

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

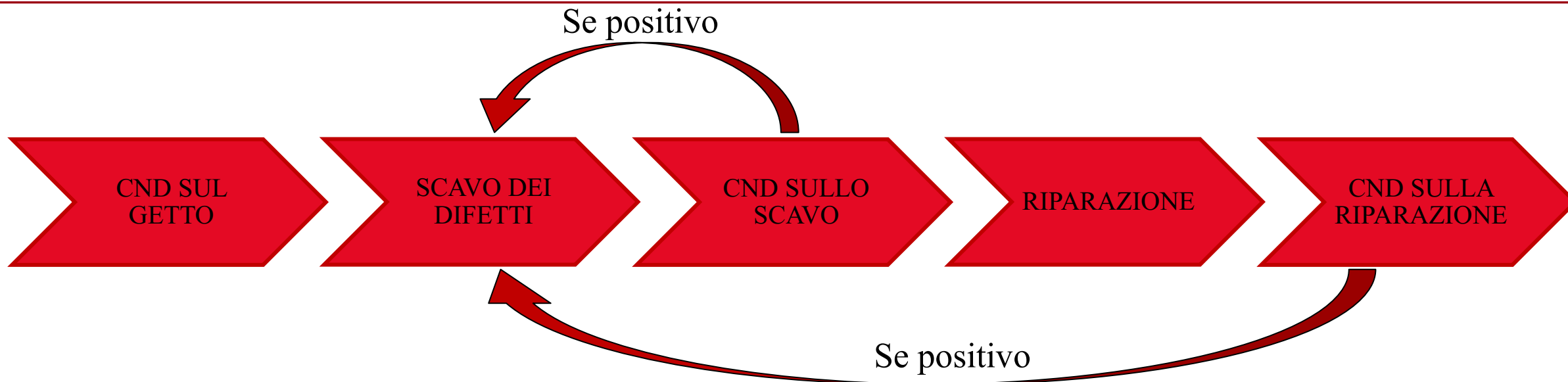
**«Sviluppo di una qualifica di saldatura FCAW per
un acciaio duplex GX2CrNiMoN 22 5 3 »**

Tutor universitario: *Prof.ssa Irene Calliari*

Tutor aziendale: *Ing. Enrico Dal Piaz*

Laureando: *Mattia Grolla*

Padova, 13/03/2023



www.dii.unipd.it



CND sul getto



Scavo del difetto

- ✓ Conoscenza degli acciai inossidabili duplex, delle caratteristiche principali e delle problematiche legate alla formazione di fasi secondarie;
- ✓ Studio del processo di saldatura FCAW, conoscenza e ottimizzazione dei parametri che influenzano la procedura;
- ✓ Stesura del documento di qualifica, secondo norma, che certifica la qualità della riparazione: «Qualifica di saldatura».

Pro:

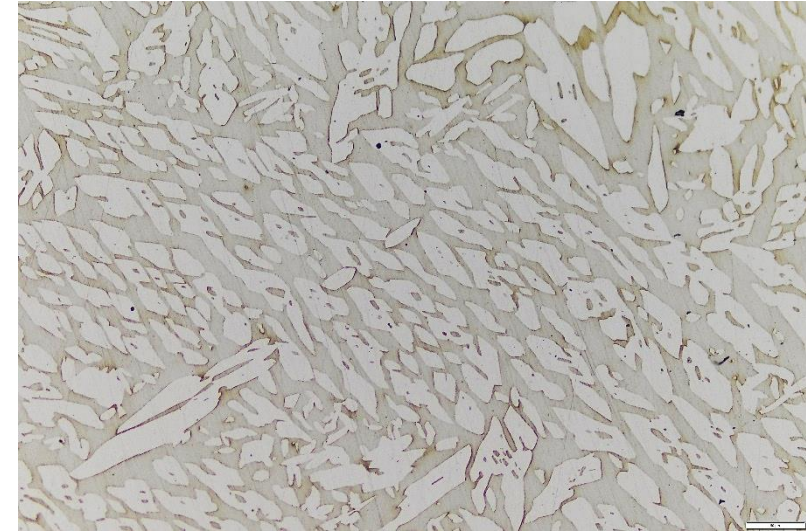
- Ottima resistenza alla corrosione;
- Buone proprietà meccaniche.

Contro:

- Fasi secondarie fortemente infragilenti.

Caratteristiche produttive principali:

- Buon bilanciamento degli elementi in lega;
- Distaffaggio a caldo;
- Trattamento termico: tempra di solubilizzazione.



Micrografia della piastra a 200x attaccata con Idrossido di Sodio

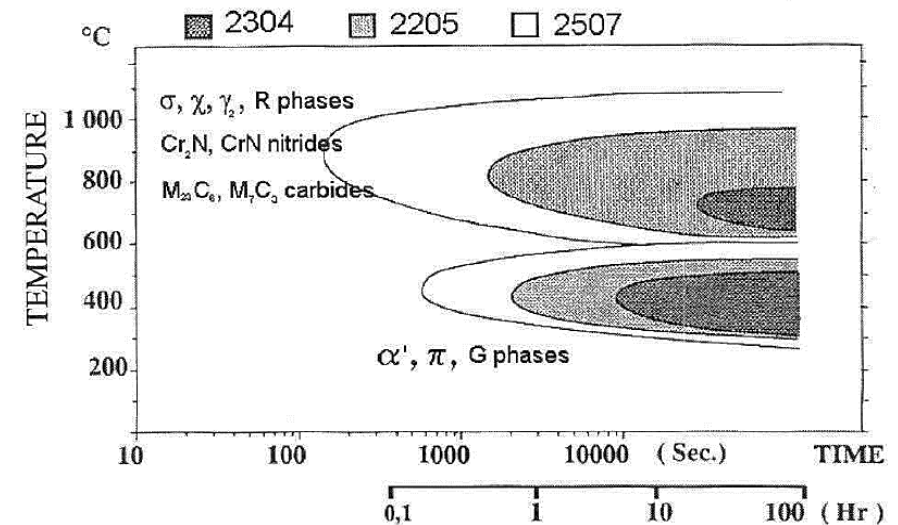


Diagramma TTT che riassume le fasi secondarie che possono precipitare

La macrostruttura del cianfrino di saldatura è suddivisa in tre zone principali:

- il materiale base;
- la zona termicamente alterata;
- la zona fusa.

Pro:

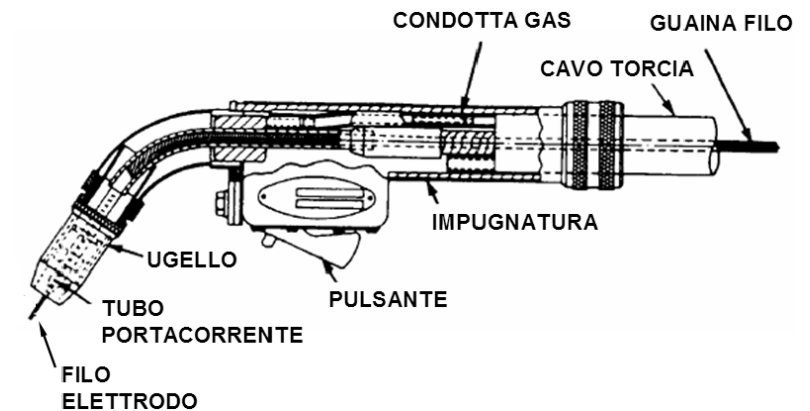
- Elevata produttività;
- Migliore controllo della metallurgia del bagno;
- Ottima maneggevolezza;
- Buona visibilità del bagno.

Contro:

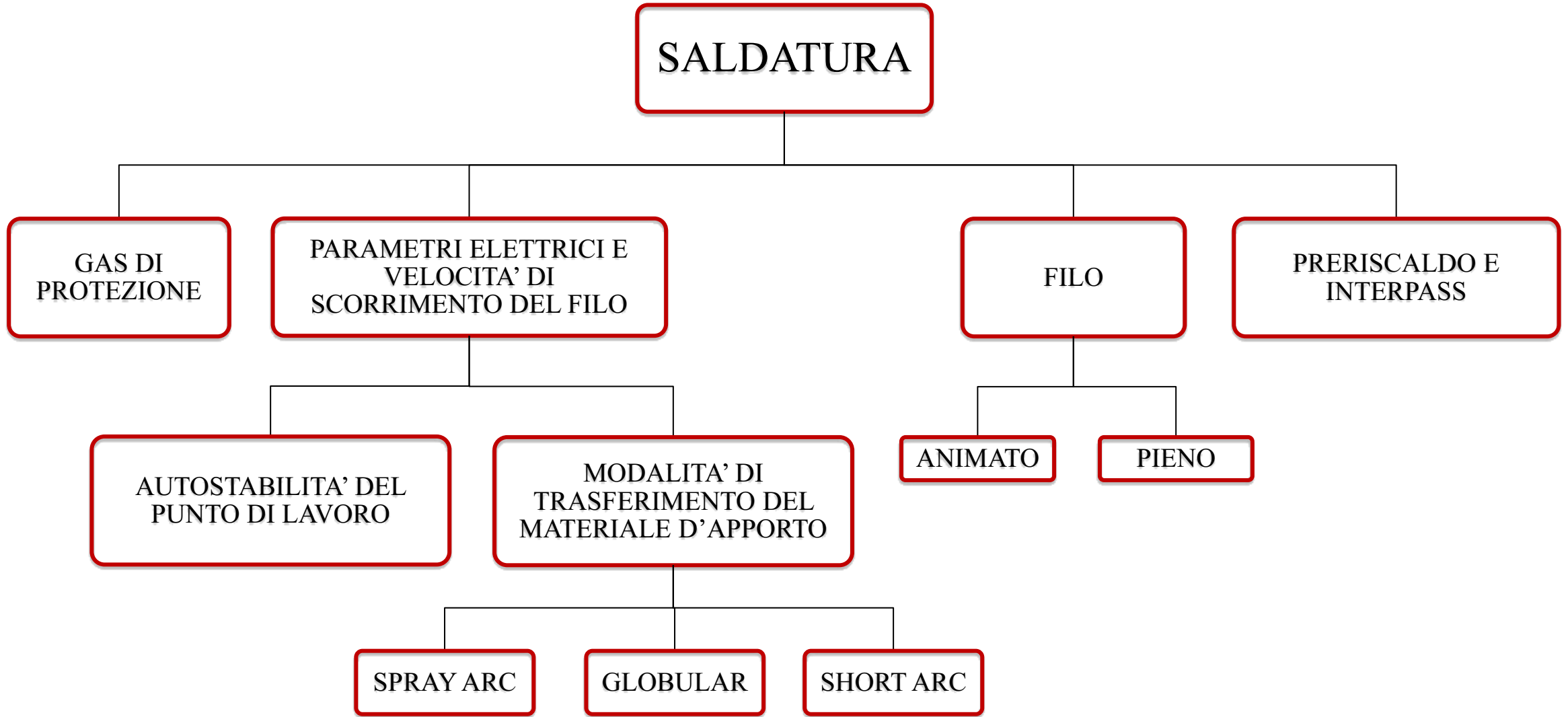
- Apparecchiatura ingombrante, costosa e complessa;
- Esigenza di personale adeguatamente formato.



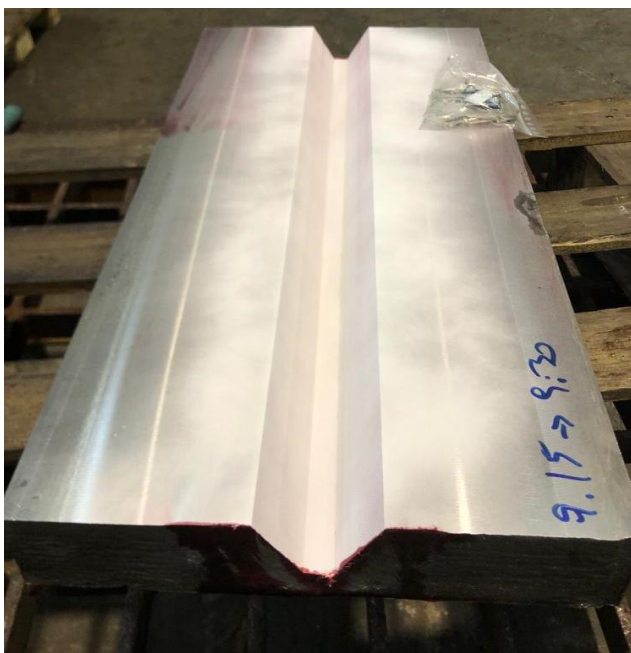
Micrografia della saldatura a 50x con vilella



Schema della torcia di saldatura



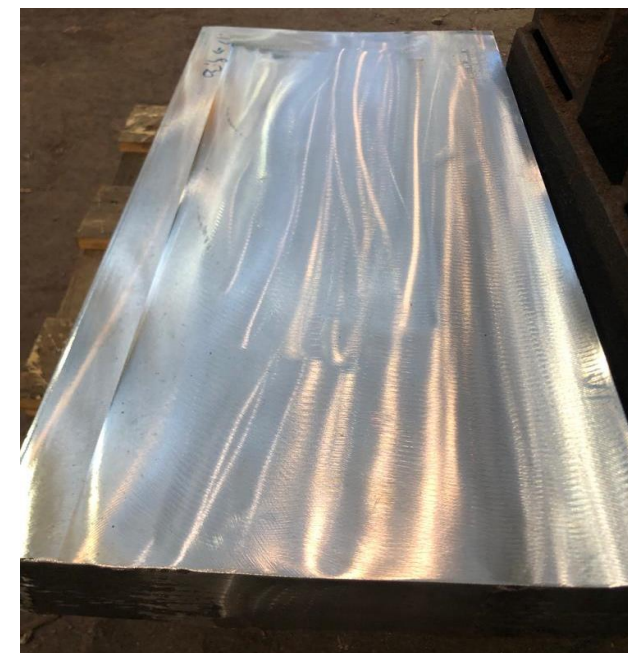
- STEP 1 - Produzione e scavo della piastra di qualifica;
- STEP 2 - Prove di saldatura preliminari e creazione di una procedura di saldatura preliminare (pWPS);
- STEP 3 - CND sulla piastra;
- STEP 4 - Saldatura del cianfrino e raccolta dati di ogni cordone;
- STEP 5 - CND sulla saldatura;
- STEP 6 - Prove meccaniche, analisi chimica e prove di corrosione.



Step 1

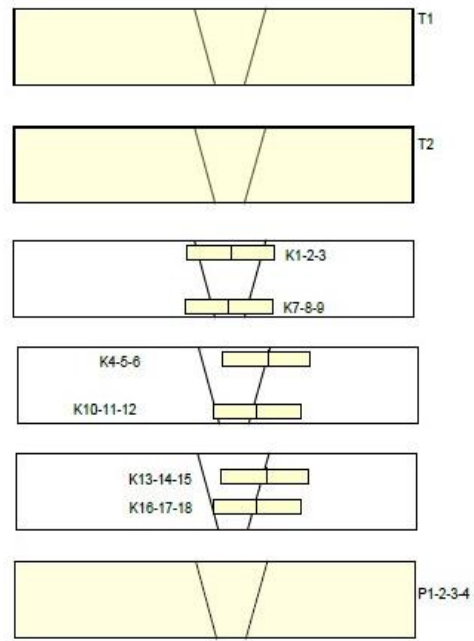
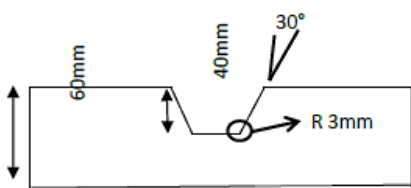


Step 2

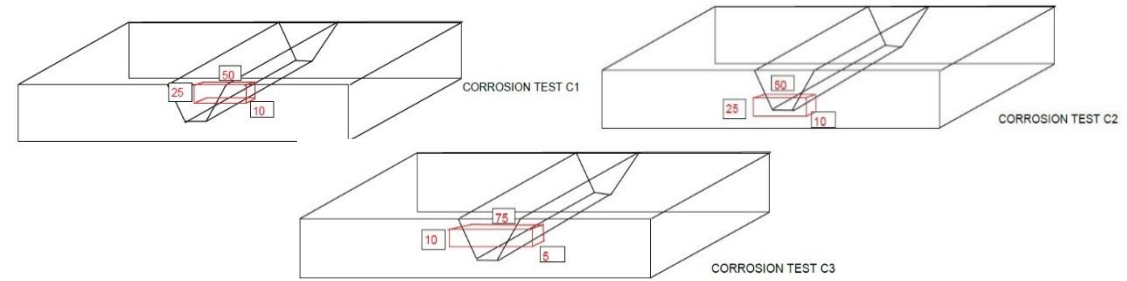
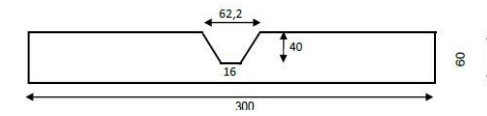


Step 3

Supp. PQR N°: -		DATE: 18/11/2022	
Welding Process(es) a) 136 b)		c)	
type(s) a) SEMI-AUTOMATIC b)		c)	
JOINTS			
Joints Design SEE SKETCH			
Backing (Yes) <input checked="" type="checkbox"/> (No)			
Backing Material (Type) BASE MATERIAL			
Backing Metal * Non fusing metal			
Backing non metal * Other			
BASE METAL			
Group of material (EN std) 10.1 ISO/TR 15608:2005			
Spec. Type & Grade EN 10213: GX2CrNiMoN 22 5 3			
to Spec. Type & Grade EN 10213: GX2CrNiMoN 22 5 3			
Chem. Anal. & mech. Prop.			
Thickness range:			
Base metal (mm/inches): 60mm		Groove 40 mm Fillet	
pipe dia. :		Groove Fillet	
FILLER METALS		GAS	
AWS A 5.4 E2209T0-4		Percent Composition	
EN-ISO 17833-A T 22 9 3 N L R M21 3		Gas(es) (Mixture) Flow Rate	
Size of filler metal 1,2 mm		Plasma	
F.M. Trade Name DW 329-A		Shielding ARCAL SPEED Ar-CO ₂ 8% 15-20	
Manufacturer KOBELCO		Trailing	
Deposited weld metal		Backing	
Thickness range:		ELECTRICAL CHARACTERISTICS (see table below)	
Groove 40 mm		Current D.C	
Fillet		Polarity EL+	
Flux Trade Name		Mode of Metal Transfer for 136 GLOBULAR	
Manufacturer		Tungsten Electrode Type & Size NONE	
Electr. Flux (Class)		Electrode wire feed speed range 8-12 m/min	
TECHNIQUE			
String or Weave Bead STRING			
Orifice or Gas Cup Size NONE			
Initial & Interpass Cleaning BRUSHING			
AND/OR GRINDING AND/OR CHIPPING HAMMER			
Method of Back Gouging NONE			
Oscillation: Amplitude NONE			
Frequency NONE			
Contact Tube to Work Distance NONE			
Multiple or Single Pass (per Side) MULTIPASS			
Single or Multiple Electrodes SINGLE			
Peening NONE			
Other Stick out 20mm			
POSITION		PREHEAT	
Position (s) of groove PA - FLAT		Preheat Temp. MIN 10°C	
Welding Progression: Up NONE Down NONE		Interpass Temp. MAX 150°C	
Position(s) of fillet NONE		Preheat maintenance NONE	
POSTWELD HEAT TREATMENT			
Temp. Range NONE			
Time Range NONE			
Heat rate NONE			
Cool rate NONE			
Weld pass(es) or layer(s)		current	
Welding Process(es)		AWS-Class or Trade Name	
136		Dia.(mm) Type & polarity Amp. Range	
		1,2 DC EL+ 170 250	
		Volts Range Travel Speed Range (mm/min)	
		22-28	
WPS according to EN 15609-1			



		MA+AC
		FE
		FERRITIC CONTENT
		C1-C2
		CORROSION TEST
		C3
		CORROSION TEST
T1		
T2		
P1		
P2		K1-7
		K2-8
		K3-9
		K4-10
		K5-11
		K6-12
		K13-16
		K14-17
		K15-18
T2		
P3		
P4		



pWPS

Schema prelievo prove meccaniche

Internal identification	Customer identification	Dimensions [mm]	Bend type	Bend angle [°]	Former diameter [mm]	Distance between rollers [mm]	Result ^(a)	Date of test
48353A1÷4	PQR 1246	16,5x60x220	n° 4 side bends	180	66	102	Satisfactory	11/01/2023

Test di piega

Internal identification	Customer identification	Date of test
48353A	PQR 1246	07/07/2022

Indentations rows sketch according to UNI EN ISO 9015-1:2011

Hardness values HV10 obtained on position:																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
244	255	265	253	258	253	249	257	257	252	257	246	252	260	253	252	258	247	245
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
228	230	226	265	276	273	267	272	286	285	278	273	268	278	262	276	230	225	220

Test di durezza Vickers

Internal identification	Customer identification	Dimensions [mm]	Surface preparation	Period in boiling solution [h]	Angle [°]	Former D. [mm]	Visual examination at 10X after bending	Test start date	Test end date
48353A3	PQR 1246	74,95x10,05x5,10	120 grit abrasive paper	20	90	20	Satisfactory	12/01/2023	13/01/2023

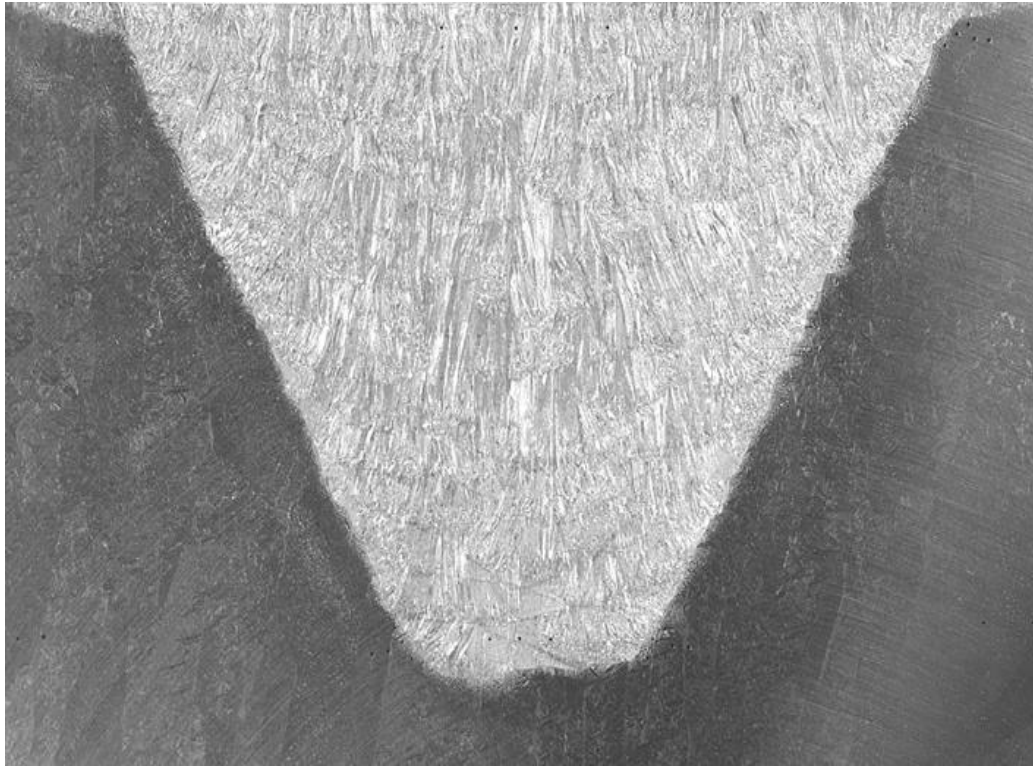
Prova di corrosione con acido solforico al 16% e solfato di rame

Internal identification	Customer identification	Location	Dimensions [mm]	Temp. [°C]	Impact values KV ₂ [J]	Date of test
48353A	PQR 1246	VWT0/1	10x10x55	-46	43 - 50 - 49	17/01/2023
48353A	PQR 1246	VWT0/30	10x10x55	-46	59 - 51 - 52	17/01/2023
48353A	PQR 1246	VHT0/1	10x10x55	-46	64 - 76 - 53	17/01/2023
48353A	PQR 1246	VHT0/30	10x10x55	-46	66 - 77 - 82	17/01/2023
<i>Customer Requirements</i>					≥30	---

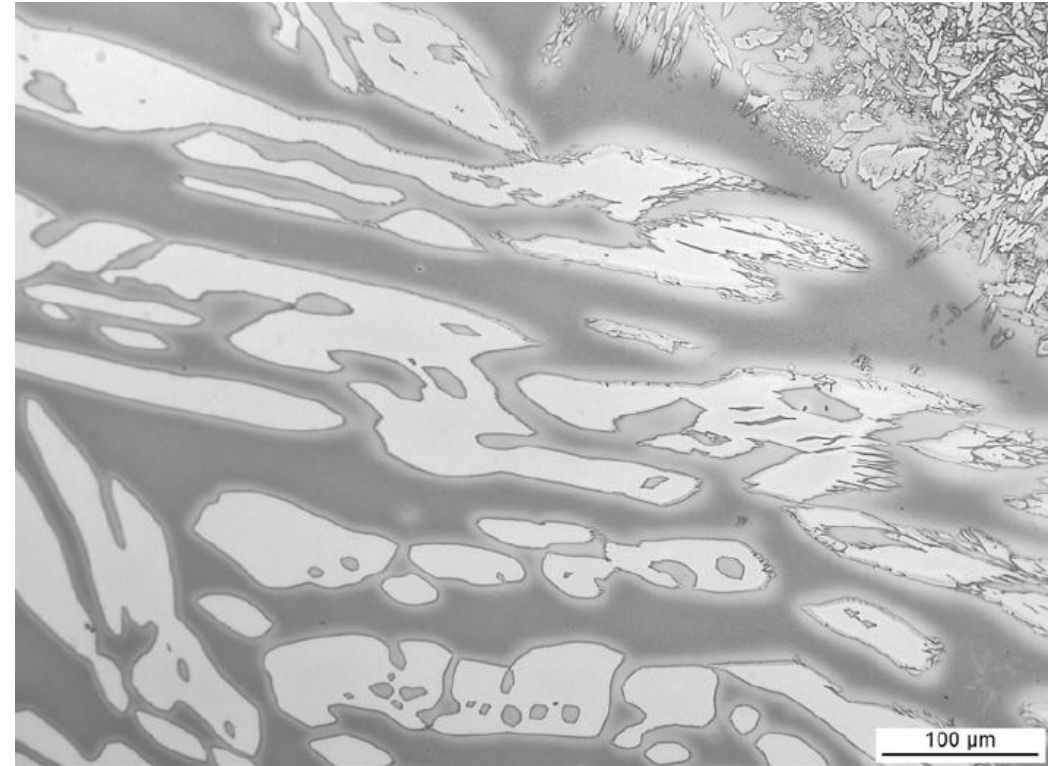
Test di resilienza

Internal identification	Customer identification	Dimensions [mm]	S ₀ [mm ²]	R _m [MPa]	Failure location	Date of test
48353A1 Upper	PQR 1246	18,60x25,0	465,0	725	B.M.	17/01/2023
48353A1 Lower	PQR 1246	17,60x25,0	440,0	705	B.M.	17/01/2023
48353A2 Upper	PQR 1246	17,70x25,0	442,5	730	B.M.	17/01/2023
48353A2 Lower	PQR 1246	17,90x25,0	447,5	705	B.M.	17/01/2023
<i>Customer Requirements</i>				≥600	---	---

Test di trazione trasversale



Macrografia del cianfrino saldato, ingrandimento a 1,8x e attacco elettrolitico con acido ossalico



Micrografia della piastra a 200x con attacco elettrolitico con Idrossido di Sodio

- ✓ Le prove meccaniche e i controlli non distruttivi hanno superato tutti i limiti imposti dalla norma perciò la pWPS può diventare a tutti gli effetti una WPS e può essere emessa la PQR;
- ✓ Ho affrontato le innumerevoli variabili che influenzano il processo di saldatura, in particolare per gli acciai inossidabili duplex, prendendo atto della complessità generale dell'intero ciclo di riparazione dei difetti;
- ✓ Ho preso atto della natura normativa che ogni parte del processo produttivo di un getto si porta appresso.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE