A., Ulloa, H., Castro, J. 2016. Extraordinary sediment delivery and rapid geomorphic responsefollowing the 2008–2009 eruption of Chaitén Volcano, Chile. Water Resources Research. 10.1002/2015WR018250.

Muste, M., Fujita, I., and Hauet, A. 2008. Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments. Water Resources Research, 44 (4), W00D19.

Perks, M.T., Russell, A.J. and Large, A.R.G. 2016. Technical Note: Advances in Flash Flood Monitoring Using UAVs. HESS Discussions. 1195541121 Petit-Breuilh, M., 1999. Cronología Eruptiva Histórica de los volcanes Osorno y Calbuco, Sernageomin Boletín, 53: 46.

Tauro, F. and Grimaldi, S. 2017. Ice dices for monitoring stream surface velocity. Journal of Hydro-environment Research, 14, 143-149.

UNISDR. 2015. United Nations Office for Disaster Risk Reduction annual report.

Wilcox A.C., Escauriaza C., Agredano R., Mignot, E., Zuazo, V., Otárola, S., Castro, L., Gironás, J., Cienfuegos, R. and Mao, L. 2016. An integrated analysis of the March 2015 Atacama floods. Geophysical Research letters.