

## GRUPO DE TRABAJO

### Instalaciones de captación y vertido de aguas en medio marino

---

#### Términos de Referencia

##### **Antecedentes**

Son numerosas las instalaciones que a día de hoy requieren un suministro abundante de agua de mar y/o el vertido de efluentes al medio marino. Las crecientes necesidades en términos de caudal han conducido al sector a la necesidad de disponer de sistemas de captación y vertido basados en conducciones de diámetros cada vez mayores, colocando a las tuberías de materiales plásticos en una posición de claro predominio en el mercado.

En general, en el ámbito internacional, no se dispone de un marco normativo de referencia diseñado específicamente para este tipo de instalaciones. Las recomendaciones existentes han venido estando fundamentalmente enfocadas al análisis de la dilución y la minimización de los impactos ambientales de los vertidos. Así pues, se puede afirmar que existe actualmente una carencia de criterios homogéneos de diseño y cálculo específicos para conducciones submarinas en materiales plásticos y como resultado de ella, el producto resultante de los trabajos de diseño muestra una gran disparidad en cuanto a calidad y profundidad de análisis.

Como consecuencia de esta situación, se ha ido construyendo paulatinamente una base de conocimiento inspirada en las metodologías de cálculo existentes en el sector de los hidrocarburos (para tuberías de acero), así como en las experiencias acumuladas por diseñadores, suministradores, instaladores y explotadores de instalaciones dependientes de este tipo de sistemas.

En este estado de cosas, resulta oportuno establecer un marco de referencia común que, con un adecuado fundamento técnico, permita asegurar la calidad del diseño, haciendo confluir la consecución de los requisitos funcionales con criterios de viabilidad constructiva y durabilidad.

Por otra parte, conviene realizar una exposición y puesta en común de las distintas tecnologías y procedimientos constructivos, desde la más clásicas y habituales hasta las de más reciente desarrollo.

El resultado de esta tarea contribuirá a mantener a las empresas españolas, especializadas y muy activas en el sector, en punta de lanza en esta materia, reforzando la posición de liderazgo tecnológico de la ingeniería española en el ámbito de la gestión del recurso hídrico.

##### **Objetivos**

Los objetivos que persigue este grupo de trabajo pueden resumirse en:

- Recopilar y analizar en detalle la normativa internacional en materia de diseño de conducciones submarinas, la bibliografía relacionada y otros textos de referencia,

con la intención de asentar unas bases de partida suficientemente fundamentadas para el desarrollo de los trabajos del presente grupo.

- Recopilar y aglutinar las experiencias en diseño y ejecución de los técnicos participantes en el grupo, incluyendo en la medida de lo posible diseñadores, calculistas, suministradores, instaladores y explotadores.
- Establecer procedimientos de cálculo y criterios adecuados para los aspectos del diseño más habituales.
- Profundizar en aquellos aspectos del cálculo menos desarrollados en la actualidad, analizando su impacto en el diseño y acordando bases metodológicas para su incorporación a la práctica habitual en ingeniería.
- Establecer unos criterios de buena práctica en el diseño que garanticen unos mínimos de seguridad, calidad y durabilidad del sistema en su conjunto.
- Presentar las tecnologías habituales y las más novedosas para la ejecución de este tipo de conducciones submarinas.

### **Normativa y textos de referencia:**

Se enumeran a continuación las principales referencias bibliográficas a tener en cuenta y otra documentación de referencia para el desarrollo de los trabajos necesarios para la consecución de los objetivos marcados.

- “Discharge of fluid to water recipients”; E. Grann-Meyer; 2010
- “Marine outfall systems”; R. A. Grace; Prentice-Hall; 1978
- “Marine Wastewater outfalls and treatment systems”; P. J. W. Roberts, H. J. Salas, F. M. Reiff, M. Libhaber, A. Labbe, J.C. Thomson; Ed. IWA Publishing; 2010.
- “Plastic pipes for water supply and sewage disposal”; L. E. Janson; Borealis; 2005
- “Polyethylene Pipes in applied engineering”; E. Grann-Meyer; 2005
- “Tuberías de polietileno”. Manual técnico. Asetub. AENOR Ediciones. 2008
- API RP 1111. Recommended Practice for the Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design), 2015.
- ASME B31.4 “Pipeline Transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids”; 2016
- AWWA C906 “Polyethylene (PE) Pressure pipe and fittings 4 in (100 mm) through 63 in (1575 mm) for water distribution and transmission”
- AWWA C950 “Fiberglass pressure pipe”
- AWWA M45 “Fiberglass Pipe Design”
- AWWA M55 “PE Pipe – Design and installation”
- BS 6349-1 Maritime structures. Part 1: code of practice for general criteria
- BS EN 12201-2 Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure - Polyethylene (PE) - Part 2: Pipes
- BS EN 1295-1: 1998 Structural design of buried pipelines under various conditions of loading Part 1. General requirements.
- BS EN 1916:2002 Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced
- BS EN ISO 9080 Plastic piping and ducting systems – Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation

- BS ISO 10467:2018 Plastic piping systems for pressure and non-pressure drainage and sewerage – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin.
- BS ISO 4427 -1 Plastic piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply – Part 1: General
- CIRIA report 159. Sea outfalls – Construction, inspection and repair. An engineering guide; 1996.
- DIN 8074 “Polyethylene (PE) pipes. Dimensions.
- DNVGL-OS-F101 “Submarine Pipeline systems”
- DNVGL-RP-C205 “Environmental conditions and environmental loads”
- DNVGL-RP-F105 “Free spanning pipelines”
- DS EN 12201-1 Plastics piping systems for water supply – Polyethylene (PE) – Part 1: General
- ISO 11922-1, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids — Dimensions and tolerances — Part 1: Metric series
- ISO 161-1, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids — Nominal outside diameters and nominal pressures — Part 1: Metric series
- ISO 3126 Plastics piping systems — Plastics components — Determination of dimensions
- Orden de 13 de julio de 1993 por la que se aprueba la instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar.
- Pipelife; Technical catalogue for submarine installations of polyethylene pipes; 2013.
- ROM 0.5-05 Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias.
- SEPA; “Engineering in the water environment. Good Practice Guide. Intakes and outfalls”; 2019
- UNE 53331. “Tuberías de PVC no plastificado y de PE de alta y media densidad. Criterios para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas”
- UNE EN 1092-1– 2008 “Bridas y sus uniones – Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN- Parte 1: Bridas de acero”
- Water research center (WRC) Design guide for marine treatment schemes; 1990
- UNE-EN 13476 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento y alcantarillado enterrado sin presión”:
  - Parte 1-2019. Requisitos generales y características de funcionamiento
  - Parte 2- 2019. Especificaciones para tubos y accesorios con superficie interna y externa lisa, de tipo A
  - 3-2019 Especificaciones para tubos y accesorios con superficie lisa y superficie externa perfilada y el sistema, de Tipo B.
- ASTM F 2206, “Standard Specification for Fabricated Fittings of Butt-Fused Polyethylene (PE) Plastic Pipe, Fittings, Sheet Stock, Plate Stock, or Block Stock”
- The Rock Manual – The use of rock in hydraulic engineering (CIRIA/CUR, 2007)
- Screening for intake and outfalls: a best practice guide. Environment Agency (UK) February 2005.
- “Intakes and Outfalls for Seawater Reverse-Osmosis Desalination Facilities- Innovations and Environmental Impacts”, Springer International Publishing Switzerland 2015.

- “The Pipeline Pigging Handbook”, Formerly published as All About Pigging. Third Edition, 2003 by Clarion Technical Publishers and Scientific Surveys Ltd
- Mosvell, G., 1976. Luft I utslippsledning (Air at outfalls), Prosjektkomitéen for rensing av avløpsvann (Project committee on sewage), PRA report 8, NIVA (Norwegian Sater Institute), Oslo, 1976 (Norway). The theory of KENT, LISETH, the transport of free air bubbles inside a PE
- Sediment Transport, Part I: Bed Load Transport. Van Rijn (1984).
- Experiment study on coarse grains saltation dynamics in bedrock channels”, author Phairot Chatanantevet. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: EARTH SURFACE, VOL. 118, 1-16, doi:10.1002/jgrf.20053, 2013
- Validating a universal model of particle transport length with laboratory measurements of suspended grain motions. Suleyman Naqshband. WATER RESOURCES RESEARCH 10.1002/2016WR020024. May 2017.
- URBAN DRAINAGE. Third Edition, 2010. David Butler and John W. Davies.

### **Alcance**

Si bien la temática a abordar está abierta a discusión entre los miembros del grupo en las primeras reuniones, tentativamente se pueden considerar los siguientes aspectos, agrupados por tipos generales:

- Materiales:
  - Cálculo mecánico de conducciones submarinas enterradas y apoyadas. Funcionamiento en fases de instalación y servicio.
- Aspectos geotécnicos:
  - Criterios geotécnicos y parámetros de diseño.
  - Sistemas de captación y vertido en terrenos con baja capacidad portante.
- Aspectos generales y particulares de diseño:
  - Criterios para el dimensionamiento de los elementos de toma de agua
  - Criterios de dimensionamiento hidráulico y evaluación de pérdidas de carga en conducciones de captación y vertido.
  - Criterios de diseño de manholes, bridas, carretes.
  - Revisión y actualización de criterios de estabilidad en fondo de conducciones submarinas: determinación de acciones del oleaje, coeficientes hidrodinámicos, metodología de cálculo.
  - Efectos derivados de la presencia de líneas paralelas.
  - Criterios para dimensionamiento de lastres (tolerancias, acciones para cálculo de armados).
  - Criterios y procedimientos de cálculo para sistemas de tuberías sin zanja.
  - Revisión de procedimientos de cálculo para el tendido de tuberías de PEAD considerando el efecto rigidizador de los lastres.
  - Fenómenos transitorios en conducciones submarinas.
  - Adherencias marinas, deposiciones de sedimentos en tuberías y fenómenos que reducen el rendimiento hidráulico de los sistemas de captación.
  - Criterios para diseño de cámaras de carga.

- Criterios para la determinación de velocidades de autolimpieza y *flushing*.
- Adaptación del diseño a sistemas de *pigging*.
- Desmantelamiento y decomisionado.
  
- Criterios de funcionalidad, operación y mantenimiento:
  - Socavación por causa de la presencia de las conducciones, difusores o estructuras de captación.
  - Evaluación del comportamiento de sistemas de captación/vertido a largo plazo.
  - Operación, inspección, mantenimiento y reparación de conducciones, difusores y torres de captación.
  - Rendimiento a largo plazo y vida útil de válvulas de pico de pato en difusores.
  - Aspectos sísmicos en sistemas de captación y vertido.
  - Criterios de diseño frente a tsunamis.
  - Estrategias para alargar la vida útil.
  - Planes de inspección y mantenimiento.
  
- Ejecución:
  - Procedimientos constructivos y recomendaciones para la ejecución.
  - Descripción de las distintas tecnologías habituales existentes así como de las más novedosas. Ventajas y limitaciones.
  
- Elementos auxiliares:
  - Estructuras auxiliares para la instalación.
  
- Elementos puntuales (obras de toma submarinas, etc):
  - Criterios de diseño y procedimientos de cálculo para el dimensionamiento de torres de captación.
  - Sistemas alternativos de captación de agua de mar.
  
- Afección al entorno:
  - Interacción con la dinámica litoral.
  
- Experiencias relevantes y lecciones aprendidas. Ejemplos prácticos.

### **Producto Final**

Los resultados del grupo de trabajo se podrán materializar bajo la forma de un único documento final o bien de informes monográficos sobre temas específicos con recomendaciones de diseño, ejecución y mantenimiento. La decisión sobre la elaboración de un único documento o de varios más específicos correrá a cargo de los miembros del grupo al comienzo de su trabajo.

En el caso de elaboración de varios informes, el contenido y desarrollo de los mismos deberá estar coordinado y ser coherente entre ellos.

La duración estimada del Grupo de Trabajo es de dos años desde su puesta en marcha, plazo a tener en cuenta en el establecimiento de la planificación de las tareas de los miembros del grupo.

### **Disciplinas que se consideran adecuadas para los miembros del GT**

La diversidad de temas a abordar y los objetivos que el grupo persigue hacen recomendable contar en el grupo de trabajo con perfiles técnicos relacionados con todo el ciclo de vida de los sistemas submarinos de captación y vertido, incluyendo:

- Consultores/investigadores especializados en diseño y cálculo
- Técnicos de empresas fabricantes y suministradores de tuberías y de accesorios
- Técnicos de empresas instaladoras y constructoras
- Técnicos de entidades explotadoras de instalaciones con captaciones y/o vertidos submarinos
- Técnicos de la administración pública con interés/responsabilidad en materia de captación y vertidos al mar