



Capítulo 6. Agua Potable

Contenidos

1.	Acuerdos	3
2.	Estructura del Servicio	4
3.	Definición de Escenarios	6
4.	Criterios de Demanda	8
5.	Criterios de Oferta	10
	5.1 Oferta Tecnológica	
	5.2 Criterios de Oferta	
6.	Rutas de Ensamble	
	Tecnológico	13
7.	Resumen de Evaluación	29
8.	Bibliografía y Referencias	30
9.	Anexos	32
	Anexo A: Fichas Técnicas	
	Anexo B: Formato de Evaluación por	
	Ruta de Ensamble Tecnológico	

1. Acuerdos:

A partir de la divulgación de resultados preliminares con actores distritales en mesas de trabajo en el marco del **Convenio 707 DPAE/Uniandes**, a continuación se citan los acuerdos establecidos para el desarrollo de este proyecto en la dimensión de AGUA POTABLE:

- La calidad del agua potable debe cumplir con las normas y estándares establecidos por la ley según la resolución número 2115 (22 de Junio de 2007) del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Se plantea estudiar el escenario de solo distribución, en caso de que todos los demás sistemas colapsen. Se tratará de buscar las configuraciones óptimas para cada tipo de albergue por separado.
- Los sistemas de tratamiento de agua que se implementen durante la emergencia deben usar el mínimo número de productos químicos para su funcionamiento, ya que esto implica una provisión de dichos productos previo a la emergencia y un almacenamiento condicionado a normatividades de seguridad exigentes.

2. Estructura del Servicio

El servicio de agua potable en alojamientos se compone de la integración de varias etapas. Éstas se comportan de forma lineal en donde una actividad prosigue a otra sin necesidad de hacer retroalimentaciones. En algunos casos no es necesario recorrer todas las etapas para poder prestar el servicio de agua potable. Las etapas no funcionan de manera independiente, por lo cual es importante entender que sucede en cada una de ellas.

Etapas 1: Tratamiento Ex – Situ

Tratamiento Ex – Situ se refiere a los tratamientos de potabilización que irían fuera del albergue y que incluyen: las plantas de tratamiento y las fuentes ya instaladas que tiene la ciudad para surtir de agua a la población actualmente y también los sistemas portátiles que se instalen en dichas fuentes, si por alguna razón fallan los sistemas y/o las redes de distribución actuales.

Etapas 2 y 3: Distribución y Transporte

Estas dos etapas vienen conjuntas toda vez que la distribución se puede hacer por las redes ya establecidas, si no llegan a fallar. En caso contrario, la distribución utilizaría diversos medios de transporte como carro tanques y cisternas, entre otras.

Etapas 4 y 5 Captación y Tratamiento In-Situ

En esta etapa se realiza la captación de agua por bombeo, principalmente subterráneo y su posterior tratamiento, en un lugar cercano o en el albergue institucional. Cuando la captación In-Situ se hace por fuera del albergue, tanto el sistema de cap-

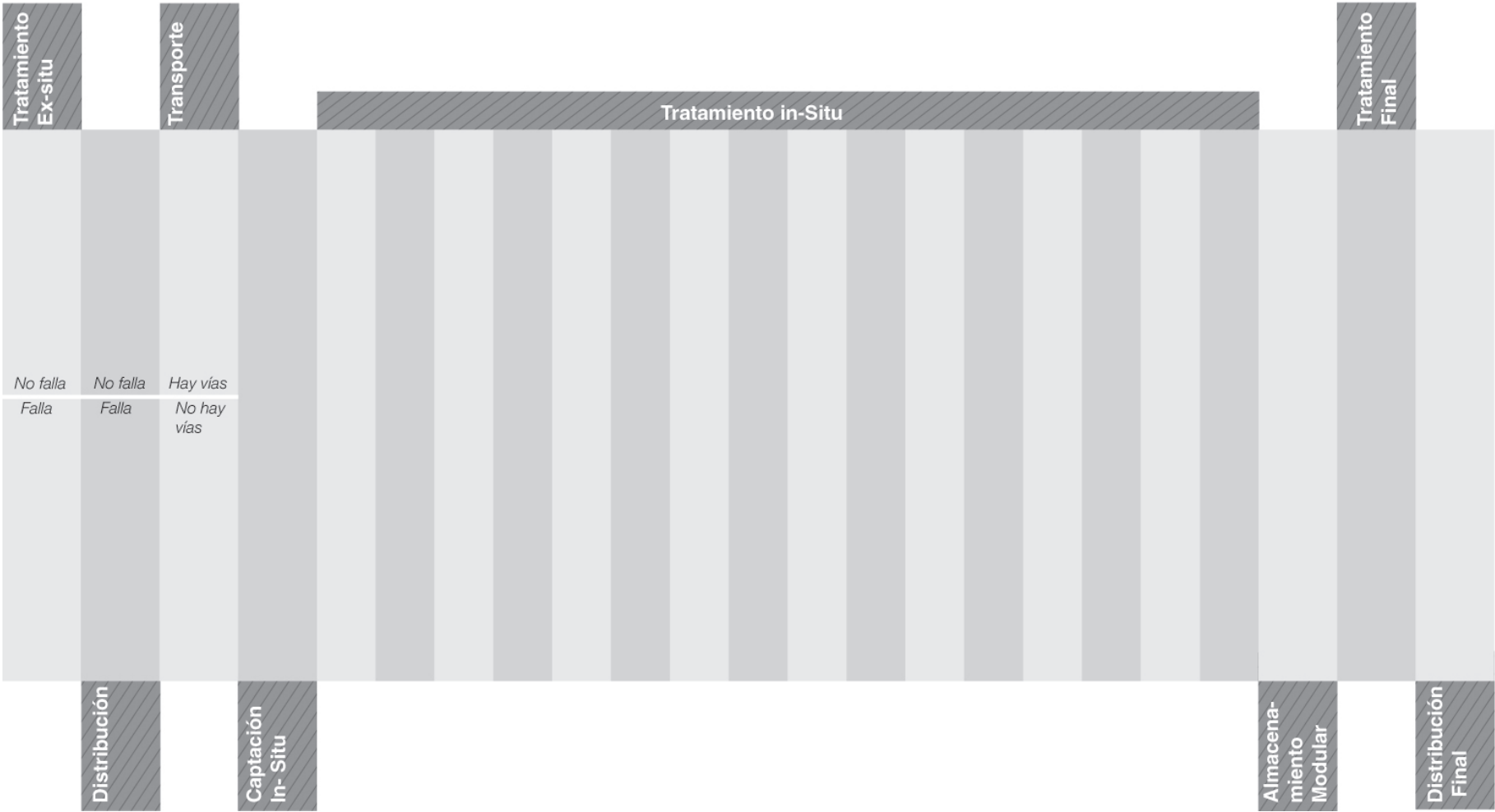
tación como el de tratamiento estarían ubicados en un Nodo de Distribución.

Etapas 6: Almacenamiento Modular

Existen dos tipos de almacenamiento. El primero de ellos se ubica cercano al Nodo de Distribución y consta de tanques para un almacenamiento de gran volumen. El segundo tipo se ubicaría en las unidades habitacionales para surtir la demanda diaria por habitante y serían de volumen pequeño para surtir a 5 o 10 personas.

Etapas 7 y 8: Tratamiento Final y Distribución Final

En estas etapas se plantea como escenario que el agua pueda estar en un tratamiento preliminar y que en cada UH se realice un tratamiento, principalmente de esterilización y/o desinfección y se haga el almacenamiento de segundo tipo, explicado en el numeral anterior. Este almacenamiento a la vez sirve como sistema de distribución porque al ser sistemas modulares de volúmenes pequeños, se podrían transportar en carro, bicicleta o a pie.



Estructura del Servicio
Agua Potable

3. Definición de Escenarios.

Los escenarios para la prestación del servicio de agua potable en condiciones de emergencia aquí planteados dependen de la estructura del servicio, de las condiciones de la infraestructura después del servicio y de la disponibilidad de tecnologías y recursos (humanos, financieros, naturales, etc). Nunca dependen del tipo de alojamientos a atender.

Cada uno de los escenarios tiene características diferentes entre sí. Así mismo cada escenario tiene características que son comunes para todos los tipos de alojamientos y se describen a continuación.

Escenario Z:

La planta de tratamiento convencional y red de acueducto se mantiene intacta, por lo que se puede transportar el agua desde el punto de captación a los lugares de almacenamiento y distribución. Para este escenario en el cual no existe daño alguno ni de la planta de tratamiento convencional ni de la red del acueducto, se requiere simplemente de un transporte desde la fuente hasta los lugares de almacenamiento y un tratamiento final que corresponde a una desinfección final.

Escenario Y:

La planta de tratamiento convencional se mantiene intacta pero la red de acueducto no y se puede transportar el agua desde el punto de tratamiento a los lugares de almacenamiento y distribución por medio de transporte terrestre. Para este escenario al igual que el anterior, la planta de tratamiento se

Definición de escenarios

mantiene intacta pero las redes de distribución fallan, por lo cual se requiere un transporte terrestre desde la planta hasta los distintos alojamientos.

Escenario X:

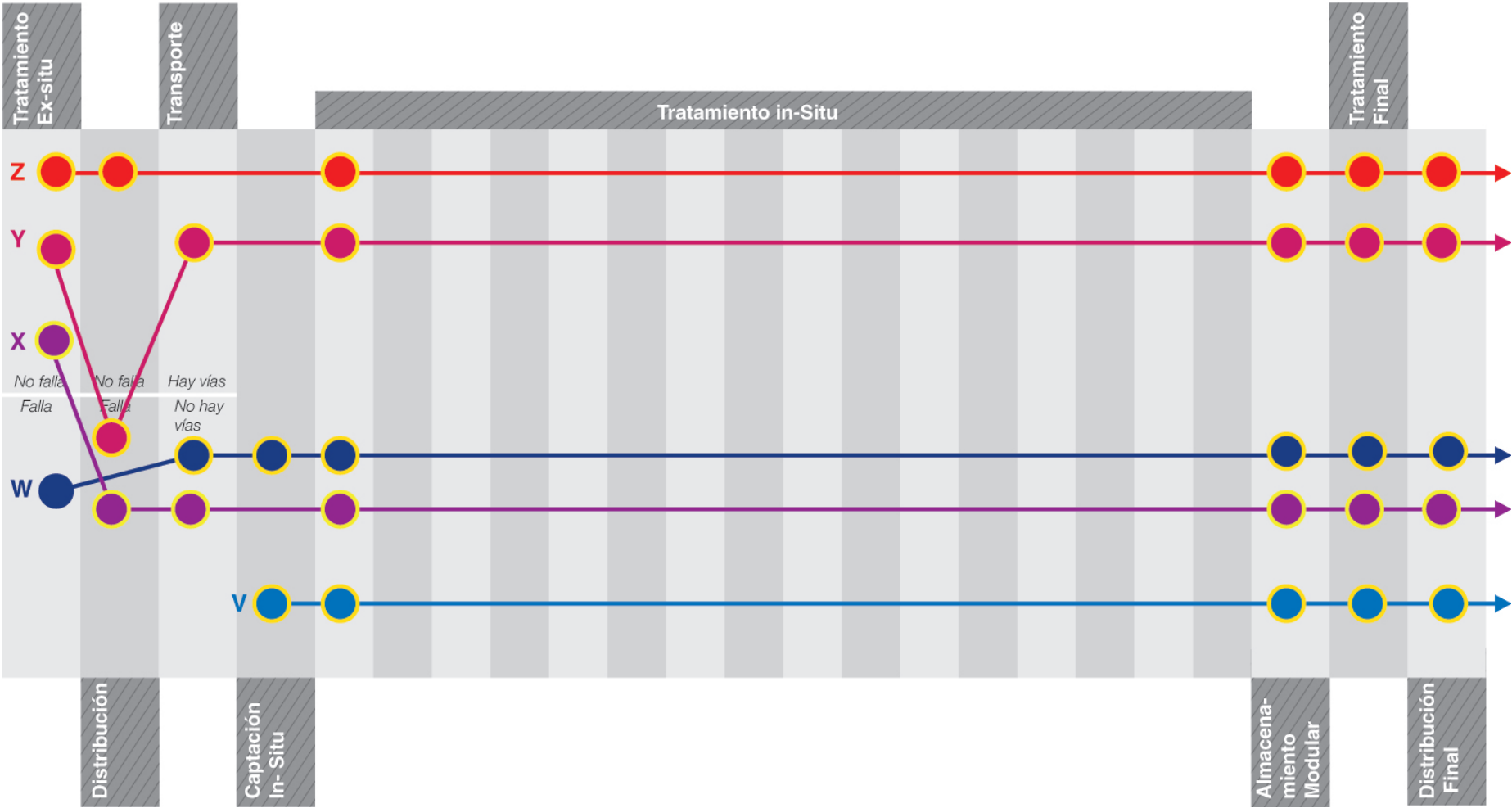
La planta de tratamiento convencional se mantiene intacta pero la red de acueducto no y tampoco se puede transportar el agua por vía terrestre. Es necesario buscar fuente in situ.

Escenario W:

La planta de tratamiento convencional no opera, se debe hacer captación y tratamiento portátil y se puede transportar el agua por vía terrestre.

Escenario V:

La planta de tratamiento convencional no opera, no hay red y/o no hay vías de transporte terrestre, se debe hacer captación y tratamiento portátil y se puede transportar el agua por vía terrestre. Es necesario buscar fuente in situ.



Escenarios
Agua Potable

4. Criterios de Demanda

En cuanto a la demanda se estimaron parámetros generales que no varían según el escenario planteado, ya que el agua debe cumplir con unas características determinadas sin importar la cantidad de población atendida y los posibles daños que se puedan presentar ya sea en la red, en la planta original o en las vías de transporte. A continuación se explican más claramente cada uno de los parámetros tenidos en cuenta. Estos criterios son basados en la prestación del servicio.

Calidad

El agua debe cumplir con ciertos requisitos, físicos, químicos y microbiológicos según las normas técnicas de calidad, que la hacen apta para el consumo humano sin producir efectos adversos a la salud. Sin embargo en casos de emergencia existen parámetros de cumplimiento mínimos que garantizan un suministro adecuado de agua consumible a la población.

Para emergencias que presenten una duración inferior a 1 mes, los parámetros que se deben garantizar son los siguientes: **(Tabla 1)**

Para emergencias de duración superior es necesario cumplir un número superior de parámetros de la calidad del agua de salida antes de ser suministrados al consumidor. **(Ver anexo 1)**

Criterios de demanda

Parametros Fisicoquimicos		
Determinación		Concentración o Valor
Cloro Residual		0.5 - 1 ppm*
Turbiedad	Aguas Subterráneas	10 UNT
	Aguas Superficiales	5 UNT
Iones hidronio (pH)		6.5 - 8.5

* 1 ppm (parte por millón) equivale a 1 mg / lt (miligramo por litro.) [5]

Tabla 1.
Parámetros fisicoquímicos

Cantidad

En situaciones de emergencia se necesario brindar la dotación de agua en el menor tiempo posible a la población afectada, para lo cual se establecen medidas que permitan aumentar su disponibilidad, en algunas ocasiones con fuentes alternas de agua.[1]

En el momento de la emergencia son sugeridos los valores de la **tabla 2** que fueron compilados bajo la dirección de la OMS , ACNUR y el Proyecto esfera, siendo la población más vulnerable (mujeres y niños) la que presenta mayor prioridad. Como factor de contingencia se sobre estimo el consumo de agua diario por habitante (25- 30 Litros/Habitante-día) para asegurar una dotación suficiente de agua por unidad habitacional. Dicho valor es adaptado para cada uno de los alojamientos según el número de población afectada, para así tener un estimativo del caudal requerido frente a la emergencia

Usabilidad

En primera instancia debido a la situación de emergencia se requieren tecnologías que ofrezcan simplicidad en su ensamble y permitan ser transportadas fácilmente por vías terrestres. Adicionalmente debido a la alta logística que se requiere para atender todos los servicios vitales de la población, cada tipo de alojamiento requiere de tecnologías que sean relativamente sencillas de manipular y no requieran de personal capacitado para su uso, sino una simple capacitación inicial.

Por otro lado es importante para todos los tipos de alojamiento, la disponibilidad de un distribuidor de agua, entiéndase como botellón, almohadilla, tanque que permita al usuario dotarse desde los puntos de abastecimiento globales.

Criterios de demanda

Necesidad Básica	Litros por persona / día	Observaciones
Consumo de agua para beber y utilizar con los alimentos	2.5-3	Depende del clima y la fisiología individual
Prácticas básicas de higiene	2-6	Dependen de las normas sociales y culturales
Cocina	3-6	Depende del tipo de alimentos, normas sociales y culturales.
Cantidad total de agua	7.5-15	Aproximado

Tabla 2.
Tabla simplificada de necesidades básicas en cuanto a cantidad de agua para asegurar la supervivencia [1]

5. Criterios de Oferta

5.1 Oferta tecnológica.

A continuación se mencionan las tecnologías por etapa, cada una de las tecnologías se encuentra ampliamente explicada en las fichas técnicas.

Etapa: Captación In-Situ

1. Bombas multietapa
2. Bombas sumergibles
3. Bombas manuales

Etapa: Tratamiento

4. Rejillas
5. Aireador
6. Aditivo de pre-oxidación (Cloro)
7. Coagulación- Floculación
8. Decantación
9. Filtros de arena
10. Filtración bicapa / TRICAPA
11. Filtración en CAG
12. Filtración en otro material (Arena verde)
13. Aditivo de oxidación intermediaria
14. Tanque de Break Point (Cloro)
15. Aditivo de pos Oxidación
16. Filtros con cartuchos
17. Filtros biológicos
18. Desinfección final
19. Filtro de suavización

Etapa: Almacenamiento modular

20. Tanques Rígidos
21. Tanques de Almohadilla
22. Tanques de flotación con cuello
23. Tanques desmontables o almohadilla grandes
24. Tanques de Ferrocemento
25. Tanques Subterráneos

Etapa: Distribución

20. Tanques Rígidos
21. Tanques de Almohadilla
26. Carro tanques

Etapa: Tratamiento final

27. Lámparas UV
28. Ozonizadores
29. Cloración
30. Microfiltros
31. Filtro múltiple casero
32. Filtro cerámico casero

Etapa: Distribución final

20. Tanques Rígidos
21. Tanques de Almohadilla

5.2 Criterios de Oferta:

A continuación se mencionan las principales consideraciones que se tuvieron en cuenta para la realización de la evaluación de las tecnologías. Cabe mencionar que las tecnologías fueron agrupadas según la finalidad de su uso y sus principales características.

Almacenamiento

Debido al importante papel que cumple el almacenamiento del agua en casos de emergencia por la discontinuidad del servicio vital a la población, se seleccionaron tecnologías que se encontraran comercialmente disponibles y que fueran fáciles de transportar y en algunos casos ensamblar en el sitio.

La evaluación de las tecnologías de almacenamiento para cada uno de los factores seleccionados se estimó cuantitativamente en un rango de 0 a 3, siendo 3 la máxima calificación que corresponde a una respuesta tecnológica comercial que cumple con el demanda por parte de la población atendida, y cero (0) como la más baja calificación posible.

A continuación se describen cada uno de los factores tenidos en cuenta en la evaluación:

Cantidad:

Hace referencia a la capacidad de almacenamiento disponible como oferta comercial tecnológica que supla las necesidades de la población como demanda según el escenario evaluado. Para dicha evaluación se tuvo en cuenta que en casos de emergencia la cantidad de agua mínima para subsistir según su utilización.

Criterios de oferta

Calidad:

La calidad se evaluó bajo los siguientes criterios:

Facilidad de limpieza en caso de contaminación del agua almacenada

Material apropiado en cuanto a calidad y duración en el tiempo

Hermeticidad para evitar contaminación del agua almacenada

Usabilidad:

La usabilidad de una tecnología comprende los factores de uso que afectan su desempeño en un contexto y población específicos. Los criterios incluidos en la evaluación fueron los siguientes:

Modularidad: La modularidad hace referencia a la capacidad que tienen los tanques para poder aumentar su capacidad en el tiempo.

Compatibilidad: La compatibilidad se definió como la dependencia que tiene la tecnología con otras para poder tener un buen desempeño

Operabilidad: La Operabilidad hace referencia a la facilidad que tenga la tecnología para ser manipulada directamente por el usuario final.

Tratamiento.

Para todas las tecnologías y tipologías de tratamiento los criterios son los siguientes:

Cantidad:

Rango de caudales ofrecidos comercialmente disponibles que cumplan la demanda requerida para cada uno de los tratamientos.

Calidad:

Flexibilidad del tratamiento frente a su efectividad de desinfección del agua con respecto a todas sus características, físico-químicas, organolépticas, microbiológicas etc.

Usabilidad:

los criterios tomados en cuenta son modularidad, compatibilidad y operabilidad.

Captación.

Para las tecnologías de captación los criterios utilizados fueron los siguientes:

Cantidad:

capacidad de operación de los equipos de bombeo para los caudales requeridos.

Calidad:

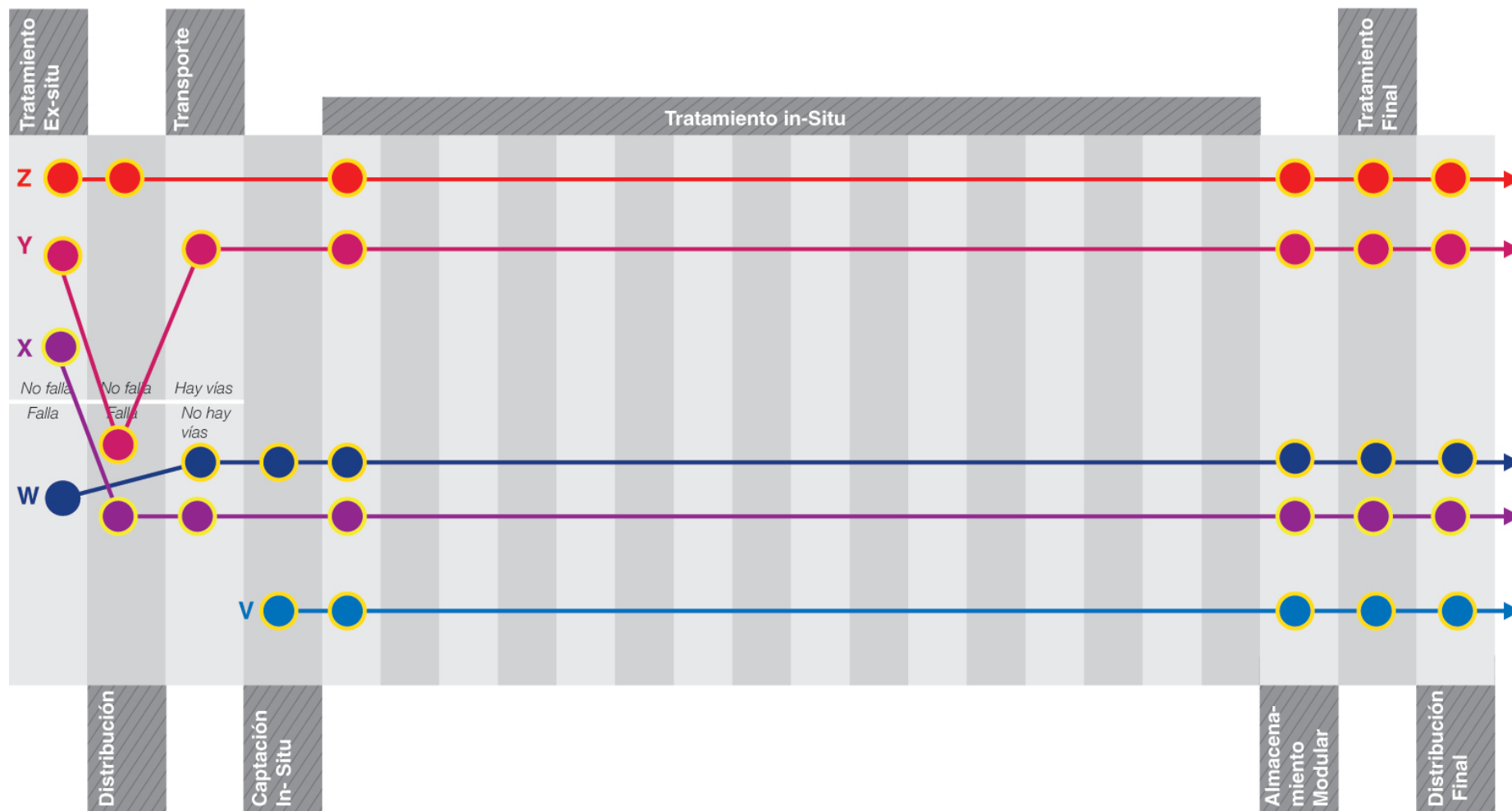
Flexibilidad, tipo de agua y mantenimiento.

Usabilidad:

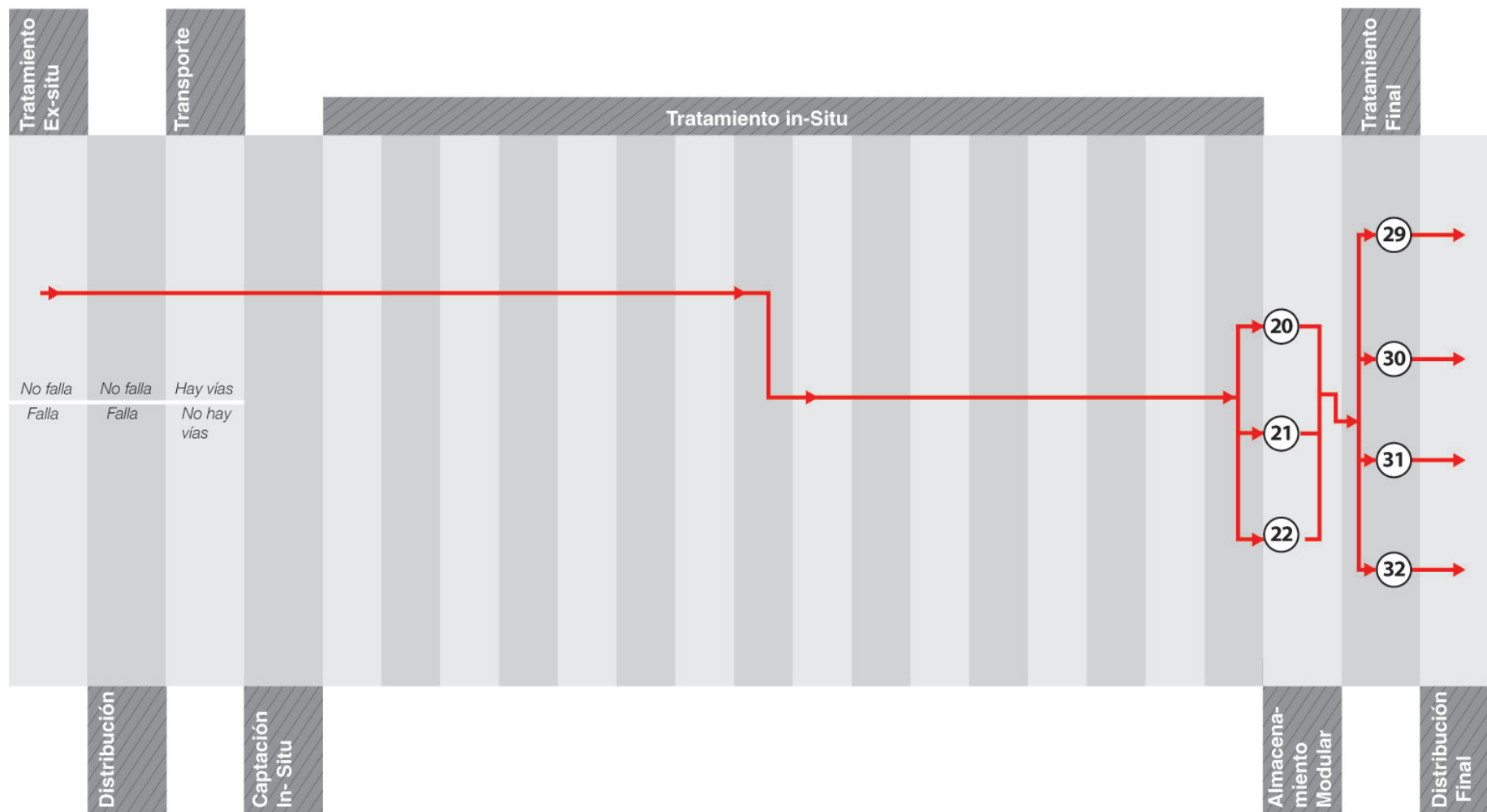
Operabilidad, es decir si el equipo operaba fácil o difícilmente, la compatibilidad o adaptación al medio de trabajo y el gasto energético.

6. Rutas de ensamble tecnológico.

Escenarios

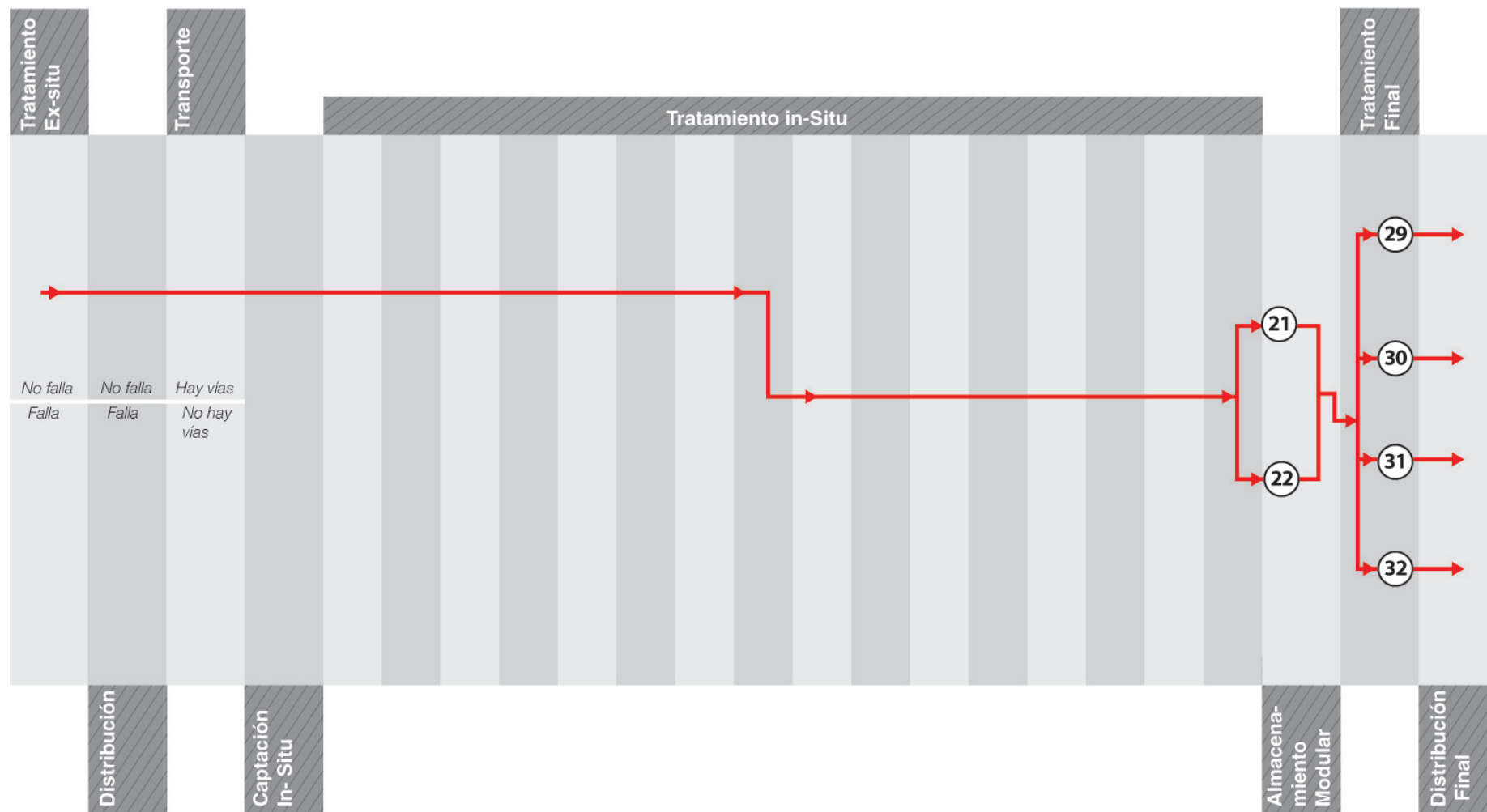


Escenario Z, Albergue Tipo 1



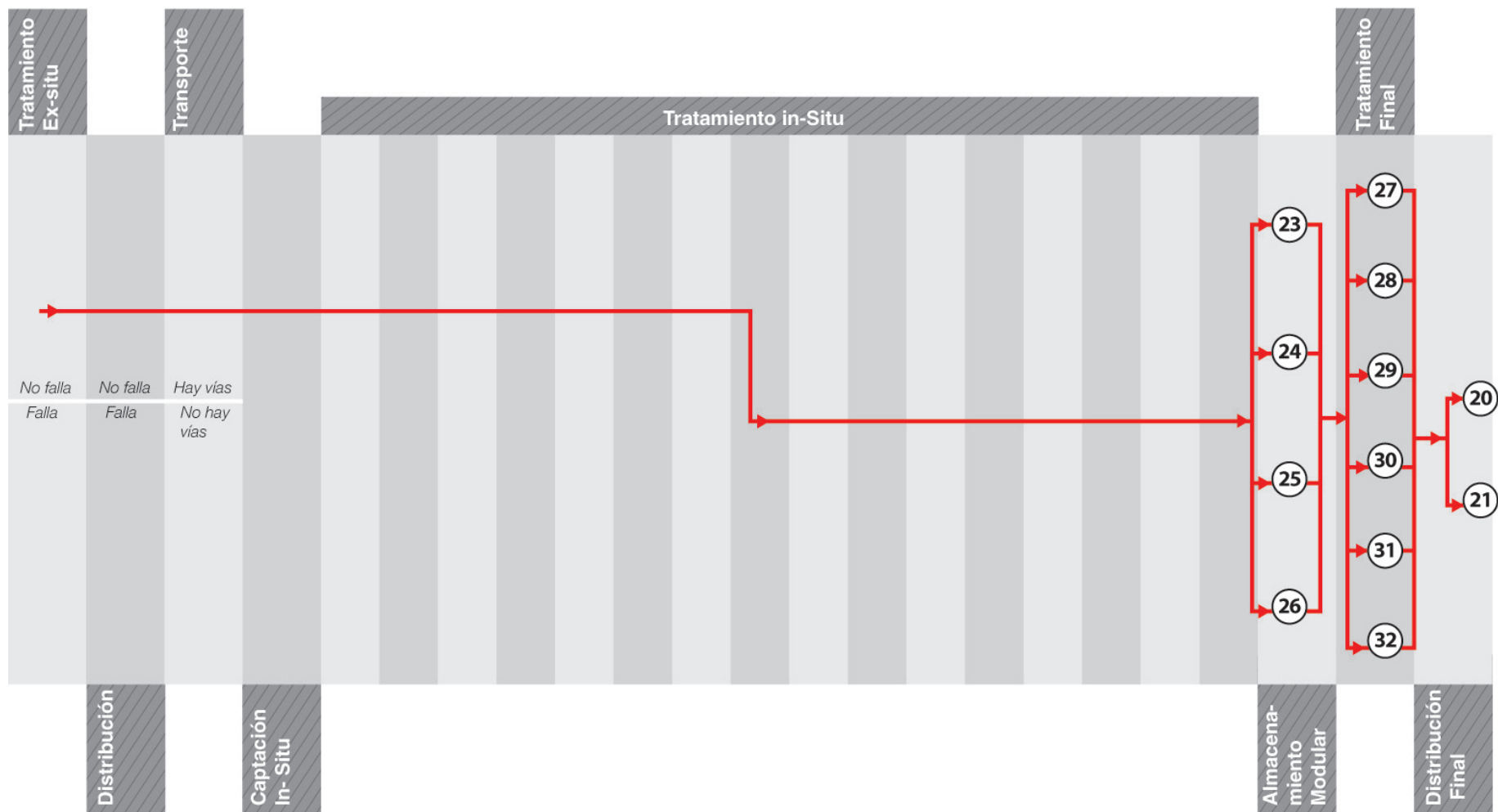
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario Z, Albergue Tipo 2



21 Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario Z, Albergue Tipo 3



20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

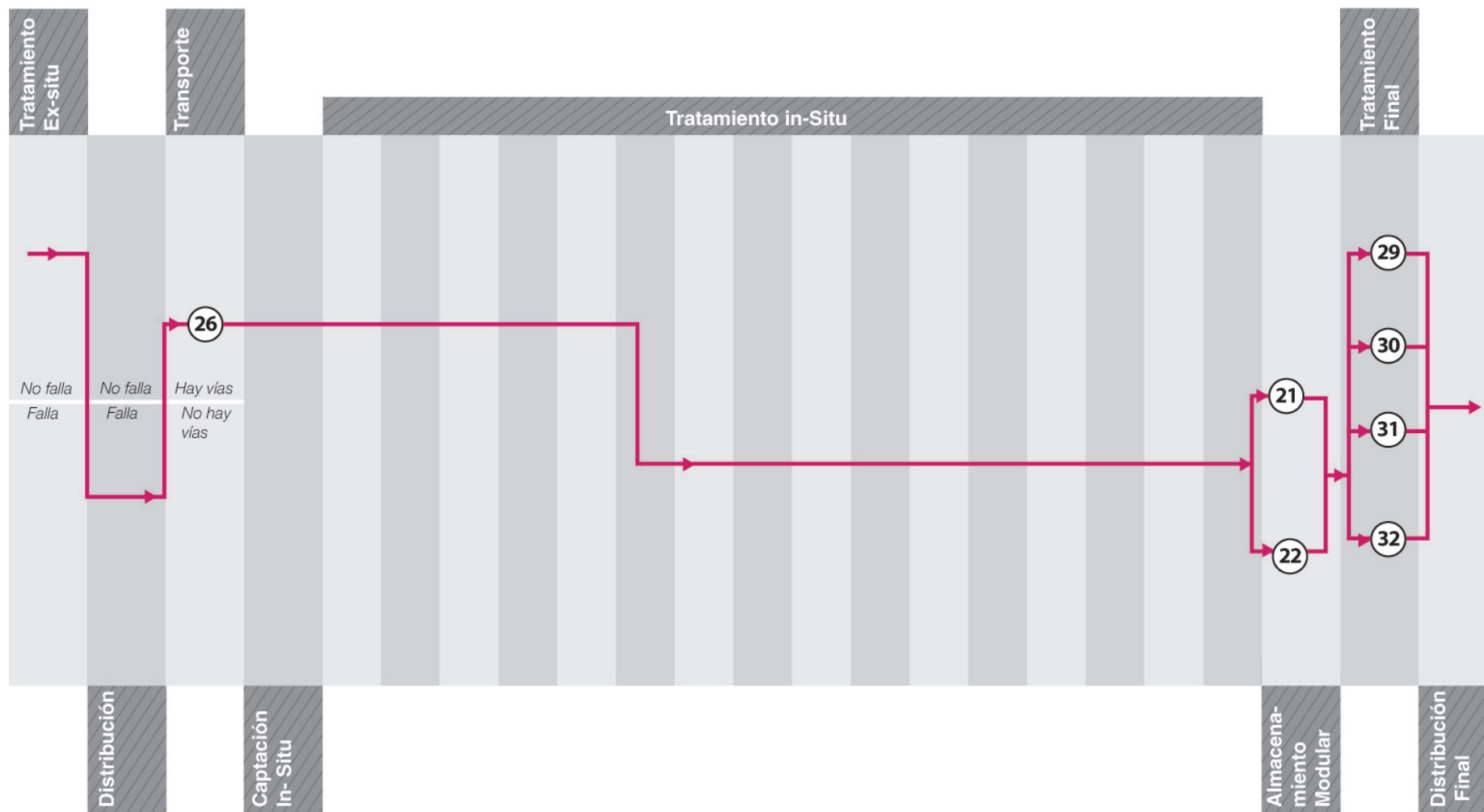
El diagrama de flujo describe la metodología de diagnóstico de fallas en sistemas de agua potable, organizada en etapas y acciones:

- Tratamiento Ex-situ:**
 - Acción: *No falla*
 - Falla: *Falla*
- Transporte:**
 - Acción: *No falla*
 - Falla: *Falla*
 - Acción: *Hay vías*
 - Falla: *No hay vías*
- Tratamiento in-Situ:** (Sección principal de diagnóstico)
- Almacenamiento Modular:**
 - Puntos de diagnóstico: 20, 21, 22
- Tratamiento Final:**
 - Puntos de diagnóstico: 29, 30, 31, 32
- Distribución:** (Etapa final)

Las flechas rojas indican el flujo de diagnóstico y las acciones correctivas entre estas etapas.

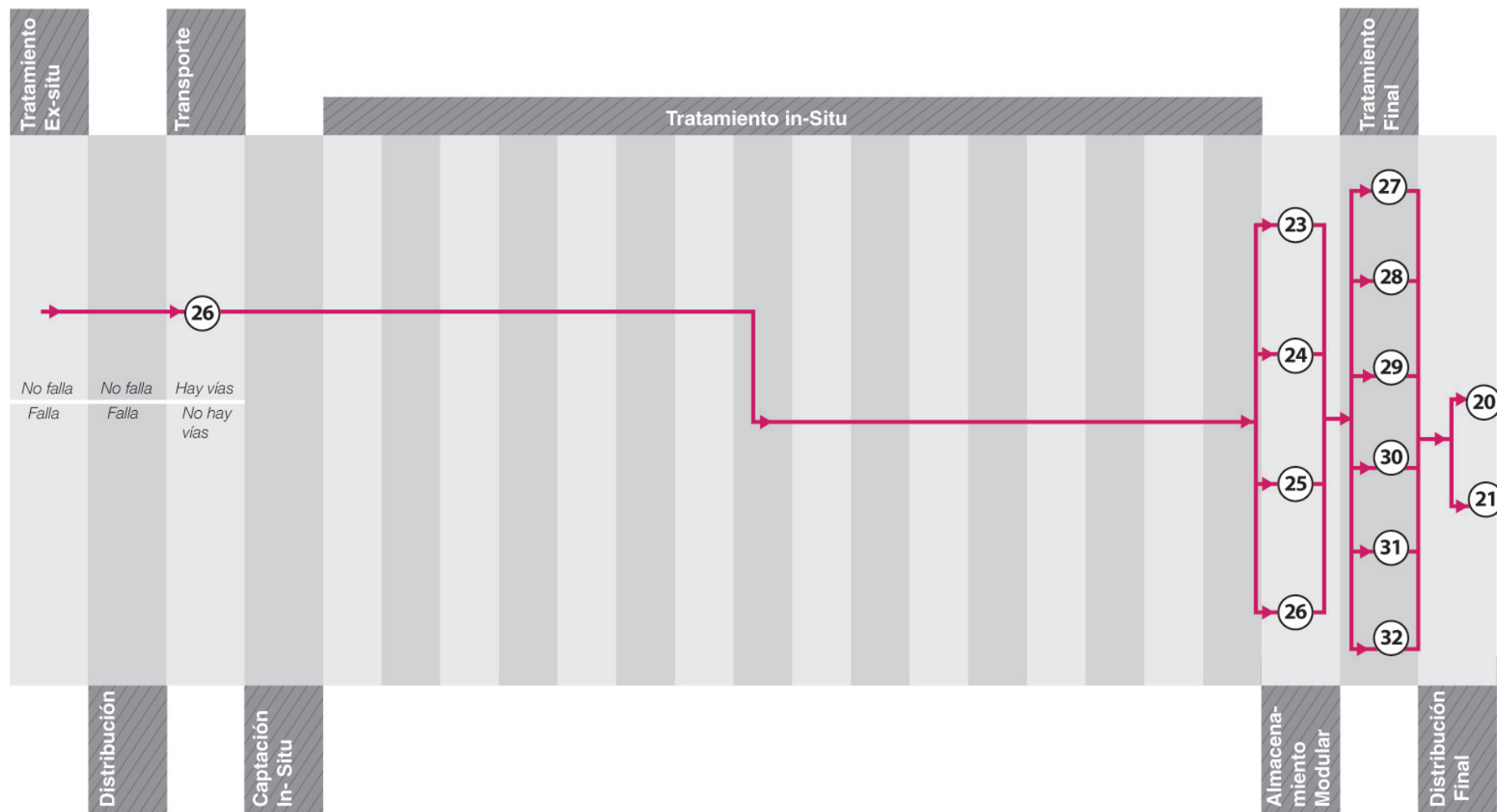
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario Y, Albergue Tipo 2



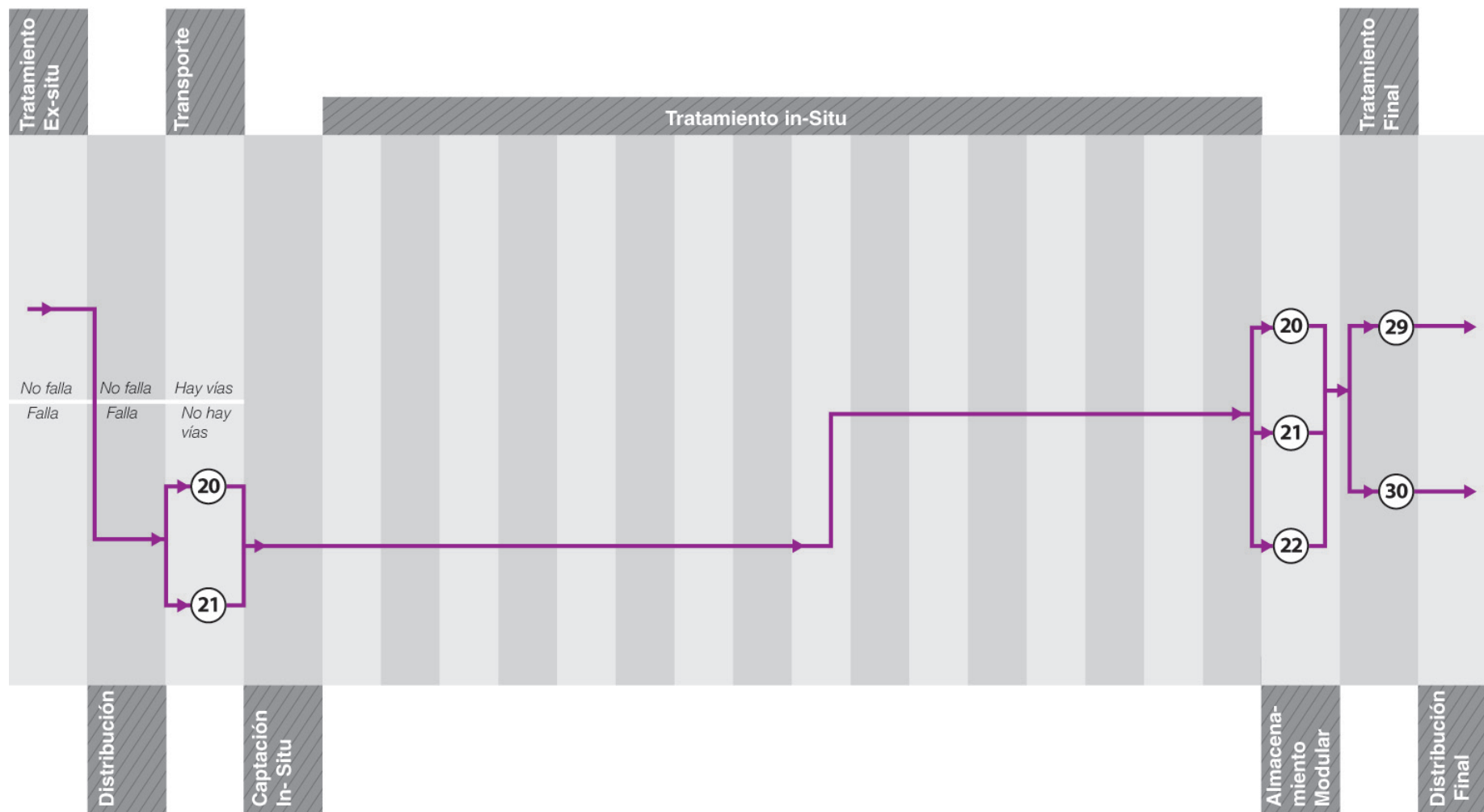
21 Tanques de almohadilla. 22 Tanques de flotación con cuello. 29 Cloración. 30 Microfiltros. 31 Filtro múltiple casero. 32 Filtro cerámico casero.

Escenario Y, Albergue Tipo 3



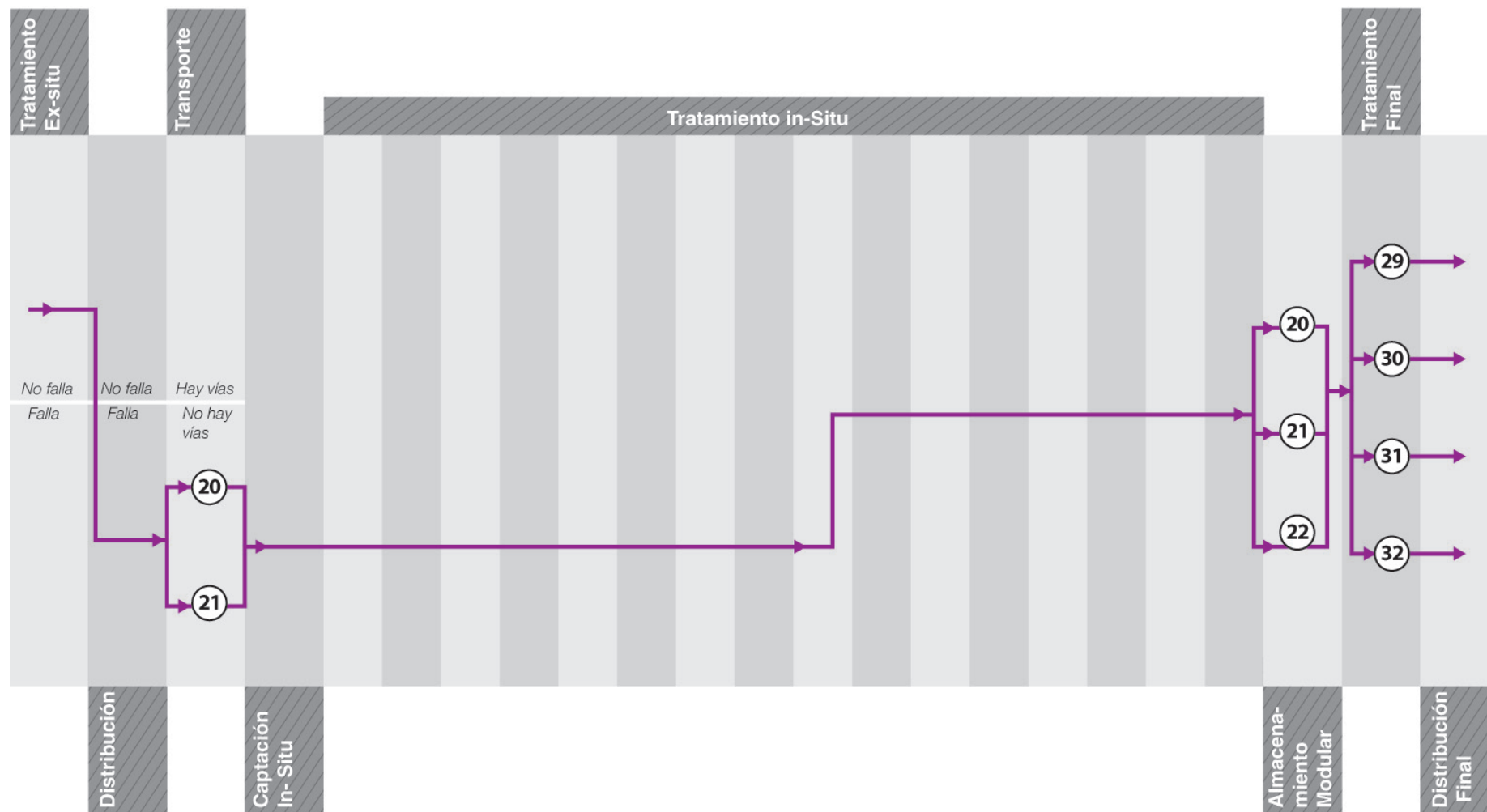
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **23** Tanques desmontables o almohadillas grandes. **24** Tanques de ferrocemento. **25** Tanques subterráneos. **26** Carro tanques. **27** Lámparas UV. **28** Ozonizadores. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario X, Albergue Tipo 1



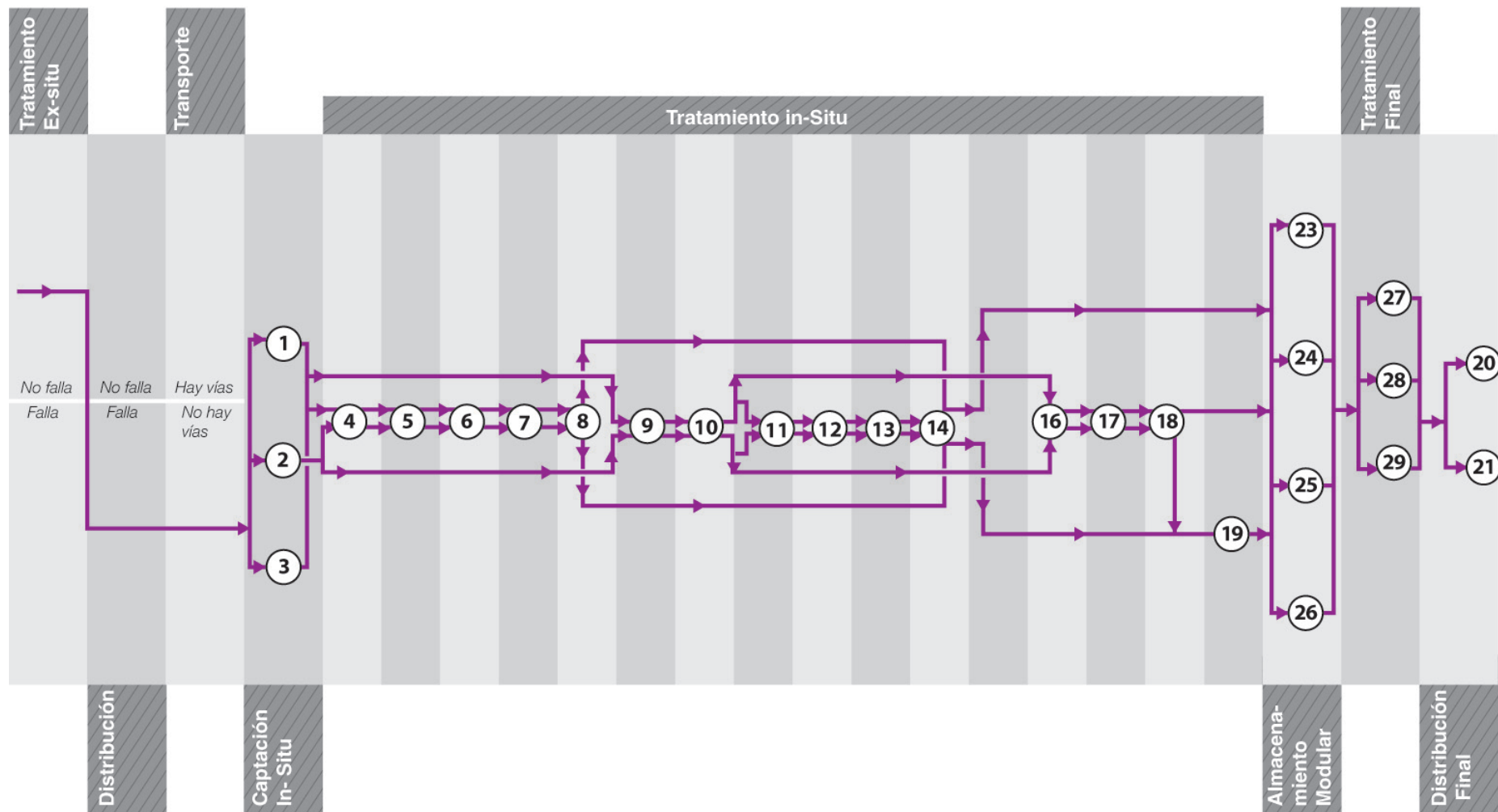
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario X, Albergue Tipo 2



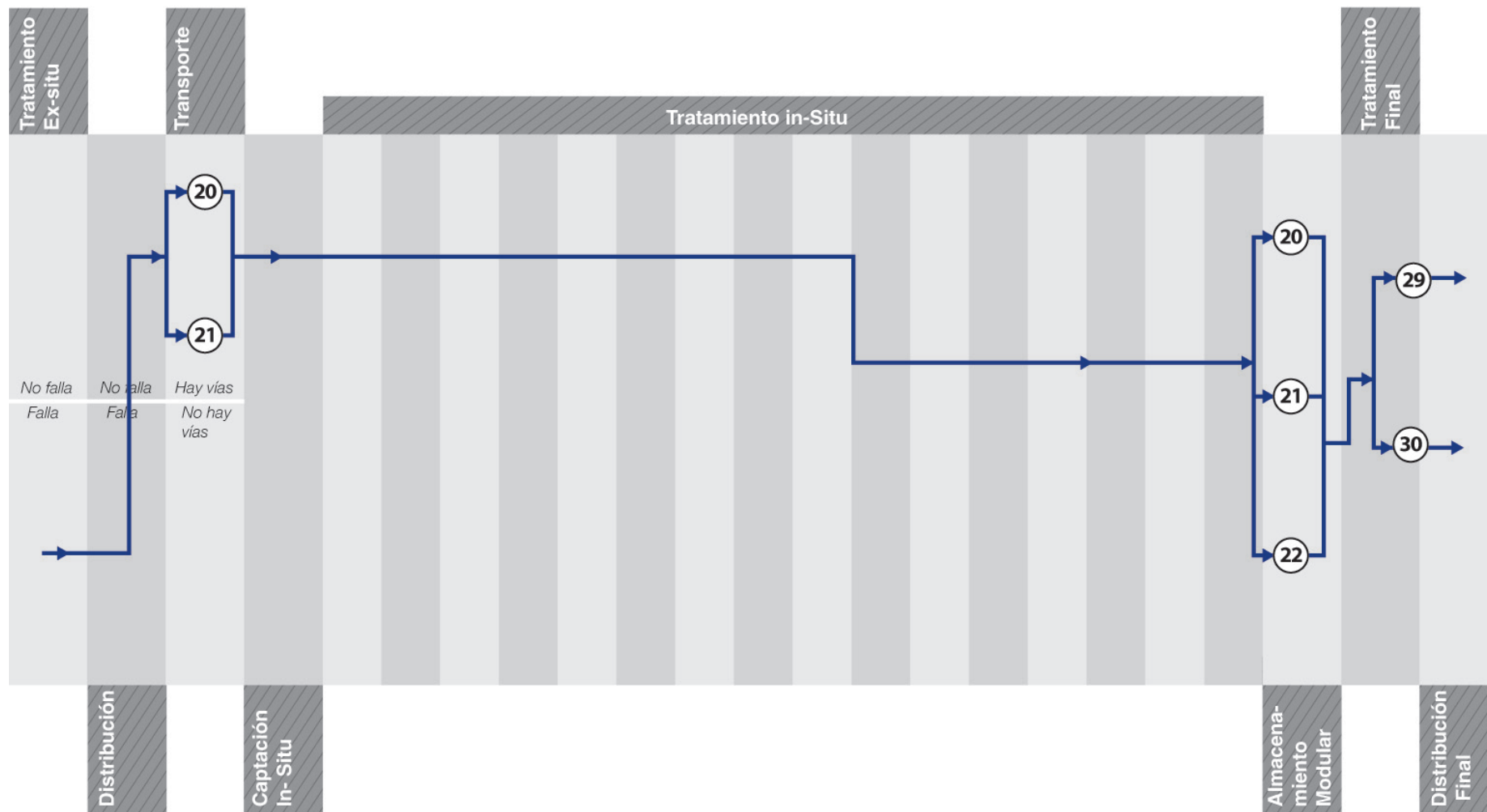
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario X, Albergue Tipo 3



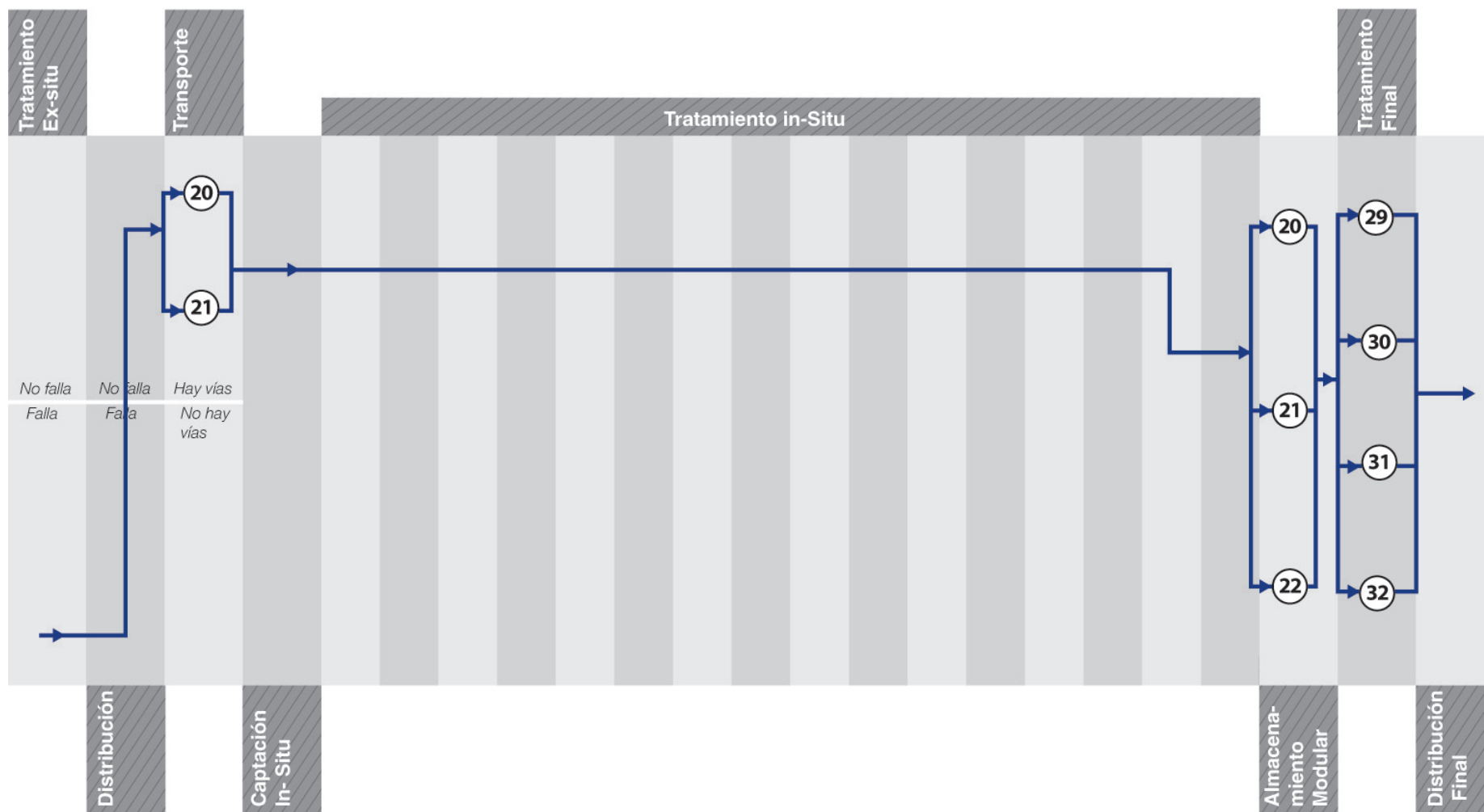
1 Bombas multietapa. **2** Bombas sumergibles. **3** Bombas manuales. **4** Rejillas. **5** Aireador. **6** Aditivo de pre-oxidación (Cloro) **7** Coagulación-floculación. **8** Decantación. **9** Filtros de arena. **10** Filtración bicapa / TRICAPA. **11** Filtración en CAG. **12** Filtración en otro material (arena verde). **13** Aditivo de oxidación. **14** Tanque de breakpoint (Cloro). **16** Filtros con cartuchos. **17** Filtros biológicos. **18** Desinfección final. **19** Filtro de suavización. **20** Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario W, Albergue Tipo 1



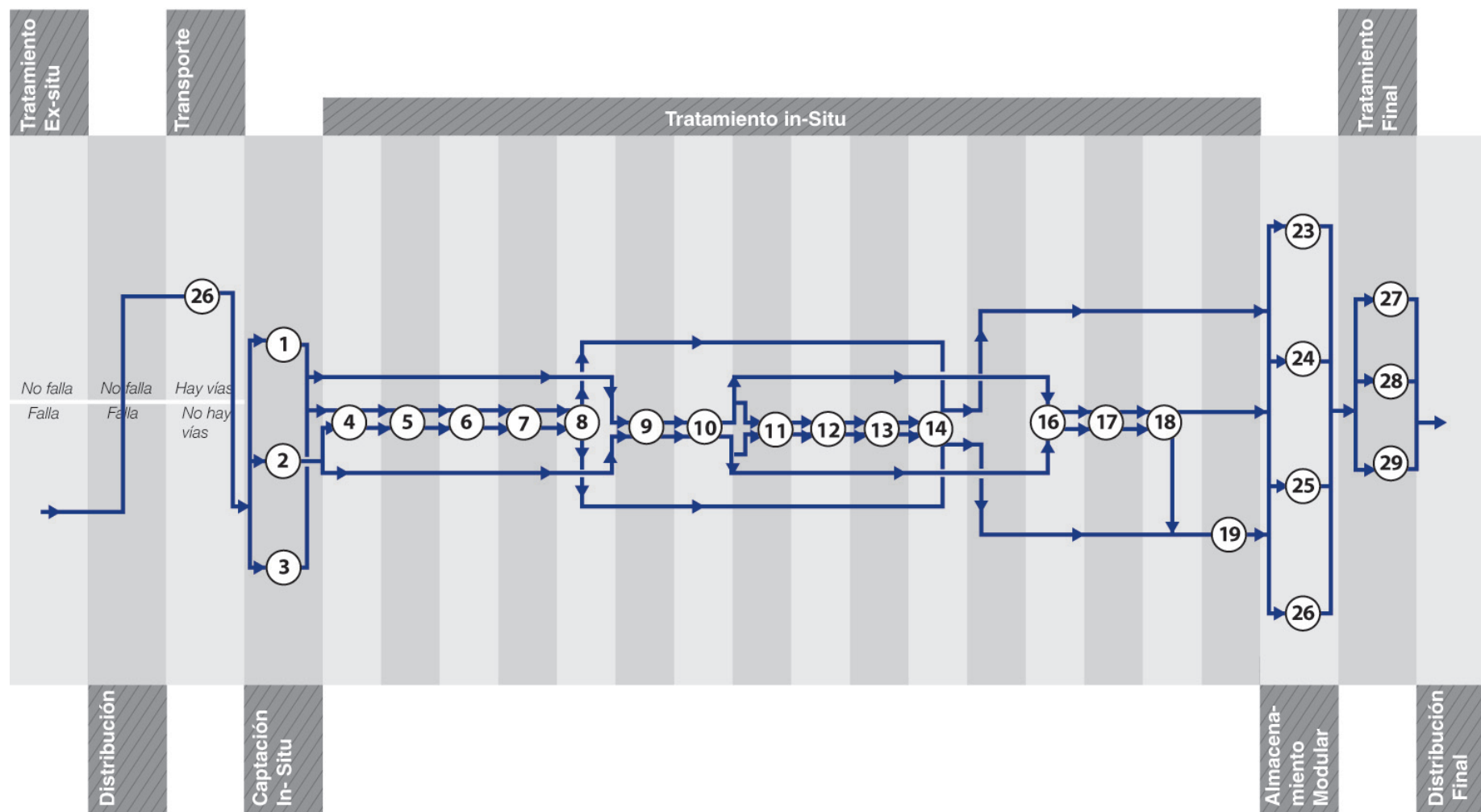
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros.

Escenario W, Albergue Tipo 2



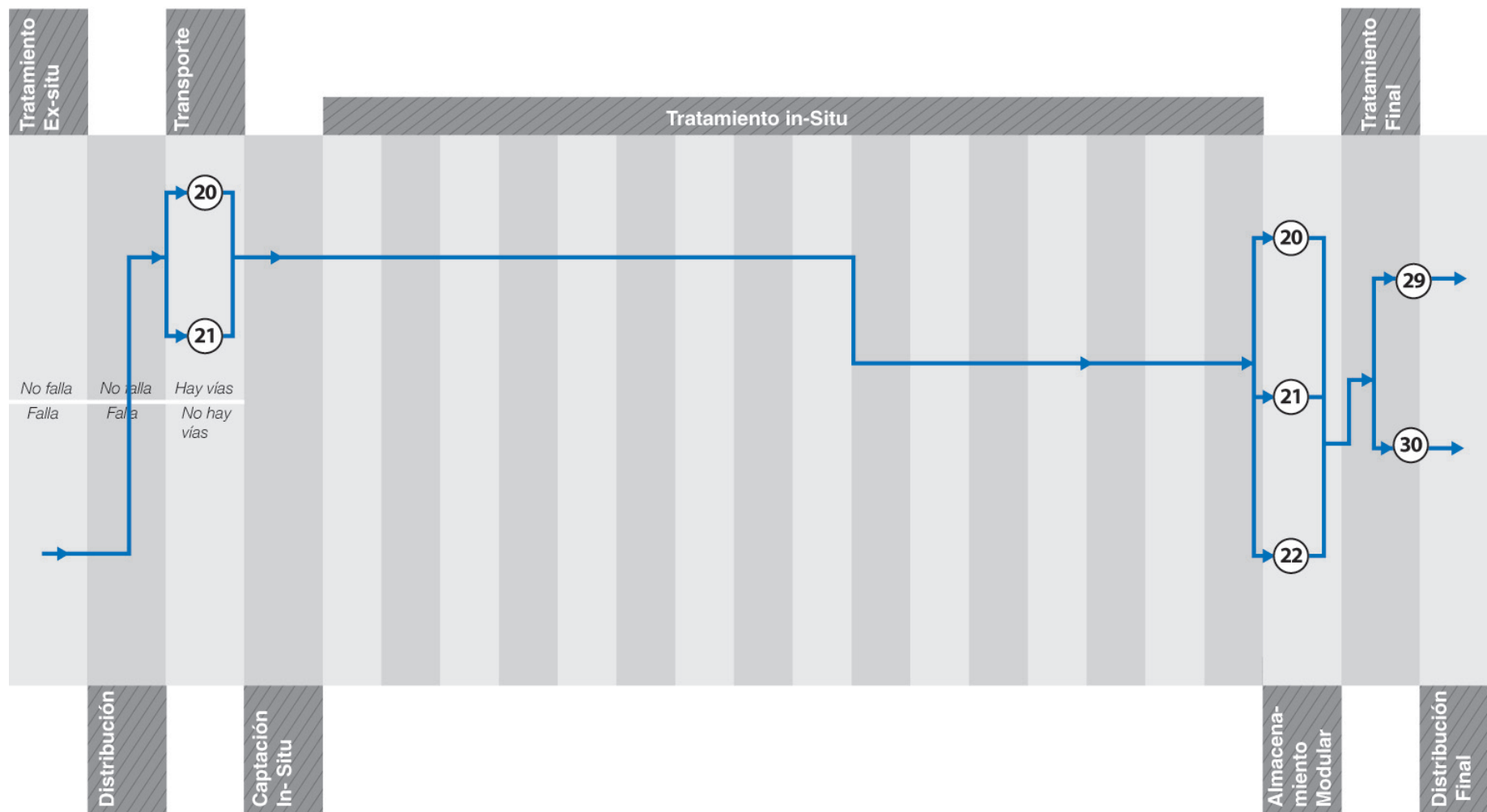
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario W, Albergue Tipo 3



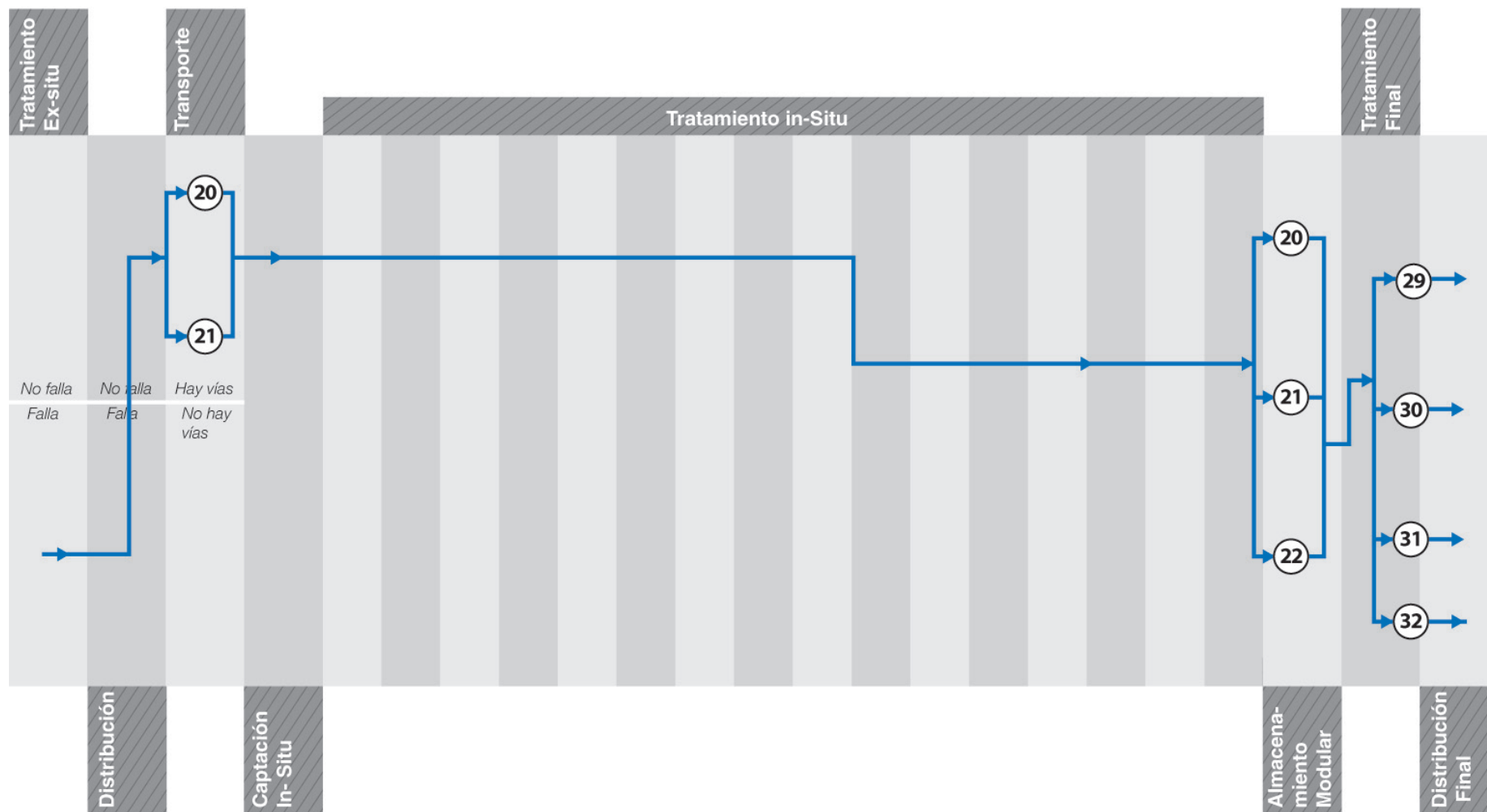
1 Bombas multietapa. **2** Bombas sumergibles. **3** Bombas manuales. **4** Rejillas. **5** Aireador. **6** Aditivo de pre-oxidación (Cloro) **7** Coagulación-floculación. **8** Decantación. **9** Filtros de arena. **10** Filtración bicapa / TRICAPA. **11** Filtración en CAG. **12** Filtración en otro material (arena verde). **13** Aditivo de oxidación. **14** Tanque de breakpoint (Cloro). **16** Filtros con cartuchos. **17** Filtros biológicos. **18** Desinfección final. **19** Filtro de suavización. **23** Tanques desmontables o almohadillas. **24** Tanques de ferrocemento. **25** Tanques subterráneos. **26** Carro tanques. **27** Lámparas UV. **28** Ozonizadores. **29** Cloración.

Escenario V, Albergue Tipo 1



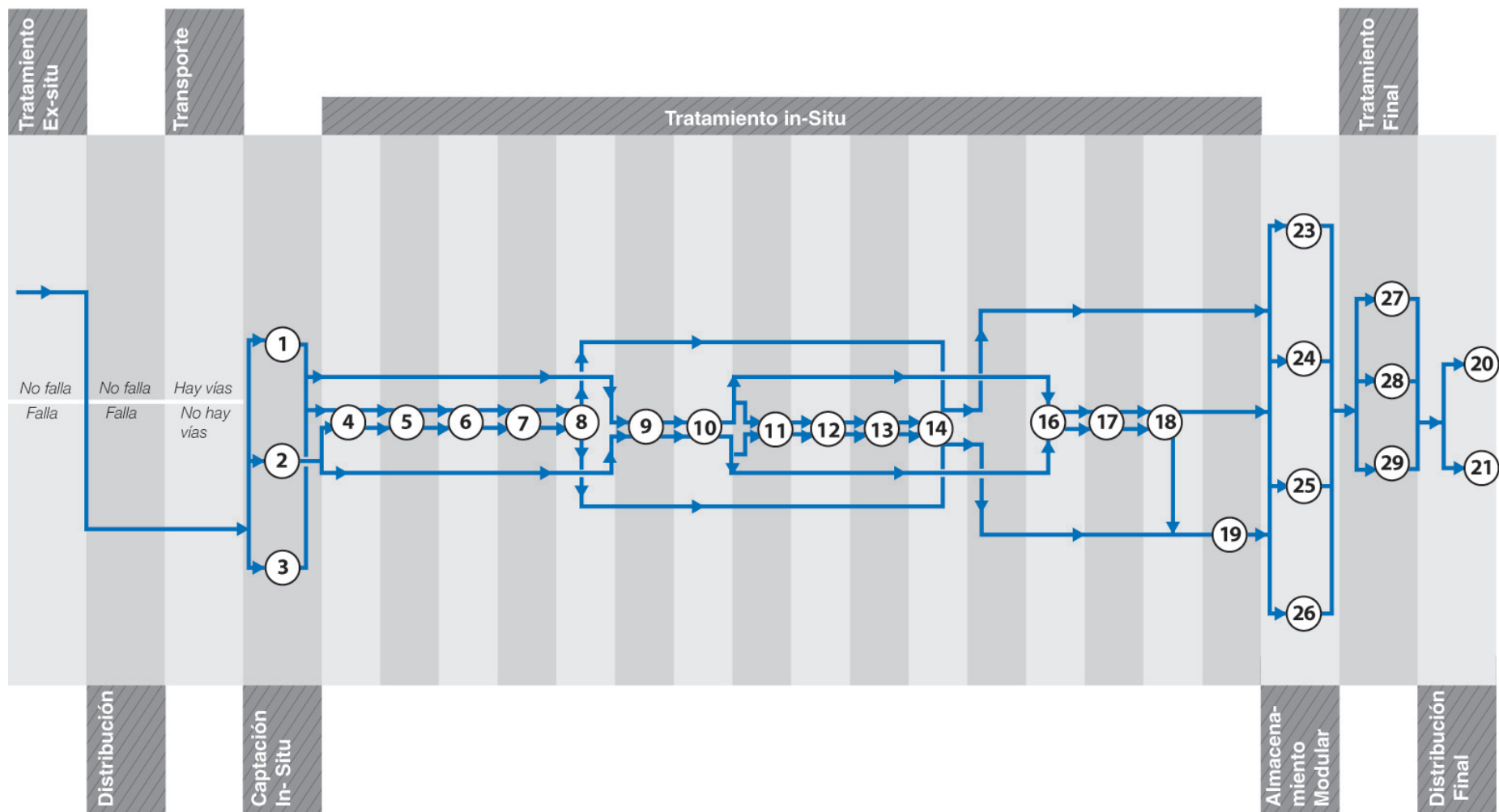
20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros.

Escenario V, Albergue Tipo 2



20 Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **22** Tanques de flotación con cuello. **29** Cloración. **30** Microfiltros. **31** Filtro múltiple casero. **32** Filtro cerámico casero.

Escenario V, Albergue Tipo 3



1 Bombas multietapa. **2** Bombas sumergibles. **3** Bombas manuales. **4** Rejillas. **5** Aireador. **6** Aditivo de pre-oxidación (Cloro) **7** Coagulación-floculación. **8** Decantación. **9** Filtros de arena. **10** Filtración bicapa / TRICAPA. **11** Filtración en CAG. **12** Filtración en otro material (arena verde). **13** Aditivo de oxidación. **14** Tanque de breakpoint (Cloro). **16** Filtros con cartuchos. **17** Filtros biológicos. **18** Desinfección final. **19** Filtro de suavización. **20** Tanques rígidos. **21** Tanques de almohadilla. **23** Tanques desmontables o almohadillas. **24** Tanques de ferrocemento. **25** Tanques subterráneos. **26** Carro tanques. **27** Lámparas UV. **28** Ozonizadores. **29** Cloración.

7. Resumen de Evaluación

Escenario Z

Alojamiento Tipo 1

- Rutas de ensamble I, VII, VIII

Alojamiento Tipo 2

- Rutas de ensamble V, I, II

Alojamiento Tipo 3

- Rutas de ensamble XXXIII, XXXIV, XXXVII

Escenario Y

Alojamiento Tipo 1

- Rutas de ensamble I, VII, VIII

Alojamiento Tipo 2

- Rutas de ensamble V, I, II

Alojamiento Tipo 3

- Rutas de ensamble XXXIII, XXXIV, XXXVII

Escenario X

Alojamiento Tipo 1

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 2

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 3

- Rutas de ensamble LXXV, LXXVII, LXXX

Escenario W

Alojamiento Tipo 1

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 2

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 3

- Rutas de ensamble LXXVII, LXXXIII, XCVIII

Escenario V

Alojamiento Tipo 1

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 2

- Rutas de ensamble I, II, III

Alojamiento Tipo 3

- Rutas de ensamble LXXVII, CI, CX

8. Bibliografía y Referencias

1. Guía para la Vigilancia y Control de Calidad del agua en Situaciones de Emergencia u Desastre. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente & Unidad de Saneamiento Básico.
2. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ras-2000. Título C. Sistemas de Potabilización. Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. Noviembre de 2000.
3. Gómez E. Lucevin (2009). Bogotá perforará 64 pozos subterráneos para tener agua en casos de emergencia. [Consultado Abril 2009]. Disponible en <<http://www.eltiempo.com/colombia/bogota>>.
4. Naciones Unidas, Comisión económica para América Latina y el Caribe. El terremoto del 13 de enero de 2001 en El Salvador. Impacto socioeconómico y ambiental. 21 de febrero de 2001.
5. Guía para la Vigilancia y Control de Calidad del agua en Situaciones de Emergencia u Desastre. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente & Unidad de Saneamiento Básico.
6. Alvaro Sanjinés. Presentación Suministro de agua potable en emergencias.
7. Productos: Compañía Europea del Agua S.A. [Consultado en enero de 2010]. Disponible en <<http://www.ceasaespana.com/html/esp/index.html>>.
8. Oxfam International. [Consultado en febrero de 2010]. Disponible en <<http://www.oxfam.org/en>>.
9. Proveedor KOLL IMPORTACIONES S.A. [Consultado en febrero de 2010]. Disponible en <<http://www.koollimportaciones.com>>
10. DAVIS, Jan Engineering in Emergencies Second Edition.2002.
11. [11] Technoflex. 3e Technology Co., Ltd. [Consultado en febrero de 2010]. Disponible en <<http://3eft.en.ecplaza.net/>>.
12. Survival and Emergency Preparedness Supplies. Survival Unlimited. [Consultado en enero de 2010]. Disponible en <<http://www.survivalunlimited.com/waterstorage.htm>>.
13. AQUINO, Tertuliano. Captación de agua lluvia y almacenamiento en tanques de Ferrocemento [en línea]. 2006 Instituto Politécnico Nacional. Disponible en internet: <http://www.libros.publicaciones.ipn.mx>
14. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ras-2000. Título C. Sistemas de Potabilización. Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. Noviembre de 2000.
15. H. B. Wright y W. L. Cairns. Trojan Technologies Inc. Desinfección de agua por medio de Luz Ultravioleta. 3020 Gore Road, London, Ontario, Canadá N5V 4T7.
16. R. Rojas Vargas, S. Guevara Vázquez. Filtros de mesa. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE. Lima, 2000.
17. PAVCO.SA [Consultado en febrero de 2010]. Disponible en <<http://www.pavco.com.co/>>.

18. Enrique Causa, Carlos Pinto, Santiago. Investigación sobre procesos de coagulación. Floculación de aguas en plantas de tratamiento. Chile, 1974.
19. Tuomas Rinne. Potabilización con diferentes coagulantes de aluminio y hierro. Mexico, 1998.
20. Filtros Multimedia..Tecnología Aquatica,S.A de C.V Citado Junio de 2010. Disponible en <<http://www.aquatica.com.mx>>.
21. Chemical- Free Drinking Water Treatment. Mainstream Water Solutions Inc. [Consultado en febrero de 2009]. Disponible en <<http://www.mainstreamwater.com>>.
22. FESTA. Sistemas para el ablandamiento de aguas por membranas. Citado Junio de 2010 Disponible en <<http://filtrosyequipos.com/softanano.htm>>
23. Química Tritón, S.A. de C.V. [Consultdo en febrero de 2010]. Disponible en <<http://quimicatriton.sitiosprodigy.com.mx>>.

9. Anexos

Anexo A: Fichas Técnicas

Anexo B: Formato de Evaluación por Ruta de Ensamble Tecnológico

Anexo A. Fichas Técnicas

Anexo B. Formato de Evaluación