On-line workshop:

Avanzamento Delle Energie Rinnovabili Marine: Strategia Europea, Attività In Corso In Italia, e Aggiornamento Del Piano D'azione Nazionale Del Cluster-Big

24-25 Febbraio 2022

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Fondazioni galleggianti
per sfruttare il potenziale eolico offshore senza limiti di profondità

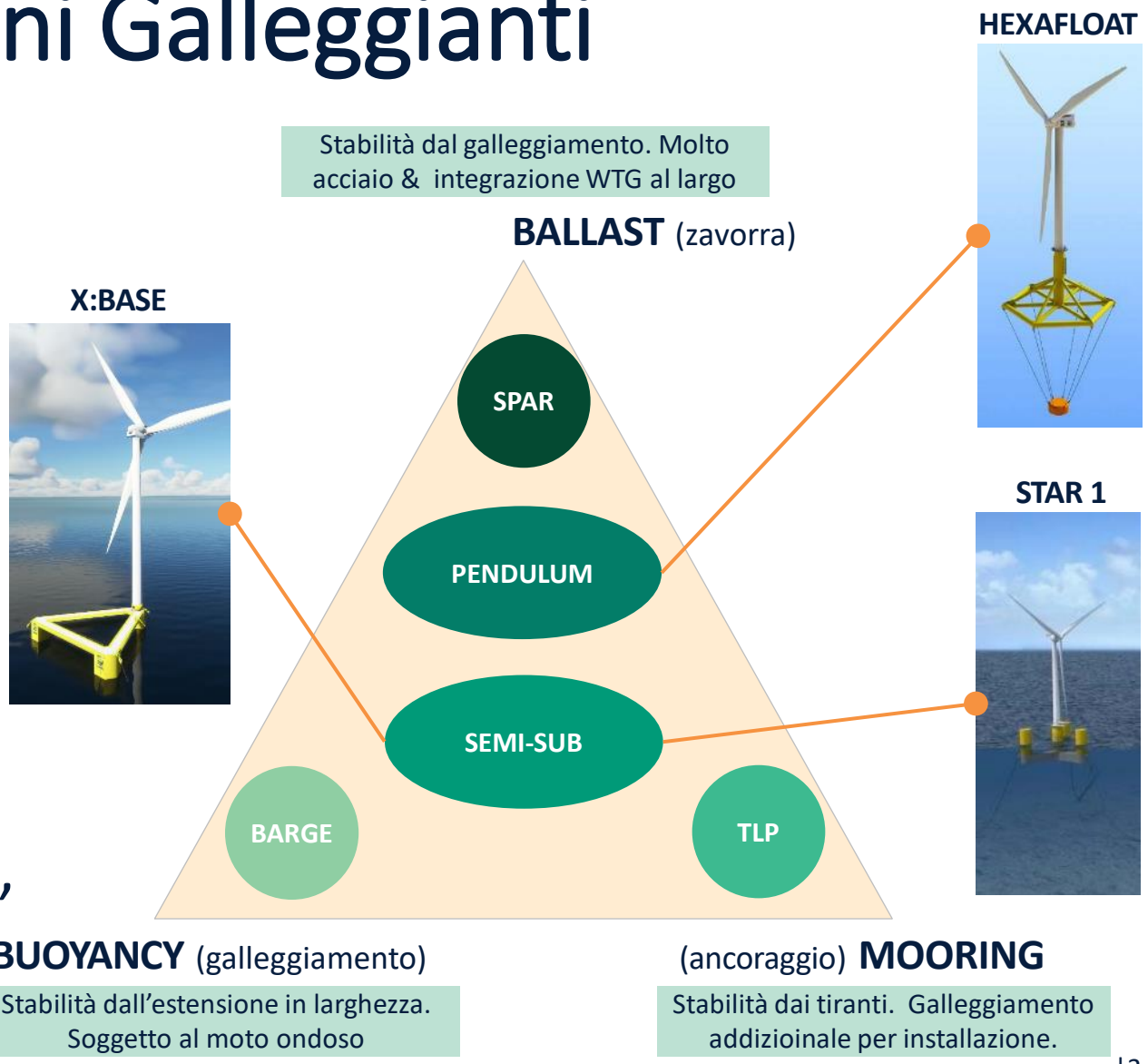
Marco Rusmini, Saipem S.p.A.

On-line workshop, 24-25 Febbraio 2022

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Sviluppo delle Fondazioni Galleggianti

- Strutture robuste e adattabili alle diverse condizioni ambientali e profondità.
- Capacità di alloggiare Turbine di dimensioni crescenti.
- Minimizzazione della complessità di costi e di tempi di fabbricazione, installazione e O&M.



Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Eolico Flottante

Tecnologie Saipem

STAR1

STAR-SHAPED 4-COLUMN
SEMI-SUBMERSIBLE CENTERED TURBINE

X:BASE

3-COLUMN SEMI-SUBMERSIBLE
OFF-CENTERED TURBINE

HEXAFLOAT

PENDULUM
LIGHTWEIGHT STRUCTURE

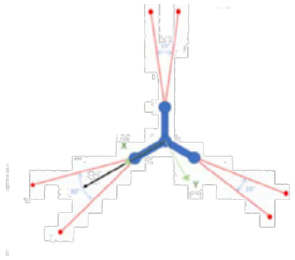
SAIPEM

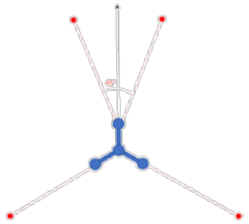
Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

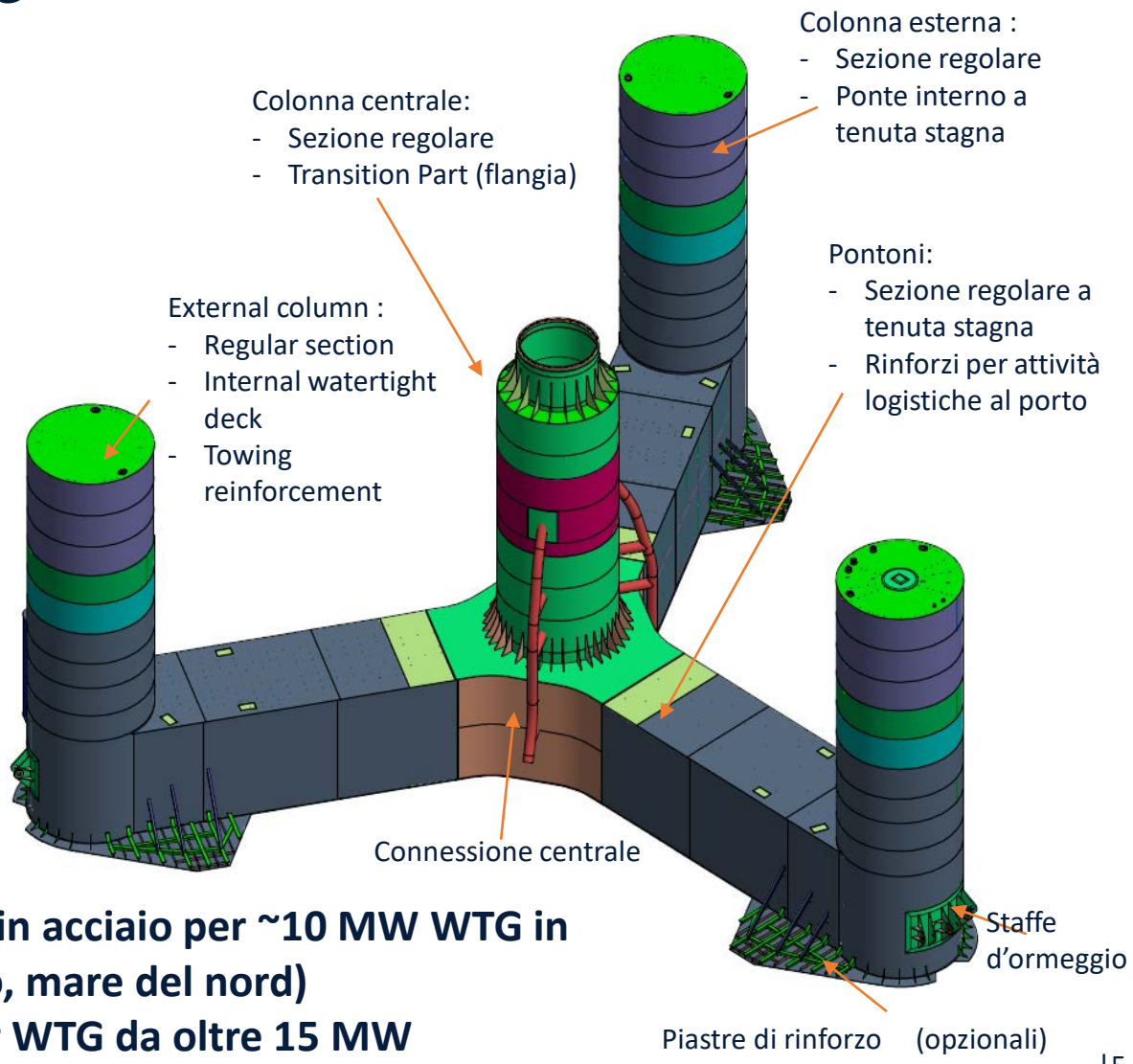
STAR 1 Struttura Semi-sub

- ✓ Raggio alla linea di galleggiamento: 40-45 m
- ✓ Lunghezza complessiva: ~80 m
- ✓ Larghezza complessiva: ~70 m
- ✓ Altezza complessiva: ~30 m

- ✓ Light draft (floater con attrezzatura, torre e RNA) < 5 m
- ✓ Operational draft: ~20 m







Dimensionamento tipico della fondazione in acciaio per ~10 MW WTG in condizioni «harsh» (atlantico, mare del nord)
Sviluppo in fase di ultimazione per WTG da oltre 15 MW

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

STAR 1 Struttura Semi-sub

- **Comportamento stabile**
  - ✓ Elevata stabilità, comportamento robusto anche in ambienti «harsh»
  - ✓ Compatibile con tutte le configurazioni di ormeggio (catenarie, taut, semi-taut)
  - ✓ Stabile in tutte le fasi (towing and hook-up con piccoli rimorchiatori convenzionali e facile installazione in posizione finale)
- **La turbina posizionata sulla colonna centrale**
  - ✓ Facile integrazione della turbina e struttura a riposo poco sollecitata
  - ✓ Sollecitazioni di cavi dinamici ridotte al minimo
- **Differenti Configurazioni**
  - ✓ Acciaio, cemento e ibrido
- **Ballast System passivo**
  - ✓ Sistemi di bordo ridotti per minimizzare l'O&M
- **Un pescaggio senza sovrastruttura molto ridotto**
  - ✓ Allows access to quayside in any harbour and low draft during WTG's integration
- **Design modulare e facilità di fabbricazione**
  - ✓ Fabbricazione in un sito o fabbricazione di moduli/megamoduli in più cantieri e assemblaggio al sito finale
  - ✓ Basso numero di connessioni e i moduli facilitano il processo di fabbricazione.

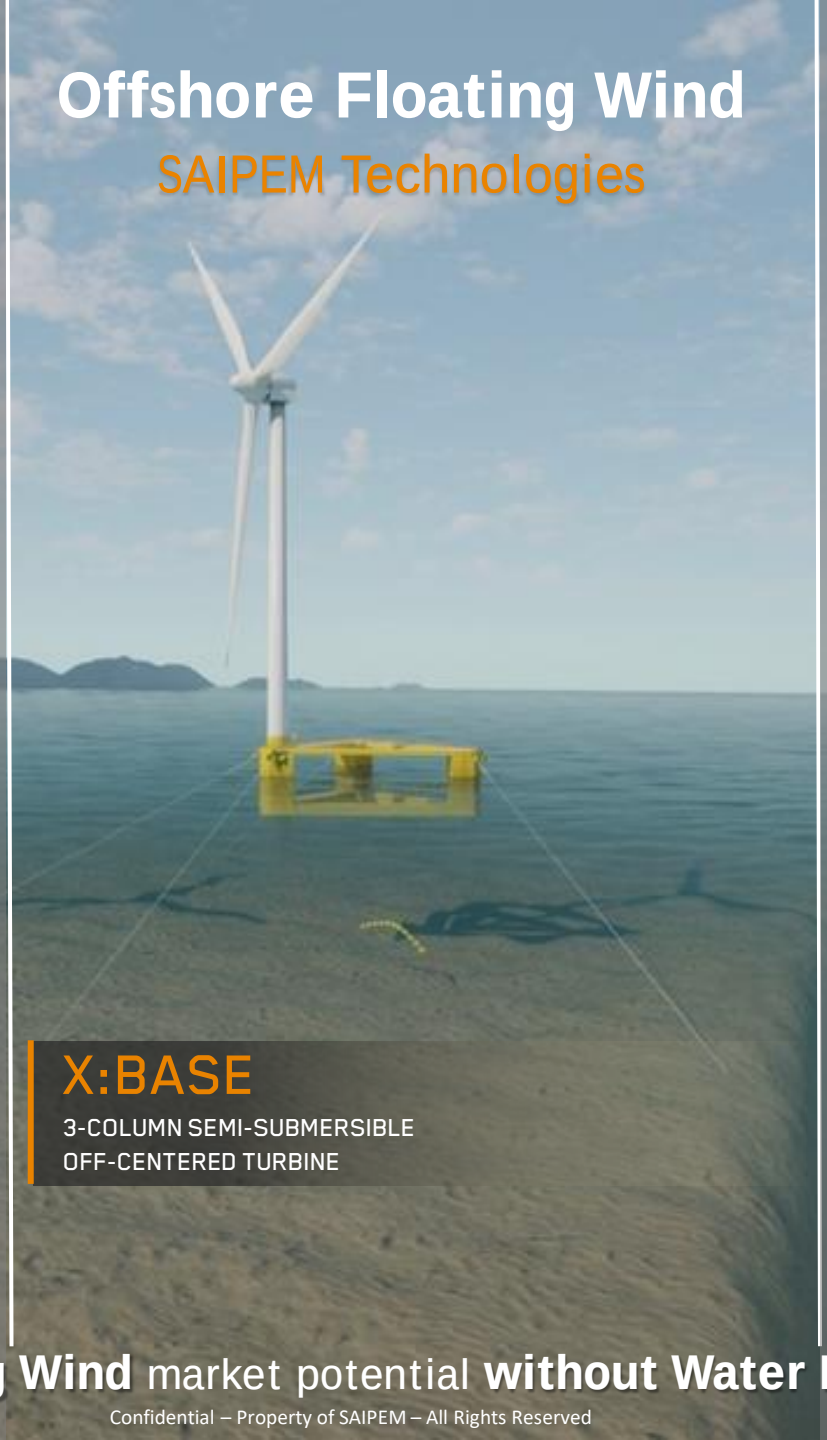
Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Offshore Floating Wind

SAIPEM Technologies

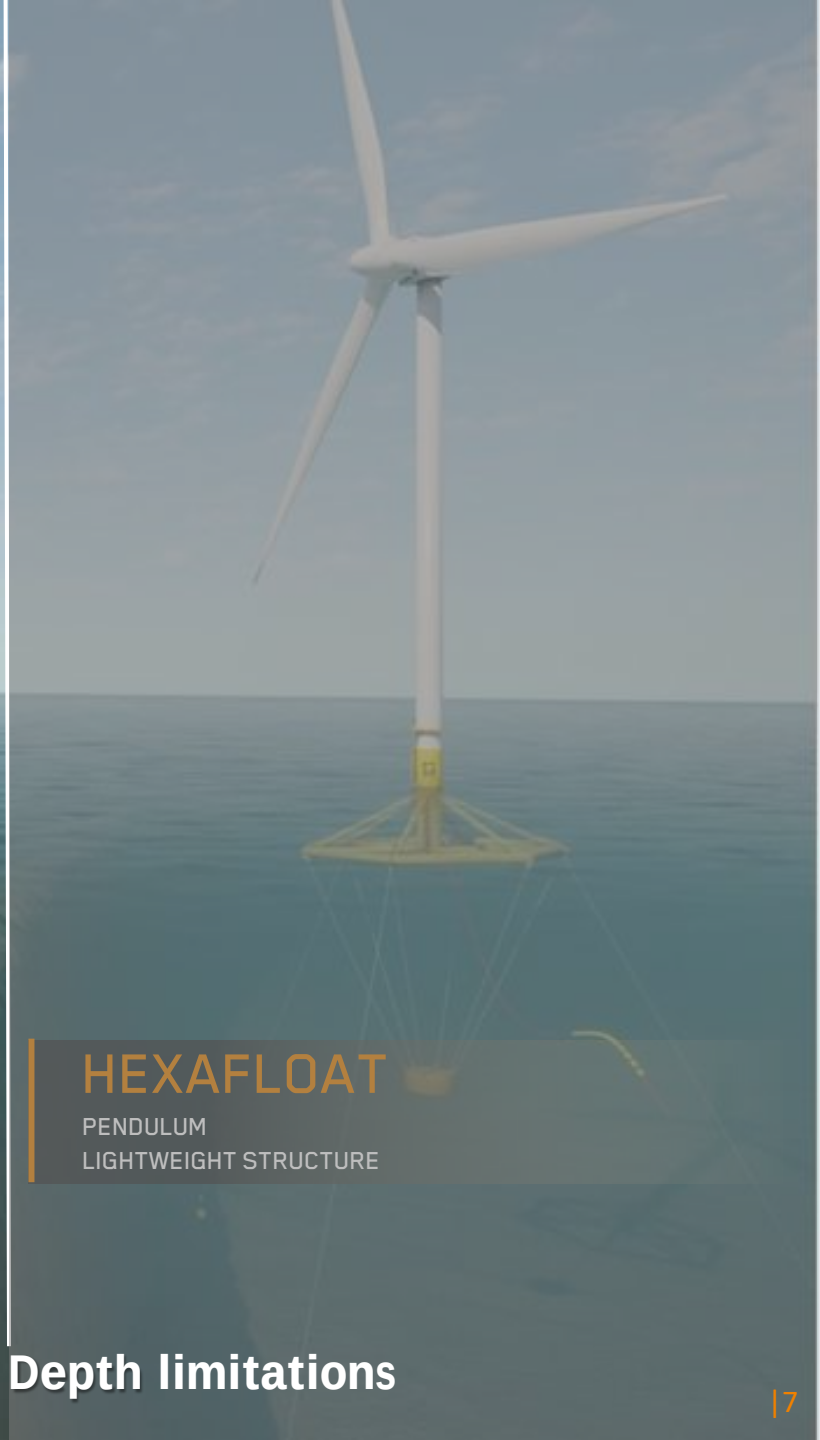
STAR1

STAR-SHAPED 4-COLUMN
SEMI-SUBMERSIBLE CENTERED TURBINE



X:BASE

3-COLUMN SEMI-SUBMERSIBLE
OFF-CENTERED TURBINE



HEXAFLOAT

PENDULUM
LIGHTWEIGHT STRUCTURE

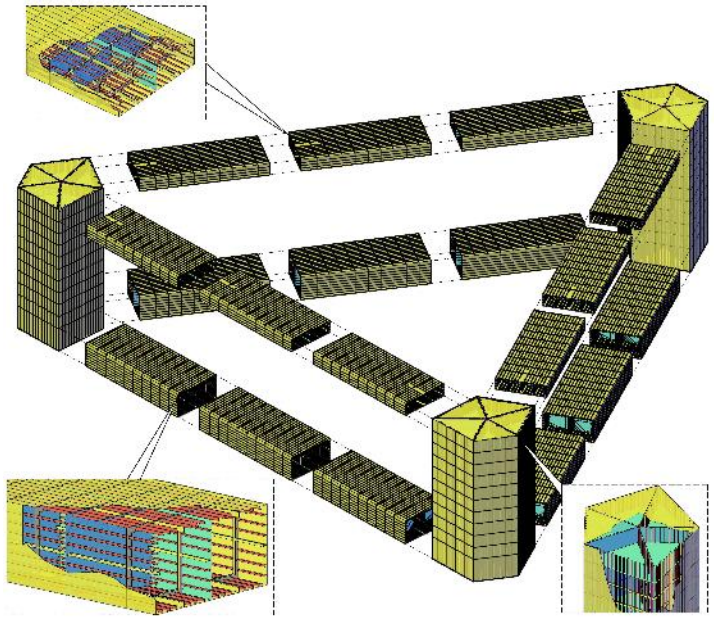
SAIPEM

...to **unlock** the **Floating Wind** market potential **without Water Depth limitations**

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

X:BASE Struttura Semi-sub

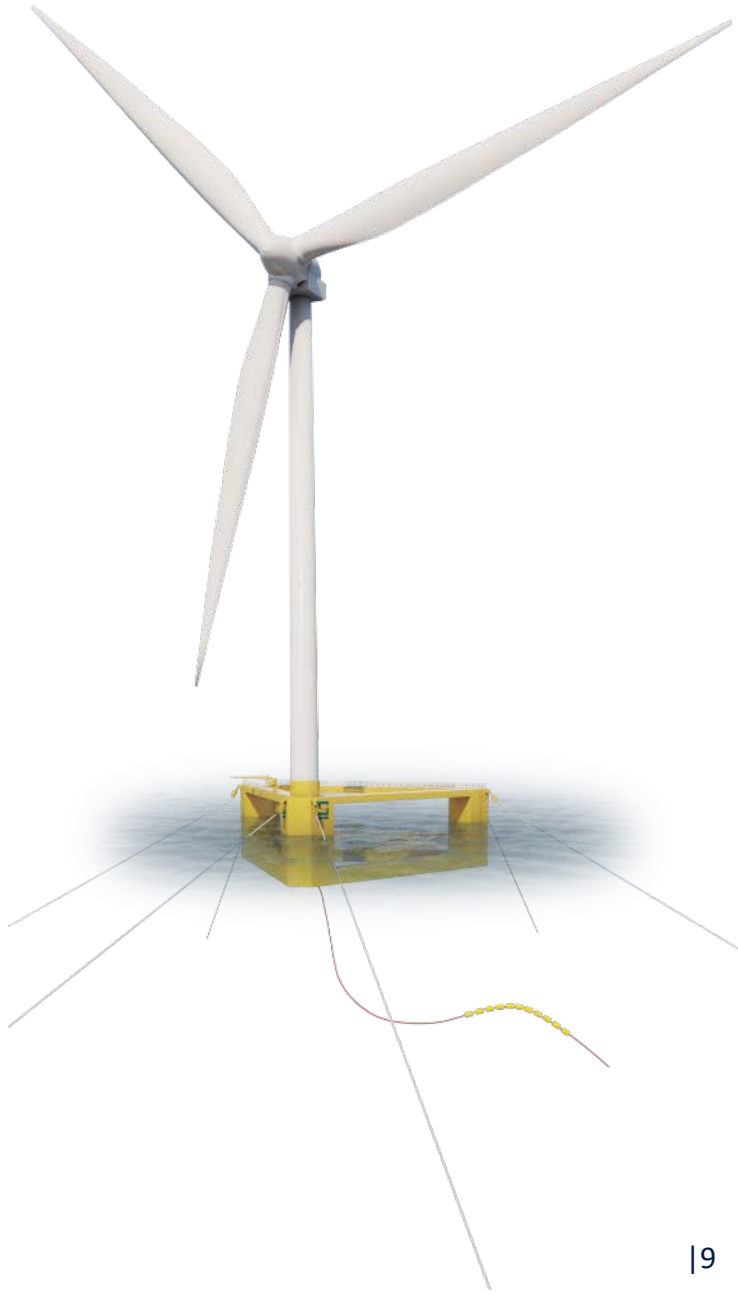
X:Base è una fondazione semisommergibile a 3 colonne a pescaggio ridotto, con la turbina su una colonna, concepito con un approccio di costruzione modulare per soddisfare i requisiti di fabbricazione a livello globale.



Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

X:BASE Struttura Semi-sub

- **Design robusto e stabile**
  - ✓ Elevata stabilità, comportamento robusto compatibile con condizioni ambientali «harsh», con ampio spazio tra i pontoni progettato per minimizzare l'impattato di onde alte
  - ✓ Sistema di ancoraggio convenzionale con poca pretensione
  - ✓ Progettato per turbine da 15 MW e scalabile a turbine di qualsiasi dimensione
- **Ballast System passivo**
  - ✓ Sistemi di bordo ridotti per minimizzare l'O&M
- **Turbina decentrata**
  - ✓ Posizionamento laterale per un semplice processo di integrazione in banchina
  - ✓ Accesso laterale per consentire operazioni di ispezione e manutenzione più sicure
- **Un Design flessibile per varie integrazioni**
  - ✓ 4000 m2 di spazio sul ponte disponibile per componenti aggiuntivi (ad es. pannelli solari o elettrolizzatori per produzione di H2) o da utilizzare come fondazione per sottostazione
- **Processo di fabbricazione snello**
  - ✓ Fabbricazione a blocchi basata su noti metodi di costruzione navale per soddisfare i requisiti di fabbricazione a livello globale.



Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Offshore Floating Wind

SAIPEM Technologies

STAR1

STAR-SHAPED 4-COLUMN
SEMI-SUBMERSIBLE CENTERED TURBINE

X:BASE

3-COLUMN SEMI-SUBMERSIBLE
OFF-CENTERED TURBINE

HEXAFLOAT

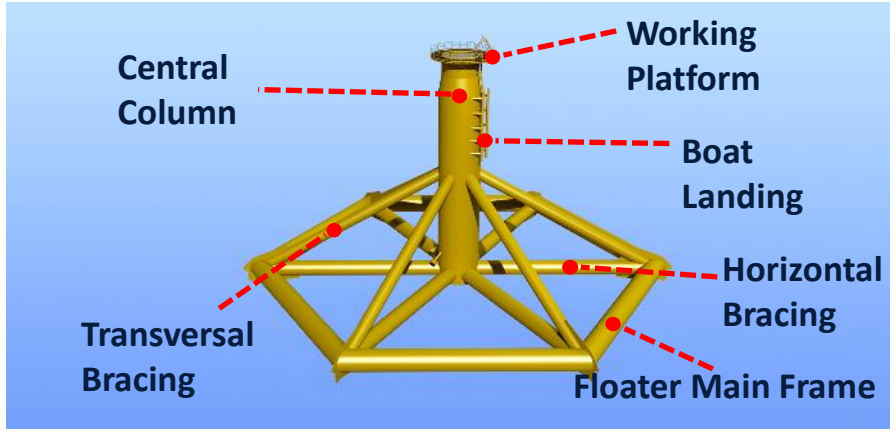
PENDULUM
LIGHTWEIGHT STRUCTURE

SAIPEM

...to **unlock** the **Floating Wind** market potential **without Water Depth limitations**

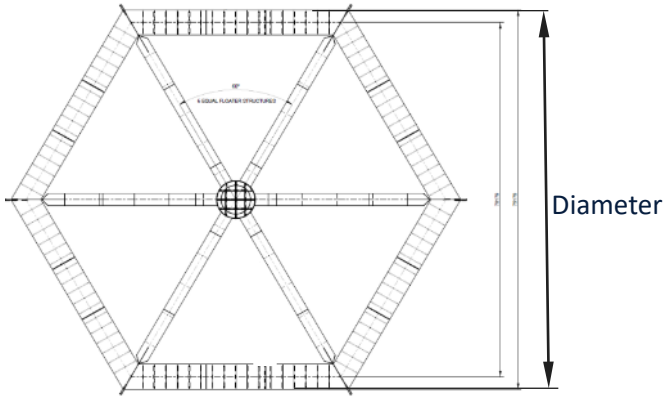
Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

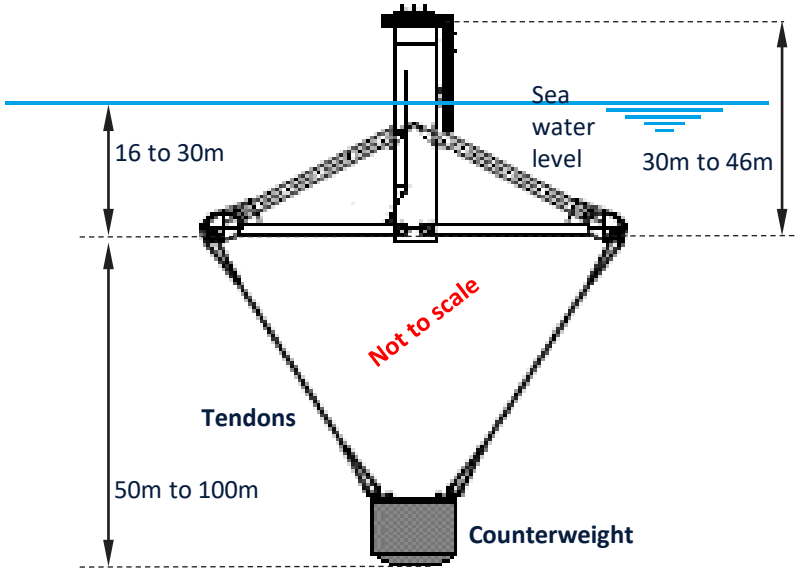
HEXAFLOAT Struttura Pendolo



- ✓ Diametro complessivo: 60 to 80m
- ✓ Altezza complessiva: 30 to 46m
- ✓ Diametro struttura principale: 4 to 5m

- ✓ Light draft (floater con attrezzatura, torre e RNA) < 5 m
- ✓ Operational draft: 16 to 30 m



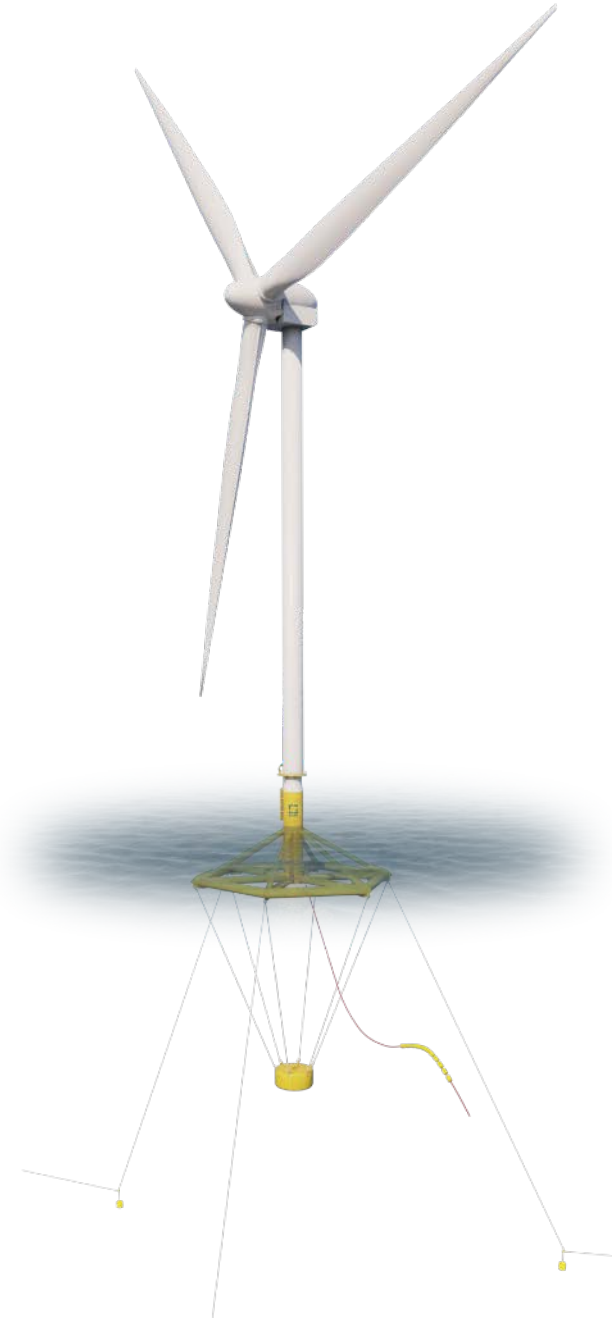


Dimensionamento tipico per ~10 MW WTG in condizioni «harsh» (atlantico, mare del nord)
Scalato per WTG da +15 MW

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

HEXAFLOAT Struttura Pendolo

- **Una struttura leggera**
  - ✓ Basso peso della struttura
  - ✓ Scalabilità del design: minimi aggiustamenti di dimensione per turbine di grandi dimensioni (15-20 MW+)
  - ✓ Basso pescaggio per accesso alla banchina in qualsiasi porto
  - ✓ Pescaggio ridotto durante l'integrazione della turbina
  - ✓ Adatto a fondali profondi
- **Stabile e resistente**
  - ✓ Eccellente stabilità (tipo SPAR), comportamento robusto anche in condizioni di mari agitati
  - ✓ Carichi di ormeggio bassi
  - ✓ Stabile e costante in tutte le fasi. Movimento/accelerazione della navicella ridotti al minimo per una maggiore produzione di energia e minore manutenzione.
- **Ballast System Passivo**
  - ✓ Sistemi di bordo ridotti per minimizzare l'O&M
- **A Centered Wind Turbine**
  - ✓ Facile integrazione della turbina e struttura a riposo poco sollecitata
  - ✓ Sollecitazioni di cavi dinamici ridotte al minimo
- **Modular Design and Ease of Manufacturing**
  - ✓ Fabbricazione in un sito o fabbricazione di moduli in più cantieri e assemblaggio al sito finale
  - ✓ Basso numero di connessioni e i elementi di ridotte dimensioni facilitano il processo di fabbricazione.



Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Roadmap per lo sviluppo

STAR1

2014-2016 — DESIGN

Concept Basic Design e Validazione

2017-2019 — TESTS

Campagne di Basin ECN (TRL 4)

2014-2021 — CERTIFICAZIONI

Design Basis, Design Briefs, Basin Tests e Preliminary Design approval da DNV-GL

... — LES EOLIENNES FLOTTANTES DE GROIX & BELLE-ILE

Progetto Pilota:
roject leader:
(a SHELL Company)

X:BASE

Q4-2021 — DESIGN

Concept
Basic Design
e Validazione

Q2-2022 — CERTIFICAZIONI

Approval in Principle

Q3-2022 — TESTING

Basin Tests

Identificazione parner WTG — SVLIUPPO PROTOTIPO

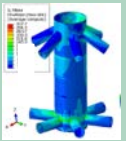
WTG Partner,
Identificazione Supply Chain,
Assembly Yard

TRL 4*: Tecnologia Validata in Lab.

HEXAFLOAT

2016-2017 — DESIGN

Basic Design di Hexafloat e Validazione



2018 — TESTING

Campagne di Basin Test ECN (TRL 4)

2019 — CERTIFICAZIONI

BUREAU VERITAS
APPROVAL in PRINCIPLE

2021 — PROTOTIPO

Prototipo in scala installato in Ialia (TRL 5)

... — DIMOSTRATORE

Dimostratore AFLOWT Full-scale MISTRAL test site

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved

Confidential – Property of SAIPEM – All Rights Reserved