ONGAWA
INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO HUMANO

GUÍA BÁSICA de control de calidad de agua

GUÍA BÁSICA DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

Edita:
ONGAWA
C/ Vizconde de Matamala, 15
28028 Madrid
Tfno.: (+34) 91 590 01 90
info@ongawa.org

Autores:
Ana Buelta Serrano
Rudy Martínez

Imagenes:
http://palintest.com
http://delagua.org
https://maps.arcgis.com

Diseño y maquetación:
www.puntoycoma.org

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObra Derivada 2.5 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/

INDICE

1. Introducción 3

2. La calidad del agua y su importancia en la salud 4

3. Características del agua a medir 5

4. Métodos de medición (y entorno adecuado) 6

5. Paso a paso 8

Envases, esterilización y conservación de las muestras 8

Muestreo 9

Medición de los indicadores 10

Temperatura 10

Conductividad 10

pH 10

Turbidez 11

Cloro residual (libre, total y combinado) 11

Coliformes 12

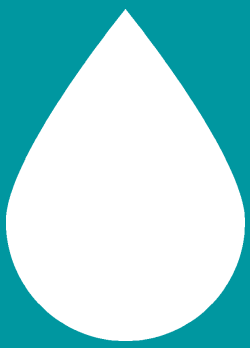
Como preparar el medio de cultivo 13

6. Representación de los resultados 14

7. Frecuencia de los análisis 15

Sobre los autores 16

Bibliografía 17



Introducción

Esta guía nace con el propósito de dar unas claves sencillas de calidad del agua y de medición de algunos indicadores.

Se pretende proponer un abordaje sencillo y que aplica a entornos rurales y semi-urbanos de países en vía de desarrollo.

La presente guía se basa en nuestras experiencias propias en diversos países de África sub-sahariana. A pesar de circunstancias muy diferentes en dichos países, creemos que las recomendaciones planteadas aquí a continuación responden a las necesidades que suelen encontrar los diferentes actores que abordan el agua, su gestión y su calidad.

Este ámbito de la calidad del agua que abordamos en este documento debe completarse con otras actividades y tareas ligadas a la promoción de higiene, desarrollo de infraestructuras adecuadas, sensibilización y capacitación en derechos humanos, etc.

LA CALIDAD DEL AGUA
y su importancia en la salud

Es fundamental asegurar que el agua que se usa para consumo tenga una calidad adecuada. Las enfermedades ligadas al consumo de agua contaminada son numerosas; consumir agua potable permite reducir de forma significativa la exposición de las poblaciones a dichas enfermedades y los beneficios en la salud son considerables.

El acceso universal al agua potable es un reto que queda todavía por alcanzar. Los distintos organismos y entidades que trabajan en la lucha para un acceso al agua potable han generado multitudes de informaciones y documentos que permiten trabajar de forma alineada.

La contaminación química, sea natural o consecuencia de la actividad humana, es un factor muy importante para todos los agentes que trabajan en asegurar una correcta calidad del agua.

En el presente documento hacemos referencia y usamos como fuentes algunos de los documentos claves que recopilamos en la bibliografía.

La importancia de poder asegurar acceso a agua potable y de calidad controlada es una prioridad para muchas entidades como UNICEF o la Organización Mundial de la Salud entre otras. Entre los distintos documentos mencionados, algunos aportan informaciones acerca de mínimos y estándares que se deben asegurar, otros están enfocados puramente a las mediciones y metodologías de control de calidad del agua.

2 CARACTERÍSTICAS del agua a medir

Nos limitamos a realizar mediciones de pocas características del agua en esta guía. No obstante es importante recordar que existen muchas más características que permiten valorar la calidad el agua. Animados por una sencilla introducción a la medición de la calidad del agua aplicada a zonas rurales o semi-urbanas de África subsahariana, nos limitamos a mediciones sencillas y no demasiado aparatosas para asegurar una sostenibilidad del plan de medición que se plantea. De esta manera aseguramos que estas mínimas mediciones se realizarán, evitando así querer abarcar demasiados indicadores que finalmente pondrían en peligro la continuidad del plan de trabajo.

- TEMPERATURA: expresa el grado de calor del agua. Existen relaciones entre temperatura, conductividad y pH del agua. Unidad en el Sistema Internacional: kelvin (K).
- CONDUCTIVIDAD: propiedad de transmitir el calor o la electricidad. Unidad en el Sistema Internacional: Siemens por metro (S/m).
- PH: expresa el grado de acidez o alcalinidad de una solución. De 0 a 7 se dice que la solución es ácida, de 7 a 14 se dice que la solución es básica.No tiene unidad.
- TURBIDEZ: aspecto nebuloso del agua debido a partículas en suspensión.Unidades en el Sistema Internacional: NTU (unidad nefelométrica de turbidez). También se puede expresar en Jackson TU.
- CLORO**:** elemento químico más usado en desinfección de las aguas. Se mide el cloro residual en las redes de abastecimiento. Su presencia, según su concentración, provoca olor y sabor al agua.
- COLIFORMES: bacterias con características bioquímicas. Tienen mucha importancia a la hora de valorar la calidad del agua.

3 MÉTODOS DE MEDICIÓN (y entorno adecuado)

Kit Del Agua

Kit Wagtech

En esta guía mencionaremos dos kits móviles que son de los más frecuentes en actividades de cooperación para el desarrollo humano, a saber los que comercializan DelAgua y Wagtech.

En muchos puntos dichos kits son similares aunque para algunas características que abordamos en esta guía, algunos métodos de medición difieren.

- Para la **TEMPERATURA**, ambos kits usan un termómetro.
- Para la **CONDUCTIVIDAD**, ambos kits usan un medidor específico.
- Para el **PH**, el kit Wagtech utiliza un medidor electrónico específico, mientras el kit DelAgua usa un medidor por colorimetría (comparador de cloro / pH)
- Ambos kits emplean un tubo de **TURBIDEZ** (también llamado nefelómetro).
- Para medir la cantidad de **CLORO** residual, ambos kits usan un medidor por colorimetría.
- Para los **COLIFORMES**, ambos kits tienen un sistema similar que se detalla más adelante en el apartado **Paso a paso**.

El interés de estos kits es que complementándolos con una infraestructura y materiales sencillos, podemos implementar un laboratorio básico de calidad del agua que permitirá fácilmente incrementar las características que aquí contemplamos.

Para asegurar un desempeño correcto de las mediciones de calidad mencionadas en la presente guía recomendamos disponer de:

- **Un espacio habilitado** específicamente para los controles de calidad: idealmente el laboratorio será un espacio exclusivamente dedicado a estos efectos. Este espacio deberá de desinfectarse con regularidad.
- Habilitar **una mesa** al ser posible que incorpore un fregadero o al menos un desagüe sea del tipo que sea.
- **Placas de cultivo o placas Petri**.
- **Estufa y recipientes** para poder realizar procesos de esterilización.
- **Nevera** para poder conservar las muestras y los cultivos.

Se recomienda que el **acceso al laboratorio sea restringido** para poder mantener unos mínimos de limpieza y orden. De la misma manera recomendamos el uso sistemático de **bata** y de **zapatos de plástico tipo sandalias**.

Tiras para medir el pH

Para el pH existen tiras de papel que permiten agilizar la lectura de resultados y obtener resultados de manera más rápida. No obstante la calidad de los resultados es algo menos precisa que el comparador usado en kit DelAgua o que el medidor con lectura electrónica incorporada en el kit Wagtech.

4 PASO A PASO

Antes de empezar, hablaremos de la **recogida de la muestra** a analizar.

ENVASES, ESTERILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

- Recomendamos el uso de **envases de cristal o de polietileno**. El polietileno tiene la ventaja sobre el cristal de ser menos frágil.
- Como vamos a realizar análisis bacteriológicos, es importante usar envases **estériles** para conservar las muestras.
- Las muestras se deben conservar en un medio a una **temperatura de 4ºC** idealmente, permitiendo así realizar las pruebas **hasta 6 horas** después de la toma de muestra.
- Si no se puede conservar a esta temperatura de 4ºC la muestra, debe mantenerse en oscuridad a **temperatura ambiente**. Las pruebas solo deberán realizarse en un **plazo de una hora.**
- Tomar **tres muestras** cada vez.
- Identificar cada muestra con una **etiqueta y un código establecido previamente**.

Para las pruebas de cloro residual y total así como para el pH, no hace falta usar un envase estéril a la hora de recoger la muestra.

Sin embargo para recoger la muestra para análisis bacteriológico, hay que usar un envase estéril.

*Para esterilizar los envases, proponemos **mantenerlos en agua hirviendo durante 10 minutos**.*

*Otra opción que puede ser práctica a la hora de esterilizar el vaso de metal incluido en los kits o las placas Petri, es usar **metanol**.*

Esterilizado con metanol:

1- Secar el envase metálico.

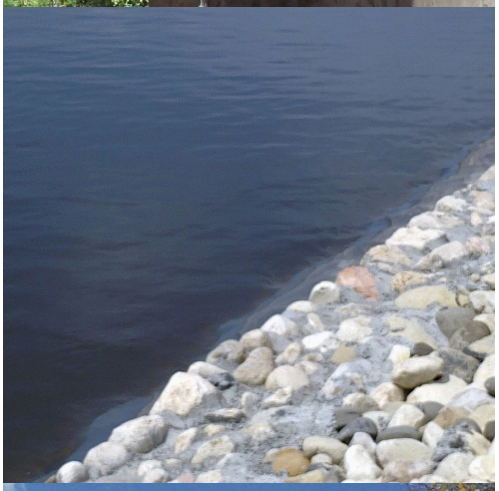
2- Poner en el interior del envase 1mL de metanol (aproximadamente 20 gotas).

3- Encender con un mechero para prender el metanol.

MUESTREO

En caso de recoger la muestra de un grifo:

- Secar el grifo con un paño limpio y dejar abierto el grifo 1 minuto antes de recoger la muestra.



En caso de recoger la muestra de un lago, embalse u otra fuente de agua superficial:

- Sumergir el envase unos 30 cm. debajo de la superficie en una zona representativa de la masa de agua.
  Evitar las zonas de aguas estancadas o tranquilas.
  Si hay corriente, tomar la muestra a contra corriente.

En caso de recoger la muestra de un pozo abierto o de un tanque:

- Unir el envase al cable disponible en el kit.
  Sumergir el envase unos 30 cm. debajo de la superficie.
  Tener cuidado de no tocar las paredes del pozo o tanque.

MEDICIÓN DE LOS INDICADORES

TEMPERATURA

Usar un termómetro para realizar la medición. Hay que realizar dicha medición en el terreno y no a posteriori.

CONDUCTIVIDAD

Conectar el medidor de conductividad, introducir el/los captor(es) y leer la lectura.

PH

Con medidor electrónico:
Conectar el medidor de pH, introducir el/los captor(es) y leer la lectura.

Con medidor por colorimetría (kit DelAgua):

1. Enjaguar el compartimento del comparador 3 veces con el agua que se va a analizar.
2. Colocar una pastilla de fenol roja en el compartimento correspondiente a la medición del pH.
3. Invertir el comparador varias veces hasta que se disuelve completamente la pastilla.
4. Leer de inmediato el resultado del pH.

Para calibrar el medidor de pH del kit Wagtech:

> *Verter solución tampón en un recipiente.*
> *Encender el medidor de pH.*
> *Presionar la tecla CAL.*
> *Colocar el medidor en el recipiente hasta que se apague de por si.*
> *El medidor de pH esta calibrado y listo para uso.*

Medidor por colorimetría

TURBIDEZ

Llenamos el tubo de turbidez de agua. Luego vamos quitando poco a poco el agua hasta que sea visible el círculo al fondo del tubo.

Otra opción es llenar poco a poco el tubo hasta que se deje de ver el círculo marcado al fondo del tubo.

Leer la marca correspondiente en el tubo de turbidez.

Tubos de turbidez

CLORO RESIDUAL (libre, total y combinado)

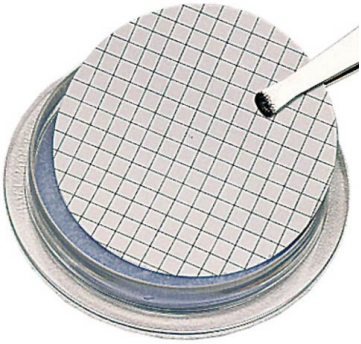
1. Enjuagar el compartimento del comparador 3 veces con el agua que se va a analizar.
2. Colocar una pastilla DPD1.
3. Invertir el comparador varias veces hasta que se disuelve completamente la pastilla.
4. Leer de inmediato el resultado del grado de concentración de cloro residual.
5. Si se desea medir el cloro total, introducir en el compartimiento del comparador una pastilla DPD3 sin haber vaciado el compartimento.
6. Invertir el comparador varias veces hasta que se disuelve completamente la tableta.
7. Dejar reposar 10 minutos.
8. Leer el resultado. Es el total de cloro residual.
9. La concentración del cloro combinado se obtiene haciendo la resta siguiente: TOTAL - LIBRE

Equipo para realizar las mediciones de cloro

COLIFORMES

La medición de la cantidad de coliformes (fecales) termotolerantes tiene una relevancia muy significativa a la hora de analizar suministros de agua de consumo, ya que en función de los resultados obtenidos se podrá actuar acertadamente en el tratamiento de aguas contaminadas y convertirlas en aguas que se puedan utilizar adecuadamente. Para ello se recomienda tomar como referencia las regulaciones locales referentes a agua, así como las normas de calidad de agua para beber de la OMS.

Para poder medir la existencia de coliformes fecales en el agua se necesita pasar una determinada cantidad de agua a través de un filtro estéril, donde dichos coliformes quedarán retenidos. Posteriormente ese filtro (que contiene los coliformes) se dispondrá en un medio de cultivo adecuado que permitirá el crecimiento de dichas bacterias si están presentes. Para que solo crezcan el tipo de bacterias que buscamos (y no otras) el filtro debe incubarse a 44ºC durante un periodo de entre 16-18 horas.



Filtros estériles

Una vez realizada la incubación, si hay una existencia de coliformes, estos se multiplicaran formando las denominadas Unidades Formadoras de Colonias (UFC), apreciables a la vista.

Un conteo de dichas colonias nos indicará si la muestra de agua tomada está o no contaminada.

En aguas previamente cloradas, la aparición de tan solo 1 UFC nos indica que el agua está contaminada y por tanto no es apta para el consumo humano, debiendo proceder a un tratamiento adecuado.

Placas Petri

En aguas provenientes de una red de distribución lo mas probable es que haya 0 UFC por cada 100 mL de muestra (en este caso sería un agua sin riesgos). Si la muestra contiene 50 UFC /100mL significa que el agua está altamente contaminada y tampoco puede consumirse.

El procedimiento básico para preparar y cultivar la muestra de agua seguiría los siguientes pasos:

- Tomar la muestra
- Filtrarla a través del vaso de filtrado, donde previamente habremos puesto el filtro (ya que ahí se quedaran depositados los coliformes en caso de haberlos)
- Una vez realizada la filtración, retirar el filtro con las pinzas (previamente esterilizadas mediante un llama)
- Colocar el filtro en las placas Petri, en las que se habrá añadido el medio de cultivo necesario.
- Incubar las muestras entre 16-18 horas (nunca más de 24 horas)

Para todo ello mantener las condiciones de esterilidad necesarias habituales.

Una vez realizada la incubación, hay que realizar el conteo de las colonias. Para ello:

- Solo contar las colonias de color amarillo de entre 1-3 mm. de diámetro, y no contar aquellas que son de color rojo o transparente, puesto que no se trata de coliformes termotolerantes.
- Tener en cuenta que el número de colonias que se cuentan, son las colonias presentes en los 100mL (recomendados) de cantidad de muestra (hacer la relación en función del volumen real de muestra tomada).

Como preparar el medio de cultivo:

> *Limpiar el envase de medio de cultivo con agua limpia y caliente antes de uso. Usar agua destilada si posible.*

> *Comprobar que el pH esté entre 6,8 y 8,2 (recomendación de Delagua), si no es así, ajustar el pH:*
>
> - *con hidróxido de sodio (NaOH) para subir el valor del pH.*
> - *con ácido clorhídrico (HCl) para bajar el valor del pH.*

> *Mezclar 500 mL de agua con 38,1 g de Membrana de Caldo de Sulfato de Lauryl. Calentar ligeramente para ayudar a disolver el polvo.*

> *Esterilizar el medio de cultivo sea con esterilizador portátil, olla a presión o submergiendo las botellas en agua hirviendo durante 20 minutos.*

> *Almacenar el medio de cultivo en un lugar oscuro y fresco.*

El medio de cultivo se puede usar en las siguientes 24 horas.

Cantidad aproximada necesaria por muestra: 2,5 mL.

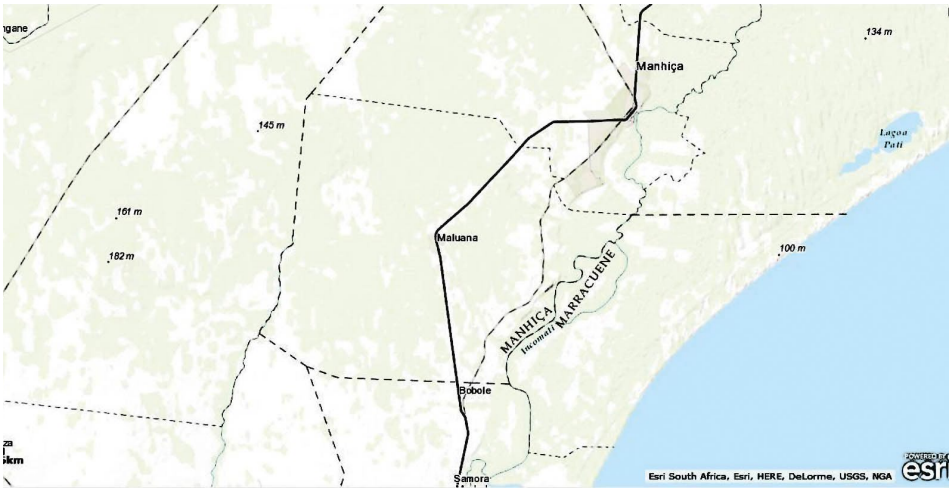
5 REPRESENTACIÓN de los resultados

Como se menciona anteriormente, es imprescindible disponer de un sistema de identificación para poder etiquetar las muestras recogidas en terreno y poder hacer un seguimiento correcto de las diferentes informaciones recogidas e indicadores medidos.

Toda la información que se genera puede almacenarse de varias maneras. En este apartado no vamos a tratar de los distintos modelos de registros que se pueden utilizar. Simplemente queremos destacar el interés de incorporar estas informaciones en bases de datos que posteriormente se pueden usar para generar mapas fiables en cuanto a la calidad del agua.

Los **Sistemas de Información Geográfica** son una herramienta ampliamente usada. Su facilidad de uso y la pertinencia de hacer representaciones gráficas (mapas) permiten ayudar en la toma de decisión.

Las tecnologías se han democratizado en los últimos años y existe gran cantidad de software de bajo coste así como de acceso libre. Las interfaces de visualización de los mapas también han evolucionado considerablemente y actualmente se pueden gestionar, consultar y usar mapas generados con GIS de manera sencilla y asequible disponiendo de conocimientos básicos de informática. Están disponibles varias versiones para ordenadores, tabletas y smartphones.



ESRI. Software SIG.

6 FRECUENCIA de los análisis

La frecuencia de los análisis depende de muchos factores y en particular debe de ser adaptada a los recursos económicos y humanos disponibles. A continuación se representan unos estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS):

Menos de 5.000 habitantes	1 muestra mensual
De 5.000 a 100.000 habitantes	1 muestra al mes por cada 5.000 habitantes
Más de 100.000 habitantes	20 muestras al mes más una muestra mensual por cada 10.000 habitantes

La ubicación de donde se recogen las muestras depende de varios factores. Principalmente de lo que se pretende realizar con el muestreo y el test de calidad del agua. Tratándose normalmente de unas mediciones rutinarias para comprobar el estado del agua a lo largo de la red de distribución, se recomienda incorporar en el muestreo puntos clave como los ramales principales y remotos, los puntos de agua aislados, etc.

De la misma manera se recomienda que los puntos seleccionados permitan tener una visión global de la red y que tengan en cuenta el conjunto de la extensión geográfica del sistema de distribución.

Se pueden encontrar informaciones específicas para las frecuencia de análisis y muestreo en las normas ISO (International Organization for Standardization / Organización Internacional de Normalización) número 5667, 5668 y 13530.

Sobre los autores

Ana Buelta Serrano

Licenciada en Biología con especialización ambiental y sanitaria por la Universidad de Alcalá de Henares en Madrid, es experta en agua y saneamiento y cuenta con experiencia en España y en África de más de 15 años.

Ha sido jefa de explotación de estaciones de depuración de aguas residuales en la Comunidad de Madrid para el Canal de Isabel II/la empresa DYTRAS durante 4 años.

Su experiencia en desarrollo cuenta con trabajos en agua y saneamiento en Sudan del Sur, Angola, Mozambique y Tanzania donde ha prestado sus servicios a Acción Contra el Hambre, Intermón OXFAM y ONGAWA (antes Ingeniería Sin Fronteras - ApD). Ha sido responsable de dos Water Facility de la Unión Europea en Tanzania. Ha intervenido en emergencia (epidemias de cólera, inundaciones) y proyectos de desarrollo de infraestructuras tanto urbanas, semi-urbanas como rurales.

Es especialista en controles de calidad de agua con diversos laboratorios portátiles.

Realiza trabajos de consultorías en Agua y Saneamiento y gestión de proyectos de cooperación internacional para ONGs y Agencias de cooperación en países como Senegal, República Democrática del Congo, Mauritania, Guinea Bissau, Kenya, Tanzania, República Dominicana, Haití, Filipinas.

Trabaja actualmente en proyectos de salud y de gestión de infraestructuras hospitalarias en Camerún.

Rudy Martinez

Nacido en París en 1977. Tras graduarse en Francia como Ingeniero de Caminos con especialización en Logística, ha trabajado 6 años en multinacionales en Francia, Islas Comores y España.

En 2005 empieza a trabajar en Cooperación para el Desarrollo con Acción Contra el Hambre y para diversas organizaciones internacionales en países como Angola, República Centroafricana y Tanzania en programas de Agua y Saneamiento, Salud, Nutrición y Seguridad Alimentaria. Ha trabajado en intervenciones de emergencia, post-emergencia y desarrollo.

Realiza trabajos de consultorías en Agua y Saneamiento, actividades empresariales y cooperación internacional para ONGs y Agencias de cooperación en países como Senegal, República Democrática del Congo, Mauritania, Guinea Bissau, Marruecos, Chad, Uganda, Kenya, Tanzania, República Dominicana, Haití, Filipinas, India, Nepal.

Desde Enero de 2011 es Coordinador del Área Empresa y Desarrollo de ONGAWA (Antes Ingeniería Sin Fronteras - ApD) y en particular coordina el programa Compromiso y Desarrollo www.compromisoydesarrollo.org financiado por la AECID que se desarrolla en España, Perú, Nicaragua, Senegal y Mozambique.

Bibliografía

Agua. saneamiento e higiene para las poblaciones en riesgo. ACF International, Hermann 2011

Eau – Assainissement – Hygiene pour les population à risque, Hermann 2006

Water, sanitation and hygiene for populations at risk, Hermann, 2005

Alimentation en eau des populations menacées, Hermann 1999

Oxfam DelAgua equipo portátil para análisis de calidad de aguas. Manual del usuario. Versión revisada - 2000.

Potatech®+ Intermediate Portable Water Quality Laboratory Brochure

WHO Normas de Calidad para el Agua para beber. Volumen III, Geneva, 1985

Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición. Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud, ISBN 9241546964, 2006

Unicef handbook on water quality.

http://www.sphereproject.org/

Oxfam Guidelines for Water Treatment in Emergencies

http://www.un.org/es/millenniumgoals/

Esta guía forma parte del proyecto que ONGAWA lleva a cabo en Manhiça (Mozambique) para mejorar el acceso al agua y al saneamiento a través del fortalecimiento de la gestión municipal y de la concertación de actores públicos y privados.

El proyecto se integra en el programa Compromiso y Desarrollo de ONGAWA y cuenta con la financiación de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y de la Agencia Extremeña de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AEXCID).

ONGAWA
INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO HUMANO

C+D compromiso y desarrollo

Con la financiacion de:

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES Y DE COOPERACIÓN

aecid

AEXCID cooperación extremeña

Fundación Caja de Ingenieros