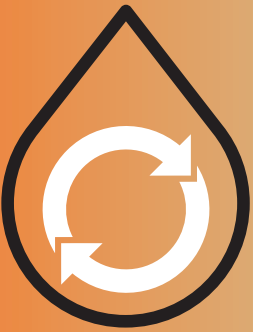
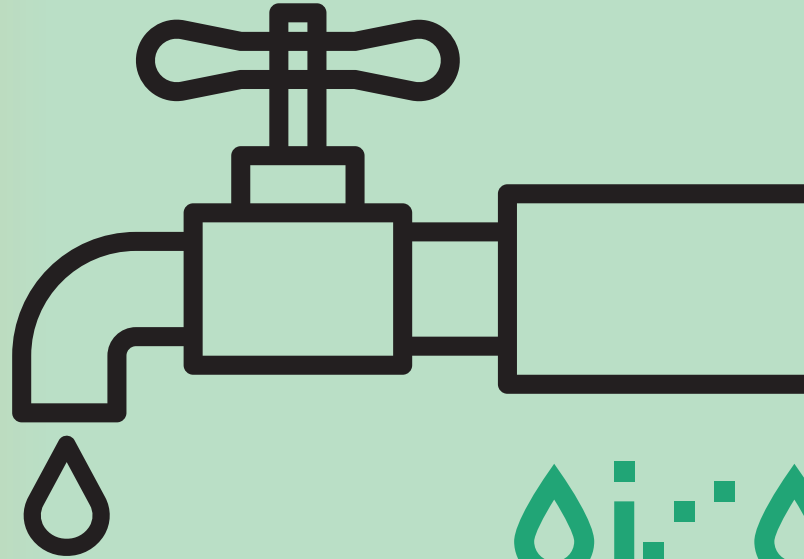
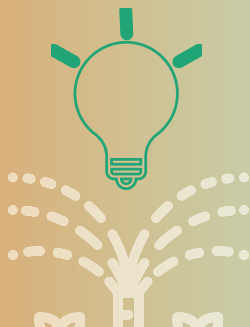
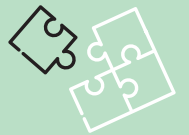




GOBERNACIÓN DE  
COCHABAMBA



**CARTILLA** ORIENTADORA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS  
**de** REÚSO DE AGUA TRATADA  
PARA RIEGO CON ENFOQUE  
**DE** REDUCCIÓN DEL RIESGO  
**de** DESASTRES Y ADAPTACIÓN  
AL **CAMBIO CLIMÁTICO**



# Créditos

Secretaría Departamental de los Derechos de la Madre Tierra de la Gobernación de Cochabamba

Elaborado por:  
Pilar L. Vega Velarde

Diseño:  
Daniela Larrazabal

Impresión:  
Teleioo 70544988

Cochabamba, agosto de 2018.

Esta cartilla fue desarrollada e impresa con el apoyo del Proyecto de Reducción del riesgo de desastres - Gobernanza del riesgo de la Cooperación Suiza, ejecutado por HELVETAS Swiss Intercooperation.

# Contenido

1. PRESENTACIÓN	5
2. ANTECEDENTES	6
3. MARCO NORMATIVO	7
3.1. LEY MARCO N° 300, DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN, DEL 15 DE OCTUBRE DE 2012	7
3.2. LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333 DEL 27 DE ABRIL DE 1992	7
3.3. REGLAMENTO BÁSICO DE PRE-INVERSIÓN R.M. 115 DEL 12 DE MAYO DE 2015	7
3.4. REGLAMENTO ESPECÍFICO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVERSIÓN PÚBLICA DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE OCTUBRE DE 2012	8
3.5. MANUAL PARA LA TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESILIENTE CON ENFOQUE DE RRD/ACC SISTEMAS DE RIEGO	8
3.6. NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO NOM-001-SERMANAT, 96	8
4. MARCO CONCEPTUAL	9
4.1. ENFOQUE RRD/ACC	9
4.1.1. PROCESO PARA HACER RESILIENTE LA INFRAESTRUCTURA	9
4.2. RESILIENCIA	16
4.3. REÚSO	17
5. FASES Y PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE REÚSO DE AGUA TRATADA PARA RIEGO CON ENFOQUE RRD/ACC	18
5.1. FASES DEL PROYECTO	18
5.2. PASOS DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN SEGÚN LAS FASES DEL PROYECTO	19
5.2.1. FASE DE PRE-INVERSIÓN	19
5.2.2. INVERSIÓN	22
5.2.3. FASE DE OPERACIÓN	22
5.3. CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y CONTENIDOS IMPORTANTES	23
5.3.1. PREVENCIÓN Y MANEJO DE CONFLICTOS	23
5.3.2. GENERACIÓN DE OPINIÓN SOBRE LOS RIESGOS DEL REÚSO DE AGUAS TRATADAS EN RIEGO DENTRO DE LA COMUNIDAD	24
5.3.3. DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS Y CAPACIDADES DE LOS BENEFICIARIOS EN EL MANEJO DE AGUAS TRATADAS PARA RIEGO CON ENFOQUE DE RRD/ACC	25
5.3.4. CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	34
6. BIBLIOGRAFÍA	35

# Abreviaciones

<b>ACC</b>	Adaptación al Cambio Climático
<b>AR</b>	Aguas Residuales
<b>CC</b>	Cambio Climático
<b>COTRIMEX</b>	Cooperación Triangular México, Bolivia y Alemania
<b>EDTP</b>	Estudio de Diseño Técnico de Pre-Inversión
<b>GADC</b>	Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba
<b>GIZ</b>	Cooperación Alemana al Desarrollo
<b>IMTA</b>	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>ITCP</b>	Informe Técnico de Condiciones Previas
<b>MMAyA</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Bolivia)
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PROAGRO</b>	Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable
<b>PRRD</b>	Proyecto Reducción del Riesgo de Desastres
<b>PTAR</b>	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
<b>RD</b>	Riesgo de Desastre
<b>RRD</b>	Reducción del Riesgo de Desastres
<b>SEDCAM</b>	Servicio Departamental de Caminos
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (México)
<b>VDRA</b>	Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario (Bolivia)
<b>TDS o STD</b>	Sólidos Totales Disueltos
<b>VRHR</b>	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (Bolivia)

# 1. Presentación



**E**l Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba (GADC) tiene como objetivos dar cumplimiento a la Ley de Gestión de Riesgos N° 602, la Ley Marco N° 300 de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, implementando de manera efectiva la Gestión de Riesgos y Atención a Desastres Naturales, establecida en el artículo 100 de la Ley Marco de Autonomías.

La Cooperación Suiza en Bolivia desarrolla en el país el Proyecto Reducción del riesgo de desastres – Gobernabilidad del riesgo, ejecutado por HELVETAS Swiss Intercooperation, estableciendo en Cochabamba un convenio de apoyo al GADC para la implementación de proyectos de reúso de agua tratada para riego.

La presente cartilla se constituye un instrumento que da las directrices y pasos clave a proyectistas, ejecutores y operadores para la implementación de este tipo de proyectos, a objeto de que puedan distinguir los elementos más importantes del reúso de aguas tratadas, con especial énfasis en el enfoque de Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático RRD/ACC.

*Gonzalo Muñoz Guzmán*  
*Secretario Departamental de los Derechos de la Madre Tierra*

## 2. Antecedentes



**E**n Bolivia se ha trabajado desde hace tiempo atrás con proyectos de riego y actualmente se incluye la figura de reúso de agua tratada para esta actividad. Por este motivo, debemos pensar en todos los factores que conlleva la inclusión de estas aguas en sistemas de vida con características particulares; tanto a nivel de usuarios como de consumidores de productos.

Estas características abarcan desde el modo de vida, la tradición, costumbres, actividad, a las que se suman los riesgos que significan para la salud la manipulación de las aguas tratadas, riesgos para la producción y riesgos para los consumidores de los productos.

No debemos olvidar el factor clima, ahora que los efectos del cambio climático están provocando mayor estrés dentro de los sistemas de vida. En consecuencia, se debe pensar en infraestructuras resilientes e incluir a los beneficiarios del proyecto en el manejo de estos conceptos.

## 3. Marco normativo

### 3.1. LEY MARCO N° 300, DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN, DEL 15 DE OCTUBRE DE 2012

**E**n su *Artículo 1. (OBJETO)*. *La presente Ley tiene por objeto establecer la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y sistemas de vida[...], recuperando y fortaleciendo los saberes locales y conocimiento ancestrales, en el marco de la complementariedad de derechos, obligaciones y deberes; así como los objetivos del desarrollo integral como medio para lograr el Vivir Bien, las bases para la planificación, gestión pública e inversiones y el marco institucional estratégico para su implementación.* (Extracción de la Ley Marco N° 300).

### 3.2. LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333 DEL 27 DE ABRIL DE 1992

“Objeto de la Ley, Artículo 1.- *La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.* (Extracción de la Ley del Medio Ambiente N° 1333).

Esta ley se complementa con el **REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA (RMCH)**, que indica parámetros de contaminantes aceptados para su vertido en cuerpo receptor.

### 3.3. REGLAMENTO BÁSICO DE PRE-INVERSIÓN R.M. 115 DEL 12 DE MAYO DE 2015

Que en su *Artículo 2. Objetivo del Reglamento: [...] proporcionar los elementos técnicos esenciales para la elaboración del Estudio Técnico de Pre-inversión... para mejorar la calidad de la inversión.* (Extraído del Reglamento Básico de Pre-inversión).

### 3.4. REGLAMENTO ESPECÍFICO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVERSIÓN PÚBLICA DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE OCTUBRE DE 2012

En su *Artículo 1: Objetivos del Reglamento Específico*, se mencionan lo siguiente:

- a) *Definir el flujo que deben seguir los proyectos de inversión pública a fin de cumplir con lo establecido en las normas básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública.*
- b) *Establecer procesos, responsabilidades y parámetros para la preparación, evaluación, ejecución y control de proyectos de inversión pública del Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD).*

(Extraído del Reglamento específico del Sistema Nacional de Inversión Pública del MPD).

### 3.5. MANUAL PARA LA TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESILIENTE CON ENFOQUE DE RRD Y ACC EN SISTEMAS DE RIEGO

Este manual tiene como principal objetivo, “Apoyar, desde la práctica, la implementación del nuevo Reglamento Básico de Pre-inversión, instituido desde el año 2015 a través de la Resolución Ministerial 115/2015, para que se incorporen los enfoques de RRD y ACC en el diseño y planificación de los proyectos de infraestructura de riego”. (Extraído del **MANUAL PARA LA TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESILIENTE, con enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático: sistemas de riego**).

### 3.6. NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO NOM-001-SEMARNAT, 96

Esta Norma, es el referente normativo mexicano y el que más se acerca a la realidad nacional. Por este motivo se la toma como referencia. Tiene como objetivo: ... establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales...proteger su calidad y posibilitar sus usos. (**NOM-001-SEMARNAT, 96**).



## 4. Marco conceptual

Dentro de este acápite, tomamos en cuenta los conceptos que debemos tener claros al momento de la elaboración y la implementación de proyectos de reúso de agua tratada con enfoque de reducción de riesgos de desastres (RRD) y adaptación al cambio climático (ACC).

### 4.1. ENFOQUE RRD/ACC

El enfoque integral de la resiliencia climática debe considerar el contexto de las amenazas, con el añadido del cambio climático.

#### 4.1.1. PROCESO PARA HACER RESILIENTE LA INFRAESTRUCTURA

A continuación podemos ver las fases para hacer resiliente la infraestructura bajo un enfoque de RRD/ACC.



**FASE 1. Contexto y enfoque**

**FASE 2. Entender amenazas climáticas**

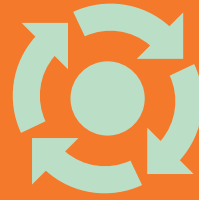
**FASE 3. Discernir vulnerabilidad**

**FASE 4. Análisis de resiliencia del sistema (Proyecto)**

**FASE 5. Identificación e implementación de medidas que hacen resiliente al sistema**

**FASE 6. Evaluación y monitoreo**

# Fase 1



Como primera fase en el análisis de infraestructura, se tienen al contexto y enfoque que consta, como vemos en la figura 1, de tres aspectos. Las condiciones existentes, la evaluación del stress climático y la evaluación del stress no climático; con sus respectivos análisis de proyecto y sus alcances, el de variabilidad climática y el de operación y mantenimiento requeridos.

**Figura 1. FASE 1. Contexto y enfoque**



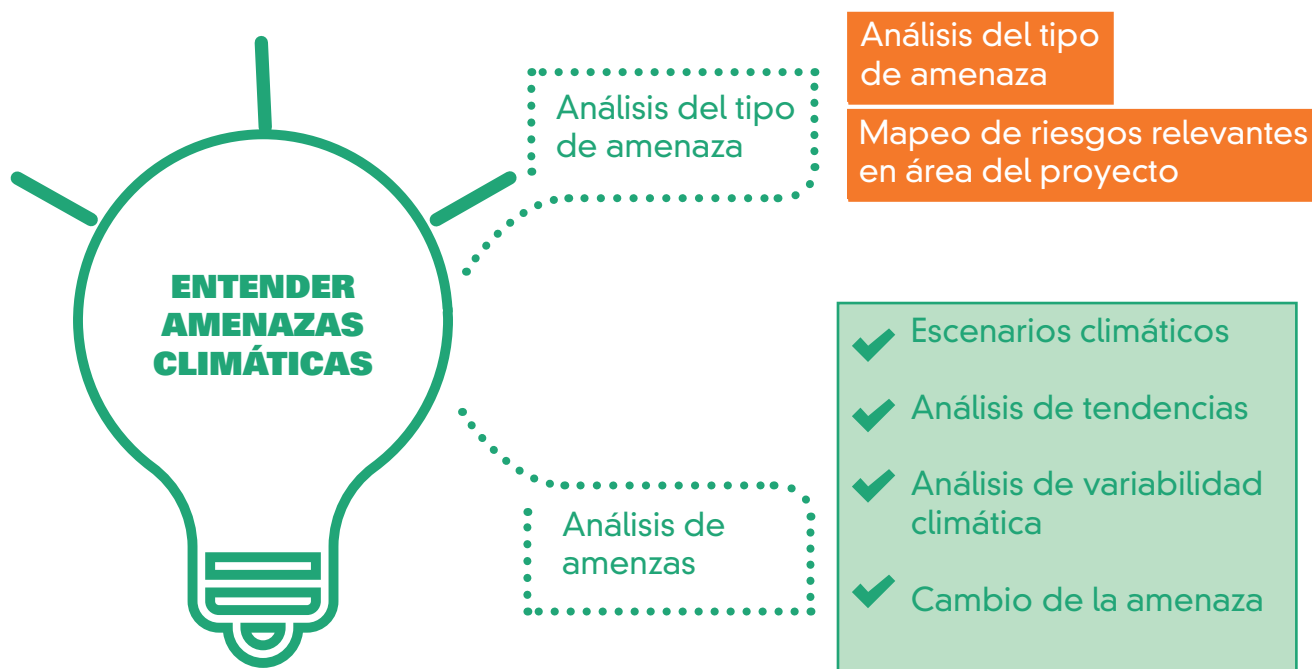
Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

## Fase 2



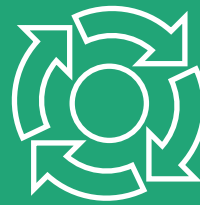
Esta fase plantea entender el tipo de amenaza climática presente y analizar los distintos escenarios climáticos, las tendencias, la variabilidad climática y el cambio de la amenaza. (Ver figura 2).

**Figura 2. FASE 2. Entender amenazas climáticas**



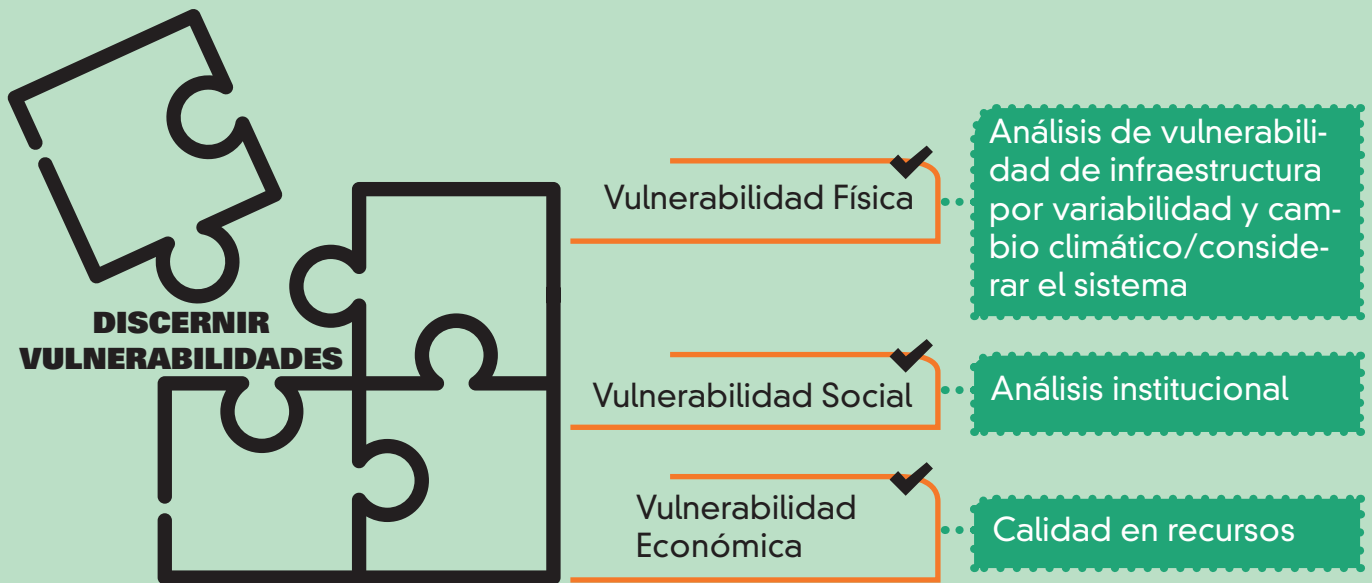
Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

# Fase 3



La tercera fase plantea discernir las vulnerabilidades físicas, sociales, y económicas, que se refieren a la infraestructura, análisis institucional y calidad en recursos respectivamente. (Ver figura 3).

**Figura 3. FASE 3. Discernir vulnerabilidad**



Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

# Fase 4



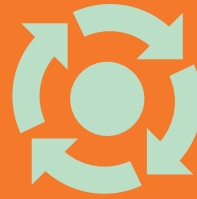
En la cuarta fase se hace el análisis de resiliencia del sistema, que comprende la valoración de la resiliencia en los factores de vulnerabilidad antes descritos, además de resiliencia de la infraestructura a efectos adversos. (Ver figura 4).

**Figura 4. FASE 4. Análisis de resiliencia del sistema (Proyecto)**



Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

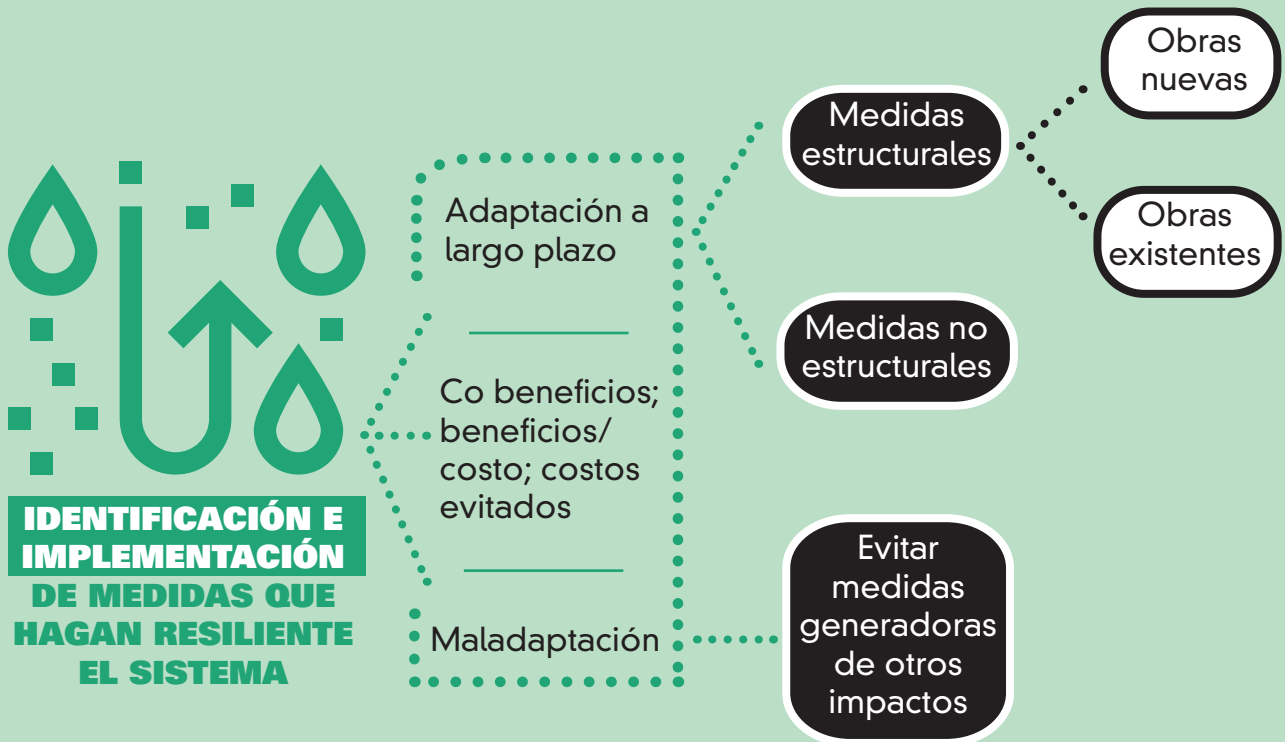
## Fase 5



En esta fase se consideran las medidas que hacen resiliente un sistema. Pueden ser estructurales, construcciones físicas nuevas o reforzamiento a obras que ya existen, o no estructurales, es decir, el conjunto de normas, políticas, fortalecimiento institucional en caso de que sea necesario.

En obras nuevas se deben priorizar las medidas de adaptación y aplicar el enfoque RRD/ACC. Para obras existentes se denomina *retrofitting* a la aplicación de enfoque RRD/ACC. (Ver figura 5).

**Figura 5. FASE 5. Identificación e implementación de medidas que hacen resiliente al sistema**



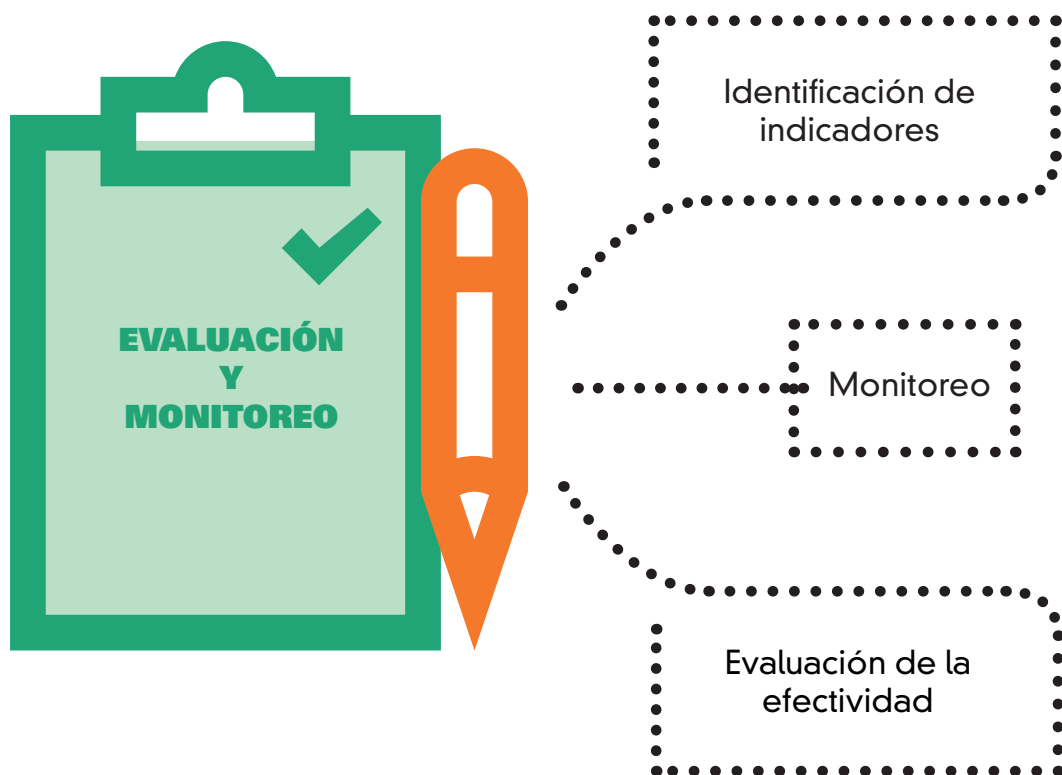
Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

## Fase 6



Como última fase es indispensable comprobar la efectividad de las medidas por medio del monitoreo, que nos genere información clave para la evaluación. (Ver figura 6).

**Figura 6. FASE 6. Evaluación y monitoreo**

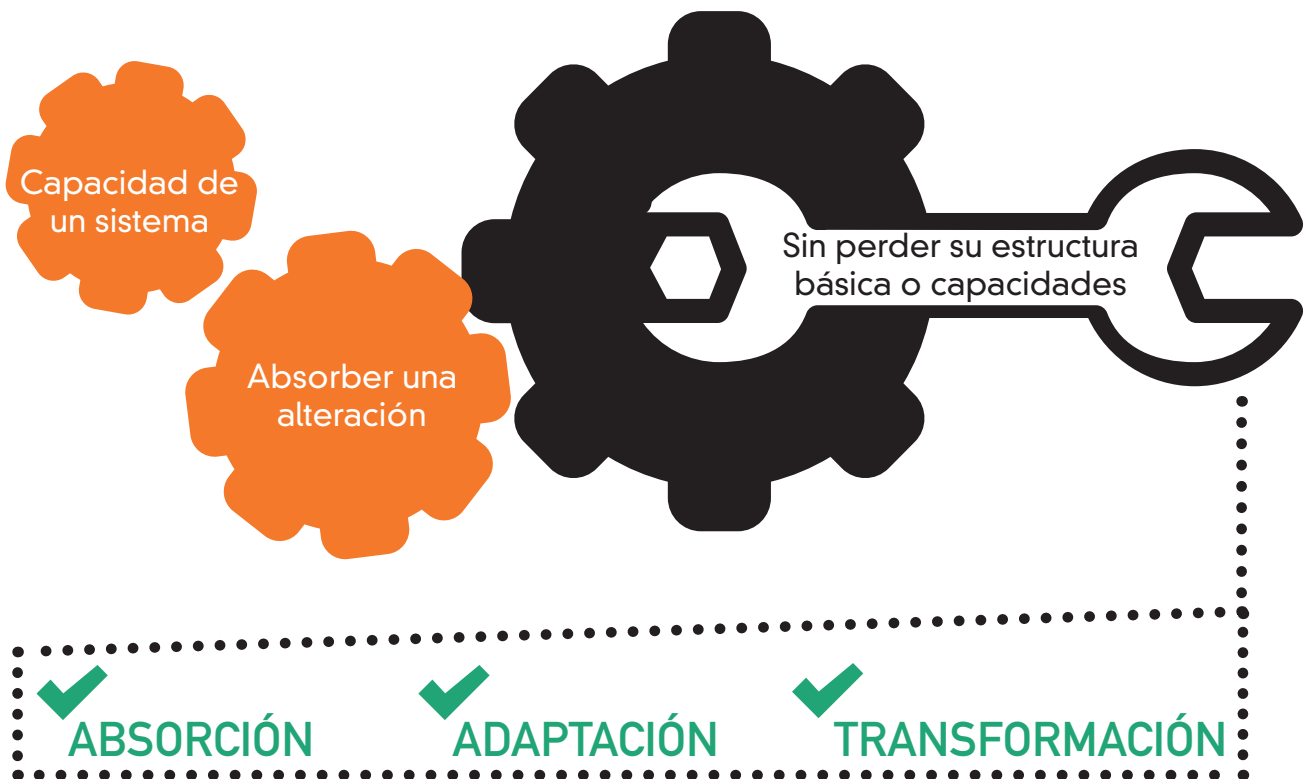


Fuente: Infraestructura resiliente bajo un enfoque de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático. HELVETAS Swiss Intercooperation

## 4.2. RESILIENCIA

En resumen se puede definir la resiliencia como “La capacidad de un sistema socio-ecológico, comunidad o sociedad expuestos a diversas perturbaciones y tendencias (medio ambiente, económicas, sociales y políticas), para participar, gestionar el cambio y recuperarse de los efectos de una perturbación. Esto requiere el mantenimiento de la capacidad de un sistema para la absorción, la adaptación, y la transformación a largo plazo” (HELVETAS Swiss Intercooperation). (Ver esquema 1).

### ESQUEMA 1. RESILIENCIA





### 4.3 REÚSO

La escasez de recursos hídricos generada por diversos factores como el crecimiento demográfico, el impacto del desarrollo mal planificado, la contaminación de los cuerpos de agua y el cambio climático, generan la necesidad de recurrir a fuentes alternas como las aguas residuales.

Si bien el reúso de las aguas residuales representa un gran potencial de aprovechamiento hídrico y de nutrientes para los cultivos, este reúso implica también un riesgo innegable de salud pública entre la población expuesta.

La condición para el reúso es contar con el proceso de tratamiento de las aguas residuales. Las mismas que se describen en el siguiente apartado. (Ver esquema 2).

#### ESQUEMA 2. REÚSO



#### ESQUEMA 3: TRATAMIENTO DE AGUA



## 5. Fases y pasos para la implementación de proyectos de reúso de agua tratada para riego con enfoque RRD/ACC

Es importante empezar por recordar que los proyectos están divididos en fases, cada una de estas será descrita a continuación.

Se prevé mostrar un panorama completo de sus alcances.

### 5.1 FASES DEL PROYECTO

**Figura 7. Fases del ciclo de los proyectos de inversión pública**



En la fase de pre-inversión es importante señalar que en primera instancia se realiza el Informe Técnico de Condiciones Previas (ITCP), seguido del Estudio de Diseño Técnico de Pre-inversión (EDTP).

## 5.2 PASOS DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN SEGÚN LAS FASES DEL PROYECTO

### ESQUEMA 4. PASOS DE LA GUÍA DE ACUERDO A LAS FASES DEL PROYECTO



Elaboración Propia

#### 5.2.1. FASE DE PRE-INVERSIÓN

En esta fase se obtienen los estudios para la elaboración del proyecto, “Estudio de Diseño Técnico de Pre-inversión”, establece [...] la viabilidad técnica, económica, financiera, legal, social, institucional, ambiental, de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático [...] (Reglamento Básico de Pre-inversión R.M. 115, cap.1 Disposiciones generales, Art.1).

Previamente al EDTP, la entidad ejecutora deberá elaborar un ITCP cuyos aspectos se desarrollan en el Reglamento Básico de Pre-inversión y abarcan desde la justificación del proyecto, el compromiso social que da curso al proyecto, estados de situación legal de derecho propietario y de vía, hasta la identificación de posibles impactos ambientales y riesgos de desastre. (Reglamento Básico de Pre-inversión R.M. 115). Sin embargo en la presente guía se amplían estos aspectos en el punto 5.2.1.2 como un paso subsecuente del “Estudio Base”

##### 5.2.1.1. PASO 1. CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE IMPLEMENTACIÓN

Para la elaboración del Plan de Implementación, debemos conformar un equipo comprendido por la gama de profesionales que se requieran, entre ellos pueden estar: Ingenieros Agrónomo, Civil y Ambiental o Biólogo; Comunicador Social, Trabajador

Social o Desarrollador Comunitario y Economista, entre otros. Como responsables de la implementación del proyecto.

El equipo responsable del diseño del plan de implementación, deberá tener acceso a toda la información resultante de los estudios del proyecto a diseño final, incluidos análisis de laboratorio, de suelos, económico/social, situación de la producción agrícola, etc., además de la información técnica pertinente, para el posterior análisis y el desarrollo del plan y sus contenidos.

### 5.2.1.2. PASO 2. ESTUDIO DE BASE

Este es el punto de partida para la elaboración del plan de implementación, en esta etapa nos permitimos relacionarnos con todos los actores de manera integral, como resguarda la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien.

A continuación se deja un listado de contenidos mínimos requeridos. (Ver esquema 5).

#### ESQUEMA 5. ESTUDIO BASE



Elaboración Propia

#### **Del componente social**

Un componente social no identificado puede poner en riesgo el proyecto. Se pueden citar los siguientes:

- Actividades clave de la comunidad.
- Días festivos.
- Épocas de siembra y cosecha, etc.
- Actividades que se lleven a cabo en el tiempo de la investigación.
- Actividades durante la implementación.

Debemos identificar las entidades responsables para cada uno de los componentes del proyecto, con quienes elaboraremos un programa de desempeño del proyecto para garantizar cada una de las siguientes gestiones:

- El diseño técnico de las instalaciones del proyecto.
- Construcción, financiamiento, tratamiento, transporte y distribución.
- Recaudaciones de la comunidad de agricultores.
- Pasivos institucionales.
- Asistencia técnica a los agricultores durante el inicio del proyecto.
- Asistencia técnica y sanitaria.
- Resolución de problemas.
- Análisis, seguimiento y evaluación.

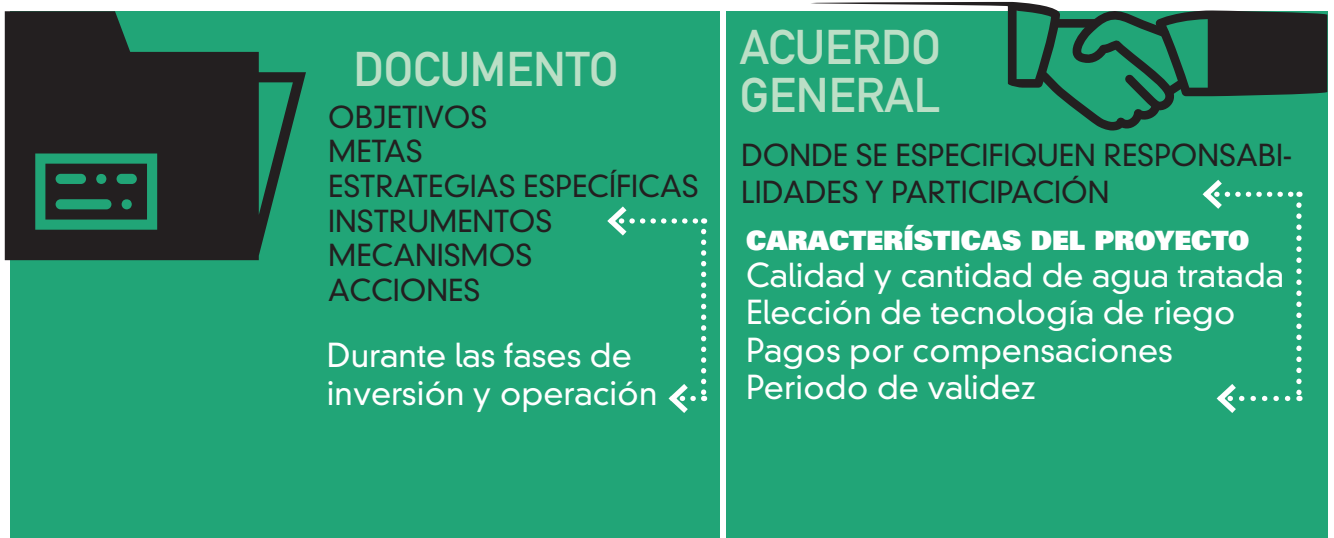
**Del estudio de mercado**

- Riego con agua tratada
- Tipos de cultivo
- Ubicación del proyecto
- Contexto RRD/ACC
- Variabilidad climática
- Fluctuaciones de demanda (estacional, diaria, por hora, etc.)
- Métodos de riego y necesidades de presión y cantidad
- Fiabilidad del servicio
- Características del suelo
- Inversión interna y posibles costos de operación y mantenimiento de las instalaciones y/o regeneración de la tierra.
- Fuente y costo del agua actual.
- Tendencia de uso futuro (tierra).

Muchas veces los actores participarán en varias actividades, por ese motivo todos los acuerdos, convenios, compromisos, etc., deben ir organizados en una carpeta y firmados para garantizar su validez.

**5.2.1.2. PASO 3. DESARROLLO DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN CON ENFOQUE RRD/ACC**

**ESQUEMA 6. CONTENIDO DEL PLAN**



Como se puede ver en el esquema 6, el documento contendrá de forma ordenada y coherente los objetivos, las metas, estrategias específicas, así como los instrumentos, mecanismos y acciones en las fases de inversión y operación, además de cumplir con la metodología del enfoque de RRD/ACC.

El cronograma de actividades del plan de implementación deberá ir de acuerdo al cronograma de ejecución de las obras físicas, pero con sus propios tiempos.

El presupuesto del plan de implementación deberá ser elaborado específicamente para este fin.

Al concluir con la planificación debe existir un acuerdo general, en el que se especifiquen las responsabilidades y participación de los actores en el proyecto (agricultores, representantes, autoridades municipales, etc.). En este documento deben ir especificadas las características generales del proyecto:

- calidad y cantidad de agua tratada,
- elección de tecnología de riego,
- cobros a los usuarios del agua tratada,
- pagos por compensaciones (en caso de que sea necesario),
- periodo de validez, etc.

## 5.2.2. INVERSIÓN

Este momento está dirigido para promover la participación de todos los involucrados y movilizarlos para establecer las condiciones adecuadas, tanto para la ejecución física del proyecto, como para el proceso social que se desarrollará.

### 5.2.2.1. PASO 4. EJECUCIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Con el mismo orden y coherencia con el que se elaboró el plan de implementación, también debemos llevar a cabo la implementación y desarrollo del mismo. Durante esta fase del proyecto, debemos estar atentos a como se está sintiendo la comunidad beneficiaria con los trabajos de infraestructura y con los de desarrollo de conocimientos y capacidades. Es el momento en el que tendremos a la comunidad presente y lista para intercambiar los conocimientos pertinentes al proyecto.

## 5.2.3. FASE DE OPERACIÓN

En esta fase es cuando ya tenemos el sistema nuevo de riego y las capacidades aprendidas. La comunidad debería estar capacitada para operar por si sola el sistema

y tener todos los conocimientos respecto al uso adecuado del agua y los cuidados de la tierra y los productos.

### 5.2.3.1. PASO 5. ANÁLISIS, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Se realiza al inicio de la fase de post inversión, con el objetivo de identificar áreas críticas que necesiten un refuerzo de las capacidades. La evaluación se efectuará una vez concluido el proceso de implementación del proyecto, para evaluar su efecto. De acuerdo a los resultados se podrán programar las asistencias necesarias<sup>1</sup>.

## 5.3. CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y CONTENIDOS IMPORTANTES

### 5.3.1. PREVENCIÓN Y MANEJO DE CONFLICTOS

Los ejecutores del plan deberán esforzarse por ser colaborativos y buscar acuerdos satisfactorios para las partes, en caso de cualquier conflicto, deben aplicar negociación, mediación y conciliación para resolverlo. (Ver esquema 7).

#### ESQUEMA 7. PREVENCIÓN Y MANEJO DE CONFLICTOS



<sup>1</sup> Como se puede evidenciar en el caso Huerta Mayu, con el sistema colapsado por la crecida del río en el periodo de lluvias. Requiriendo como asistencia: a) La reconstrucción de acueductos; b) Obras complementarias; c) Calidad de agua recibida; d) Asegurar caudal de reserva; e) Fortalecimiento institucional para la organización de regantes y f) Medidas de protección sanitaria.

### 5.3.2. GENERACIÓN DE OPINIÓN SOBRE LOS RIESGOS DEL REÚSO DE AGUAS TRATADAS EN RIEGO DENTRO DE LA COMUNIDAD

Se refiere a que los productores consideren a una población expuesta (consumidores locales de hortalizas), que no están dentro del huerto o dentro de sus hogares. Para esto, es indispensable aportar conocimiento sobre los riesgos en la salud por el consumo y manipulación descuidada de estos productos.

En la tabla 1 podemos ver estrategias generales para enfrentar el problema de riesgo en zonas de reúso agrícola.

**TABLA 1. ESTRATEGIAS GENERALES PARA ENFRENTAR EL PROBLEMA DE RIESGOS EN ZONAS CON REÚSO**

Estrategia	Zona de reúso con producción de cultivos que se consumen crudos	Zona de reúso con producción de cultivos que se consumen cocidos	Zona de reúso con producción de cultivos para la industria
------------	---	--	--

Divulgación de los riesgos	En coordinación con el sector salud, a través de talleres y campañas, donde participen trabajadores agrícolas y población local asentada en la periferia		
----------------------------	--	--	--

Implementación de prácticas de manejo	Fomento y capacitación para la adopción de prácticas que reduzcan el contacto del producto o fruto con el agua de riego	Fomento y capacitación para la adopción de prácticas post-cosecha que mejoren la calidad sanitaria de productos antes de su comercialización	Fomento y capacitación para la adopción de prácticas que mejoren la calidad sanitaria del cultivo, previo a su cosecha
---------------------------------------	---	--	--

La implementación de prácticas se deberá hacer en coordinación con la entidad encargada de realizar la investigación agrícola, a través de talleres donde participen usuarios del riego con aguas residuales a través de sus organizaciones.



### 5.3.3. DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS Y CAPACIDADES DE LOS BENEFICIARIOS EN EL MANEJO DE AGUAS TRATADAS PARA RIEGO CON ENFOQUE DE RRD/ACC

Un proyecto dentro de una comunidad, significa más que la instalación de las obras físicas. La comunidad está aceptando un nuevo elemento, con nuevas necesidades. Se generan grandes cambios en la actividad productiva y en el mismo hogar. Por este motivo es importante introducir ciertos conocimientos que apoyen en la generación, desarrollo y/o fortalecimiento de las capacidades agrícolas.

#### 5.3.3.1. CALIDAD DEL AGUA TRATADA PARA RIEGO

Se han establecido límites de contaminantes en aguas residuales que sean descargadas a cuerpos de agua o bienes nacionales y específicamente con respecto a las aguas residuales que viertan a suelos con uso en riego agrícola, mencionando entre otros parámetros a las grasas y aceites. (Ver tabla 2).

**TABLA 2. LÍMITES DE CONTAMINANTES DE GRASAS Y ACEITES PARA AGUAS RESIDUALES**



PARÁMETRO mg (L)	PROMEDIO DIARIO	PROMEDIO MENSUAL	INSTANTÁNEO
GRASA Y ACEITES	75	50	100

Fuente: NOM-001-SEMARNAT, 96.

Este análisis no es comúnmente realizado para vertidos a cuerpo receptor, pero es de principal importancia para reúso agrícola, por los problemas que puede ocasionar en el suelo y en el consumo de los productos, aunque en el caso de Huerta Mayu los efluentes corrientes ya están bajo norma, exceptuando las descargas clandestinas.

...4.2 Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1.000 y 2.000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para determinar la contaminación por parásitos se tomara como indicador los huevos de helmintos. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego no restringido, lo cual se llevara a cabo de acuerdo a la técnica establecida. (NOM-001-SEMARNAT, 96). Ver tabla 3.

**TABLA 3. LÍMITES DE CONTAMINANTES PATÓGENOS (INTERPRETADA DE LAS ESPECIFICACIONES 4.2 Y 4.3 DE LA NOM)**



PARAMETRO	UNIDAD	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	RIEGO RESTRINGIDO	RIEGO NO RESTRINGIDO
Coliformes Fecales (C.F)	NMP/100ml	1000 - 2000	1000 - 2000	-	-
Huevos de Helminthos (H.H)	H.H/L	-	-	5	1

Fuente: NOM-001-SEMARNAT, 96.

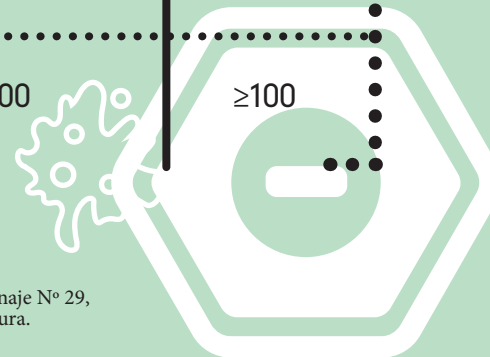
“...la FAO ha establecido directrices para interpretar la calidad del agua de riego, y en ellas se consideran grados de restricción de uso en función de la concentración de sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales.”(Guía técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura, IMTA y MMAyA, Bolivia 2013). Ver Tabla 4.

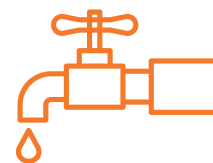
**TABLA 4. GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO DE AGUA DE RIEGO POR PRESENCIA DE SÓLIDOS**

PARAMETRO	UNIDAD	Grado de restricción		
		NULO	LIGERO O MODERADO	SEVERO
Solidos disueltos suspendidos	mg/L	≤450	450 - 2000	≥2000
Solidos suspendidos totales	mg/L	≤50	50 - 100	≥100

Fuente: Ayers y Westcot, 1987.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Ayers, R. S. y D. W. Westcot. (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 29, Rev. 1. Citado en IMTA y MMAyA 2013, Guía Técnica para reúso de aguas residuales en la Agricultura.





A continuación, se exponen las directrices para interpretar la calidad del agua, y de acuerdo a esto hacer una selección correcta del cultivo en base a los grados de restricción. (Ver Tabla 5).

**TABLA 5. DIRECTRICES PARA INTERPRETAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS PARA RIEGO**

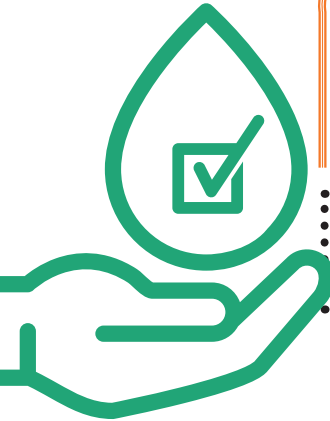
PARAMETRO		UNIDADES	Grado de restricción		
			NULO	LIGERO O MODERADO	SEVERO
Salinidad CEw (1)		dS/m	<0.7	<0.7 - 3.0	>3.0
TDS		m/l	<450	450 - 2000	>2000
TSS		mg/l	<50	50 - 100	>100
RAS	0 - 3	meg/l	>0.7ECw	0.7 - 0.2ECw	<0.2ECw
RAS	3 - 6	meg/l	>1.2ECw	1.2 - 0.3ECw	<0.3ECw
RAS	6 - 12	meg/l	>1.9ECw	1.9 - 0.5ECw	<0.5ECw
RAS	12 - 20	meg/l	<2.9ECw	2.9 - 1.3ECw	<1.3ECw
RAS	20 - 40	meg/l	<5.0ECw	5.0 - 2.9ECw	<2.9ECw
Sodio (Na <sup>+</sup> )	Riego por aspersión	meg/l	>3	>3	
Sodio (Na <sup>+</sup> )	Riego superficial	meg/l	>3	3 - 9	>9
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	Riego por aspersión	meg/l	>3	>3	>10
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	Riego superficial	meg/l	<4	4 - 10	>5
Cloruro (Cl <sub>2</sub> )	Total residual	mg/l	<1	1 - 5	>500
Bicarbonato (HCO <sup>3-</sup> )		mg /l	<90	90 - 500	>3.0
Boro (B)		mg/l	<0.7	0.7 - 3.0	>2.0
Sulfuro de hidrogeno		mg/l	<0.5	0.5 - 2.0	>1.5
Hierro (Fe)	Riego por goteo	mg/l	<0.1	0.1 - 1.5	>1.5
Manganeso(Mn)	Riego por goteo	mg/l	<0.1	0.1 - 1.5	>30
Nitrógeno total		mg/l	<5	5 - 30	
pH	Amplitud normal 6.5 - 8		Amplitud normal 6.5 - 8	Amplitud normal 6.5 - 8	Amplitud normal 6.5 - 8

Fuente: Ayers y Westcot, 1987<sup>3</sup>

3 Ayers, R. S. y D. W. Westcot. (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 29, Rev. 1. Citado en IMTA y MMAyA 2013, Guía Técnica para reúso de aguas residuales en la Agricultura.

A continuación, como ejemplo se presentan algunos resultados de las últimas pruebas realizadas de las aguas provenientes de la PTAR Abra (abril de 2018) para establecer el grado de restricción al que se acomoda. Como parámetros tomamos a las grasa y aceites, coliformes termo tolerantes, solidos totales, disueltos y suspendidos. No incluimos los huevos de helmintos ya que no son detectados en la prueba.

**TABLA 6. EJEMPLO: CALIDAD DEL AGUA TRATADA PARA RIEGO**




<b>Parámetro (mg/L)</b>	<b>Límite de detección</b>	<b>Concentración</b>	<b>Límite máximo permisible para descargas líquidas</b>
Grasas y aceites	2	2	10
Grasas y aceites			

Elaboración propia

Fuente: Laboratorio Regional de Control de Calidad de Aguas CASA.

En la tabla 6 se puede ver la concentración de grasas y aceites a la salida de la planta. Se evidencia la presencia de grasas y aceites pero no a niveles que descarten su reúso.

TABLA 7. EJEMPLO: CALIDAD DEL AGUA TRATADA PARA RIEGO



Parámetro	Unidad	Concentración	Límite
Coliformes termo tolerantes	UFC/100mL	4,2 x 10 <sup>6</sup>	NMP/100ml (1000-2000) NOM-001- SEMARNAT, 96
Solidos Totales	mg/L	848	450-2000 Ayers y Westcot, 1987
Solidos disueltos	mg/L	790	450-2000 Ayers y Westcot, 1987
Solidos suspendidos	mg/L	58	60

Elaboración propia

Fuente: Laboratorio Regional de Control de Calidad de Aguas CASA.

Se puede ver que los parámetros presentados se encuentran dentro de los límites establecidos excepto los coliformes termo tolerantes, los cuales exceden los parámetros. (Ver Tabla 7).

Se usaron diferentes fuentes para los límites al no contar una norma nacional que contenga a todos los parámetros.

### 5.3.3.2. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARCELA

## Imagen 1. Selección de cultivo

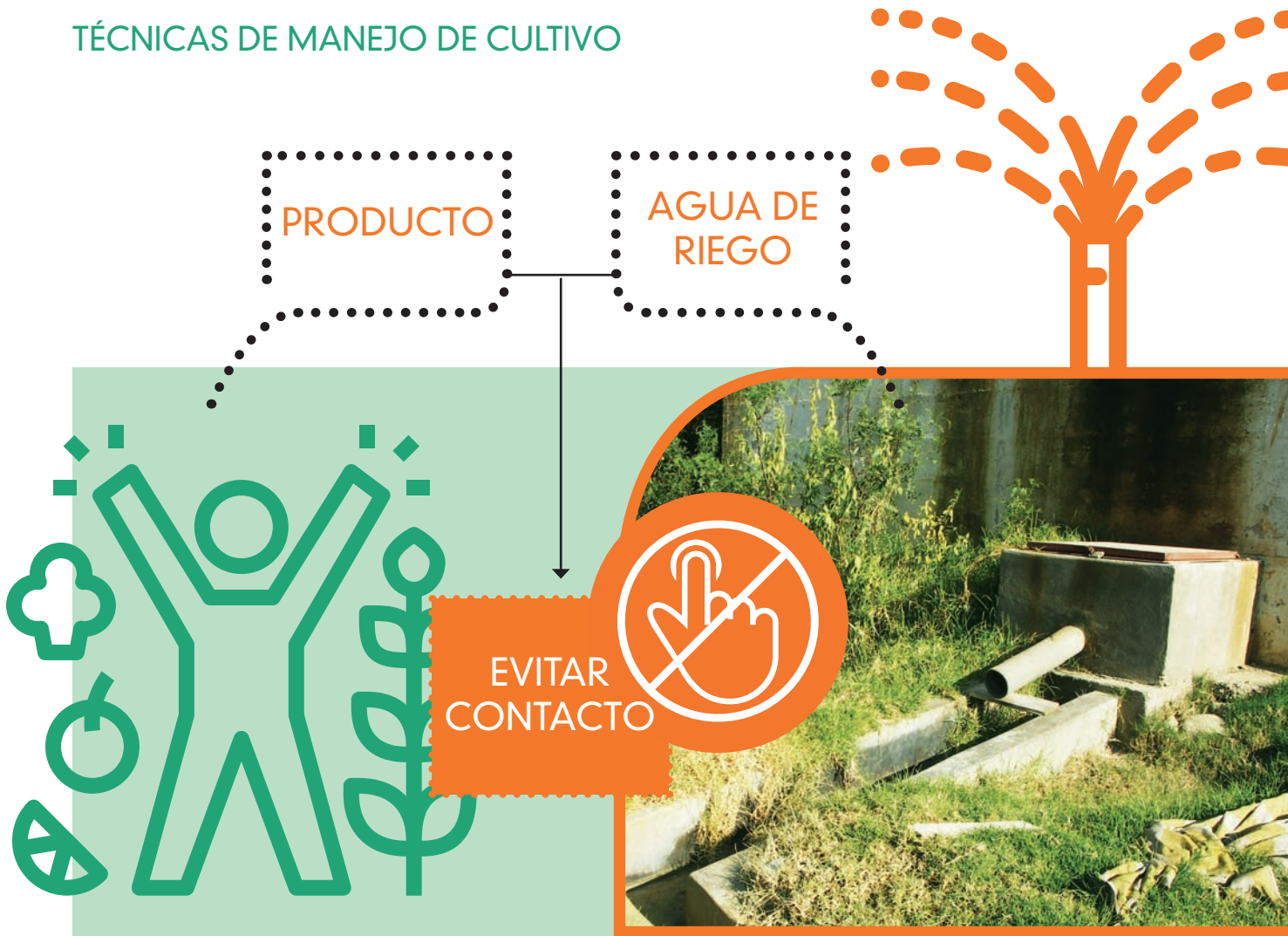


Elaboración propia

La selección de cultivos se hace de acuerdo a la salud pública, toxicidad y grado de salinidad del agua. (Ver Imagen 1).

## Imagen 2. Técnicas de manejo de cultivo

TÉCNICAS DE MANEJO DE CULTIVO



Elaboración propia

Técnicas de manejo del cultivo que evitan el contacto del producto con el agua de riego. (Ver Imagen 2).

## Imagen 3. Técnicas de manejo de agua

### TÉCNICAS DE MANEJO DE AGUA



Elaboración propia

Técnicas de manejo del agua que mejoran la calidad sanitaria de productos durante su desarrollo y antes de su cosecha. (Ver imagen 3).

Se pueden mencionar también la selección del método de riego para el aprovechamiento de aguas residuales, los cuidados a la salud y calidad del producto para zonas con reúso. (Ver imagen 4).



## Imagen 4. Técnicas de riego



### 5.3.4. CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Generación y/o fortalecimiento de capacidades de los diferentes actores involucrados, en las siguientes funciones:

- Cálculo de tarifas.
- Medición de agua.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Administración de recursos económicos (manejo transparente), etc. profesionales del área económica.

#### **Imagen 5. Capacitación en diferentes funciones**



## 6. Bibliografía

SISTEMATIZACIÓN: MEMORIA EXPERIENCIA – COMUNIDAD HUERTA MAYU.

MMAyA, VRHR, SENARI. 2010. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO MENORES.

IMTA Y MMAyA 2013. GUÍA TÉCNICA PARA EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA, INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA Y EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA DE BOLIVIA. BOLIVIA 2013.

PROYECTO REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, COOPERACIÓN SUIZA, HELVETAS SWISS INTERCOOPERATION. INFRAESTRUCTURA RESILIENTE BAJO UN ENFOQUE DE RRD/ACC.

PROYECTO REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, COOPERACIÓN SUIZA, HELVETAS SWISS INTERCOOPERATION. MANUAL PARA LA TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESILIENTE CON ENFOQUE RRD/ACC, SISTEMAS DE RIEGO. BOLIVIA 2017.

DOCUMENTO: DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE PTAR ORIENTADOS AL REÚSO AGRÍCOLA, 2016.

DOCUMENTO: DESDE EL ANÁLISIS DEL DESASTRE EN EL RÍO TAQUIÑA HACIA EL AJUSTE EN LA ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN DEPARTAMENTAL MEDIANTE LA GESTIÓN DE SISTEMAS DE VIDA, RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO, CON ENFOQUE DE CUENCA HIDROGRÁFICA. DOCUMENTO DE TRABAJO. 2018.

WINPENNY J. ET AL 2013. REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA: ¿BENEFICIOS PARA TODOS?, 35 INFORME SOBRE TEMAS HÍDRICOS, FAO.

La presente cartilla fue elaborada como corolario del proyecto de riego con aguas tratadas de la comunidad Huerta Mayu, abarcando la base conceptual de la reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático con especial énfasis en la valoración de resiliencia en base a factores de vulnerabilidad física, social y económica, estableciendo las fases y pasos para la implementación de proyectos de reúso de agua tratada.

Establece los conocimientos básicos requeridos tanto por los ejecutores como los usuarios y las necesidades de generación de capacidades de administración, operación y mantenimiento de sistemas de este tipo.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Cooperación Suiza en Bolivia**

*Reducción del riesgo de desastres*



**HELVETAS**  
Swiss Intercooperation