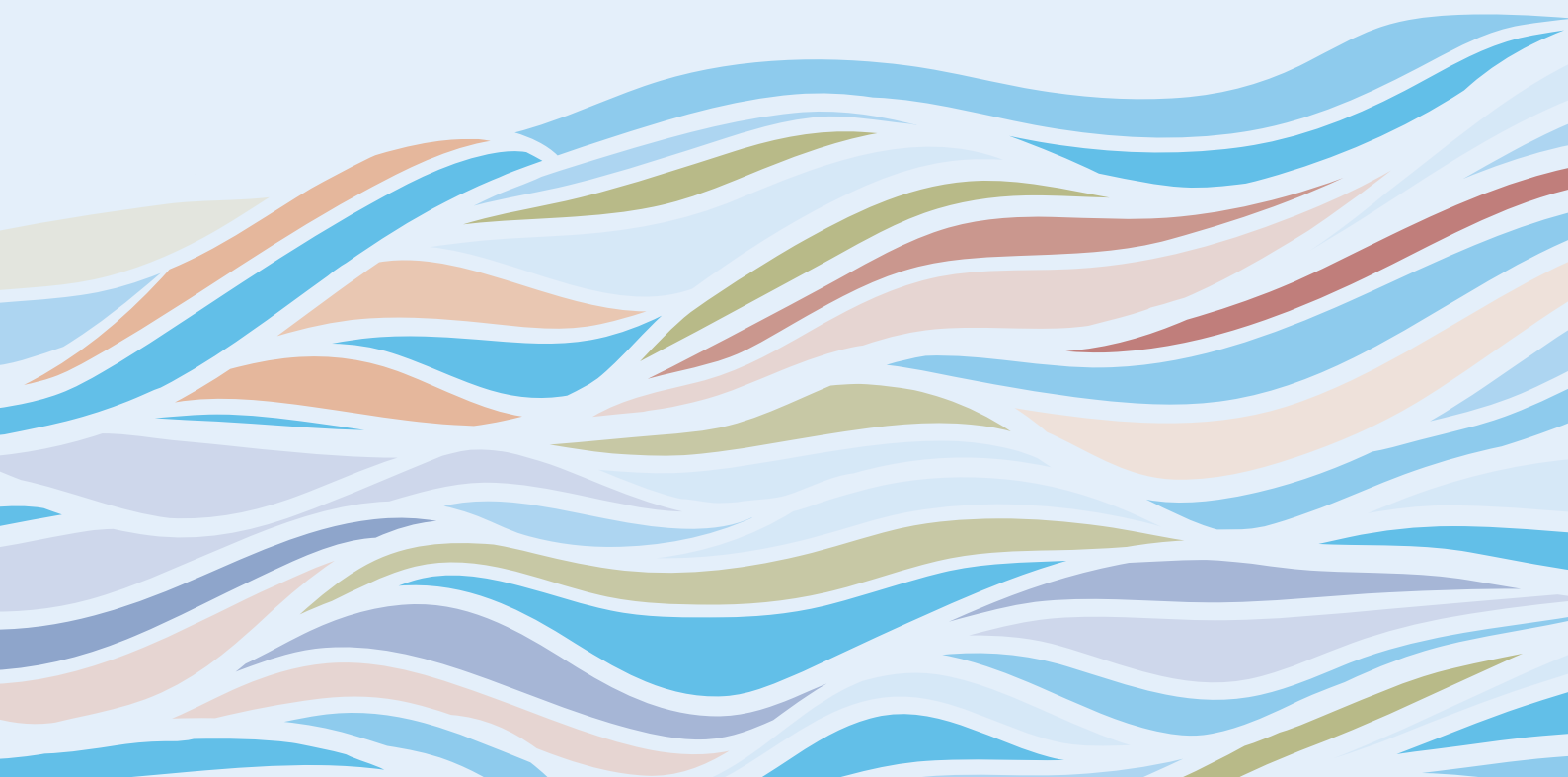




Convocar asociaciones mundiales
para el establecimiento de normas:
impulsar el acceso a la energía renovable
a partir de pequeñas centrales hidroeléctricas

Lineamientos técnicos para pequeñas centrales hidroeléctricas Folleto



AVISO LEGAL

El presente documento se ha elaborado sin edición oficial de las Naciones Unidas. Las denominaciones y la forma en que aparecen presentados los datos en este documento no implican, por parte de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites, o de su sistema económico o grado de desarrollo. Las denominaciones "desarrollado", "industrializado" y "en vías de desarrollo" se utilizan con fines estadísticos y no expresan necesariamente un juicio sobre la fase alcanzada por un determinado país o zona en el proceso de desarrollo. La mención de nombres de empresas o productos comerciales no constituye ninguna aprobación por parte de la ONUUDI. Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información aquí contenida, ni la ONUUDI ni sus Estados Miembros asumirán responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse del uso del material. El presente documento podrá citarse o reproducirse libremente, pero se ruega que se cite su procedencia.

© 2019 ONUUDI / INSHP - Todos los derechos reservados

Convocar asociaciones mundiales
para el establecimiento de normas:
impulsar el acceso a la energía renovable
a partir de pequeñas centrales hidroeléctricas

Lineamientos técnicos para pequeñas centrales hidroeléctricas Folleto



Índice

1. Prólogo	4
2. Breve descripción de la ONUDI y el INSHP	5
3. ¿Qué son las PCH y los LT?	6
4. ¿Por qué son importantes las PCH y los LT?	7
5. ¿Qué van a hacer las PCH y los LT?	8
6. PCH/LT: contenido	9
6.1 Términos y definiciones	9
6.2 Diseño	10
Parte 1: Planificación de la selección del sitio	10
Parte 2: Hidrología	11
Parte 3: Ingeniería geológica	11
Parte 4: Ingeniería hidráulica y cálculo energético	12
Parte 5: Diseño de ingeniería y estructura hidráulica	13
Parte 6-1: Maquinaria hidráulica y turbogenerador	14
Parte 6-2: Sistema eléctrico	14
Parte 6-3: Obras hidromecánicas	15
Parte 7: Planificación de la construcción	16
Parte 8: Evaluación del impacto social y medioambiental	16
Parte 9: Estimación de los costos del proyecto	17
Parte 10: Evaluación económica	17
Parte 11: Elaboración de informes	17

6.3 Unidades	18
Parte 1: Turbinas hidráulicas	18
Parte 2: Turbogenerador hidráulico	19
Parte 3: Sistema del gobernador de turbinas hidráulicas	20
Parte 4: Sistema de excitación	20
Parte 5: Valores principales	21
Parte 6: Sistema de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa	21
6.4 Construcción	22
Parte 1: Obras de ingeniería civil y estructuras hidromecánicas	22
Parte 2: Instalación de equipos electromecánicos	23
6.5 Gestión	24
Parte 1: Gestión de la construcción del proyecto	24
Parte 2: Funcionamiento y mantenimiento	25
Parte 3: Renovación técnica	25
Parte 4: Aceptación de proyectos	26
7. Pasos para el desarrollo sostenible de las PCH	27
8. El camino a seguir	27

1. Prólogo



A pesar de ser un pilar para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la energía limpia y renovable solo es accesible para un pequeño número de países de todo el mundo. La energía renovable disponible debe convertirse en una herramienta para catalizar el desarrollo y satisfacer las necesidades humanas básicas. Además, el mandato de Desarrollo Industrial Sostenible e Inclusivo (ISID, por sus siglas en inglés) de la ONUDI se basa en la energía renovable.

En este sentido, las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) se han convertido en una importante solución de energía renovable para afrontar el reto de la electrificación ecológica. Sin embargo, el diseño y la aplicación de las PCH siguen estando poco desarrollados, sobre todo en los países en desarrollo, debido principalmente a la ausencia de lineamientos técnicos.

En respuesta a la creciente demanda de nuestros Estados miembros para proporcionar orientación sobre el desarrollo sostenible de las pequeñas centrales hidroeléctricas, la ONUDI se ha asociado con el Ministerio de Comercio (MOFCOM) del Gobierno de China, el Ministerio de Recursos Hídricos de la República Popular China (MWR), la Administración de Normalización de la República Popular China (SAC) y la Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (INSHP) para producir este conjunto de herramientas. Nuestro objetivo es ayudar a los Estados miembros y a las partes interesadas a hacer frente a la escasez de lineamientos técnicos, proporcionando herramientas con las que apoyar el desarrollo de sus propios sistemas hidroeléctricos.

Los Lineamientos Técnicos (LT) para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se crearon para que sirvieran de referencia en apoyo de la política, la tecnología y los ecosistemas actuales de un país. Los países con capacidades institucionales y técnicas limitadas se beneficiarán del desarrollo de plantas de PCH atrayendo inversiones, fomentando políticas favorables y ayudando al desarrollo económico a nivel nacional.

La ONUDI confía en que esta valiosa herramienta facilite el acceso de la tecnología a nuestros Estados miembros y socios. Por ello, fomentamos su uso con fines de formación y adquisición de conocimientos.

Agradecemos a nuestros socios su colaboración en la creación de un futuro con energía hidroeléctrica sostenible.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Li Yong'.

LI Yong
Director General de UNIDO

2. Resumen

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)

La ONUDI es un organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas cuyo objetivo es promover un desarrollo industrial sostenible e inclusivo (ISID) a escala mundial. La relevancia del ISID como enfoque integrado de los tres pilares del desarrollo sostenible (social, medioambiental y económico) está reconocida por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los correspondientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que enmarcarán los esfuerzos de las Naciones Unidas y de los países hacia el desarrollo sostenible en los próximos 15 años. El mandato de la ONUDI para el ISID abarca la necesidad de apoyar la creación de sistemas energéticos sostenibles, ya que la energía es esencial para el desarrollo económico y social y para mejorar la calidad de vida. La preocupación y el debate internacionales sobre la energía han ido en aumento en las dos últimas décadas, en las que los problemas de la reducción de la pobreza, los riesgos medioambientales y el cambio climático han pasado a ocupar un lugar central.

Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (INSHP)

La INSHP es una organización internacional de coordinación y promoción del desarrollo mundial de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), que se basa en la participación voluntaria de los puntos focales regionales, subregionales y nacionales, las instituciones pertinentes, los servicios públicos y las empresas, y tiene como principal objetivo el beneficio social. El objetivo de la INSHP es promover el desarrollo mundial de las PCH mediante la cooperación técnica y económica triangular entre países en desarrollo, países desarrollados y organizaciones internacionales, con el fin de suministrar a las zonas rurales de los países en desarrollo una solución energética respetuosa con el medio ambiente, asequible y adecuada. Esto permite a las comunidades rurales aumentar las oportunidades de empleo, mejorar las condiciones medioambientales, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de electricidad, aliviar la pobreza, elevar el nivel de vida y cultural local y garantizar el desarrollo económico.

3. ¿Qué son las PCH y los LT?

A través de la cooperación mundial de expertos basada en experiencias de éxito, la ONUDI junto con la INSHP decidieron desarrollar los Lineamientos Técnicos para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (LT/PCH) a fin de satisfacer la demanda existente en los Estados miembros. Los LT abordan las limitaciones actuales de la normativa aplicada a los lineamientos técnicos de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) basándose en la experiencia y las mejores prácticas de todo el mundo. El objetivo de los LT es orientar a los países para que mejoren sus políticas, tecnologías y condiciones medioambientales actuales en materia de PCH. Los países que disponen de capacidades institucionales y técnicas limitadas podrán mejorar sus conocimientos en el desarrollo de PCH, atrayendo así más inversiones y fomentando al mismo tiempo políticas favorables, lo que contribuirá posteriormente a acelerar el desarrollo económico a escala nacional. Los LT son un activo valioso para todos los países, sobre todo porque permiten compartir los conocimientos técnicos y las mejores prácticas entre los países con capacidades técnicas limitadas.

Los LT son el resultado de un esfuerzo de colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la INSHP. Alrededor de 80 expertos internacionales y 40 organismos internacionales participaron en la preparación y revisión inter pares del documento; aportaron comentarios y sugerencias concretas para que los LT fueran profesionales y aplicables.



4. ¿Por qué son importantes las PCH y los LT?

Las PCH se consideran cada vez más una importante solución de energía renovable para responder adecuadamente al reto de la electrificación de las zonas rurales remotas. Sin embargo, mientras que la mayoría de los países de Europa, América del Norte y del Sur, así como China, cuentan con una gran capacidad instalada, en muchos países en desarrollo, el potencial de las PCH sigue sin explotarse, y su desarrollo se ve obstaculizado a menudo por la falta de buenas prácticas y de normas de desarrollo de PCH a escala mundial.

El desarrollo de las PCH es una práctica de ingeniería sistemática y requiere el apoyo técnico de múltiples disciplinas en las fases de planificación de la selección del sitio, estudio de prefactibilidad, estudio de factibilidad, construcción, instalación, explotación y gestión.

Instalaciones de
control automático



5. ¿Qué van a hacer las PCH y los LT?

Los LT pueden considerarse como principio y base para la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de PCH de hasta 30 MW. Los LT se dividen en los cinco temas clave siguientes, que abordan la naturaleza polifacética del desarrollo de las PCH:



Los términos y definiciones especifican los términos y definiciones técnicos profesionales utilizados habitualmente para las PCH.



Los lineamientos de diseño proporcionan lineamientos sobre requisitos básicos, metodología y procedimiento en cuanto a selección del sitio, hidrología, geología, diseño del proyecto, configuraciones, cálculos energéticos, hidráulica, selección de equipos electromecánicos, construcción, estimación de costos del proyecto, valoración económica, financiación, y evaluaciones sociales y medioambientales, con el objetivo, en última instancia, de lograr las mejores soluciones de diseño.



Los lineamientos de unidades especifican los requisitos técnicos de las turbinas de PCH, los generadores, los sistemas del gobernador de las turbinas hidroeléctricas, los sistemas de excitación y las válvulas principales, así como los sistemas de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa.



Los Lineamientos de construcción pueden utilizarse como documento de orientación técnica para la construcción de proyectos de PCH.



Los Lineamientos de gestión proporcionan orientación técnica para la gestión, el funcionamiento, el mantenimiento, la renovación técnica y la aceptación de proyectos de PCH.

6. PCH/LT: contenido

6.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

En el presente documento, se definen los términos técnicos profesionales y las definiciones que se utilizan habitualmente para las PCH.



TEMAS TRATADOS

Hidrología	Maquinaria hidráulica
Ingeniería geológica	Estructura hidromecánica
Ingeniería hidráulica y energía	Sistema eléctrico
Estructura hidráulica	Evaluación de impacto social y ambiental
Ingeniería de construcción	Evaluación económica e inversión en proyectos



6.2 DISEÑO

Los lineamientos de diseño proporcionan estrategias para los requisitos básicos, la metodología y el procedimiento, en cuanto a la selección del sitio, la hidrología, la geología, el diseño de proyectos, los cálculos energéticos, la hidráulica, la selección de equipos electromecánicos, la construcción, las estimaciones de costos del proyecto, la valoración económica, la financiación y las evaluaciones sociales y medioambientales, con el objetivo, en última instancia, de lograr las mejores soluciones de diseño.

DISEÑO PARTE 1: PLANIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DEL SITIO

Esta parte de los lineamientos de diseño especifica los principios generales de la planificación de la selección de sitios para proyectos de PCH, así como las metodologías, los procedimientos y los requisitos de resultados de la selección del sitio de la pequeña central hidroeléctrica (PCH).

TEMAS TRATADOS

Principios de planificación	Preparación del plano de sitio de construcción
Alcance de la planificación	Evaluación preliminar del impacto social y medioambiental
Métodos y etapas de planificación	Evaluación de la demanda de energía
Recopilación y análisis de datos básicos	Estimación de costos y evaluación de beneficios
Cálculo del potencial hidroeléctrico de la cuenca o subcuenca hidrográfica	Evaluación del sitio y secuencia de desarrollo
Estudios e investigaciones del sitio	Elaboración del informe de planificación de la selección del sitio

DISEÑO PARTE 2: HYDROLOGÍA

Esta parte de los lineamientos de diseño abarca los datos hidrológicos básicos y los métodos de cálculo para el análisis racional necesario de los principales parámetros hidrológicos, como precipitaciones, escorrentías, inundaciones y sedimentos aplicables durante la planificación, el diseño, la construcción y la explotación de una PCH.

TEMAS TRATADOS

Datos básicos	Inundación proyectada
Escorrentía proyectada	Curva de relación etapa-descarga
Curva de duración del caudal	Sedimentos, evaporación, régimen de hielo y otros
Análisis de marea baja	Comprobación de la racionalidad de los resultados

DISEÑO PARTE 3: INGENIERÍA GEOLÓGICA

Esta parte de los lineamientos de diseño aclara las disposiciones básicas sobre la investigación de ingeniería geológica de una estación de PCH; especifica los requisitos técnicos para la investigación en términos de aspectos de geología de área e ingeniería geológica de embalses y define los requisitos específicos para las tecnologías y los métodos de investigación que deben aplicarse en distintas etapas, en relación con los aspectos de ingeniería geológica de la zona de la presa, la vía de suministro de agua, la zona de la central eléctrica y los materiales de construcción naturales.

TEMAS TRATADOS

Disposiciones básicas	Investigación de ingeniería geológica de la vía de suministro de agua
Geología de área	Investigación de ingeniería geológica de la zona de la central eléctrica
Investigación de ingeniería geológica de la zona del embalse	Investigación geológica de materiales de construcción naturales
Investigación de ingeniería geológica de la zona de la presa	



DISEÑO PARTE 4: INGENIERÍA HIDRÁULICA Y CÁLCULO ENERGÉTICO

Esta parte de los lineamientos de diseño especifica los métodos y pasos de la ingeniería hidráulica y los cálculos energéticos para el desarrollo de las PCH, y abarca los aspectos que pueden intervenir en el diseño de las centrales hidroeléctricas, como la evaluación de la carga y el balance de carga de energía eléctrica.

TEMAS TRATADOS

Principios generales	Selección de la capacidad instalada y tamaño de la unidad
Cálculo de la escorrentía	Selección de la dimensión del canal de toma y el volumen diario del estanque de regulación
Cálculo de la energía hidráulica	Análisis de la acumulación de sedimentos en el embalse y cálculo del remanso
Predicción de carga y balance de carga eléctrica	Modos de funcionamiento de los embalses y características operativas a lo largo de los años
Selección del nivel de agua característico para la regulación y el control de inundaciones	Cifras
Selección de los niveles de embalse normal y muerto	

Aguas abajo de la pequeña central hidroeléctrica de Suoxi, en Hunan (China)



DISEÑO PARTE 5: DISEÑO DE INGENIERÍA Y ESTRUCTURA HIDRÁULICA

Esta parte de los lineamientos de diseño aclara las normas de diseño de control de inundaciones para las estructuras hidráulicas de una estación de PCH; define los requisitos específicos para el diseño de ingeniería general, así como la selección del tipo y el diseño de la estructura de retención de agua, la estructura de liberación de agua, la estructura de derivación, la casa de máquinas y la subestación transformadora, y especifica los requisitos técnicos para la supervisión de la seguridad de ingeniería y el rendimiento del hormigón y el acero. La altura aplicable de una presa de embalse en este documento es: 30 m para una presa de tierra y roca con rodillo, 50 m para una presa de enrocado revestida de concreto y 70 m para una presa de gravedad de hormigón (mampostería). Cuando se supera la altura mencionada, la norma de diseño del edificio y el margen de seguridad se determinarán remitiéndose a otras normas técnicas.

TEMAS TRATADOS

Norma de control de inundaciones	Estructura de derivación
Diseño de ingeniería general	Casa de máquinas
Estructura de retención de agua	Supervisión de la seguridad de ingeniería
Estructura de liberación	Resistencia del hormigón, durabilidad y rendimiento del acero

Pequeña central hidroeléctrica del río Dongjiao en Shanxi (China)





DISEÑO PARTE 6-1: MAQUINARIA HIDRÁULICA Y TURBOGENERADOR

Esta parte de los lineamientos de diseño especifica el diseño de selección de tipo y la disposición de la maquinaria hidráulica principal y auxiliar, el diseño de selección de tipo y la disposición de la turbina, así como el diseño de los sistemas de calefacción, ventilación y control de incendios de una estación de PCH. Incluye los principios básicos de la selección de tipos para diferentes máquinas, la selección y el cálculo de los parámetros básicos, la comparación de esquemas y los ejemplos de diagramas típicos de diferentes diseños de casas de máquinas.

TEMAS TRATADOS

Turbina	Sistema auxiliar
Generador	Sistema de extinción de incendios
Sistema del gobernador de turbinas	Diseño de la casa de máquinas
Valor principal de la turbina	

DISEÑO PARTE 6-2: SISTEMA ELÉCTRICO

Esta parte de los lineamientos de diseño establece los requisitos generales para el diseño del sistema eléctrico de una estación de PCH y define los requisitos técnicos específicos para la selección y disposición de las conexiones al sistema de potencia, la conexión eléctrica principal, la puesta a tierra, el alumbrado, la protección por relé, el sistema de control y otros equipos eléctricos.

TEMAS TRATADOS

Conexión de la central hidroeléctrica al sistema de potencia	Sistema de excitación
Cableado de conexión eléctrica principal	Sistema de control automático

TEMAS TRATADOS

Selección del transformador principal	Alimentación eléctrica de la central y de la región de la presa
Selección de equipos eléctricos de alta tensión	Fuente de alimentación operativa de CC
Sistema de protección contra sobretensiones y puesta a tierra del alumbrado	Sistema de videovigilancia
Sistema de iluminación	Comunicación
Disposición de los principales equipos eléctricos dentro y fuera de la central eléctrica	Reparación eléctrica y pruebas eléctricas
Dispositivos automáticos para la protección de relés y la seguridad del sistema	

DISEÑO PARTE 6-3: OBRAS HIDROMECAÑICAS

Esta parte de los lineamientos de diseño establece el contenido y los requisitos para el diseño de las obras hidromecánicas en una estación de PCH y proporciona requisitos específicos para la selección y disposición de los equipos hidromecánicos, los cálculos de diseño hidráulico y las medidas anticorrosión.

TEMAS TRATADOS

Contenido y requisitos del diseño	Anticorrosión de estructuras hidromecánicas
Selección y disposición de los equipos	Carga de trabajo de las estructuras hidromecánicas
Diseño y cálculo hidráulico	



DISEÑO PARTE 7: PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Esta parte de los lineamientos de diseño establece los principios para la planificación de la construcción de una estación de PCH y los requisitos específicos para la derivación del río, la construcción de las principales obras de ingeniería, la construcción y planificación de carreteras y transportes, la construcción de las instalaciones de la central, el diseño general de la construcción, el avance global de la construcción y las medidas de seguridad. La mayor parte de las orientaciones indicadas deberán simplificarse en consecuencia cuando se trate de centrales de menor capacidad (menos de 10 MW).

TEMAS TRATADOS

Construcción de una derivación del río	Diseño general de la construcción
Construcción de las obras principales	Programa general de construcción
Planificación de la construcción de carreteras y transportes	Seguridad en la construcción
Construcción de instalaciones	

DISEÑO PARTE 8: EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL

Esta parte de los lineamientos de diseño establece los principios generales, el contenido y los requisitos de una evaluación de impacto ambiental de un proyecto de construcción de una PCH. Dado que los países suelen contar con políticas sólidas en materia de evaluación del impacto social, el reasentamiento y la evaluación del impacto en la conservación del suelo y el agua, los estudios especiales generalmente quedan a cargo de los departamentos designados por cada país. Este documento solo ofrece orientaciones técnicas generales.

TEMAS TRATADOS

Evaluación del impacto ambiental	Evaluación del impacto social
Reasentamiento	Conclusión de la evaluación y asesoramiento
Conservación del suelo y el agua	

DISEÑO PARTE 9: ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

Esta parte de los lineamientos de diseño especifica cómo formular estimaciones de costos para proyectos de PCH y detalla cómo preparar los documentos de estimación de costos.

TEMAS TRATADOS

División de proyectos	Composición de los documentos de estimación de costos
Desglose de los gastos y costos unitarios	Preparación de la estimación de la inversión para la parte de construcción
Formulación de la estimación de costos en la construcción	

DISEÑO PARTE 10: EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta parte de los lineamientos de diseño establece los principios, el contenido, los métodos y los parámetros de la evaluación económica de los proyectos de PCH. Este documento es aplicable a la evaluación económica en las fases de estudio de prefactibilidad y factibilidad de los proyectos de PCH.

TEMAS TRATADOS

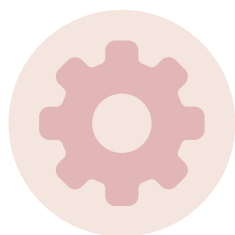
Cálculo de costos	Evaluación financiera
Cálculo de beneficios	Análisis de incertidumbre
Análisis económico	Método comparativo de propuestas

DISEÑO PARTE 11: ELABORACIÓN DE INFORMES

Esta parte de los lineamientos de diseño estipula los principios, el contenido, los requisitos y los esquemas de los diferentes informes necesarios para un proyecto de PCH en las fases de estudio de prefactibilidad y factibilidad.

TEMAS TRATADOS

Principios de elaboración de informes
Lineamientos para el informe del estudio de prefactibilidad
Lineamientos para el informe del estudio de factibilidad



6.3 UNIDADES

Los lineamientos de unidades especifican los requisitos técnicos de las turbinas de PCH, los generadores, los sistemas del gobernador de las turbinas hidroeléctricas, los sistemas de excitación y las válvulas principales, así como los sistemas de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa.

UNIDADES PARTE 1: TURBINAS HIDRÁULICAS

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos, la estructura de los componentes principales y los requisitos de materiales, el alcance del suministro, las piezas de repuesto, los documentos técnicos y los requisitos básicos para la inspección y la aceptación, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, la instalación, las pruebas, la puesta en servicio, las pruebas de rendimiento contractuales, el funcionamiento y el mantenimiento de las turbinas hidráulicas de PCH. Este documento es aplicable a las turbinas hidráulicas de PCH de potencia unitaria inferior a 10 MW; para las turbinas Francis y Pelton, el diámetro nominal del rodete es inferior a 1,0 m; para las turbinas de flujo axial, diagonal y tubular, el diámetro nominal del rodete es inferior a 3,3 m.

TEMAS TRATADOS

Condiciones del entorno de servicio	Inspección y aceptación
Requisitos técnicos	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Instalación, funcionamiento y mantenimiento
Documentos técnicos	Periodo de garantía de calidad

Aguas abajo de la pequeña central hidroeléctrica de Zhongxia, Guizhou (China)



UNIDADES PARTE 2: TURBOGENERADOR

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, las piezas de repuesto, los documentos técnicos, la inspección y la aceptación, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento para el turbogenerador síncrono trifásico de polos salientes de 50 Hz o 60 Hz con capacidad nominal de hasta 12,5 MWA conectado a una turbina.

TEMAS TRATADOS

Condiciones de servicio	Inspección y aceptación
Requisitos técnicos	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Instalación, uso y mantenimiento
Documentos técnicos	Periodo de garantía de calidad

Equipamiento de la pequeña central hidroeléctrica de Shiwang'andu (Zambia)





UNIDADES PARTE 3: SISTEMA DEL GOBERNADOR DE TURBINAS

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, las piezas de repuesto, los documentos técnicos, la inspección y la aceptación, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento para el sistema del gobernador de la turbina de la PCH. Este documento se aplica al gobernador electrohidráulico (en lo sucesivo denominado regulador) con una capacidad de trabajo de 350 N•m o superior, así como a un dispositivo de presión de aceite. Se recomienda utilizar el gobernador eléctrico o el limitador del gobernador con una capacidad de trabajo inferior a 350 N•m.

TEMAS TRATADOS

Condiciones de servicio	Inspección y aceptación
Requisitos técnicos	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Instalación, funcionamiento y mantenimiento
Documentos técnicos	Periodo de garantía de calidad

UNIDADES PARTE 4: SISTEMA DE EXCITACIÓN

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, piezas de repuesto, documentos técnicos, inspección y aceptación, embalaje, transporte, almacenamiento, instalación, funcionamiento y mantenimiento para el sistema de excitación de la PCH. Este documento se aplica al sistema de excitación de máquinas síncronas.

TEMAS TRATADOS

Condiciones de servicio	Prueba
Requisitos técnicos	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Instalación, funcionamiento y mantenimiento
Documentos técnicos	Periodo de garantía de calidad

UNIDADES PARTE 5: VALORES PRINCIPALES

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, piezas de repuesto, documentos técnicos, inspección, pruebas, embalaje, transporte, almacenamiento, instalación, puesta en servicio y funcionamiento y mantenimiento para las válvulas principales de la turbina de la PCH. Este documento es aplicable a las válvulas principales de la turbina de la PCH de tipo mariposa, esférica y de compuerta.

TEMAS TRATADOS

Requisitos técnicos	Aceptación y garantía
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Documentos técnicos	Instalación y soldadura
Pruebas	Funcionamiento y mantenimiento

UNIDADES PARTE 6: SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL, PROTECCIÓN Y FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE DIRECTA

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, las piezas de repuesto, los documentos técnicos, las pruebas, la inspección y la aceptación, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, la instalación, la formación, el funcionamiento y el mantenimiento para el sistema de supervisión, control y protección de la estación de PCH y el sistema de la fuente alimentación de corriente directa.

TEMAS TRATADOS

Condiciones de servicio	Aceptación del sitio
Requisitos técnicos	Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento
Alcance del suministro y piezas de repuesto	Instalación y formación
Documentos técnicos	Periodo de garantía de calidad
Inspección en fábrica	



6.4 CONSTRUCCIÓN

Los lineamientos de construcción pueden utilizarse como documento técnico de orientación para la construcción de proyectos de PCH.

CONSTRUCCIÓN PARTE 1: OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL Y ESTRUCTURAS HIDROMECAÑICAS

Esta parte de los lineamientos de construcción estipula los principios generales, las condiciones de construcción, los métodos de funcionamiento, los procedimientos de trabajo, los requisitos tecnológicos y las normas de calidad para las obras de ingeniería civil y las estructuras hidromecánicas en función de las características de construcción de las estaciones de PCH. Este documento incluye únicamente orientaciones técnicas sobre ingeniería de la construcción y excluye la gestión de la organización de la construcción.

TEMAS TRATADOS

Estudio de construcción	Construcción de estructuras hidráulicas
Derivación de la construcción	Instalación de estructuras hidromecánicas
Normativa básica para la construcción de obras civiles	Protección medioambiental

Equipamiento de
pequeñas centrales
hidroeléctricas
en Micronesia



CONSTRUCCIÓN PARTE 2: INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS

De acuerdo con las características de construcción de los proyectos de PCH, esta parte de los lineamientos de construcción estipula las normas básicas y los requisitos técnicos para la instalación de equipos electromecánicos. Este documento incluye únicamente orientaciones técnicas sobre ingeniería de la construcción y excluye la gestión de la organización de la construcción.

TEMAS TRATADOS

Instalación de unidades de turbogeneradores y equipos auxiliares de maquinaria hidráulica

Instalación del sistema automático de previsión e información hidrológica

Instalación de equipos eléctricos

Instalación de equipos de control de la seguridad

Fabricación de turbinas hidráulicas
▼





6.5 GESTIÓN

Los lineamientos de gestión proporcionan orientaciones técnicas para la gestión, el funcionamiento, el mantenimiento, la renovación técnica y la aceptación de proyectos de PCH.

GESTIÓN PARTE 1: GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS

Esta parte de los lineamientos de gestión establece el contenido básico, el método de gestión y los requisitos generales para la gestión de la construcción de proyectos de PCH.

TEMAS TRATADOS	
Organización de la gestión de proyectos	Gestión de las adquisiciones del proyecto
Gestión de integración del proyecto	Gestión de contratos del proyecto
Planificación inicial del proyecto	Protección medioambiental del proyecto y gestión de la conservación del agua y el suelo
Gestión del alcance del proyecto	Gestión de ingenieros
Gestión técnica del proyecto	Gestión de la comunicación del proyecto
Gestión de la calidad del proyecto	Gestión de la información del proyecto
Gestión del progreso del proyecto	Gestión de la salud y la seguridad ocupacional para el proyecto
Gestión de costos del proyecto	Gestión de riesgos del proyecto

GESTIÓN PARTE 2: FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO

Esta parte de los lineamientos de gestión especifica los requisitos básicos de gestión para el funcionamiento y el mantenimiento de una estación de PCH, así como los requisitos específicos para el funcionamiento y el mantenimiento de una estructura hidráulica, obras hidromecánicas y equipos eléctricos y mecánicos.

TEMAS TRATADOS

Requisitos básicos	Equipos electromecánicos
Estructuras hidráulicas	Funcionamiento optimizado
Obras hidromecánicas	

GESTIÓN PARTE 3: RENOVACIÓN TÉCNICA

Esta parte de los lineamientos de gestión especifica los principios básicos, el contenido, los métodos y los requisitos para la renovación técnica de una estación de PCH.

TEMAS TRATADOS

Disposiciones generales	Contenido y requisitos de la renovación
Análisis y evaluación de la situación	Índice de rendimiento técnico
Detección y evaluación	



GESTIÓN PARTE 4: ACEPTACIÓN DE PROYECTOS

Esta parte de los lineamientos de gestión estipula las condiciones de aceptación y el contenido esencial de los principales trabajos de aceptación de PCH, incluida la aceptación antes de la derivación del río (cierre) del proyecto, la aceptación de la represa del embalse (presa), la aceptación de la puesta en marcha de la unidad y la aceptación de la finalización del proyecto. La organización, las especificaciones, los procedimientos y los métodos de aceptación, así como la entrega del proyecto y la resolución de las cuestiones pendientes, se gestionarán de acuerdo con lo dispuesto en los documentos contractuales del proyecto.

TEMAS TRATADOS

Aceptación antes del derivación del río (cierre) del proyecto	Aceptación de la puesta en marcha de la unidad
Aceptación de la represa del embalse (presa)	Aceptación de la finalización

Pequeña central
hidroeléctrica de
Shiwang'andu (Zambia)



7. Etapas del desarrollo sostenible de PCH

El siguiente diagrama muestra un breve resumen de las etapas del desarrollo sostenible de pequeñas centrales hidroeléctricas. Ofrece una visión concisa de todos los aspectos clave que deben tenerse en cuenta y aplicarse. Para obtener información más detallada, consulte las partes específicas del documento de lineamientos técnicos.

8. El camino a seguir

Los lineamientos técnicos para pequeñas centrales hidroeléctricas se utilizarán para organizar cursos de formación y talleres en todo el mundo. La ONUDI y la INSHP esperan que los lineamientos sean beneficiosos para los países que tienen capacidades institucionales y técnicas limitadas. Las partes interesadas podrán mejorar sus conocimientos en el desarrollo de plantas de PCH, atrayendo así más inversiones y fomentando al mismo tiempo políticas favorables, lo que contribuirá a acelerar el desarrollo económico a escala nacional. Las sugerencias y recomendaciones para posibles actualizaciones de los lineamientos son muy bienvenidas.

Sitio potencial para
pequeñas centrales
hidroeléctricas



Figura 1. Principales etapas del desarrollo de PCH





Lineamientos técnicos para pequeñas centrales hidroeléctricas



**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**

Vienna International Centre
P.O. Box 300 · 1400 Vienna · Austria
Tel.: (+43-1) 26026-0
Correo electrónico: info@unido.org
www.unido.org



**RED INTERNACIONAL PARA PEQUEÑAS
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

136 Nanshan Road
Hangzhou · 310002 · R.P. China
Tel.: (+86-571)87132793
Correo electrónico: secretariat@inshp.org
www.inshp.org