



Protezione Catodica in acqua di mare – 29 ottobre 2019



# Modalità di produzione di anodi galvanici per applicazioni marine



Giorgio Martinelli

Vito Genco





## Normative di riferimento

### Det Norske Veritas (DNV)

STANDARD DNV-RP-B401-2010 Recommended Practice - Cathodic Protection Design

DNV RP F103 Recommended Practice - Cathodic Protection of Submarine Pipelines by Galvanic Anodes

DNV RP F112 Recommended Practice - Design of Duplex Stainless Steel Subsea Equipment Exposed to Cathodic Protection

### International Organization for Standards (ISO)

ISO 15589-2 Petroleum and Natural Gas Industries – Cathodic Protection of Pipeline Transportation Systems – Part 2: Offshore Pipelines

ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products – visual assessment of surface cleanliness

### American Welding Society (AWS)

AWS D1.1 Structural Welding Code - Steel

### National Association of Corrosion Engineers (NACE)

NACE SP0492 Metallurgical And Inspection Requirements For Offshore Pipeline Bracelet Anodes

NACE TM 0190 Standard Test Method - Impressed Current Laboratory Testing of Aluminum Anodes

## Anodi Galvanici

Gli anodi galvanici per applicazioni marine sono principalmente dei parallelepipedi a sezione trapezoidale o circolare per jacket, pontili, briccole di ormeggio ecc.





Protezione Catodica in acqua di mare – 29 ottobre 2019



## Anodi Galvanici

Oppure anodi a forma di semicollare da assemblare su sealines e tubazioni posate in fondo al mare.

Entrambe le tipologie necessitano di inserti/supporti annegati nella fusione per garantire il fissaggio alla struttura da proteggere catodicamente





Protezione Catodica in acqua di mare – 29 ottobre 2019

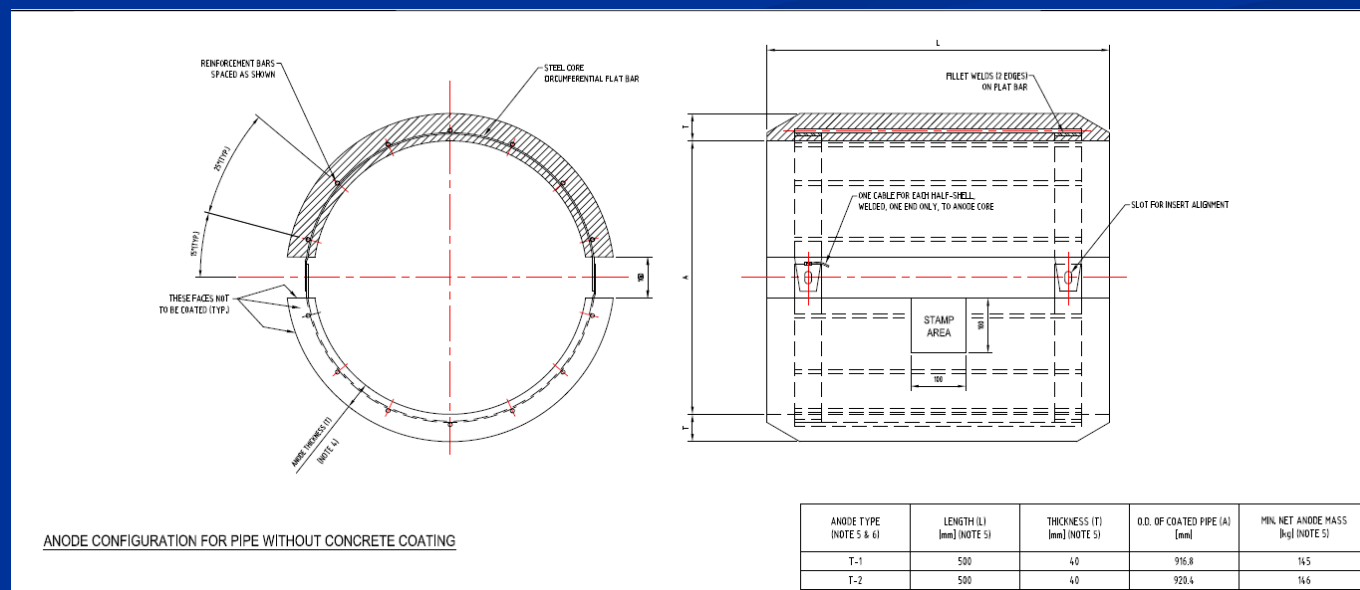
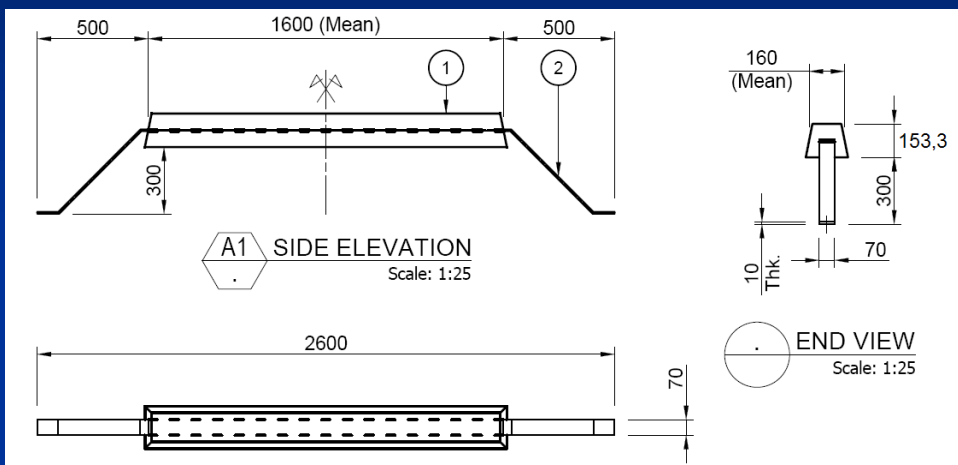
## Dimensionamento anodi



ANODE TYPE A1	DIMENSIONS
Mean length	1.600 mm
Width	160 mm
Depth	153,3 mm
Steel Insert :	Steel Insert - Flat Bar 70x10 mm - S275JR
Net weight	102,9 Kg
Gross weight	120,5 Kg
Q.ty	300

MAX lenght (mm)	1600	External pipe diameter (mm)	0
Minor lenght (mm)	1600	Gross Volume anodic mass ( Dmc )	39,2448
Minor width (mm)	160	Plate Volume inside anode ( Dmc )	1,12
MAX Width (mm)	160	Pipe Volume inside anode ( Dmc )	0
Height (mm)	153,3	Net Volume anodic mass ( Dmc )	38,1248
Insert lenght outside anode (mm)	800	Total lenght of insert ( m )	3200
Insert outside anode 1 side 2 sides	2	Pipe Weight ( Kg )	0
External pipe diameter (mm)	0	Plate Weight ( Kg )	17,584
Pipe thickness (mm)	0	Total Insert Weight ( kG )	17,584
Plate width (mm)	70	<b>NET WEIGHT (Kg)</b>	<b>102,9</b>
Plate thickness (mm)	10	<b>GROSS WEIGHT (Kg)</b>	<b>120,5</b>
Insert lenght inside anode (mm)	1600		
Specific weight Alloy Kg / Dmc	2,7		
Specific weight Steel Kg / Dmc	7,85		

# Emissione disegno anodo

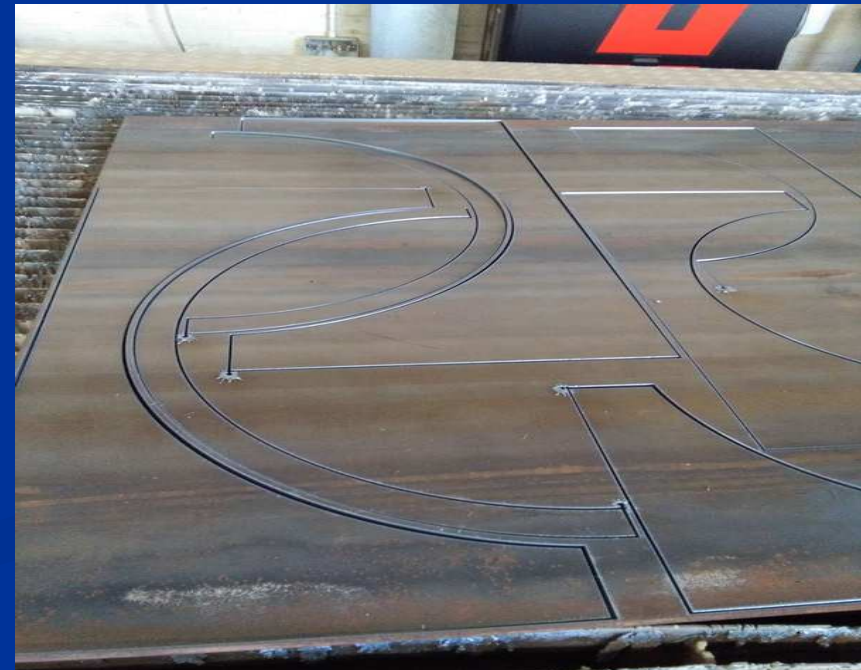


## Processo di Produzione

### Realizzazione Stampi

Gli stampi possono essere realizzati in ghisa o in acciaio. Dopo approvazione dei disegni da parte del cliente, vengono realizzati gli stampi.

Questi ultimi richiedono il taglio, la piegatura e la saldatura di lamiera



## Processo di Produzione

### Preparazione Inserti

Gli inserti vengono realizzati in conformità a disegni su commissione, ricevuti dal cliente.

L'approntamento degli inserti in ferro richiede il taglio e l'eventuale saldatura di alcune sue parti.



## Processo di Produzione

### Preparazione Inserti

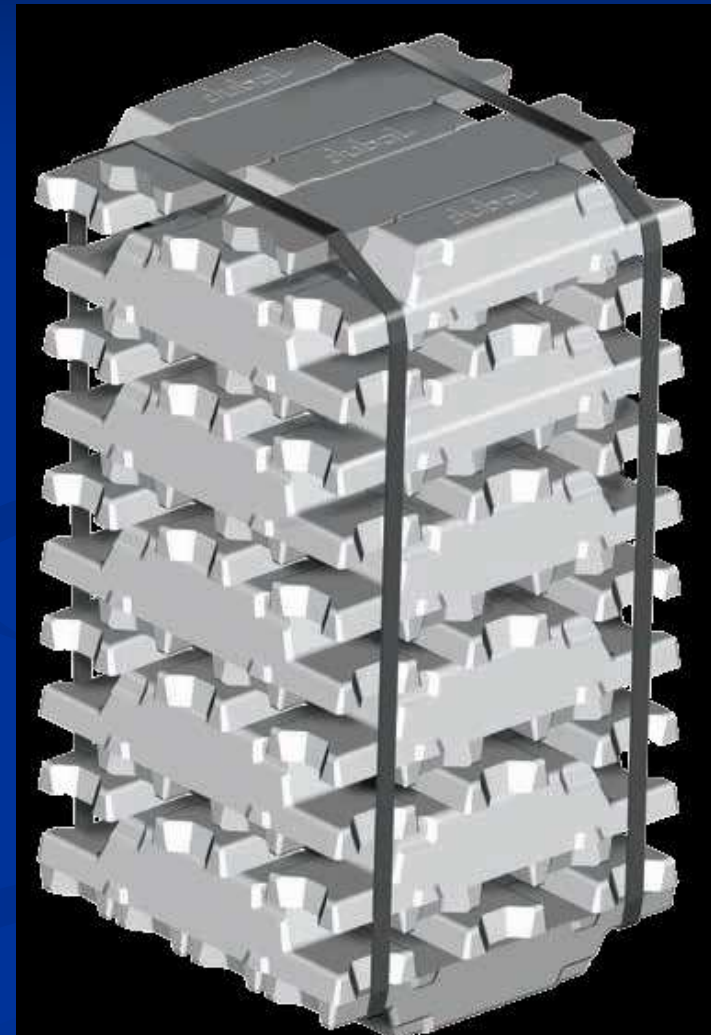
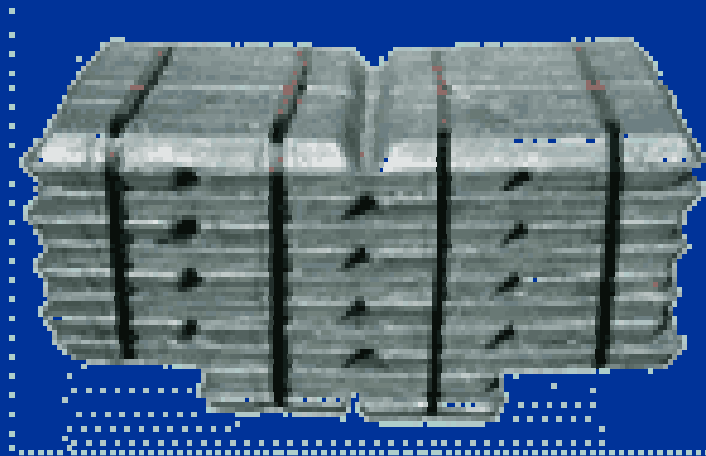
Quindi viene sottoposto a Granigliatura.



## Processo di Produzione

### Caricamento Forni

Il forno viene caricato con panetti di Zinco o Alluminio.



## Processo di Produzione

**Accensione forno e fusione**  
I forni sono alimentati a GPL.

Impostare il termostato del quadro del forno, digitando a mezzo touch screen le seguenti temperature:

AL 750 °C

ZN 500 °C

Al raggiungimento delle temperature preparare la lega secondo le specifiche del cliente





## LEGHE ANODICHE

# Leghe di alluminio

Ci sono diverse leghe anodiche per l' Alluminio, anche se poi , nella maggior parte dei casi la differenza è minima.

Raw materials will be aluminium ingots 99.85% purity.

Chemical composition will be Al-In-Zn type in accordance as follows:

### COMPOSIZIONE DELLA LEGA /ALLOY COMPOSITION

Elements	Min %	Max %
Fe	-	0,06
Zn	4,75	5,75
In	0,016	0,020
Si	0,08	0,12
Cu	-	0,003
Cd	-	0,002
Hg	-	-
Others Each	-	0,02
Aluminium	-	REMAINDER



## LEGHE ANODICHE

# Lega di zinco

Raw materials will be ZINC ingots 99.995% purity.

Chemical composition will be Zn-Cd type in accordance as follows:

COMPOSIZIONE DELLA LEGA /ALLOY COMPOSITION		
Elements	Min %	Max %
Cd	0,025	0,070
Al	0,100	0,500
Pb	-	0,006
Cu	-	0,005
Fe	-	0,005
Si	-	0,003
ZINC	-	REMAINDER
Capacità Elettrochimica / <i>Capacity</i> A*h/Kg		780 min.
Potenziale / <i>Potential</i> vs Ag/AgCl /seawater		$\leq - 1030$ mV
Temperature: Ambient $\pm 3^{\circ}\text{C}$		

## Processo di Produzione

### Preriscaldamento Stampi e Inserimento inserti negli stampi

Prima di iniziare la produzione, gli stampi vengono pre-riscaldati e successivamente si provvede all' inserimento degli inserti negli stampi.

### Analisi chimiche

Viene prelevato un campione, per tutte le tipologie di produzione, per essere caratterizzato in laboratorio per mezzo di uno spettrometro. Altri due campioni verranno prelevati, a metà colata e a fine colata.



## Processo di Produzione

### Test Electrochimici

Viene, anche, prelevato un campione che verrà in seguito realizzato nelle prove elettrochimiche.



## Processo di Produzione

### Rifinitura

Dopo il raffreddamento, si procede con la pulizia delle sbavature.

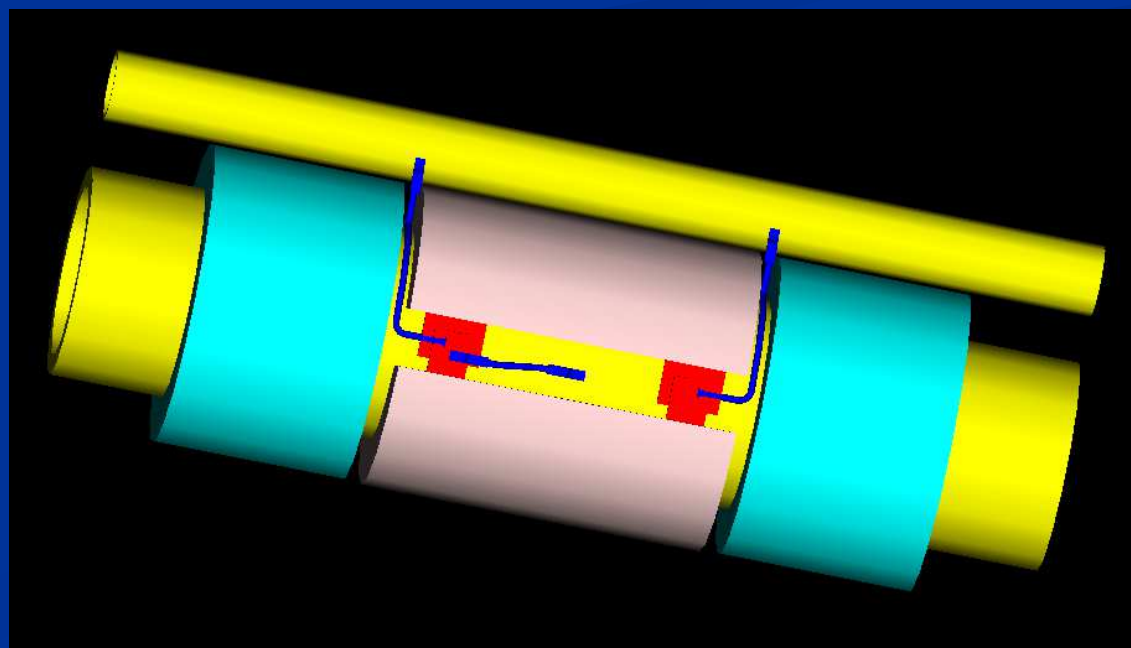
Nelle parti ove richiesto, si procede al rivestimento dell'anodo con vernice epossidica.



## Processo di Produzione

### Cavi

Se previsto, si procede alla connessione di un cavo all'inserto dell'anodo al fine di consentire il collegamento elettrico tra anodo e struttura da proteggere.





Protezione Catodica in acqua di mare – 29 ottobre 2019



## Processo di Produzione

### Rifinitura

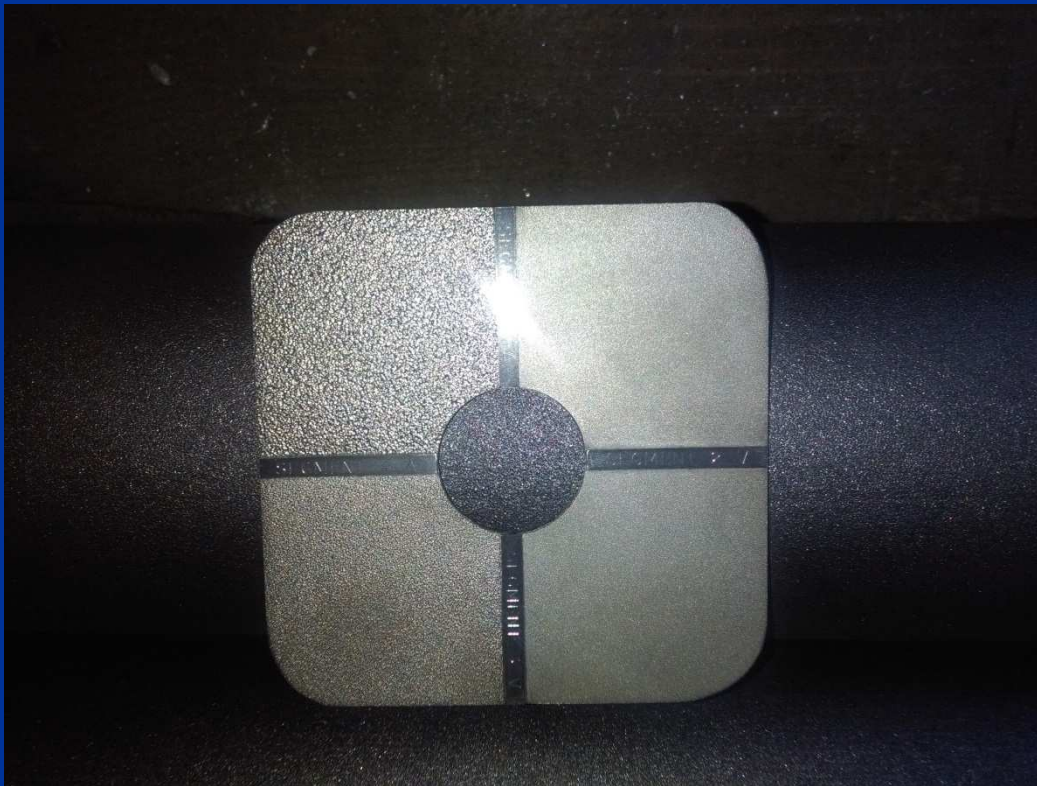
Procedere con la punzonatura indicando l'Azienda, il metallo, la colata, n° progressivo dell'anodo e peso lordo. Altre indicazioni possono essere richieste dal cliente.



## Controlli e Test

### Controllo della Sabbiatura degli inserti.

Per una buona aderenza, per avere una buona conduzione tra inserto e alluminio viene effettuato il controllo del Profilo di Sabbiatura.



## Controlli e Test

### Rivestimento

Controllo dello spessore del rivestimento negli anodi dove viene richiesta l'applicazione.



## Controlli e Test

### Connessione cavo

Sul cavo, vengono eseguiti due tipi di test :

- Pull-Test o test di Trazione
- Misura della resistenza elettrica tra cavo e corpo dell'anodo



## Controlli e Test

### Test distruttivo

Il Test distruttivo è molto importante per verificare la presenza di impurità o di cavità all' interno dell' anodo, ma anche, per controllare la giusta posizione dell'i



## Analisi chimica e Prova elettrochimica

Questi sono i controlli più importanti che vengono realizzati sulla lega dell'anodo.

L'analisi chimica ci permette di vedere se la percentuale in peso dei vari elementi sia all'interno dei limiti dati dalla specifica.



Concentrazione	Med	ASD	RSD	Min	Max
Al	95.966	4.782	—	4.750	5.750
Zn	4.782	0.011	—	—	0.020
Mg	0.011	0.001	—	—	0.003
Cu	0.001	0.036	—	—	0.060
Fe	0.036	0.000	—	—	0.020
Pb	0.000	0.082	—	0.000	0.120
Si	0.082	0.001	—	—	0.020
Ti	0.001	0.016	—	0.016	0.020
In	0.016	<0.001	—	—	0.002
Cd	<0.001	0.000	—	—	0.020
Mn	0.000	0.004	—	—	0.020
Ni	0.004	0.000	—	—	0.020
Sa	0.000	—	—	—	—

## Controlli e Test

### Analisi chimica e Prova elettrochimica

Il test elettrochimico ci permette di analizzare le performance della lega dal punto di vista del potenziale e della durata (Consumo).



## Controlli e Test

### Analisi chimica e Prova elettrochimica

Campioni prima del Test



Campioni dopo il Test



## Controlli e Test

Controllo del peso

Controllo dimensionale

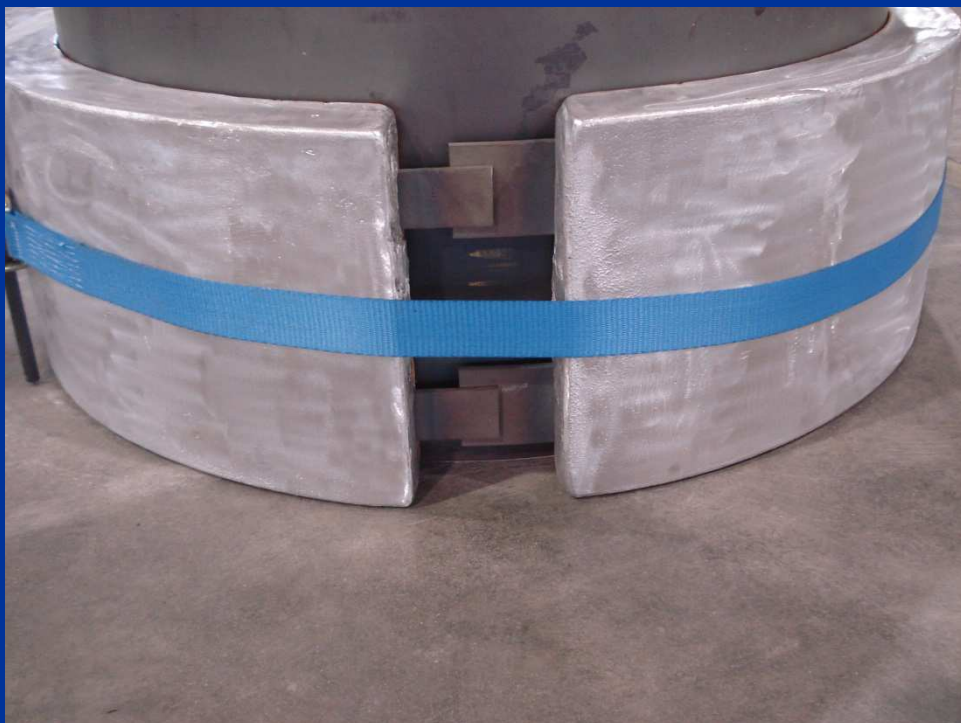
Controllo visivo



## Controlli e Test

### Fit-up test

Il Fit-Up test consiste nel verificare l'agevole installazione dell'anodo sul tubo.





Protezione Catodica in acqua di mare – 29 ottobre 2019



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Giorgio Martinelli

Vito Genco

