

**POLITECNICO DI TORINO**

**Corso di Laurea Magistrale**

**Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica**

**Tesi di Laurea Magistrale**

**Il futuro del controllo qualità nel settore  
metallurgico delle tubazioni - Indagine all'interno  
del gruppo Commerciale Tubi Acciaio S.p.A.**



**Politecnico  
di Torino**

**Relatore**

Prof. Domenico Maisano

**Candidato**

Guglielmo Giudici

**Luglio 2022**



# Sommario

Lista abbreviazioni e acronimi.....	7
Ringraziamenti.....	9
Abstract.....	11
1. Introduzione: i sistemi di tubazioni (Pipelines).....	13
2. Commerciale Tubi Acciaio: storia, sedi, acquisizioni e performance .....	17
2.1. Storia.....	17
2.2. Sedi principali.....	18
2.3. Alleanze strategiche e partnership .....	19
2.4. Analisi SWOT.....	19
2.5. Principali competitors .....	21
2.6. Performance economiche.....	22
3. I tubi d'acciaio: Analisi del Prodotto .....	25
3.1. Tipologie di acciai, caratteristiche chimiche e meccaniche.....	25
3.1.1. Acciai al carbonio .....	25
3.1.2. Acciai legati .....	26
3.1.3. Acciai inossidabili.....	27
3.2. Enti certificatori e norme principali.....	30
3.3. Caratteristiche dimensionali dei tubi .....	33
3.4. Metodi di produzione dei tubi.....	34
3.4.1. Produzione tubi saldati.....	34
3.4.2. Produzione tubi non saldati.....	36
3.4.3. Tubi saldati vs Tubi non saldati.....	39
3.5. Test distruttivi e non distruttivi.....	39
3.5.1. Prova di Resilienza .....	40
3.5.2. Prova di Trazione.....	41

3.5.3. Prova Idraulica.....	41
3.5.4. Antimescolanza (PMI).....	41
3.6. Specifiche di acquisto interne .....	42
3.7. Progetti e utilizzi reali.....	43
4. Tirocinio in CTA: dipartimento qualità.....	47
4.1. Attività in ufficio .....	47
4.1.1. Controllo certificati.....	48
4.1.2. Abbinamento certificati .....	49
4.1.3. Sblocco ordini clienti .....	52
4.1.4. Creazione e invio ordini per test a laboratorio esterno .....	54
4.1.5. Archiviazione report prove laboratori esterni e fatturazione .....	55
4.1.6. Archiviazione certificazioni fornitori .....	56
4.1.7. Comunicazione con fornitori .....	58
4.2. Attività in magazzino.....	58
4.2.1. Strumenti utilizzati.....	58
4.2.2. Gestione tubi non conformi .....	62
4.2.3. Pre-collaudi e collaudi con ispettori .....	65
4.2.4. Ispezioni senza ispettori e Self Inspection Report .....	65
5. Criticità riscontrate e miglioramenti effettuati.....	67
5.1. Velocizzazione processo abbinamento certificati.....	67
5.2. Digitalizzazione processo di archiviazione documenti.....	68
5.3. Creazione fogli di calcolo per digitalizzazione processi .....	69
5.4. Utilizzo cellulare aziendale per fotografie in magazzino .....	72
6. Miglioramenti futuri .....	73
6.1. Lettore digitale documenti .....	73
6.2. Centralizzazione documenti Controllo Qualità.....	74
6.3. Miglioramento fase iniziale Pre-collauda.....	74
7. Conclusioni .....	77

Bibliografia e sitografia .....	79
---------------------------------	----

## Indice delle figure

Figura 1: Esempio di tubi.....	14
Figura 2: Esempio di raccordi.....	14
Figura 3: Esempio di flange.....	15
Figura 4: Esempi di valvole .....	15
Figura 5: Localizzazione geografica sedi CTA .....	18
Figura 6: Analisi SWOT dell'azienda CTA .....	20
Figura 7: Fatturato consolidato CTA 2019-2025.....	22
Figura 8: Conto Economico Consolidato CTA 2019-2025 .....	23
Figura 9: Gradi acciai legati e composizione chimica .....	27
Figura 10: Trattamenti termici acciai legati.....	27
Figura 11: Gradi acciai inox della serie 300 .....	30
Figura 12: Tabella per visualizzare valore più restrittivo secondo le norme.....	32
Figura 13: Diametri e spessori secondo ASME B36.10 e ASME B36.19.....	33
Figura 14: Rappresentazione Saldatura ERW .....	35
Figura 15: Illustrazione Zona Termicamente Alterata (HAZ).....	35
Figura 16: Processo di produzione della billetta.....	37
Figura 17: Rappresentazione Laminatoio Diescher .....	38
Figura 18: Rappresentazione Laminatoio FTM.....	38
Figura 19: Test distruttivi principali .....	39
Figura 20: Test non distruttivi principali .....	40
Figura 21: Esempio bruciatura OES .....	42
Figura 22: Estratto specifica di acquisto per ASTM/ASME A/SA A333 Gr. 6 .....	43
Figura 23: Suddivisione delle fasi del settore Oil&Gas .....	44
Figura 24: Crescita domanda di petrolio, 2020-2045 (Fonte: OPEC –World Oil Outlook 2045 Edizione 2021).....	45
Figura 25: Struttura dipartimento Qualità di CTA.....	47
Figura 26: Tipi di certificazioni secondo la norma EN 10204:2004 .....	49

Figura 27: Schermata Input CID e campi da compilare manualmente.....	50
Figura 28: Scheda magazzino da compilare per tubi in ingresso .....	50
Figura 29: Esempio bandella aggiunta ai certificati .....	51
Figura 30: Schermata Navigatore Lavorazioni per sblocco ordini.....	52
Figura 31: Esempio filtro VCERT e nota della Qualità.....	53
Figura 32: Esempio scheda "Out of Standard" .....	54
Figura 33: Documento Excel per archiviazione report test distruttivi.....	56
Figura 34: Estratto documento archiviazione certificazioni fornitori con scadenziario .....	57
Figura 35: Illustrazione di un calibro a nonio .....	59
Figura 36: Misurazione con calibro digitale .....	59
Figura 37: Goniometro.....	60
Figura 38: Durometro .....	60
Figura 39: Ferriscopio.....	61
Figura 40: Spessimetro .....	61
Figura 41: Spettrometro XRF (sinistra) e OES (destra) .....	62
Figura 42: Esempio di NC su tubo, vista dall'interno (a sx) e dall'esterno (a dx) .....	64
Figura 43: Esempio lavorazione su tubo (Codice colore e marcatura di progetto) .....	66
Figura 44: Calcoli ottimizzazione abbinamento certificati.....	67
Figura 45: Estratto foglio di calcolo per riduzione temperatura Impact Test.....	70
Figura 46: Estratto Tabella 4 norma ISO 2566-1 .....	71
Figura 47: Estratto documento Calcolo allungamento non proporzionale .....	71
Figura 48: Estratto documento calcolo Pressione per Prova Idraulica .....	71

## Lista abbreviazioni e acronimi

CTA: Commerciale Tubi Acciaio S.p.A.

EBITDA: Earnings Before Interests Taxes Depreciation and Amortization, in italiano Margine Operativo Lordo.

ERP: Enterprise Resource Planning, ossia un software gestionale per aziende.

NPS: Nominal Pipe Size, unità di misura per la dimensione nominale del diametro del tubo.

CID: Codice Identificativo usato internamente per riconoscere uno o più tubi.

VCERT: filtro utilizzato nelle procedure di sblocco degli ordini nel dipartimento di qualità.

DP: acronimo per identificare gli ordini di test distruttivi e non distruttivi ai laboratori esterni.

NC: Non Conformità.

MTC: Material Test Certificate, ossia il certificato che ogni tubo deve possedere.

MP: scheda interna che serve per identificare il Materiale Pronto su cui sono già state effettuate le lavorazioni in magazzino.

ERW: Electric Resistance Weld, metodo di saldatura.

EFW: Electric Fusion Weld, metodo di saldatura.

HAZ: Heat-Affected Zone, zona termicamente alterata dopo la saldatura.

PMI: Positive Material Identification, test non distruttivo effettuato sui tubi.





## Ringraziamenti

Arrivato alla fine di questo percorso di studi, desidero ringraziare tutti coloro che mi sono stati accanto in questi anni.

Un ringraziamento speciale va alla mia famiglia e alla mia fidanzata che mi hanno sempre supportato, ai miei compagni di corso con i quali ho condiviso anni indimenticabili e al mio relatore, il professore Maisano, che mi ha aiutato nella stesura di questo elaborato.

Inoltre, vorrei ringraziare tutti i miei colleghi presso l'azienda Commerciale Tubi Acciaio S.p.A., i quali, seppur essendo stati insieme solo quattro mesi, hanno contribuito alla mia crescita personale e lavorativa.



## Abstract

Il seguente elaborato offre una panoramica generale relativa al settore delle tubazioni per l'Oil&Gas, focalizzandosi principalmente sulla realtà dell'azienda Commerciale Tubi Acciaio S.p.A e, più nello specifico, nel dipartimento del controllo qualità.

Nella tesi verranno approfondite le principali caratteristiche del prodotto commercializzato dall'azienda, prestando particolare attenzione alle norme principali che lo regolamentano e alle peculiarità che deve possedere per poter essere venduto.

Nel dettaglio, si analizzeranno le procedure del controllo qualità all'interno del gruppo CTA, più concretamente nella sede di Grugliasco, distinguendo tra le attività "d'ufficio", come il controllo dei certificati e l'archiviazione dei report dei test distruttivi e non distruttivi ricevuti dai laboratori, e quelle più dinamiche svolte in magazzino, come il controllo delle lavorazioni effettuate dagli operai e l'accompagnamento degli ispettori durante i collaudi.

La tesi si suddivide in sei capitoli:

- Nel primo vengono introdotti i sistemi di tubazioni, i loro componenti principali e vengono descritte le principali industrie in cui possono essere utilizzati.
- Nel secondo viene descritta a grandi linee la storia dell'azienda e vengono analizzate le principali scelte strategiche tramite la descrizione delle partnership/acquisizioni formate nel corso degli anni e l'analisi SWOT.
- Nel terzo capitolo viene svolta un'analisi del prodotto principale commercializzato dall'azienda CTA, i tubi d'acciaio, descrivendone le caratteristiche chimico fisiche, i principali enti certificatori, i metodi di produzione e i test che devono essere effettuati per certificarne le proprietà.
- Il quarto capitolo racchiude e descrive tutte le attività svolte durante il tirocinio, iniziando con le attività sviluppate in ufficio e proseguendo con quelle praticate in magazzino.
- Il quinto capitolo analizza i principali miglioramenti che sono stati apportati al posto di lavoro, con l'obiettivo di rendere i compiti più snelli e le procedure più efficienti, come la velocizzazione della procedura di abbinamento dei certificati sul sistema ERP dell'azienda o la riduzione dell'utilizzo di carta nel dipartimento di qualità.
- Nel sesto capitolo vengono valutati dei possibili miglioramenti futuri e la loro applicabilità nel contesto aziendale.



# 1. Introduzione: i sistemi di tubazioni (Pipelines)

Al giorno d'oggi sul mercato è presente una varietà innumerevole di industrie che operano in settori diversi. Il termine generale "industria" si riferisce all'insieme dei processi e delle attività volte a trasformare le materie prime in prodotti finiti, necessari per soddisfare i bisogni fondamentali dell'essere umano. Questi processi e attività vengono svolti negli impianti industriali.

Tali impianti richiedono, in misura maggiore o minore, la capacità di trasportare fluidi per svolgere i loro processi. Il modo per effettuare questo trasporto è attraverso i sistemi di tubazioni.

In generale, possiamo suddividere gli impianti industriali in tre categorie, secondo l'impatto che hanno sul mercato delle tubazioni:

- 1) Il primo gruppo è costituito da grandi impianti industriali che, oltre alle dimensioni, sono caratterizzati dal fatto che i prodotti trattati sono essenzialmente fluidi. Ciò implica un ampio uso di tubazioni di tutti i tipi, dimensioni e materiali. I principali tipi di industrie che rientrano in questa categoria sono quelle che trattano: petrolio, gas, prodotti chimici e petrolchimici, energia e acqua.
- 2) Il secondo gruppo comprende sempre impianti di grandi dimensioni, i quali però non utilizzano fluidi come materie prime o prodotti lavorati. I materiali trattati sono principalmente metalli o altri prodotti solidi. Tuttavia, in questi impianti vengono gestiti su larga scala fluidi ausiliari come acqua, vapore, gas, prodotti chimici e altri liquidi. Come esempi si possono citare le seguenti industrie: industria siderurgica, cantieri navali, industria automobilistica, impianti di lavorazione della carta o del cemento.
- 3) Il terzo gruppo comprende le industrie che non trattano fluidi come materiale di base e sono generalmente di dimensioni inferiori. Seppur non avendo lo stesso impatto dei due settori precedenti, queste tipologie di industrie contribuiscono alla commercializzazione delle tubazioni. Alcuni esempi sono aziende che trattano prodotti alimentari, prodotti farmaceutici, prodotti tessili o prodotti di elettronica.

Il trasporto dei fluidi avviene, quindi, tramite l'utilizzo di una serie di elementi uniti tra loro che formano un'unità chiusa a tenuta stagna dentro la quale il fluido può circolare. Questi sistemi sono noti genericamente come "sistemi di tubazioni".

I principali elementi costitutivi di questi sistemi sono:

- Tubi (vedi Figura 1), elementi cilindrici attraverso i quali avviene il trasporto effettivo del fluido. In una tipica installazione industriale possono raggiungere un numero di chilometri totali considerevole.



*Figura 1: Esempio di tubi*

- Raccordi (vedi Figura 2), servono per far variare il percorso rettilineo dei fluidi che si muovono all'interno dei tubi. Ne esistono di vari tipi, tra i quali quello a forma di T, quelli con curve di 90° e 45°, le riduzioni eccentriche e le riduzioni concentriche.



*Figura 2: Esempio di raccordi*

- Flange (vedi Figura 3), sono utilizzate per accoppiare due componenti di un sistema di tubazioni tramite bulloni e dadi, in modo tale che, in caso di disaccoppiamento, non sia necessario ricorrere a opere distruttive.



*Figura 3: Esempio di flange*

- Valvole (vedi Figura 4), sono elementi di grande importanza, poiché consentono il passaggio o l'interruzione del fluido, nonché la regolazione del suo flusso. Ne esistono di svariate tipologie, anche complesse.



*Figura 4: Esempi di valvole*





## 2. Commerciale Tubi Acciaio: storia, sedi, acquisizioni e performance

La Commerciale Tubi Acciaio S.p.A. è una società residente in Italia, presente a livello internazionale, che ha per oggetto principale il commercio e la distribuzione di prodotti tubolari in acciaio per il settore dell’Energia con particolare riferimento alla Raffinazione, alla Petrolchimica, al Trasporto e Stoccaggio di Gas ed alla Power Generation.

Essa svolge un ruolo di collegamento tra i fabbricanti e gli “End Users” e la sua prerogativa è quella di disporre di grandi quantità di materiale a stock per garantire la pronta consegna.

In questo capitolo verranno analizzati gli aspetti principali di questa società, iniziando con un breve riassunto della sua storia e proseguendo poi con un’analisi approfondita del mercato in cui opera e delle decisioni strategiche prese durante il corso degli anni.

### 2.1. Storia

La società nasce come azienda individuale nel 1958 sotto il nome di Tubi Acciaio di Pollastrini. Dopo solo un anno si trasforma in S.r.l. e cambia la sua ragione sociale in Commerciale Tubi Acciaio. Negli anni successivi vengono acquistati 45.000m<sup>2</sup> di terreno a Grugliasco che vengono trasformati nell’attuale sede principale del gruppo. Il core business dell’azienda, come si evince dal nome, è la compravendita di tubi in acciaio, che nel corso degli anni è stata estesa anche a tubi in acciaio inox (aggiunti allo stock nel 1996) e a valvole, flange e raccordi (aggiunti nel 2003 grazie alla fusione con un centro operativo nella periferia di Bergamo).

Nel 2003 viene aperto il primo polo aziendale fuori dall’Italia, a Lione in Francia con il nome di CTA France. Tra il 2004 e il 2008 CTA acquisisce da Tenaris Dalmine un’area di 20.000 m<sup>2</sup>, la quale le permette di rafforzare maggiormente la sua presenza nel Nord Italia. Negli stessi anni viene creato il secondo polo internazionale di nome CTA Asia Pacific, con sede a Hong Kong, con l’obiettivo di avere un centro di sviluppo nel continente asiatico. Il quinquennio 2011-2015 viene segnato dalla fondazione di più società in diverse zone geografiche, tra le quali CTA Iberia (Spagna), CTA Caspian Sea (Kazakhstan), CTA Polonia e CTA Tianjin (Cina). Inoltre, nel 2014 viene inaugurata una nuova sede operativa con uffici commerciali e magazzino a Grezzago, in provincia di Milano.

Infine, tra il 2016 e il 2017 viene aperto un nuovo ufficio a Genova, viene rilevata la maggioranza di TLP S.p.A., una società di consolidata esperienza nella distribuzione rapida

di tubi inossidabili, e nasce la società E.I.T.I. (European Institute of Technical Inspections) specializzata in controlli non distruttivi. Nel 2021, CTA acquista il 65% delle quote della società Alco SAS in Francia, un'azienda in ascesa nel settore della distribuzione di tubi e raccordi in acciaio inossidabile.

Al giorno d'oggi, CTA si può annoverare tra i maggiori fornitori nel settore di raffinazione, petrolchimico e trattamento gas, in quello di power generation e nucleare e in quello di piattaforme offshore, grazie alle migliaia di tonnellate di tubi d'acciaio (inossidabili, legati e al carbonio) presenti nei suoi magazzini e alla partnership privilegiata con la società Tenaris, leader tra i produttori europei.

L'esigenza di un sistema organizzativo orientato alla qualità dei prodotti commercializzati e ai servizi offerti ai Clienti, ha fatto sì che il Gruppo CTA adottasse un Sistema di Gestione della Qualità secondo la ISO 9001 (dal 2000). Inoltre, per la casa madre, il Sistema viene integrato con le esigenze della ISO 14001 (dal 2010), della BS OHSAS 18001 (dal 2015) prima e della ISO 45001 a partire dal 2020. Il campo d'applicazione relativo alle attività dell'Azienda è il seguente: "Vendita, stoccaggio e approvvigionamento di tubi e prodotti metallici, Project Management".

## 2.2. Sedi principali

Attualmente, CTA possiede due magazzini, con più di 40.000 m<sup>2</sup> di estensione ciascuno, nel Nord Italia, a Grugliasco (TO) e a Grezzago (MI). Inoltre, possiede uffici commerciali a Genova e a Padova, a Madrid (CTA Iberia), in Polonia (CTA Polska), ad Hong Kong (CTA Asia Pacific), in Kazakhstan (CTA Caspian Sea) e a Dubai.

Nella Figura 5 è rappresentata la mappa delle sedi di CTA nel mondo.

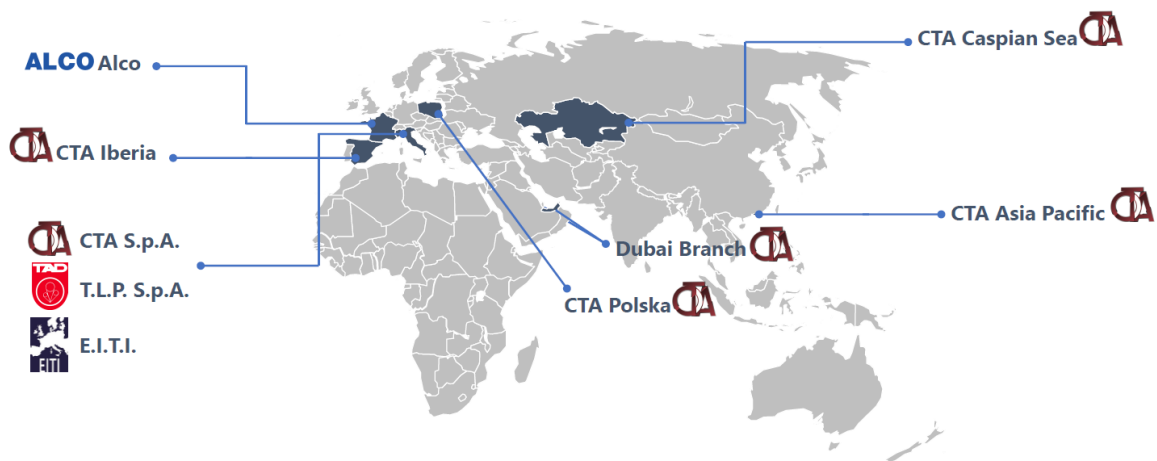


Figura 5: Localizzazione geografica sedi CTA

Il posizionamento di queste sedi ovviamente non è lasciato al caso ma è scelto in base alle aree considerate strategiche per lo sviluppo del business aziendale e delle relazioni con i principali produttori e consumatori dei prodotti trattati.

### 2.3. Alleanze strategiche e partnership

Nel corso degli anni CTA ha stretto partnership e alleanze strategiche con diversi *players* del mercato, con l'obiettivo di rimanere il più competitivo possibile.

Per quanto riguarda le partnership, in questo settore ne esistono di due tipi:

- Partnership per progetto;
- Partnership con fornitore (distributore autorizzato).

La prima partnership viene stretta tra più entità con l'obiettivo di riuscire a farsi assegnare un progetto. Infatti, tramite la collaborazione di più aziende è possibile accontentare i requisiti di un progetto, i quali, normalmente, prevedono l'acquisto di elevate quantità di tubi, spesso anche superiori alla disponibilità a stock di CTA. Oltre ad essere utili per le quantità, queste partnership sono fondamentali per non rimanere scoperti dal punto di vista economico, dato che il fallimento di un singolo progetto potrebbe essere disastroso per le finanze dell'azienda.

La seconda tipologia di partnership è quella con i fornitori, la quale permette all'azienda di diventare un distributore autorizzato e quindi di ricevere sconti sui prezzi d'acquisto per materiali di quel fornitore. Nel caso di CTA, questa partnership è stata stretta con il Gruppo Tenaris, uno tra i più grandi produttori al mondo, permettendogli di offrire ai propri clienti il valore aggiunto di un magazzino pronta consegna anche nelle aree geografiche più estreme.

Per quanto riguarda le Fusioni e Acquisizioni, come anticipato nel capitolo [2.1. Storia](#), CTA è un'azienda molto attiva sotto questo punto di vista. Infatti, nel 2016 ha rilevato l'azienda TAD LONG PRODUCTS trasformandola in T.L.P. S.p.A. e nel 2021 ha acquisito il 65% delle quote della società Alco SAS in Francia.

### 2.4. Analisi SWOT

Attraverso il seguente strumento di analisi si evidenziano i fattori interni (*Strengths* e *Weaknesses*) ed esterni (*Opportunities* e *Threats*), per determinare la posizione competitiva di un'azienda e per sviluppare la pianificazione strategica. Nella Figura 6 sono elencati i punti più importanti per ognuna delle quattro categorie sopracitate.

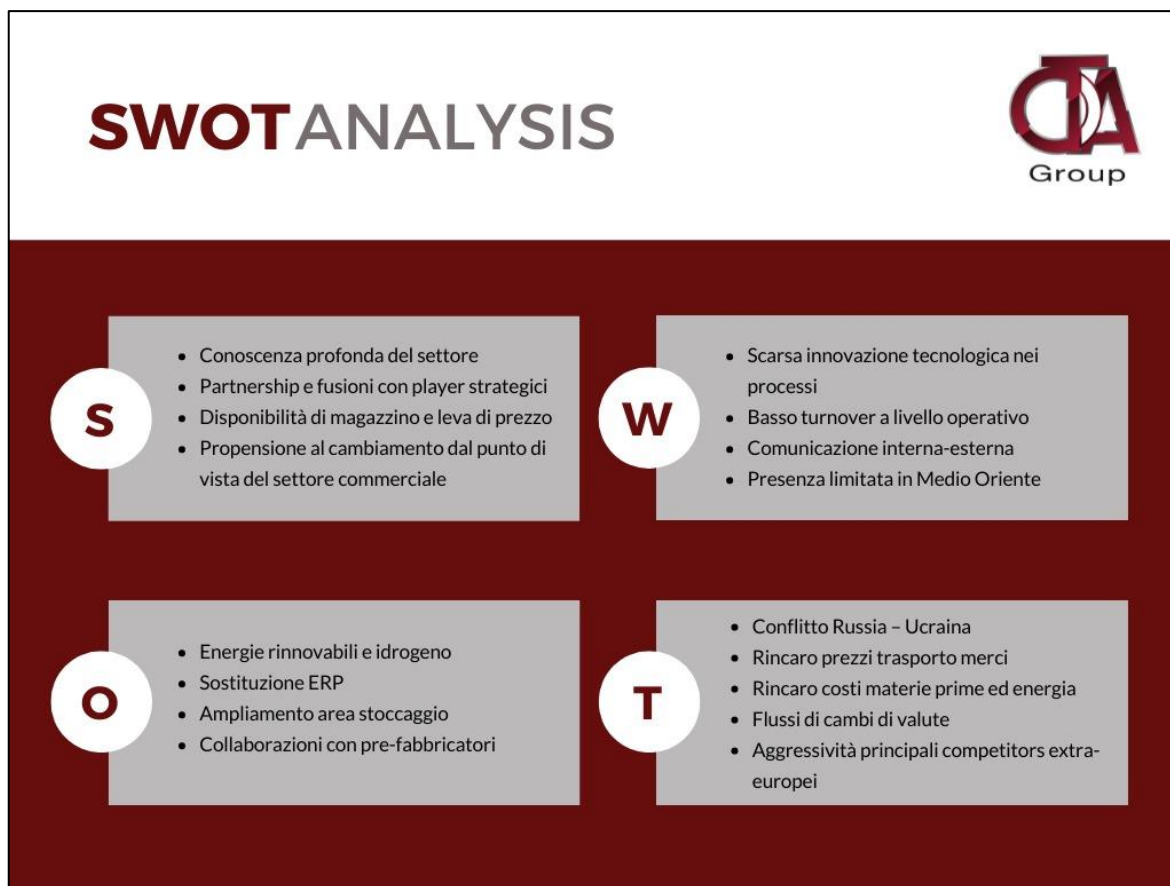


Figura 6: Analisi SWOT dell'azienda CTA

La “Propensione al cambiamento dal punto di vista del settore commerciale” è probabilmente il punto di forza più importante poiché ha permesso all’azienda di evolversi insieme al mercato e di non rimanere ferma su una sola tipologia di prodotto da vendere. Infatti, nel corso degli anni, CTA ha ampliato il suo listino prodotti con l’aggiunta dei tubi in acciaio inossidabile, prima, e dei componenti complementari come flange, raccordi e valvole, poi.

Tra le debolezze bisogna sottolineare la scarsa innovazione tecnologica nei processi che rende molte attività giornaliere ripetitive e poco efficienti. Ciò è dovuto anche al fatto che il sistema gestionale Sigla++ risulta obsoleto e poco al passo coi tempi.

Per quanto riguarda le opportunità, il primo punto sottolinea la grande occasione che ha CTA per influenzare il futuro del settore in cui opera. Il fatto che a livello mondiale ci si stia muovendo verso fonti di energia rinnovabili fa sì che si creino nuove possibilità di business ancora inesplorate. Una di queste è il mercato del trasporto di idrogeno nelle tubature. CTA è entrata a far parte del H2 Technology Consortium insieme ad altre importanti società con l’obiettivo di ottimizzare le strutture orientate a questa tipologia di mercato. Essendo un

settore nuovo, non esistono ancora riferimenti normativi ufficiali e avere la possibilità di muoversi in anticipo comporta un grosso vantaggio a livello strategico per il futuro.

Tra le minacce, quella più pericolosa è il conflitto tra Russia e Ucraina poiché un peggioramento della situazione attuale potrebbe portare ad un blocco totale dei mercati. Inoltre, a causa di questo conflitto il costo del carburante e dell'energia potrebbe continuare a salire, complicando ulteriormente la commercializzazione dei prodotti venduti da CTA.

## 2.5. Principali competitors

Come detto in precedenza, CTA atua principalmente come stocchista e trader di tubazioni a livello globale.

I vari competitors si possono dividere in più categorie quali:

- Traders, società che si occupano solo di compravendita di materiale senza possedere un proprio magazzino;
- Traders e stocchisti, ossia traders che, oltre alle capacità di compravendita, possiedono uno o più magazzini che permettono di mantenere stock e di offrire un servizio più veloce al cliente finale;
- Produttori, principalmente ferriere che producono tubi, valvole o qualsiasi altro prodotto venduto da CTA, le quali hanno il vantaggio di poter vendere direttamente al cliente finale a un prezzo più competitivo;
- Traders e stocchisti e produttori, categoria più pericolosa per CTA in quanto i players che ne fanno parte sono le aziende con capacità economiche molto elevate.

Tra i traders più importanti ci sono HPF, azienda di Udine fondata nel 2007 specializzata nel settore dell'energia e aerospaziale, e Icarus, società belga presente da più di 30 anni sul mercato.

I principali competitors traders e stockisti sono Van Leeuwen (società fondata nel 1924 in Olanda e presente in 33 stati nel mondo con 78 sedi tra uffici e magazzini), TAL (realtà lombarda attiva da più di 30 anni e con sedi in Olanda e a Singapore) e Buhlmann Group (azienda fondata nel 1945 con nove magazzini sparsi in tutta Europa).

Tra i produttori più importanti che competono con CTA, escludendo il Gruppo Tenaris che come detto in precedenza ha una partnership speciale, troviamo le società Tubos Reunidos Group, TMK Artrom e Salzgitter Mannesmann Stainless Tubes.

Nell'ultima categoria, quella delle aziende sia traders che stockisti che produttori, troviamo ALLIED Group, senza dubbio il competitor più grosso di CTA, con quartier generale vicino a Piacenza e con sedi in Europa, Africa e Nord America. Grazie al loro modello di Business innovativo, basato sul completo controllo della supply chain tramite un'integrazione verticale delle varie attività, sono riusciti a espandersi efficacemente a livello mondiale e ora operano con le più grandi società internazionali di ingegneria e costruzioni (EPC).

## 2.6. Performance economiche

In questa sezione si analizzano brevemente i dati relativi alle performance economiche del Gruppo CTA nel triennio passato (2019-2021) e, considerando l'andamento dell'anno attuale (2022), si osservano i dati relativi alle previsioni per il triennio futuro (2023-2025).

Iniziando con l'analisi della Figura 7 si può vedere la grande crescita che ha avuto il Fatturato Consolidato nel triennio 2019-2021 e la previsione per il 2025 che vede un incremento rispetto al 2022 di otto punti percentuali.

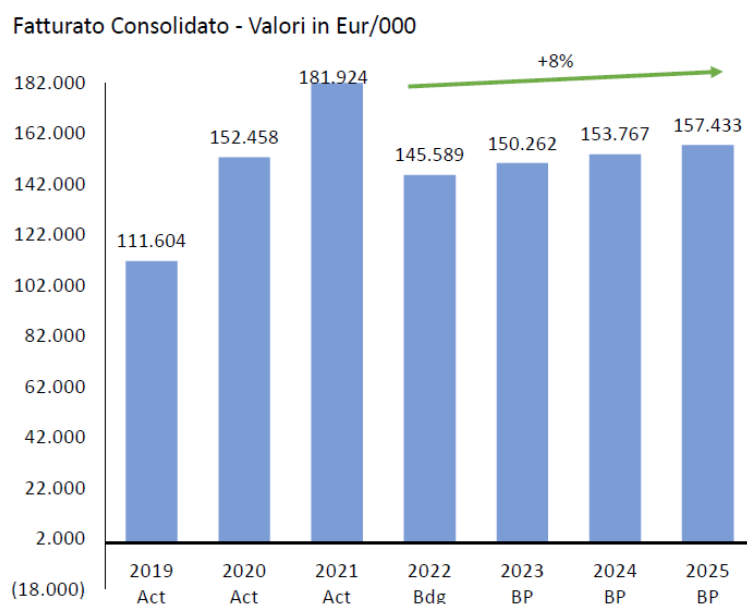


Figura 7: Fatturato consolidato CTA 2019-2025

Nella Figura 8 è invece stato brevemente schematizzato il Conto economico Consolidato di CTA per gli stessi anni analizzati nella figura precedente, in modo tale da poter visualizzare, oltre al Fatturato, anche i valori di EBITDA e del Risultato Netto.

<b>Conto Economico Consolidato (/000.000)</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Ricavi delle vendite	111,60 €	152,46 €	181,92 €	145,59 €	150,26 €	153,77 €	157,43 €
Costo del venduto	- 93,23 €	- 131,24 €	- 158,97 €	- 128,29 €	- 132,41 €	- 135,50 €	- 138,38 €
<b>Valore Aggiunto (Gross Trade Profit)</b>	<b>18,37 €</b>	<b>21,22 €</b>	<b>22,95 €</b>	<b>17,30 €</b>	<b>17,85 €</b>	<b>18,27 €</b>	<b>19,05 €</b>
Costo del Lavoro	- 9,41 €	- 9,67 €	- 11,48 €	- 10,19 €	- 10,45 €	- 10,66 €	- 10,90 €
<b>EBITDA</b>	<b>8,96 €</b>	<b>11,55 €</b>	<b>11,47 €</b>	<b>7,11 €</b>	<b>7,40 €</b>	<b>7,61 €</b>	<b>8,15 €</b>
Ammortamenti e stanziamenti ai fondi	- 2,28 €	- 5,33 €	- 4,52 €	- 1,40 €	- 1,54 €	- 1,54 €	- 1,65 €
Oneri finanziari	- 1,55 €	- 1,17 €	- 0,94 €	- 1,22 €	- 1,02 €	- 0,85 €	- 0,84 €
<b>Risultato ante imposte</b>	<b>5,13 €</b>	<b>5,05 €</b>	<b>6,01 €</b>	<b>4,49 €</b>	<b>4,84 €</b>	<b>5,21 €</b>	<b>5,66 €</b>
Imposte d'esercizio	- 1,70 €	- 1,52 €	- 1,65 €	- 1,35 €	- 1,45 €	- 1,52 €	- 1,70 €
<b>Risultato Netto</b>	<b>3,42 €</b>	<b>3,53 €</b>	<b>4,36 €</b>	<b>3,14 €</b>	<b>3,39 €</b>	<b>3,69 €</b>	<b>3,96 €</b>

Figura 8: Conto Economico Consolidato CTA 2019-2025





## 3. I tubi d'acciaio: Analisi del Prodotto

In questo capitolo andremo ad analizzare le principali tipologie di acciaio utilizzate per i tubi venduti da CTA, concentrandoci particolarmente sulle differenti caratteristiche chimiche e meccaniche che possiedono e sulle principali temperature di utilizzo. Inoltre, verranno analizzati i più importanti enti certificatori, i metodi di produzione, le tipologie di tubi prodotti e le prove distruttive e non distruttive effettuate dai produttori o da laboratori esterni accreditati.

### 3.1. Tipologie di acciai, caratteristiche chimiche e meccaniche

Le tre principali famiglie di acciai utilizzate nella produzione dei tubi commercializzati da CTA sono gli acciai al carbonio, gli acciai legati e gli acciai inossidabili.

#### 3.1.1. Acciai al carbonio

L'acciaio è una lega prevalentemente composta da ferro, con un contenuto di Carbonio (C) che varia tra lo 0.2% ed il 2.11% in peso. Oltre al Carbonio, che è il principale elemento legante, vengono usati altri elementi come il Manganese (Mn), il Cromo (Cr) o il Vanadio (V) per migliorare le proprietà meccaniche dell'acciaio (maggiore resistenza a rottura o maggiore duttilità). Le variabili chimiche, tra le quali le grandi quantità di carbonio e manganese nella lega d'acciaio ne aumentano la durezza e la resistenza meccanica, ma ne diminuiscono la duttilità, cioè la capacità di essere lavorato e la saldabilità. Quindi molti progettisti di impianti cercano di limitare la presenza di tali elementi nell'acciaio e/o monitorare le varie composizioni sulla base delle singole applicazioni (Electric Power Research Institute, 2007).

In particolare, gli acciai al carbonio si distinguono in due categorie: quelli per utilizzi a temperature che vanno da quella ambiente a quelle più moderate (chiamati semplicemente Carbon Steel o CS) e quelli per basse temperature (chiamati Low Temperature Carbon Steel o LTCS).

Il grado più comune per i Carbon Steel è il grado B. In base alle norme seguite per la fabbricazione dei tubi (ASTM, API, EN, vedi [3.2. Enti certificatori e norme principali](#)) può essere denominato in vari modi ed avere caratteristiche aggiuntive differenti. In ogni caso, le caratteristiche generali sono equivalenti. Perciò è possibile sostituire tubi in CS certificati secondo norme differenti da quanto richiesto dai clienti senza nessun problema. Il suo range di utilizzo si aggira tra i -29°C e i +427 °C e non è richiesto alcun trattamento termico in fase di produzione.

Per quanto riguarda la seconda categoria, il grado più comune di LTCS è l'ASTM A333 Gr.6.

Si tratta dello stesso acciaio del Grado B ma con in più il trattamento termico di normalizzazione (riscaldamento in forno a 780-950°C). Questo trattamento affina il grano dell'acciaio, elimina gli stress causati dalla laminazione e fornisce all'acciaio migliori capacità meccaniche a basse temperature (normalmente fino a -50°C). Per verificarne le proprietà a basse temperature viene effettuata una prova di resilienza, anche detta Impact Test, solitamente tra -45 e -50°C. Quindi il range di utilizzo di questo grado risulta più ampio rispetto al Grado B e si può dire che si aggira tra i -50°C e i +427 °C.

Il grado sesto, quindi, può essere sostituito al Grado B, avendo le sue stesse caratteristiche chimiche e il trattamento termico di normalizzazione in più che ne migliora le caratteristiche meccaniche e gli consente di poter essere usato a temperature più basse.

### 3.1.2. Acciai legati

Gli acciai legati sono degli acciai ai quali vengono aggiunti, oltre al ferro ed al carbonio, altri elementi chimici con l'obiettivo di migliorare le loro caratteristiche fisiche e chimiche.

Le loro proprietà, come quelle degli acciai al carbonio, vengono influenzate dagli elementi chimici messi in lega con il ferro, in alcuni casi in modo positivo e in altri in modo negativo. I principali elementi leganti utilizzati nella produzione di acciaio legato sono il Cromo (Cr) ed il Molibdeno (Mo). In base alla percentuale di Cromo (Cr) viene determinato il grado di acciaio legato (a partire da 1% per il P11, fino a sopra il 9% per il P9/P91). In alcuni casi può anche essere aggiunta una piccola percentuale di Vanadio (V) per ottenere un acciaio con una tenacità superiore.

Rispetto agli acciai al carbonio, i legati presentano maggiore resistenza ai carichi e migliore resistenza alla trazione ad alte temperature. Tramite l'utilizzo di questa tipologia di acciai vengono realizzate tubazioni e recipienti per temperature elevate data la loro ottima resistenza allo scorrimento viscoso (resistenza al passaggio di liquidi e gas in pressione per lunghi periodi di tempo, detta "*creep resistance*") conferitogli dalla presenza del Molibdeno e in alcuni casi anche di Vanadio.

I gradi più comuni di acciaio legato corrispondono alla norma ASTM A335 e sono: P5, P9, P11, P22 e P91.

I vari gradi di acciaio si differenziano per la percentuale di Cromo (Cr) e Molibdeno (Mo), vedi Figura 9. Una particolarità è che il P91 ha lo stesso contenuto di Cr e Mo del P9, ma con l'aggiunta di una percentuale di Vanadio (V).

GRADO	NOME BREVE	CR %	Mo %	V %
<b>P5</b>	5Cr-1/2Mo	4.00-6.00	0.45-0.65	--
<b>P9</b>	9Cr-1Mo	8.00-10.00	0.90-1.10	--
<b>P11</b>	1¼Cr-1/2Mo	1.00-1.50	0.44-0.65	--
<b>P22</b>	2¼Cr-1Mo	1.90-2.60	0.87-1.13	--
<b>P91</b>	9Cr-1Mo- 0.2V	8.00-9.50	0.85-1.05	0.18-0.25

Figura 9: Gradi acciai legati e composizione chimica

Tutti i tubi prodotti in acciaio legato devono essere trattati termicamente per ridistendere il grano dopo lo stress subito durante la lavorazione a caldo. Nella Figura 10 sono schematizzati i principali trattamenti termici per questa tipologia di acciai.

Gli acciai fino al grado P22 possono avere il trattamento termico di ricottura isoterma (normalizzazione e diminuzione graduale della temperatura in forno fino alla temperatura di rinvenimento) oppure di normalizzazione e rinvenimento (normalizzazione, raffreddamento fino a temperatura ambiente e risalita fino alla temperatura di rinvenimento, 675 °C minimo). Il P91 può avere la normalizzazione e rinvenimento oppure tempra e rinvenimento (normalizzazione seguita da raffreddamento rapido in acqua, olio od aria e successivo rinvenimento).

Il range di temperatura in cui può essere utilizzato un acciaio legato oscilla tra gli 0 °C e i +649 °C.

GRADO	NORMALIZZAZIONE E RINVENIMENTO (°C)		TEMPRATO E RINVENUTO (°C)	
	NORMALIZZAZIONE	RINVENIMENTO	TEMPRA	RINVENIMENTO
<b>P5</b>	Non specificato	675°C minimo	N.A.	N.A.
<b>P9</b>	Non specificato	675°C minimo	N.A.	N.A.
<b>P11</b>	Non specificato	650°C minimo	N.A.	N.A.
<b>P22</b>	Non specificato	675°C minimo	N.A.	N.A.
<b>P91</b>	1040-1080°C	730-800°C	1040-1080°C	730-800°C

Figura 10: Trattamenti termici acciai legati

### 3.1.3. Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili o acciai inox sono leghe a base di ferro che hanno, oltre alle proprietà meccaniche tipiche degli acciai standard, la capacità di resistere alla corrosione.

La definizione di inox, che deriva dal francese inoxydable, potrebbe trarre in inganno riguardo alle capacità di questi acciai. Infatti, gli inox sono in realtà acciai molto ossidabili a causa della presenza di elementi di lega, principalmente Cromo (Cr) e Nichel (Ni), in grado di passivarsi, cioè di ricoprirsi di uno strato di ossidi invisibile, di spessore pari a pochi strati atomici (circa 3 nm).

È proprio questo strato passivato a proteggere il metallo sottostante dall'azione degli agenti chimici esterni, delle polveri o dei liquidi. Inoltre, questo strato possiede la capacità di auto-cicatizzarsi, ossia riformare lo strato passivato anche in caso di graffi o abrasioni della pellicola, garantendo quindi una protezione migliore del materiale.

Perché un acciaio possa diventare inossidabile, è necessario che abbia una percentuale di Cromo non inferiore al 10.5%. Altri elementi comuni che si possono trovare in questi acciai sono il Nichel, il Magnesio, il Molibdeno e l'Azoto. Se la percentuale di elementi leganti è sufficientemente elevata, si inizia a parlare di leghe inox austenitiche e non più di semplici acciai inox.

Lo strato passivato conferisce una resistenza alla corrosione duecento volte maggiore rispetto agli altri tipi di acciaio. Altre proprietà che incentivano i clienti a comprare tubi di questo materiale sono:

- elevata resistenza a trazione;
- ottima resistenza ad alte e basse temperature;
- facilità di fabbricazione;
- bassa manutenzione, quindi elevata durabilità;
- aspetto lucido ed estetico;
- riciclabilità e conseguente riduzione dell'impatto ambientale.

Gli acciai inossidabili si possono classificare in quattro categorie principali, a seconda della loro microstruttura cristallina:

1) **ACCIAIO INOX FERRITICO.** È un acciaio con il contenuto di Cromo che varia tra il 10.5% e il 27%. Tra le sue caratteristiche principali troviamo un'ottima resistenza alla corrosione sotto sforzo e ai cambi di temperatura, buona duttilità e proprietà magnetiche.

Tra le principali applicazioni troviamo la fabbricazione di componenti e parti automobilistiche, gli attrezzi da carpenteria civile o navale, scambiatori di calore, forni o altri elettrodomestici e impianti di industrie petrolchimiche.

- 2) ACCIAIO INOX AUSTENITICO. È l'acciaio inox più comune. È ricco di Cromo (16-20%) e ha quantità variabili di Nichel (8-14%), Manganese, Azoto e Carbonio. In particolare, fanno parte di questa categoria gli acciai della serie 300, caratterizzati dall'aggiunta di Nichel, e quelli della serie 200, caratterizzati dall'aggiunta di Manganese e Azoto.

La sua principale caratteristica è la resistenza alla corrosione generalizzata. Questo lo rende perfetto per i recipienti a pressione, per condotte di gas corrosivi, per uso criogenico, per i componenti strutturali dell'industria aerospaziale, per attrezzi per alimenti, per i banchi da laboratorio e per apparecchiature mediche, chirurgiche, tessili e chimiche.

- 3) ACCIAIO INOX MARTENSITICO. È un acciaio con un contenuto di Cromo che va dal 12% al 15%, il Carbonio che varia tra 0.20-0.40% e il Molibdeno che può arrivare fino all'1%.

Viene utilizzato ogni volta che è richiesta resistenza alla corrosione e/o all'ossidazione insieme a un'elevata resistenza meccanica alle basse temperature o alla resistenza allo scorrimento viscoso a temperature elevate. Gli acciai martensitici sono anche magnetici e possiedono duttilità e tenacità relativamente elevate, che li rendono più facili da produrre.

Viene principalmente utilizzato per componenti per pale o turbine, per bulloni, dadi e viti, per parti di pompe e valvole, per strumenti dentali, per motori elettrici e per strumenti affilati come coltelli e altri utensili da taglio.

- 4) ACCIAIO INOX AUSTENO-FERRITICO (DUPLEX). Questo acciaio possiede una microstruttura mista di ferrite e austenite. Il contenuto di Cromo e Molibdeno è elevato (rispettivamente tra 18-26% e fino a 5%), mentre il quantitativo di Nichel è inferiore rispetto a quello dell'acciaio austenitico (tra 4.5-6.5%). Questa particolare struttura conferisce all'acciaio diverse caratteristiche desiderabili come la resistenza sia alla corrosione sotto sforzo che a quelle generalizzata e al contempo una buona tenacità.

Questo acciaio è ideale per applicazioni in ambienti difficili, tipo quelli marini che sono ricchi di cloruri, nell'industria della cellulosa e della carta, negli impianti di desalinizzazione, nell'industria petrolifera, negli scambiatori di calore, nei tubi per l'industria alimentare e nei sistemi di desolforazione (FGD).

I gradi più comuni di acciaio inossidabile usati nel settore petrolchimico sono quelli della serie 300 della norma ASTM: 304, 316, 321 e 347 (vedi Figura 11).

Questi si differenziano per la percentuale di Cromo (Cr) e Nickel (Ni) di cui si compongono. Gli stessi gradi seguiti dalla lettera “L” (*Low Carbon*) hanno un minore contenuto di carbonio (inferiore a 0.035%); al contrario, quelli seguiti dalla lettera “H” (*High Carbon*) hanno un contenuto di Carbonio maggiore rispetto al grado standard. Saltuariamente si possono incontrare materiali con il suffisso “Ti”, indicante la presenza di una percentuale di Titanio nella lega. La maggiore presenza di Carbonio dona al materiale una resistenza meccanica superiore, ma una sua percentuale troppo elevata non è gradita in quanto questo tende a legarsi con l’idrogeno con esiti dannosi per la resistenza alla corrosione. È possibile certificare il materiale con un doppio grado (ad es. 304/304L oppure 347/347H) nel caso in cui abbia i valori di resistenza meccanica propri dei gradi con alto Carbonio, abbinati ad una bassa percentuale dello stesso come richiesto dai gradi cosiddetti “L”.

GRADO	UNS	EN	C (max)	Cr	Ni	Mo	Altro
<b>TP 304</b>	S30400	14301	0.080	18.0-20.0	8.0-11.0		
<b>TP 304 L</b>	S30403	14306	0.035	18.0-20.0	8.0-13.0		
<b>TP 304H</b>	S30409	14948	0.04-0.10	18.0-20.0	8.0-11.0		
<b>TP 316</b>	S31600	14401	0.080	16.0-18.0	11.0-14.0	2.0-3.0	
<b>TP 316L</b>	S31603	14404	0.035	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	
<b>TP 316H</b>	S31609		0.04-0.1	16.0-18.0	11.0-14.0	2.0-3.0	
<b>TP 316 Ti</b>	S31635	14571	0.080	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	$5 \times (C+N) < Ti < 0.7$
<b>TP 321</b>	S32100	14541	0.080	17.0-19.0	9.0-12.0		$5 \times C < Ti < 0.7$
<b>TP 321H</b>	S32109	14948	0.04-0.1	17.0-19.0	9.0-12.0		$4 \times C < Ti < 0.7$
<b>TP347</b>	S34700	14550	0.080	17.0-19.0	9.0-13.0		
<b>TP 347H</b>	S34709		0.04-0.1	17.0-19.0	9.0-13.0		$8 \times C < Nb < 1.0$

Figura 11: Gradi acciai inox della serie 300

Gli acciai inossidabili devono essere sempre trattati termicamente dopo la laminazione tramite un trattamento termico di solubilizzazione (ossia un primo riscaldamento a 1040-1090°C e poi un raffreddamento veloce in aria o acqua). Grazie a questo trattamento possono essere utilizzati in un range di temperatura che oscilla tra i -196°C e i +870°C. (CTA SpA, 2011)

### 3.2. Enti certificatori e norme principali

I prodotti venduti da CTA fanno riferimento a codici internazionali quali:

- ASTM (American Society for Testing and Materials International);
- ASME (American Society of Mechanical Engineers);
- ISO (International Standards Organization);
- EN (European Nation Standards);
- API (American Petroleum Institute, in particolare API 5L).

Questi ne determinano le caratteristiche chimico-meccaniche, i processi di produzione e i campi di applicazione. Ciascun codice governa nel dettaglio diverse tipologie di materiale evidenziandone criteri di accettabilità nelle singole caratteristiche. A parità di materiale, codici diversi evidenziano piccole variazioni nei criteri di accettabilità. La capacità di un materiale di soddisfare al contempo più norme permette che esso sia certificato in accordo a più codici di prodotto.

Le prime due norme, ASTM e ASME, collaborano tra loro da oltre un secolo nella redazione delle specifiche dei materiali metallici. Per questo il più delle volte le specifiche delle due norme sono uguali e i materiali possono ricevere una doppia certificazione ASTM/ASME (o abbreviata A/SA). Sostanzialmente ASTM crea le specifiche dei materiali e i metodi di prova standard per determinarne la conformità. I materiali ASTM sono sviluppati per diversi usi, tra cui per apparecchiature non pressurizzate. ASME invece seleziona i materiali ASTM che funzioneranno adeguatamente nel servizio di caldaie o recipienti a pressione e li accetta con le limitazioni dichiarate. Ciò significa che non tutti i materiali ASTM sono anche certificati ASME (Tioga Pipe, 2014).

Un esempio di doppia certificazione è il tubo di acciaio legato in lega di cromo ASTM A106 Gr. B e ASME SA-106 Gr. B.

La norma principale EN riferita ai tubi venduti da CTA è la EN 10216:2021. Come scritto nel documento stesso, questa norma “specifica le condizioni tecniche di fornitura di tubi senza saldatura con sezione circolare in acciaio destinati a scopi dove è richiesta resistenza a pressione a temperatura ambiente, a basse temperature o ad alte temperature”. La nomenclatura data agli acciai in questa norma è presa dalla EN 10027-2:2015.

L’associazione API è composta da compagnie del settore petrolifero, tra cui vi sono utilizzatori (Oil Company) e fabbricanti di tubi. La norma API 5L è l’insieme delle prescrizioni che definiscono le modalità di controllo e i limiti di fornitura del prodotto, ed è una Norma di Prodotto. Si applica sia a tubi senza saldatura che a tubi saldati.

Prevede limiti diversi a seconda del livello di prodotto PSL1 o PSL2 (più severo):

- Limiti analisi chimica e modalità di controllo;
- Valori e modalità di esecuzione delle prove meccaniche;
- Tolleranze dimensionali;
- Modalità/limiti di accettazione controlli (Visivo, Dimensionale, Controlli Non Distruttivi);

- Marcatura;
- Eventuali prescrizioni supplementari.

Questa norma non pone vincoli sul Trattamento Termico del materiale, infatti ammette sia Finitura a caldo, sia Normalizzazione, sia Bonifica (Tempra + Rinvenimento).

Per quanto riguarda la ISO, la norma più utilizzata per certificare i tubi nel listino di CTA è la ISO 3183:2019, che copre i tubi d'acciaio saldati e non saldati usati in sistemi di trasporto per il settore petrolifero e del gas naturale. Come detto nella norma stessa, "questo documento è stato originariamente sviluppato per armonizzare i requisiti della norma API 5L del 2007". Nel corso degli anni sono poi stati aggiunti altri requisiti tecnici. Per questo motivo, anche in questa norma i prodotti sono suddivisi secondo i due livelli PSL 1 e PSL 2, proprio come nel codice API.

Un materiale può essere certificato da più norme contemporaneamente, in caso rispetti tutti i requisiti più stringenti delle norme stesse, sia per quanto riguarda la chimica che per le prove meccaniche. Questo fa sì che il suo valore sia più alto rispetto ad un materiale con meno certificazioni.

Nella tabella successiva sono confrontati i principali range di accettabilità per quanto riguarda l'analisi chimica del materiale classificato internamente all'azienda come QN, ossia quel materiale che rispetta allo stesso tempo i requisiti di più norme. La tabella in Figura 12 serve da esempio per far capire come poter individuare i criteri più restrittivi che il materiale deve rispettare. Ciò vale allo stesso modo per i vincoli sulle prove meccaniche.

NORMA	COMPOSIZIONE CHIMICA (%)										
	C	Mn		P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Si	
	max	min	max	max	max	max	max	max	max	min	max
ASTM/ASME A/SA53 Grade B	0,30		1,20	0,050	0,045	0,40	0,40	0,40	0,15		
ASTM/ASME A/SA106 Grade B	0,30	0,29	1,06	0,035	0,035	0,40	0,40	0,40	0,15	0,10	
API 5L L245	0,28		1,20	0,030	0,030						
API 5 L L290	0,28		1,30	0,300	0,300						
ISO 3183 BNE	0,18		1,20	0,025	0,015	0,25	0,30	0,30	0,10		0,40
ISO 3183 X42NE	0,19		1,20	0,025	0,015	0,25	0,30	0,30	0,10		0,40
<b>VALORE PIU' RESTRITTIVO</b>	<b>0,18</b>	<b>0,29</b>	<b>1,06</b>	<b>0,025</b>	<b>0,015</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,40</b>

Figura 12: Tabella per visualizzare valore più restrittivo secondo le norme

Oltre alle norme citate in precedenza vengono spesso richieste anche la NACE MR0175/ISO 15156 e la NACE MR0103. NACE è l'acronimo di *National Association of Corrosion Engineers*, un'associazione fondata nel 1943 che ha prodotto più di 100 standard che indicano agli ingegneri quali materiali utilizzare per la prevenzione del cracking da stress causato da solfuri (*Sulphide Stress Cracking* o SSC). Le due norme NACE MR0175/ISO 15156 e NACE MR0103 definiscono entrambe la durezza massima che i materiali devono



avere (22 HRC max), ma fanno riferimento a due tipi di industrie differenti. La prima all'industria del Petrolio e del Gas Naturale e la seconda all'industria della raffinazione.

Un'ultima certificazione richiesta a livello comunitario è la PED 2014/68/EU, la quale fornisce delle linee guida obbligatorie per la progettazione, la fabbricazione e la valutazione della conformità delle attrezzature a pressione con una pressione massima consentita di 0,5 bar. Le apparecchiature a pressione coperte dalla PED comprendono recipienti a pressione, accessori a pressione, tubazioni, caldaie a vapore e accessori di sicurezza.

Infine, anche la certificazione dei materiali è governata da codici internazionali, in questo caso dal EN 10204:2004, la cui validità viene comprovata dai Sistemi Qualità (ISO 9001) dei singoli produttori certificati dagli enti internazionali quali Bureau Veritas, TUV, DNV.

### 3.3. Caratteristiche dimensionali dei tubi

La standardizzazione delle caratteristiche dimensionali dei tubi acquistati da CTA è descritta dalla norma ASME B36.10M-2018 per i tubi in acciaio al carbonio o legato e dalla ASME B36.19M-2018 per gli inossidabili. In queste norme vengono riportati i diametri, gli spessori, i pesi e le relative variazioni ammissibili per tubi d'acciaio saldati e non saldati destinati per utilizzi ad alte o basse temperature e pressioni.

Norma		ASME B36.10M-2018			ASME B36.19M-2018			
Diametro		Spessore (mm)			Spessore (mm)			
NPS	mm	STD	XS	XXS	5S	10S	40S	80S
1/8	10,30	1,73	2,41	-	-	1,24	1,73	2,41
1/4	13,70	2,24	3,02	-	-	1,65	2,24	3,02
3/8	17,10	2,31	3,20	-	-	1,65	2,31	3,20
1/2	21,30	2,77	3,73	7,47	1,65	2,11	2,77	3,73
3/4	26,70	2,87	3,91	7,82	1,65	2,11	2,87	3,91
1	33,40	3,38	4,55	9,09	1,65	2,77	3,38	4,55
1 1/4	42,20	3,56	4,85	9,70	1,65	2,77	3,56	4,85
1 1/2	48,30	3,68	5,08	10,15	1,65	2,77	3,68	5,08
2	60,30	3,91	5,54	11,07	1,65	2,77	3,91	5,54
2 1/2	73,00	5,16	7,01	14,02	2,11	3,05	5,16	7,01
3	88,90	5,49	7,62	15,24	2,11	3,05	5,49	7,62
4	114,30	6,02	8,56	17,12	2,11	3,05	6,02	8,56
5	141,30	6,55	9,53	19,05	2,77	3,40	6,55	9,53
6	168,30	7,11	10,97	21,95	2,77	3,40	7,11	10,97
8	219,10	8,18	12,70	22,23	2,77	3,76	8,18	12,70
10	273,10	9,27	12,70	25,40	3,40	4,19	9,27	12,70
12	323,80	9,53	12,70	25,40	3,96	4,57	9,52	12,70
14	355,60	9,53	12,70	-	3,96	4,78	-	-
16	406,40	9,53	12,70	-	4,19	4,78	-	-

Figura 13: Diametri e spessori secondo ASME B36.10 e ASME B36.19

Nella norma EN 10216:2021 viene marcata la differenza tra “*tubes*”, con diametro inferiore al ½” pollice, e “*pipes*”, per diametri superiori.

I tubi seguono come unità di misura gli NPS (*Nominal Pipe Size*), standard Nordamericano, tradotto come pollice in italiano. Questa nomenclatura italiana può trarre in inganno in un primo momento poiché gli NPS non seguono l’andamento lineare del pollice anglosassone (1 in. = 25,4 mm), bensì hanno un incremento non costante fino al 12” NPS. Dal 14” NPS in su, invece, riprende la linearità del pollice anglosassone. Per questo motivo, in un primo momento è necessario prendere confidenza e imparare queste misure per essere in grado di svolgere le misurazioni in magazzino.

Per quanto riguarda gli spessori dei tubi al carbonio o legati, ogni tubo può avere diverse misure a seconda dell’utilizzo a cui è destinato. In particolare, nella norma ASME B36.10M-2018 per ogni diametro sono indicate tre misure principali, chiamate Scheda STD (Standard), Scheda XS (*Extra-Strong* o rinforzata) e Scheda XXS (*Double Extra-Strong* o doppiamente rinforzata). Come si può vedere dalla Figura 13 la Scheda STD diventa fissa a partire dal 12” in su; stessa cosa vale per la Scheda XS che, però, non varia più a partire dall’8”. Per quanto riguarda la Scheda XXS, non esiste per le misure inferiori al 1/2”, è uguale per il 10” e per il 12” e non esiste per i tubi a partire dal 14” in su. Attenzione però che ciò non significa che lo spessore massimo di un tubo sia 25,40 mm.

Gli spessori degli acciai inossidabili riportati nella norma ASME B36.19M-2018 hanno invece quattro categorie chiamate schedule 5S, 10S, 40S e 80S. In generale, lo spessore di un tubo in acciaio inox è inferiore rispetto a quello degli acciai al carbonio o legati.

### 3.4. Metodi di produzione dei tubi

I tubi possono essere prodotti secondo due metodi diversi in base a diametro e spessore richiesti. Questi metodi fanno sì che i tubi vengano suddivisi in due categorie distinte: i tubi saldati (*Welded*) e i tubi non saldati (*Seamless*). Nelle prossime sezioni verranno analizzate entrambe le categorie e verranno confrontati i loro pro e contro.

#### 3.4.1. Produzione tubi saldati

I tubi saldati, chiamati comunemente “*Welded pipes*”, sono tubi che vengono prodotti a partire da una bobina di acciaio, di un determinato spessore, che viene stesa per poi essere arrotolata su sé stessa e saldata sulla giunzione, con o senza materiale di riempimento, utilizzando una fonte ad elevata energia. I due metodi principali utilizzati per il processo di saldatura sono l’*Electric Resistance Welding* (ERW) e l’*Electric Fusion Welding* (EFW).

L'ERW utilizza una corrente elettrica (vedi Figura 14) che passa attraverso i due lati del cilindro e ne riscalda i bordi fino ad una temperatura che ne causa la loro unione. Questo non richiede l'utilizzo di materiali d'apporto extra e normalmente viene utilizzato per tubi di piccolo spessore.



Figura 14: Rappresentazione Saldatura ERW

Nell'EFW, invece, le due estremità della lamiera a contatto vengono unite tramite la fusione causata dall'arco che si forma tra loro e un elettrodo alimentato in modo continuo. In questo metodo vengono spesso aggiunti elementi di lega, e vengono prodotti gas protettivi e scorie. A causa di questa saldatura si forma un cordone di saldatura e una Zona Termicamente Alterata (anche chiamata *Heat-Affected-Zone* o HAZ).

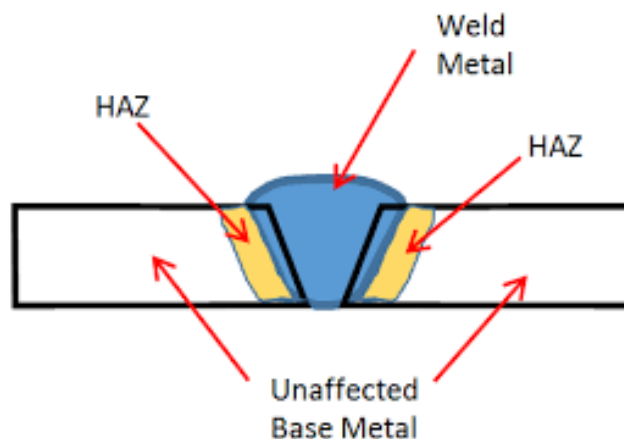


Figura 15: Illustrazione Zona Termicamente Alterata (HAZ)

Come si vede dalla Figura 15, la HAZ è quella zona che si trova a metà tra la zona di fusione (composta da metallo fuso e materiale d'apporto) e il metallo base che non è stato alterato dalla saldatura. Questa è una zona particolarmente critica perché durante il riscaldamento

per la saldatura non raggiunge una temperatura così elevata da fondere, ma comunque sufficiente per creare cambiamenti microstrutturali che potrebbero intaccare le capacità chimico-meccaniche del materiale. L'entità di questi cambiamenti varia in base alla temperatura massima raggiunta, alla durata di questo surriscaldamento, alla velocità di raffreddamento e, soprattutto, al coefficiente di dispersione termica del materiale. Più è alto questo coefficiente e più il materiale sarà in grado di trasferire rapidamente la variazione di calore, riducendo così la larghezza della HAZ. Viceversa, più il coefficiente è basso e più il materiale tratterrà il calore, facendo così allargare la zona termicamente alterata (Teknoring, 2016) (A. K. Dey, 2022).

I principali effetti di questi cambiamenti microstrutturali sono:

- Diminuzione della resilienza e della tenacità del materiale;
- Resistenza alla corrosione ridotta;
- Stress residuo e maggiore suscettibilità ai fenomeni di “cracking”;
- Cambiamento di fase del materiale;
- Ossidazione e nitrurazione superficiale;
- Indurimento localizzato.

Per evitare questi effetti negativi, alla fine del processo di saldatura è solito effettuare un *Post Weld Heat Treatment (PWHT)*, ossia un trattamento termico post saldatura, utilizzato non solo sul cordone dei tubi saldati, ma anche a seguito della saldatura tra più tubi in cantiere per formare una Pipe-line. (A. K. Dey, 2022)

Questo trattamento viene effettuato con l'idea di riportare sia la zona di fusione che la HAZ a temperature abbastanza elevata da ripristinare la struttura microcristallina del tubo e distendere eventuali tensioni, in modo tale da scongiurare possibili propagamenti di cricche e ristabilire tutte le caratteristiche chimico-fisiche possedute inizialmente dal materiale.

#### 3.4.2. Produzione tubi non saldati

Il processo di produzione dei tubi non saldati inizia dalla produzione della cosiddetta billetta, ossia la barra di metallo piena che viene utilizzata per ricavare i tubi e che gli dà il numero di colata. Nella Figura 16 è brevemente illustrato il processo di produzione di una billetta.

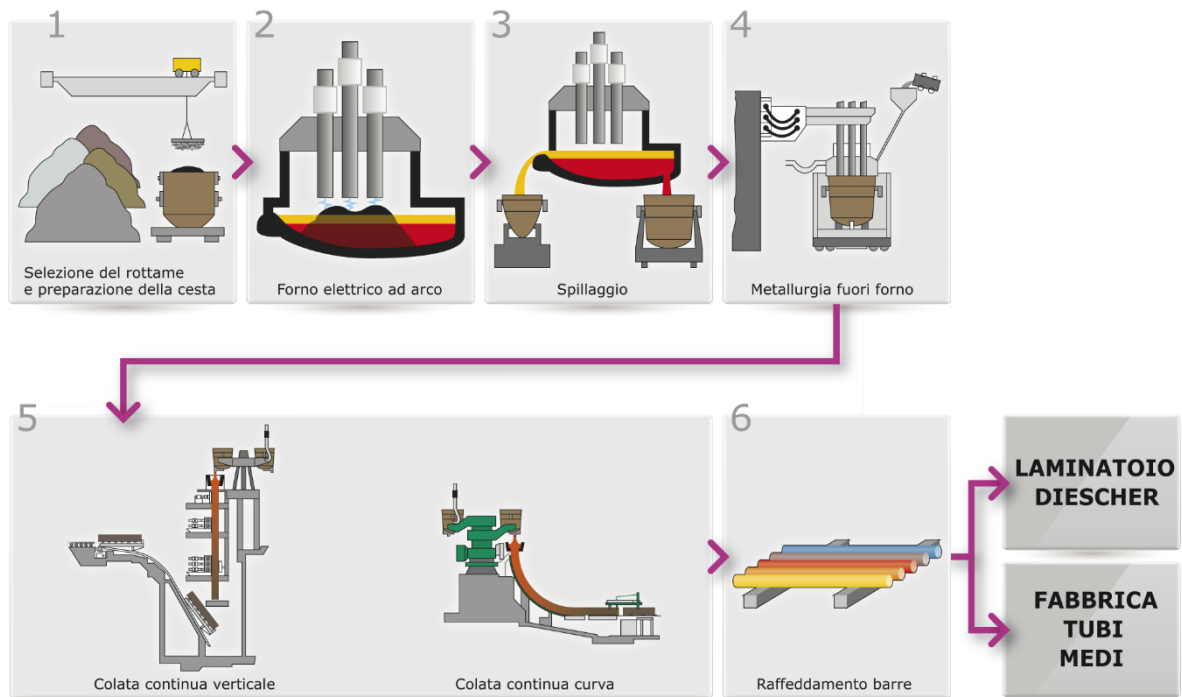


Figura 16: Processo di produzione della billetta

Una volta ottenuta la billetta ci sono diverse alternative di lavorazioni, tra cui le più utilizzate sono il Laminatoio Diescher e il Laminatoio Fabbrica Tubi Medi (FTM).

Il Laminatoio Diescher, rappresentato in Figura 17, consiste nella lavorazione della billetta attraverso i rulli denominati proprio “Diescher”, i quali sono in grado di perforare e laminare allo stesso tempo il tubo. Subito dopo si prosegue con la fase di raddrizzatura del tubo ottenuto. In seguito, vengono effettuati i controlli non distruttivi e tutte le altre procedure necessarie per preparare il tubo alla spedizione. Questo procedimento è ottimale per i tubi che non hanno bisogno di trattamenti termici aggiuntivi.

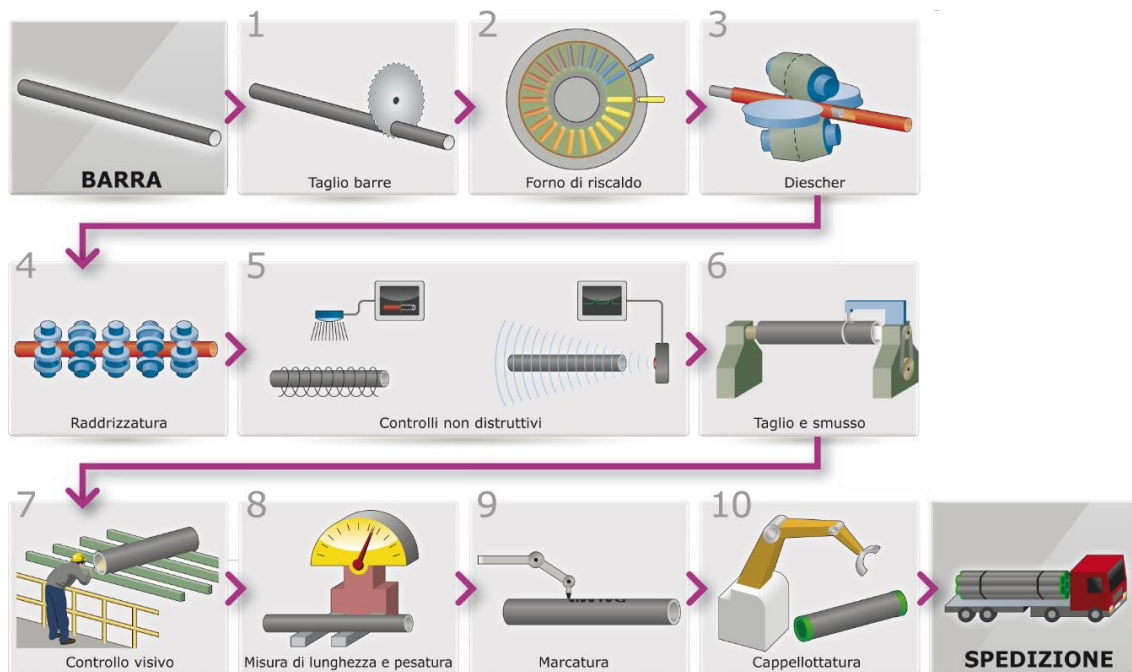


Figura 17: Rappresentazione Laminatoio Diescher

Per quanto riguarda il Laminatoio FTM (Figura 18), è una procedura molto simile a quella vista in precedenza, solo che dopo la prima fase di trasformazione da billetta a tubo, quest'ultimo viene fatto raffreddare per poi subire un trattamento termico. Inoltre, dopo la fase di raddrizzatura, il tubo è sottoposto prima ad una prova idraulica e dopo ai controlli non distruttivi. Alle fasi finali di preparazione del tubo alla spedizione si aggiunge anche la fase di oleatura. (CTA SpA, 2018)

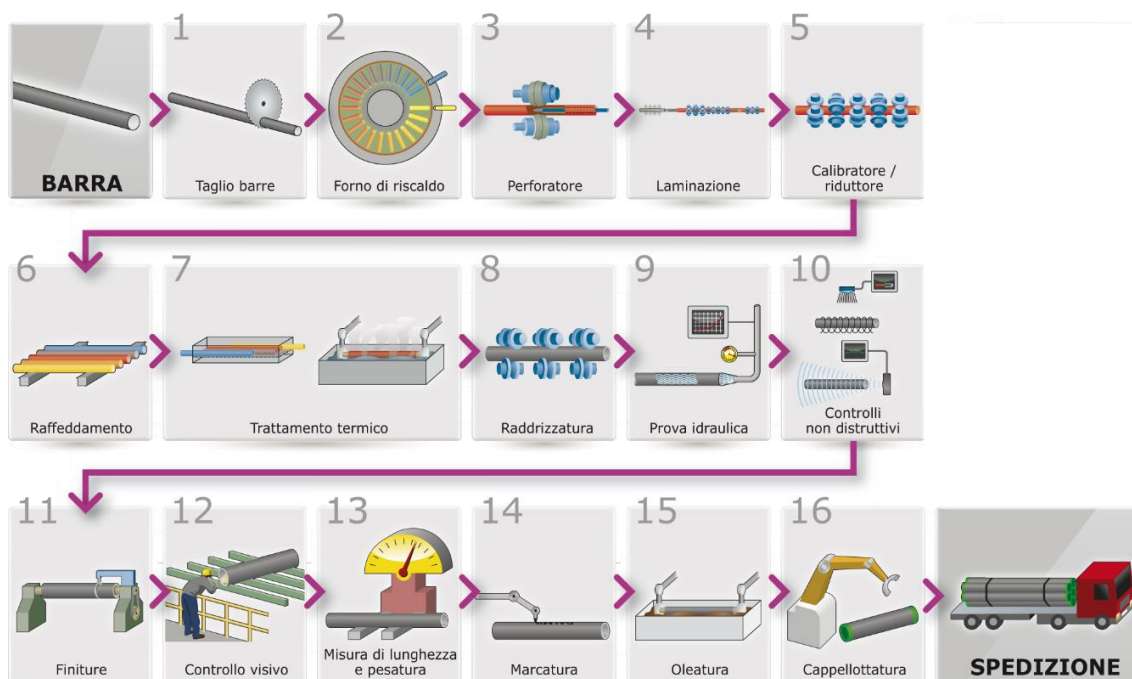


Figura 18: Rappresentazione Laminatoio FTM

### 3.4.3. Tubi saldati vs Tubi non saldati

Queste due tipologie di produzione dei tubi conferiscono ai materiali caratteristiche diverse che diventano importanti quando bisogna preferirne una all'altra.

Per quanto riguarda le chimico-meccaniche, i tubi non saldati sono molto superiori ai tubi saldati sia per forza che per resistenza alla corrosione. Inoltre, non hanno bisogno di essere testati prima dell'uso.

I tubi saldati invece sono preferibili poiché possono raggiungere lunghezze maggiori, non hanno limiti di diametro (24" è il limite dei non saldati), hanno una superficie più liscia e di alta qualità, sono meno costosi e hanno tempi di approvvigionamento minori. Inoltre, la superficie interna di un tubo saldato può essere controllata in fase di produzione, mentre ciò risulta infattibile su un tubo *Seamless*. (A. K. Dey, 2022)

### 3.5. Test distruttivi e non distruttivi

Per verificare che i tubi possiedano le caratteristiche desiderate dai progettisti è necessario effettuare dei test distruttivi o non distruttivi su uno o più tubi. In particolare, un test distruttivo può essere effettuato su provini ricavati da un anello di tubo con specifiche dimensioni e colata e questo sarà sufficiente per certificare tutta la restante parte dei tubi con stesse dimensioni e colata. Viceversa, un test non distruttivo certifica solo le parti di tubo che vengono testate, proprio perché la sua esecuzione non comporta una perdita del materiale testato.

I principali test distruttivi sono riportati nella Figura 19.

<b>Metodo</b>	<b>Norma</b>
RESILIENZA	ASTM E 23
TRAZIONE	ASTM A 370 / E 21
MICROGRAFIA	ASTM E 407
MACROGRAFIA	ASTM E 381
INCLUSIONI	ASTM E 45
DIMENSIONE GRANO	ASTM E 112
SCHIACCIAMENTO / PIEGA	ASTM A 370
DUREZZA	ASTM E 92
HIC TEST	NACE TM 0284
SSC TEST	NACE TM 0177
CORROSIONE INTERCRISTALLINA	ASTM A 262
FERRITE	ASTM E 562
CORROSIONE	ASTM G48

Figura 19: Test distruttivi principali

I principali test non distruttivi sono invece riportati nella Figura 20.

<b>Metodo</b>	<b>Norma</b>
ULTRASUONI (UT)	ASTM E 213
CORRENTI INDOTTE (ET)	ASTM E 309
ELETTROMAGNETICO (EMI)	ASTM E 570
PARTICELLE MAGNETICHE (MPI/MT)	ASTM E 709
LIQUIDI PENETRANTI (PT/LP/DPI)	ASTM E 165
RADIOGRAFIA ( RT/RX)	ASTM E 94 ASME VII UW-51
PROVA IDRAULICA ( HT)	ASTM A 530/999
ANTIMESCOLANZA (PMI)	Quantitativo
	Qualitativo

*Figura 20: Test non distruttivi principali*

Tra tutti questi test, quelli più richiesti da parte dei clienti sono senza alcun dubbio la prova di Resilienza, la prova di Trazione, la prova Idraulica e l'Antimescolanza. Nei seguenti sottocapitoli andremo ad analizzare uno ad uno i test appena citati.

### 3.5.1. Prova di Resilienza

La prova di Resilienza (*Impact test* in inglese) è definita dalla norma ASTM E23 e può essere eseguita su provini ricavati sia longitudinalmente che trasversalmente rispetto alla lunghezza del tubo. Questo test serve a definire la capacità di un materiale di assorbire energia da urto (misurata in J o J/cm<sup>2</sup>). (M. P. Groover, 2011)

Dato che questa capacità di assorbimento varia in funzione della temperatura alla quale viene eseguito il test, i diversi progetti possono richiedere differenti temperature di esecuzione, le quali più si abbassano e più riducono la resilienza del materiale.

In generale, i progetti accettano come conforme un tubo del quale siano stati testati 3 provini, di dimensioni regolate dalla ASTM A370, i cui risultati di resilienza non siano inferiori a 27J di media e 19J minimo.

La norma ASTM A370 definisce le dimensioni di un provino standard come 10mm x 10mm x 55mm. Inoltre, sono definiti altri 4 tipi di provini, chiamati subsized specimen, nei quali l'unica misura che varia è la profondità del provino che da 10mm può diventare 7,5mm, 6,7mm, 5mm, 3,3mm o 2,5mm. I risultati di una prova effettuata su un provino di dimensioni ridotte avranno dei criteri di accettabilità meno elevati.



### 3.5.2. Prova di Trazione

È una tra le prove meccaniche più comuni e la sua esecuzione segue la norma ASTM E21. Durante questo test, un provino viene sottoposto a un carico monoassiale incrementale che cresce fino a quando non provoca la rottura del provino stesso. Tramite questa prova è possibile determinare diverse caratteristiche del materiale, quali carico di snervamento (“*yield strength*” o YS), carico di rottura (“*Tensile strength*” o TS), duttilità, allungamento percentuale (“*elongation*” o A%) e il modulo di Young.

Per quanto riguarda la dimensione del provino, anche questa prova segue quanto definito dalla ASTM A370.

I requisiti principali che vengono richiesti dai clienti sono che il materiale abbia un allungamento percentuale maggiore del 14%, che il carico di rottura sia superiore a 420 Mpa e che il carico di snervamento non superi l’80% del carico di rottura.

### 3.5.3. Prova Idraulica

Questa prova serve per verificare che il tubo non abbia fori (*Leaks*) e che sia sufficientemente resistente al passaggio di liquidi in pressione. Il tubo da testare viene immerso in una vasca e viene riempito con acqua trattata (Con livelli di cloro sotto determinate parti per milione) in modo tale che non si inneschino delle reazioni che potrebbero rovinare il materiale. Successivamente il tubo viene tappato dalle due estremità e viene fatta aumentare la pressione del liquido all’interno fino al livello richiesto. In linea generale una prova idraulica dovrebbe durare intorno ai 15 minuti.

Seppur essendo considerato come un test non distruttivo, in caso di non superamento della prova a causa della troppa pressione, il materiale testato risulta deformato, danneggiato e quindi inutilizzabile.

### 3.5.4. Antimescolanza (PMI)

L’antimescolanza o *Positive Material Identification* (PMI) è un test non distruttivo utilizzato per conoscere la composizione chimica di un materiale. Questo test può essere di due tipi: qualitativo e quantitativo. Il PMI qualitativo ha lo scopo di identificare il grado del materiale mentre quello quantitativo serve a verificare che le quantità di componenti chimici al suo interno siano conformi a quanto stabilito dalle norme. (CTA SpA, 2015)

Per l’esecuzione di questo test esistono due metodi: l’analisi attraverso spettrometri a fluorescenza di raggi X (XRF) oppure tramite spettrometri a emissione ottica (OES).

Il test XRF non danneggia la superficie del materiale, dato che sfrutta i raggi X, mentre l'OES lascia una bruciatura sulla superficie del materiale a causa dell'arco che si forma tra la parte esteriore del materiale e l'elettrodo di tungsteno appartenente allo strumento di prova (come si vede in Figura 21).



*Figura 21: Esempio bruciatura OES*

Nella sede di CTA a Grugliasco sono presenti entrambi gli strumenti che permettono di effettuare queste tipologie di PMI, descritti in seguito nel capitolo [4.2.1. Strumenti utilizzati](#).

### 3.6. Specifiche di acquisto interne

In base alle norme e ai requisiti di mercato, CTA acquista secondo delle specifiche interne che definiscono le caratteristiche che devono presentare i tubi a livello di composizione chimica, test distruttivi e non distruttivi e informazioni aggiuntive che devono essere incluse sui certificati. Inoltre, vengono anche definite la lunghezza dei tubi, le tipologie di tappi e la grandezza dei fasci, il protettivo superficiale da applicare, il tipo di marcatura e altre informazioni che devono essere riportate sul certificato.

Queste specifiche sono definite per ogni tipo di acciaio (carbonio, legato e inossidabile) e per ogni suo utilizzo possibile (alte o basse temperature).

Nella Figura 22 è possibile vedere un esempio di una parte della scheda inviata ai fornitori inerente alle caratteristiche chimico-meccaniche che devono avere i tubi ordinati secondo la norma ASTM/ASME A/SA333 Gr. 6.

<b>CHEMICAL REQUIREMENTS</b> (in addition to ASTM, %, max)*, based on:													
Ladle analysis								X Product analysis					X
C	Mn	P	S	Si	Cr	Cu	Mo	Ni	V	Al	B	Ti	
0,18	1,30	0,025	0,010	0,10-0,30	0,40	0,40	0,12	0,40	0,05	0,040	0,0005	0,02	
				Ceq (IIW)	V+Nb+Ti+Cu+Mo+Cr								
0,012	0,006	0,020	0,42		0,60								
<b>MECHANICAL TEST</b>													
<b>acceptance criteria:</b> acc. to relevant ASTM standard													
<b>Test temp.</b>	+20°C (room temp.)			<b>Test method</b>	ASTM A370			<b>Ratio Yield/Tensile</b>	Rs/Rm 0,85 max				
<b>Yield calculation</b>	0,2% offset			<b>Hot tensile Test</b>	N.A.			<b>Others</b>	N.A.				
<b>IMPACT TEST</b>													
97/27/EC (P.E.D.)													
<b>Test temp.</b>	-50°C **			<b>Test method</b>	EN10045 (ISO-V)			<b>Applicability</b>	All dimensions				
Size of Specimen		Minimum Average Impact Value of Each				Minimum Impact Value of One							
mm		Set of three specimens, Joules				Specimen Only of a Set, Joules							
direction		Longitudinal		Transversal		Longitudinal		Transversal					
10 by 10		41		27		32		21					
10 by 7,5		31		21		24		16					
10 by 6,6		27		18		22		14					
10 by 5		21		14		16		11					
10 by 2,5		11		--		8		--					
** IN CASE OF SUB-SIZED SPECIMENS, THE TEMPERATURE SHALL BE REDUCED AS REQUIRED BY ASTM A333													
<b>HARDNESS TEST</b> (NACE MR 01.75/ISO 15156,NACE MR0103)													
200 HB max., 2 readings on O.D. and I.D.													
<b>NONDESTRUCTIVE TEST</b>													
<b>X</b>	<b>HYDRO TEST</b>	ASTM A999		<b>Duration</b>	5 sec.			<b>Notes</b>	pressure and duration shall be reported on test certificates				
*	<b>EMI (flux-leakage)</b>	ASTM E 570		<b>Direction</b>	L or T			<b>Notes</b>	*one or a combination of these methods shall be performed;				
*	<b>EMI (eddy-curren)</b>	ASTM E 309		<b>Direction</b>	L or T			<b>Notes</b>	direction and reference notch shall be reported on test certificate.				
*	<b>UT</b>	ASTM E 213		<b>Direction</b>	L or T			<b>Notes</b>					

Figura 22: Estratto specifica di acquisto per ASTM/ASME A/SA A333 Gr. 6

Queste schede vengono utilizzate per gli ordini di CTA che vanno a ripristinare il livello di stock nei magazzini, mentre per gli ordini apposti per progetti specifici possono essere modificate in base alle richieste del cliente finale.

### 3.7. Progetti e utilizzi reali

I tubi commercializzati dal Gruppo CTA sono esclusivamente in acciaio, per uso chimico e petrolchimico, petrolio, gas, raffinerie, generazione d'energia ed uso industriale. In particolare, i tubi possono essere utilizzati come tubi per pozzi (Oil Country Tubular Goods), come condotte per il trasporto di petrolio e gas, come impianti di processo (es. raffinazione del petrolio greggio), per i processi di liquefazione e rigassificazione o per la generazione di energia.

Il settore dell'Oil&Gas ricopre una fetta di mercato molto importante per quanto riguarda l'utilizzo di tubazioni e, in particolare, si possono individuare tre fasi di impiego distinte (vedi Figura 23):

- 1) UPSTREAM: fase di esplorazione del suolo, perforazione ed estrazione del greggio/gas;
- 2) MIDSTREAM: fase di liquefazione del gas e di trasporto e stoccaggio del greggio/gas;

3) **DOWNSTREAM**: fase di trattamento del greggio/gas (Raffinazione e rigassificazione) e successiva distribuzione e vendita.

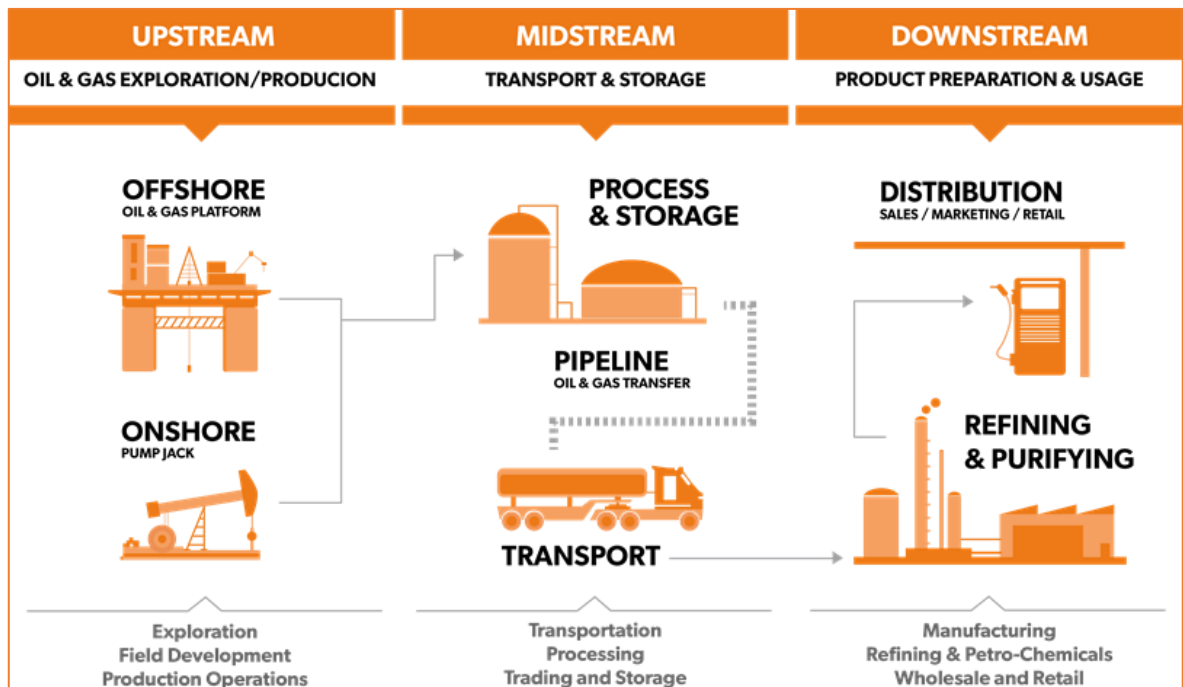


Figura 23: Suddivisione delle fasi del settore Oil&Gas

Per ognuna di queste tre fasi, CTA possiede uno stock da offrire ai clienti con le soluzioni migliori a livello di caratteristiche chimico-meccaniche dei tubi.

Tra i principali clienti che hanno relazioni stabili con il Gruppo CTA in questo settore ci sono le società Repsol, Eni, Enppi, Saipem e Tecnimont.

Nonostante la transizione energetica ed il crescente ricorso alle energie rinnovabili, le previsioni dei maggiori Istituti di riferimento raffigurano un ruolo ancora principale sia del Petrolio che del Gas, con un aumento della domanda raffigurato nella Figura 24.

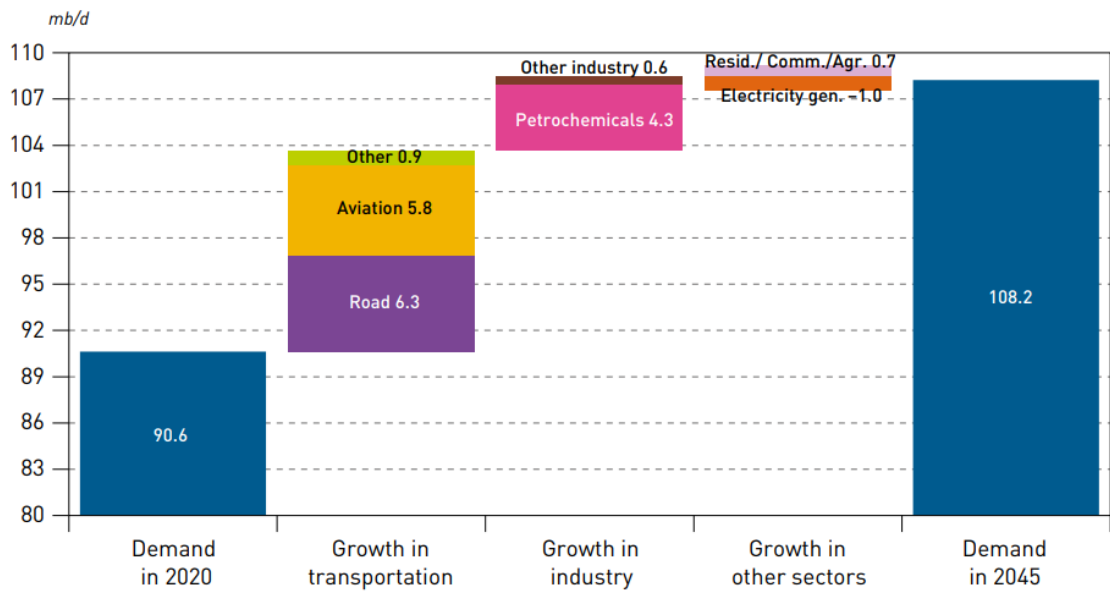


Figura 24: Crescita domanda di petrolio, 2020-2045 (Fonte: OPEC –World Oil Outlook 2045 Edizione 2021)



## 4. Tirocinio in CTA: dipartimento qualità

Il lavoro svolto presso l'azienda Commerciale Tubi Acciaio è stato suddiviso tra mansioni in ufficio e lavori in magazzino nell'ambito delle operazioni del dipartimento Qualità. Questo dipartimento lavora a stretto contatto con la Logistica, il magazzino e i Project Manager.

Per quanto riguarda la composizione dell'organigramma del dipartimento si può far riferimento alla Figura 25.

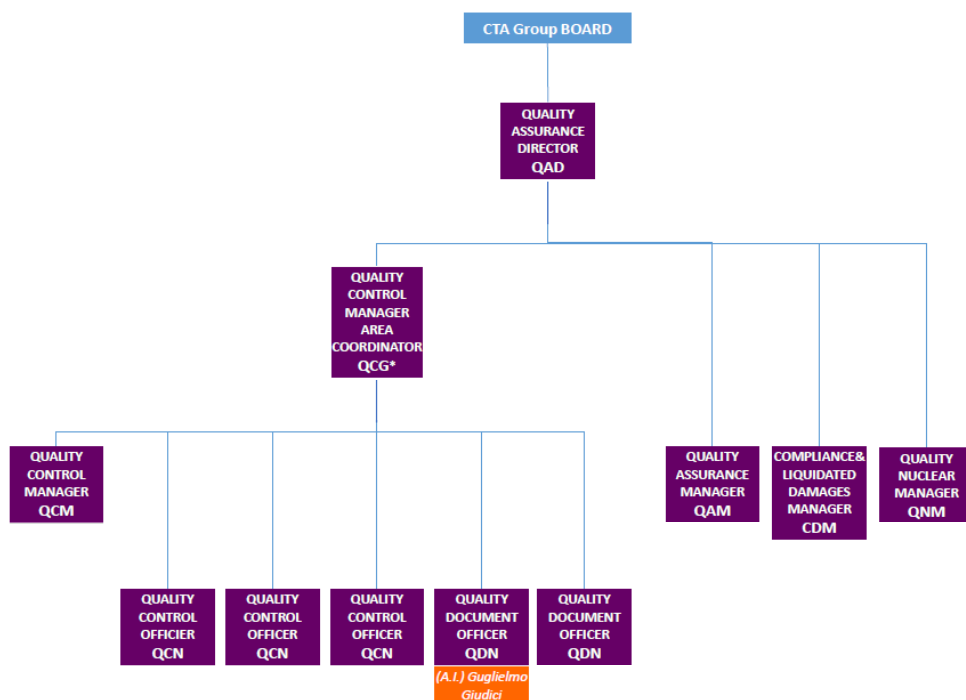


Figura 25: Struttura dipartimento Qualità di CTA

Nelle sezioni successive verranno elencate e brevemente riassunte le attività principali svolte in entrambi gli ambienti lavorativi.

### 4.1. Attività in ufficio

Le attività svolte in ufficio riferiscono principalmente a mansioni inerenti al controllo della conformità dei tubi a livello di certificazioni e di reportistiche extra dovute a prove distruttive e non distruttive assegnate a laboratori esterni. Inoltre, sono state svolte attività di archiviazione di documenti tramite la piattaforma Sharepoint e altre di comunicazione e intercambio di documenti con i fornitori.

#### 4.1.1. Controllo certificati

Il sistema di certificazione dei tubi della CTA, si basa sull'abbinamento a sistema delle singole certificazioni EN 10204 emesse dai produttori.

L'attività di controllo e di abbinamento dei certificati sul software gestionale dell'azienda è fondamentale per permettere di conoscere e verificare le caratteristiche dei tubi e quindi di poterli impegnare per la vendita ai clienti rispettando tutte le loro possibili richieste.

Tramite l'utilizzo del sistema gestionale, a seguito della preparazione del materiale, viene verificata la conformità dello stesso ai requisiti dell'ordine tramite l'utilizzo di directory. Ne deriva che un tubo senza certificato non potrà essere venduto e perderà tutto il suo valore.

Di seguito, alcuni fondamenti sulla struttura della certificazione.

Come anticipato, il codice di riferimento per la certificazione dei prodotti metallici è la EN 10204:2004, secondo la quale, congiuntamente con le specifiche di prodotto che definiscono le condizioni tecniche di fornitura, deve contenere:

- i dati del produttore/acciaieria,
- i dati dell'acquirente,
- la tipologia e il grado del materiale certificato,
- il numero di lotto e della colata della billetta dalla quale sono stati ricavati i pezzi,
- la composizione chimica della billetta/colata e del prodotto,
- i risultati dei test effettuati sul materiale
- le norme di riferimento

All'interno della norma di riferimento, si possono trovare diverse tipologie di certificazioni, tra queste le più rilevanti ed applicabili ai prodotti gestiti da CTA sono i certificati Tipo 3.1 e Tipo 3.2 (vedi Figura 26)



<b>EN 10204</b>	<b>Contenuto</b>	<b>Emesso da</b>
Tipo 2.1	Attestato di conformità all'ordine	Fabbricante
Tipo 2.2	Attestato di conformità all'ordine Con indicazione dei risultati di controlli non specifici	Fabbricante
Tipo 3.1	Attestato di conformità all'ordine Con indicazione dei risultati di controlli specifici	Rappresentante autorizzato del fabbricante indipendente dalla fabbricazione
Tipo 3.2	Attestato di conformità all'ordine Con indicazione dei risultati di controlli specifici	Rappresentante autorizzato del fabbricante indipendente dalla fabbricazione e/o rappresentante autorizzato acquirente o ispettore No.Bo

*Figura 26: Tipi di certificazioni secondo la norma EN 10204:2004*

Il certificato 3.1 è un documento emesso dal produttore nel quale viene dichiarata la conformità del materiale che si vuole certificare. Su di esso vengono riportati tutti i punti contenuti nella norma EN 10204:2004. Questo documento viene poi validato e firmato da un responsabile del controllo qualità che lavora per il fabbricante, ma è esterno al reparto di produzione.

Il certificato 3.2 è molto simile al 3.1 ma, in aggiunta, deve essere firmato e verificato anche da un ente terzo indipendente. Quando viene richiesta questa tipologia di certificato, la ferriera prepara un 3.1 che poi sottoporrà alla visione dell'ente terzo e che servirà da base per il 3.2. La richiesta di questo certificato comporta ovviamente costi extra che verranno addebitati all'acquirente del materiale. I principali enti terzi sono LRQA (Lloyd's Register Quality Assurance), il TUV, il DNV e il Bureau Veritas. (Holland Applied Technologies, 2019)

#### 4.1.2. Abbinamento certificati

Il software gestionale (SIGLA++) utilizzato da CTA, permette l'abbinamento di immagini o documenti PDF tramite l'utilizzo di alcuni "tools".

La parte operativa prevede l'attività di caricamento dei certificati sul software gestionale tramite la schermata "Input CID" (vedi Figura 27)

Figura 27: Schermata Input CID e campi da compilare manualmente

Il CID (Codice Identificativo) viene assegnato dal sistema in modo automatico, sulla base di un progressivo per ciascun fornitore su base annuale. La corrispondenza di questo codice è verificata nella fase d'ingresso in magazzino del materiale tramite l'utilizzo di moduli dedicati, in particolare la scheda magazzino, su cui gli operatori riporteranno la conformità del materiale rispondendo a una serie di domande chiuse (vedi Figura 28) e scrivendo la colata che leggono sul tubo.

Il tubo presenta cod.colore e/o marcature? :		
La superficie esterna dei tubi è :	GREZZA	PROTETTA
Difetti di geometria o di superficie:	SI	NO
E' presente la colata a vernice? :	SI	NO
La colata tra "PL" ,cod.barre e sui tubi concordano? :	SI	NO
Il materiale e lo stato della superficie è conforme? :	SI	NO
Marcatura di norma è conforme? :	SI	NO
E' presente la colata a punzone :	SI	NO
Numero totale dei colli :		
Il WHA ha rilevato delle "NC"	SI	NO

Figura 28: Scheda magazzino da compilare per tubi in ingresso

In caso di difetti riscontrati dal magazzino, prima di effettuare l'abbinamento del certificato, è necessario controllarli e risolverli. Il difetto che si è presentato più volte è la colata riportata sul tubo diversa da quella sul CID inserito a sistema. Per risolvere questo problema, la

procedura prevede il controllo incrociato della Packing List e del certificato inviato dal fornitore e, in caso sia stato un errore di CTA, la correzione della colata a sistema oppure, in caso di errore del fornitore, la comunicazione della non conformità e il successivo rimborso economico.

La certificazione dei prodotti viene ricevuta tramite posta certificata e/o messaggistica aziendale in formato pdf, congiuntamente alla Packing List, che è il documento che attesta la tipologia, il numero di tubi, i chili e i metri che il fornitore si appresta a spedire.

Tramite il combaciamento di colata e quantità tra CID, Packing List e scheda del magazzino è possibile abbinare ogni certificato correttamente, compilando le caselle segnalate dalle frecce rosse in Figura 27, che sono:

- il CID, che una volta immesso farà compilare in automatico tutte le caselle bianche che non sono indicate dalle frecce rosse;
- l'ubicazione, scritta dagli operai sulla scheda del magazzino;
- il numero del certificato che si andrà ad abbinare;
- la nazione in cui sono stati prodotti i tubi;
- l'anno di produzione dei tubi.

Poi, premendo sull'icona in basso a sinistra "Selezione file" è possibile completare l'abbinamento del certificato.

Tramite questa procedura è possibile aggiungere al certificato originale una bandella (rappresentata in Figura 29) nella parte superiore di ogni pagina, che servirà per aggiungere i dati del venditore (CTA Group), dell'acquirente, del progetto e dell'item specifico del progetto coperto da quel certificato.


	CTA Group	Kg	Mt	Pz No.:
	This document is reproduced by a computerized system and is conform to the original	Heat No.:	Cta's job:	Date:
	Customer :	P.O. No.:		Item:

Figura 29: Esempio bandella aggiunta ai certificati

Una volta abbinati correttamente, i certificati senza bandella vengono salvati manualmente su una cartella su OneDrive, condivisa con gli altri membri del dipartimento di Qualità.

Alla fine di questo procedimento, sia le Packing List che le schede di magazzino vengono fisicamente archiviate negli appositi raccoglitori a fogli mobili, separati in base ai fornitori (quelli più frequenti hanno dei raccoglitori dedicati, quelli meno frequenti vengono archiviati nei raccoglitori dei "Vari fornitori" e "Vari fornitori Inox").

Nel caso di revisione di alcuni certificati è possibile sostituire a sistema la vecchia copia del certificato con il certificato revisionato tramite la stessa schermata di “Input CID” ma con dei passaggi in meno. Le revisioni possono essere richieste direttamente alle ferriere in caso di dati omessi o errati nella versione originale del certificato. Una volta effettuata la sostituzione, si deve archiviare fisicamente nello stesso raccoglitore un altro foglio che attesti che il certificato è stato revisionato e che ne specifichi il motivo.

#### 4.1.3. Sblocco ordini clienti

A seguito dell’abbinamento dei certificati è possibile verificare e sbloccare gli ordini dei clienti che richiedono dei controlli specifici sulle caratteristiche del prodotto.

Ciò viene fatto dalla sezione del software SIGLA++ denominata “Navigatore lavorazioni” (vedi Figura 30).

Figura 30: Schermata Navigatore Lavorazioni per sblocco ordini

In questa pagina appaiono in automatico tutte le righe degli ordini confermati dai commerciali che sono bloccate e che devono essere controllate. Questo è possibile grazie al filtro, che viene inserito in fase di registrazione dall’addetto alla compilazione degli ordini, denominato VCERT. Una nuova riga che appare è inizialmente di colore arancione. Poi, dopo il controllo del dipartimento di qualità, può diventare azzurra, a causa dell’inserimento di alcune note al suo interno. Queste note vengono inserite nel caso ci sia qualche discrepanza tra le richieste del cliente e il certificato dei tubi che gli sta venendo fornito.

Nella maggior parte dei casi si parla di test distruttivi o non distruttivi non obbligatori da norma, ma comunque richiesti dal cliente, i quali devono essere ordinati a laboratori esterni oppure effettuati direttamente nel magazzino di Grugliasco. In questo caso nella nota verrà scritto che cosa è necessario fare per allineare il certificato alle richieste tecniche. Nel caso in cui il certificato sia in linea con ciò che vuole il cliente, è possibile “sbloccare” l’ordine tramite il bottone “Aggiorna Collaudo” nella parte bassa della schermata. Una volta sbloccata una linea, l’item al suo interno viene considerato conforme e può entrare nella fase di spedizione a destinazione. Per quanto riguarda le linee azzurre, una volta ricevuto il report da parte dei laboratori e dopo aver controllato la conformità dei risultati, è possibile sbloccarle aggiornando la nota e inviando la documentazione extra al gestore logistico dell’ordine in questione.

Nella Figura 31 è possibile vedere un esempio di filtro VCERT inserito dal commerciale e la seguente nota inserita dalla Qualità. In particolare, il VCERT mostra le richieste del cliente che sono: livelli massimi di componenti chimici all’interno del materiale, una Prova di Resilienza a una temperatura di -55 °C che non deve scendere sotto i 16 J di media, delle richieste sulla lunghezza dei tubi, la Prova Idraulica e il Test sulle Particelle Magnetiche, eseguito sul 100% del materiale. Dopo la visione del certificato del materiale, la persona del dipartimento della qualità, addetta allo sblocco degli ordini, non può sbloccarlo poiché sul certificato non è presente la Prova di Resilienza alla temperatura richiesta. Per questo motivo è necessario ordinare il Test distruttivo al laboratorio, seguendo la procedura spiegata nel capitolo che segue, e inserire la nota “ORDINATO IMPACT DP 22245”, in modo tale da far diventare la linea azzurra e da far capire a chiunque ci entri dentro il motivo per cui non è ancora stata sbloccata. Una volta ricevuto il report del test si potrà proseguire con lo sblocco della linea.

codice	nota	effett	nota descrittiva
		N	
	Material year within 2 years	N	
		N	
VCERT	VERIFICA PRESENZA DEI SEGUENTI REQUISITI	N	
VCERT	SUI CERTIFICATI:	N	
	- C=0.23% max	N	
	- CeII=0.45% max	N	
	- Impact test -55°C 16 J	N	ORDINATO IMPACT DP 22245
	- NPS 1.1/2 & Smaller Single Random Lgth	N	
	- NPS 2 & Larger Double Random Lgth	N	
	- Hydrottest mandatory	N	
	- Magnetic Particle Test (MT) shall be	N	
	carried-out at 100% for seamless pipe	N	
	manufactured by Pilger Mill Process.	N	

Figura 31: Esempio filtro VCERT e nota della Qualità

In altri casi, quando ci sono più richieste, viene allegata una scheda “out of standard” che racchiude tutte le richieste del cliente che non sono in linea con gli standard della norma e che devono essere controllati. Per questo motivo ogni progetto ha schede “out of standard” diverse. La Figura 32 è l’esempio della struttura di una di queste schede.

# CTA Group

GENERAL		OUR SCOPE IS TO SUPPLY SEAMLESS PIPES, WHICH ARE TO BE CONSIDERED AS BASE MATERIAL. OUR PIPES ARE MANUFACTURED AND CERTIFIED IN FULL ACCORDANCE TO THE MANUFACTURING STANDARDS (ASTM, API, EN); SUITABILITY OF BASE MATERIALS TO ERECTION CODINGS (AS ASME B31.1/31.3-97/23/EC) IS NOT ON BEHALF OF CTA. CERTIFIED EDITION OF THE APPLIED STANDARDS (API/EN/ASTM/ASME) ARE THE ONES APPLICABLE AT THE MOMENT OF MANUFACTURING. NO LATEST EDITIONS/ ADDENDA ARE APPLICABLE TO THE SUPPLY OF STOCK MATERIALS			
MATERIALS WILL BE SUPPLIED IN ACCORDANCE RELEVANT MANUFACTURING STANDARD WITH BELOW MENTIONED ADDITIONAL ORDER REQUIREMENTS					
TECHNICAL SHEET			NUMBER	20059 PETROFAC	
PRODUCT	STANDARD	EDITION	GRADE	LEVEL	
SMLS	ASTM A333		GR 6		
SMLS	ASTM A 106		GR B		
SMLS	ASTM A 106 ZINC		GR B		
C	Ceq (IIW)				
0,23	0,43				
MECHANICAL TESTS 1					
APPLICABLE TO A106					
Impact test at	0°C	on dimensions	DA 5 A 15 mm	acceptance criteria	27J
Impact test at	-10°C	on dimensions	DA 15,1 A 17,50 mm	acceptance criteria	27J
Impact test at	-29°C	on dimensions	OLTRE 17.51 mm	acceptance criteria	27J
APPLICABLE TO A333					
Impact test at	-46°C	on dimensions	ALL	acceptance criteria	27J
VCERT					
PED					
NACE MR 0175					
HYDRO OR EDDY					

Figura 32: Esempio scheda "Out of Standard"

In particolare, in un’unica scheda sono inseriti i criteri di accettabilità per ogni tipologia di materiale che potrebbe essere acquistato dal cliente in questione. La scheda “Out of Standard” viene compilata insieme al cliente e deve essere approvata dallo stesso prima di poter essere utilizzata.

#### 4.1.4. Creazione e invio ordini per test a laboratorio esterno

Dopo il controllo del certificato, nel caso ci fossero delle richieste da parte del cliente che possono essere soddisfatte solo tramite un test in laboratorio, è necessario creare un ordine che verrà inviato al laboratorio designato per l’effettuazione della prova. I due principali laboratori a cui si affida CTA sono Sidertest e Qalytube.

Per creare un ordine di un test distruttivo o non distruttivo a laboratorio è necessario creare un documento, numerato con un progressivo, su cui verranno inseriti i dati del tubo/tubi da testare e il tipo di test richiesto. Questi ordini vengono chiamati DP e una volta pronti vengono inviati al laboratorio.

Per tenere traccia di tutti i DP creati viene utilizzato un foglio Excel, denominato “Elenco DP”, su cui per ogni linea vengono segnati i dati principali di ogni ordine e il suo stato di avanzamento.

Se si sta effettuando l’ordine per un test distruttivo è inoltre necessario richiedere un taglio del tubo per ricavare l’anello che verrà testato. Questo taglio è effettuato direttamente nel magazzino di Grugliasco per tubi di diametro fino a 24” NPS (609,6 mm). In caso di tubo più grande è necessario programmare la sua movimentazione verso il magazzino di Grezzago, dove è presente una sega per tubi di dimensioni maggiori. I centimetri di tubo da tagliare variano in base allo spessore del tubo e alla quantità di provini che devono essere ricavati per lo svolgimento dei test. Per esempio, per prove di resilienza vengono tagliati 20 cm dall’estremità del tubo, per quelle di trazione 30 cm, mentre per le Analisi Chimiche sono sufficienti 10 cm.

Gli anelli (se test distruttivo) o i tubi interi (se test non distruttivo) non vengono ovviamente spediti in laboratorio appena viene ordinato il test, ma si cerca di ottimizzare il loro spostamento riempiendo i camion che vengono a ritirarli in magazzino.

Una volta spediti, sono necessari tempi diversi per lo svolgimento di ogni prova e per la ricezione del report con i risultati. Per esempio, da quando il materiale da testare arriva in laboratorio, ci vogliono uno o due giorni per effettuare prove meccaniche o chimiche, fino a 7 giorni per l’HIC test (*Hydrogen Induced Cracking*, test effettuato immergendo il provino in una soluzione ricca di acido solfidrico) o per altri attacchi acidi e oltre 30 giorni per il test SSC (*Sulfide Stress Cracking*, nel quale si cerca di testare la doppia azione meccanica e corrosiva che genera rotture).

#### 4.1.5. Archiviazione report prove laboratori esterni e fatturazione

I report delle prove distruttive effettuate sui tubi a stock vengono archiviati in un file excel a parte, essendo questi validi anche per altri tubi con la stessa colata e le stesse dimensioni. Questo “riutilizzo” dei test è fondamentale per la riduzione dei costi dell’azienda, dato che ordinare più volte lo stesso test distruttivo su tubi uguali sarebbe uno spreco di risorse e di

tempo ingiustificato. Per questo è stato creato un file Excel nel quale è possibile archiviare i report per averli subito a portata di mano nel caso servissero per ordini futuri.

Nella Figura 33 si può vedere la struttura del documento e alcuni esempi di report archiviati.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	DIAM	SPESS	GRADO	MATERIALE	Hn	PROVE	DP	REVISIONE	REPORT
1									1
8069	18	9,53	SSPED API A53 A106 B NACE OILED BE	TN	922063	IMPACT TEST -29 °C	DP 22220		REPORT IMPACT
8070	18	9,53	SSPED API A53 A106 B NACE OILED BE	TN	915642	IMPACT TEST -29 °C	DP 22220		REPORT IMPACT
8071	18	9,53	SSPED API A53 A106 B NACE OILED BE	TN	921289	IMPACT TEST -29 °C	DP 22220		REPORT IMPACT
8072	3/4	5,56	ASTM/ASME A/SA 335 P11	LD	127509	SPWHT + MECCANICHE	DP 22221		REPORT TENSILE
8073	8	8,18	SSPED API+A53+A106/B+X42+NACE OILED PE	QN	31146K1	IMPACT TEST -15 °C	DP 22222		REPORT IMPACT
8074	10	9,27	SSPED API A53 A106 B NACE OILED BE	TN	913224	IMPACT TEST -15 °C	DP 22222		REPORT IMPACT
8075	10	9,27	SSPED API A53 A106 B NACE OILED BE	TN	916548	IMPACT TEST -15 °C	DP 22222		REPORT IMPACT
8076	4	6,02	SSPED API+A53+A106/B+X42+NACE OILED PE	QN	128203	IMPACT TEST -15 °C	DP 22222		REPORT IMPACT
8077	3/4	5,56	PIPE SS ASTM A333 Gr.6+NACE OILED PE	GS	126790	IMPACT TEST -46 °C	DP 22223		
8078	8	12,70	ASTM/ASME A/SA 312 TP 304/304L	XB	S-18410	CHIMICA + HOT TENSILE E21	DP 22225		REPORT CHIMICA
8079	4	6,02	ASTM/ASME A/SA 312 TP 304/304L	XB	MKT100009	CHIMICA + HOT TENSILE E21	DP 22225		REPORT CHIMICA
8080	8	8,18	ASTM/ASME A/SA 312 TP 304/304L	XB	N01152	CHIMICA + HOT TENSILE E21	DP 22225		REPORT CHIMICA
8081	2	3,91	ASTM/ASME A/SA 312 TP 304/304L	XB	A-3746	CHIMICA + HOT TENSILE E21	DP 22225		REPORT CHIMICA

Figura 33: Documento Excel per archiviazione report test distruttivi

Tramite questa tipologia di archiviazione risulta molto veloce effettuare una ricerca per numero di colata (HN) e verificare se un particolare tipo di test è già stato effettuato per altri ordini.

L'attività di controllo e archiviazione dei report è seguita poi dalla gestione della fatturazione dei test da parte del laboratorio in cui sono stati effettuati. Normalmente questo avviene a ridosso degli ultimi giorni del mese per cercare di ridurre al minimo le transazioni e così facilitare le pratiche contabili.

Per rendere questo possibile il dipartimento del controllo qualità deve controllare e confermare i bollettini dei laboratori, creando degli ordini generici (OG) che vengono passati internamente ai colleghi dell'amministrazione.

La procedura di creazione degli ordini viene svolta direttamente sul software gestionale SIGLA++ (inserendo i dati dell'ordine per cui è stata effettuata la prova e l'importo da pagare) e gli OG vengono poi inviati via mail alla persona di riferimento del laboratorio che procederà con la vera e propria fatturazione. Questa attività è fondamentale per verificare che i preventivi effettuati dal laboratorio siano corretti e che non ci siano errori d'importo nelle fatture.

#### 4.1.6. Archiviazione certificazioni fornitori

Vista la crescente richiesta da parte dei clienti di ricevere le certificazioni dei produttori di tubi e raccordi, è stato deciso di creare un nuovo sistema di archiviazione della documentazione tramite un foglio Excel sfruttando la condivisione sulla piattaforma



Sharepoint. Questo nuovo metodo ha reso molto più veloce la condivisione e la ricerca delle certificazioni rispetto alla classica archiviazione in una cartella condivisa sul server aziendale.

Su questo foglio sono stati riportati tutti i fornitori e sono state aggiunte le certificazioni principali da dover archiviare sulle colonne (vedi Figura 34).

Le certificazioni maggiormente richieste sono:

- ISO 9001, per la certificazione del Sistema di Qualità;
- ISO 14001, per la certificazione del Sistema di Gestione Ambientale;
- ISO 45001, per la certificazione del Sistema di Sicurezza;
- PED, acronimo di *Pressure Equipment Directive*, emanata dalla UE per la regolamentazione delle attrezzature in pressione;
- API 5L, che certifica le caratteristiche delle tubazioni prodotte;
- TR-CU, necessaria per avere la libertà di commercializzare prodotti nell'Unione Doganale, composta da Kazakistan, Russia, Bielorussia, Armenia e Kirghizistan.

Tramite l'archiviazione di queste sullo spazio virtuale dell'azienda sulla piattaforma di Sharepoint, è stato possibile creare i collegamenti sul foglio di calcolo, i quali, una volta premuti, consentono di aprire immediatamente il documento desiderato. In aggiunta a queste certificazioni, sono state create altre quattro colonne per consentire di archiviare il company profile (ossia una brochure del fornitore), le procedure di attuazione dei test, una cartella con tutte le altre possibili certificazioni possedute dal fornitore e, infine, un contatto di riferimento dell'azienda a cui poter chiedere la documentazione necessaria in caso non sia disponibile online o sia scaduta.

MANUFACTURER	ISO 9001	ISO 14001	ISO 18001	ISO 45001	PED	API	TR-CU	COMPANY PROFILE
HENGTAO VALVE STEEL	11/03/2024				11/03/2024			<a href="#">PROFILE</a>
HERTECANT FLANGES N.V.	<a href="#">ISO</a> 29/09/2023	/	/	/	<a href="#">PED</a> 31/10/2023	/	/	PROFILE
HI-STEEL	<a href="#">ISO</a> 13/12/2024	<a href="#">ISO</a> 27/07/2023	/	<a href="#">ISO</a> 21/04/2024	<a href="#">PED</a> 13/05/2023	<a href="#">API</a> 30/09/2024	<a href="#">TR CU</a> 11/10/2025	<a href="#">PROFILE</a>
HYUNDAI RB	<a href="#">ISO</a> 31/07/2023	<a href="#">ISO</a> 30/10/2022		<a href="#">ISO</a> 09/08/2023	<a href="#">PED</a> 09/03/2023	<a href="#">API</a> 07/04/2024		PROFILE
IBF SPA	<a href="#">ISO</a> 28/05/2022	<a href="#">ISO</a> 21/07/2024	/	<a href="#">ISO</a> 08/07/2024	<a href="#">PED</a> 31/12/2022	/	/	<a href="#">PROFILE</a>
I.M.G. INTERNATIONAL SRL								PROFILE
ILJIN STEEL CORPORATION	<a href="#">ISO</a> 25/07/2023	/	/	/	<a href="#">PED</a> 30/06/2022	/	/	<a href="#">PROFILE</a>
ILTA INOX S.P.A.	<a href="#">ISO</a> 28/10/2023	<a href="#">ISO</a> 15/12/2022	/	<a href="#">ISO</a> 04/07/2023	<a href="#">PED</a> 30/11/2022	/	/	<a href="#">PROFILE</a>

Figura 34: Estratto documento archiviazione certificazioni fornitori con scadenziario

Proprio per tenere traccia della scadenza delle singole certificazioni, è stato deciso di inserire sotto ogni collegamento la data di scadenza che, tramite la formattazione condizionale, può far diventare la cella di tre colorazioni diverse: rosso nel caso la certificazione sia scaduta, giallo nel caso la certificazione scada nei prossimi 30 giorni e verde nel caso la certificazione abbia una scadenza che supera i 30 giorni.

#### 4.1.7. Comunicazione con fornitori

L'attività di intercambio di e-mail con i fornitori è molto importante per fare richieste riguardo i certificati ricevuti o ancora da ricevere. Infatti, spesso i fornitori vengono contattati quando è richiesta una revisione del certificato a causa di errori di battitura oppure in caso di elementi mancanti. In altri casi invece viene scritto ai fornitori per richiedere i certificati che non sono stati ancora inviati, ma che sono urgenti in quanto servono per sbloccare degli ordini programmati o in procinto di partire.

Questa semplice attività è fondamentale per evitare che qualche certificato venga dimenticato e i tubi non possano essere venduti.

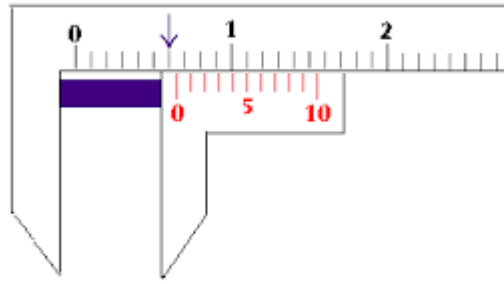
### 4.2. Attività in magazzino

L'attività svolta in magazzino è stata prettamente di controllo della conformità dei tubi alle richieste delle norme e alle richieste dei clienti. Inoltre, il dipartimento della Qualità è responsabile di controllare lo stato di avanzamento delle lavorazioni sui tubi e di fornire supporto durante i Collaudi degli ordini con gli ispettori esterni, accompagnandoli a visionare e controllare direttamente i tubi in magazzino. Per queste attività è stato necessario utilizzare strumenti specifici elencati di seguito.

#### 4.2.1. Strumenti utilizzati

Durante le fasi di controllo della conformità dei tubi è stato necessario imparare ad utilizzare strumenti particolari che permettessero di misurare le dimensioni fisiche e le caratteristiche chimico-meccaniche dei tubi. Grazie a queste misurazioni sul campo, il dipartimento di Qualità di CTA è in grado di svolgere alcuni test rapidi che attestino le proprietà dei materiali e che permettano di rilasciare dei report per i clienti con risultati reali. Di seguito sono elencati e descritti i principali strumenti utilizzati.

**Calibro:** esistono due tipi di calibro per effettuare le misurazioni di diametro e spessore dei tubi, il calibro a nonio e il calibro digitale. Il primo è costituito da un'asta graduata fissa e da un cursore mobile con una scala graduata (nonio), come si può vedere in Figura 35.



*Figura 35: Illustrazione di un calibro a nonio*

Per leggere la misura di questo tipo di calibro bisogna guardare la tacca sulla scala fissa che si trova subito prima dello zero della scala del nonio. Per le frazioni di millimetri si guarda la prima tacca sulla scala del nonio che coincide con una tacca della scala fissa. La lettura della misurazione su un calibro digitale (vedi Figura 36) avviene, invece, tramite il display che sostituisce il classico nonio.



*Figura 36: Misurazione con calibro digitale*

**Bindella metrica:** metro classico ripiegabile su sé stesso utilizzato per prendere la lunghezza dei tubi e per misurare la distanza dalle estremità dei bolli e delle pieghe durante la procedura delle non conformità.

**Goniometro:** utilizzato durante i collaudi per misurare i gradi di angolatura degli smussi sui tubi (vedi Figura 37). Infatti, escludendo gli inox e i tubi sotto i 2", lo stock di CTA è composto completamente di tubi smussati (Beveled End).



Figura 37: Goniometro

**Durometro:** utilizzato per testare la durezza della superficie di un tubo tramite la tecnologia UCI (*Ultrasonic Contact Impedance*). Prima di effettuare il test è necessario rimuovere lo strato protettivo applicato al tubo in fase di produzione per avere dei risultati attendibili. Questo strumento è in grado di dare risultati accurati e ripetibili in meno di un secondo. Nella Figura 38 si può vedere un'immagine dello strumento.



Figura 38: Durometro

**Ferriscopio:** tramite l'utilizzo di questo strumento (vedi Figura 39) è possibile stabilire il livello di ferrite presente nel materiale analizzato. Ciò è importante poiché se il livello di questo elemento è troppo basso, l'acciaio tenderà ad essere più soggetto a cricche vicino alle saldature quando utilizzato ad alte temperature. Nel caso, invece, la ferrite presente fosse troppo elevata, si ridurrebbero la duttilità e la robustezza delle saldature.



Figura 39: Ferritoscopio

**Spessimetro:** strumento utilizzato per verificare lo spessore di un tubo nelle zone dove risulta impossibile utilizzare il calibro. Per esempio, in caso un punto del tubo sia stato graffiato e, quindi, in quel punto il suo spessore risulti ridotto, tramite questo strumento è possibile verificare che non sia sceso sotto i valori minimi e rientri nelle tolleranze stabilite dalla norma. Nella Figura 40 si può vedere questo strumento in azione.



Figura 40: Spessimetro

**Spettrometri a fluorescenza di raggi X (XRF) e a emissione ottica (OES):** sono utilizzati per eseguire i test di Antimescolanza (PMI) sui tubi in magazzino. Il primo è stato utilizzato più frequentemente, data la sua migliore maneggevolezza. Però questo strumento non è in grado di determinare il contenuto di carbonio. Per questo motivo, nelle occasioni in cui fosse necessario conoscere il contenuto di carbonio, come per esempio per verificare la composizione chimica degli acciai legati, è stato utilizzato lo spettrometro ad emissione

ottica. Nella Figura 41 è possibile vedere entrambi gli strumenti, lo spettrometro XRF a sinistra e quello OES a destra.



*Figura 41: Spettrometro XRF (sinistra) e OES (destra)*

#### 4.2.2. Gestione tubi non conformi

In caso di tubi bollati, storti o con qualche altro tipo di non conformità, individuati dal personale del magazzino, l'ufficio del controllo qualità è chiamato ad andare a verificare l'entità della rilevazione e a scattare foto da inviare successivamente al fornitore dei tubi per un eventuale rimborso.

Come prescritto dal Sistema di Gestione per la Qualità, l'Ambiente e la Sicurezza (SGQAS) i tubi in entrata in CTA vengono controllati in modo del tutto indipendente dall'attività di vendita. Esistono due tipi di controlli in entrata:

- Controlli sistematici (100% dei lotti in ingresso), effettuati al momento dello scarico del materiale da parte del capo squadra, che durante tale operazione svolge la funzione di controllo qualità. Questo controllo comprende i controlli sull'aspetto, la presenza di evidenti difetti di geometria e/o superficie, la presenza della marcatura, la sua conformità ai documenti di spedizione e la condizione delle estremità.
- Controlli di qualità a spot svolti a campione da operatori del controllo qualità atti a verificare la conformità dei materiali alle norme di produzione ed ai requisiti aggiuntivi presenti nelle specifiche o nell'ordine di acquisto di CTA. Tali controlli prevedono misure strumentali del diametro, dello spessore e della geometria dello smusso e il contenuto della marcatura di norma. Per facilitare tale controllo, è

presente la scheda tecnica sulle tolleranze dimensionali dei tubi, che riporta appunto tutte le tolleranze applicabili ai tubi al carbonio, legato ed inossidabile per quanto riguarda diametro, spessore e condizioni e misure degli smussi.

Il campionamento per i lotti da controllare è stabilito come segue:

- Tubi di produzione Ovest Europa, USA, Giappone e Gruppo Tenaris: 1 lotto/mese
- Tubi di produzione diversa da quanto specificato sopra: 1 lotto/settimana
- Tubi provenienti da stocchisti o rivenditori: 1 lotto/settimana

Questa diversa frequenza nei controlli è determinata principalmente dal fatto che i tubi della prima categoria sono tutti acquistati secondo la specifica di acquisto di CTA da fornitori storici, quelli della seconda categoria sono acquistati sempre secondo specifica ma da fornitori meno accreditati e quelli della terza categoria non sono acquistati a secondo la specifica e potrebbero avere condizioni superficiali e marcature diverse dallo standard aziendale. (CTA SpA, 2017)

Oltre ai tubi bollati o storti, possono essere considerate non conformità anche smussi fuori tolleranza o ammaccati, marcature poco leggibili, incomplete o errate, cattiva applicazione dei protettivi temporanei o altri tipi di difetti molto diffusi sulla superficie anche se sotto taratura.

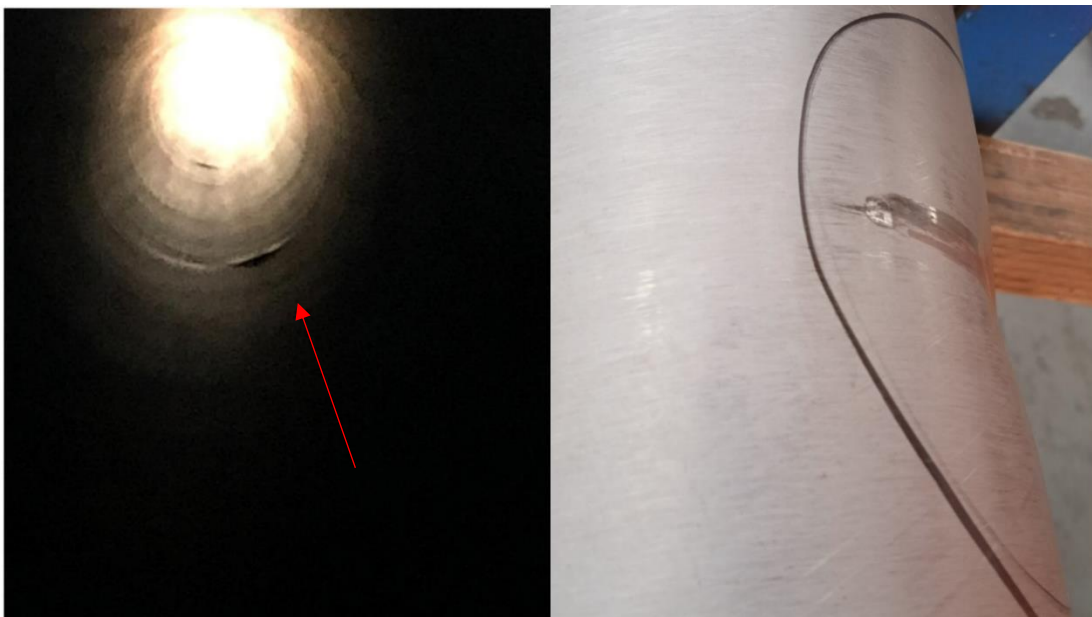
La procedura di gestione dei tubi non conformi individuati tramite questi controlli segue i seguenti passi:

- 1) L'ufficio qualità è chiamato in magazzino dopo un controllo da parte del personale durante lo scarico di un nuovo fascio di tubi da un camion oppure durante la preparazione di un ordine.
- 2) Un operatore del dipartimento di qualità va fisicamente in magazzino a controllare la non conformità segnalata e a fare le foto che ne attestino l'esistenza. Le foto necessarie sono: una foto che faccia vedere il CID del tubo, una foto alla marcatura scritta sul tubo, la foto alla non conformità, una foto alla lunghezza effettiva del tubo e una alla distanza tra la NC e un'estremità del tubo.
- 3) Comprovata l'entità della NC, è necessario tornare in ufficio e inviare una mail con al suo interno tutte le informazioni relative ai tubi non conformi (CID, colata e data di arrivo nel magazzino di Grugliasco) e le foto scattate all'ufficio Compliance, che si occupa della comunicazione con il fornitore, e al responsabile della programmazione logistica, in modo tale che il tubo non venga impegnato per nuovi

ordini. Tramite la misura della distanza della NC dall'estremità del tubo è possibile stabilire se il tubo possa essere tagliato e recuperato oppure debba essere scartato completamente. Infatti, un tubo non è più vendibile come tale se la sua lunghezza scende sotto i 5 metri. Con i tubi sotto questa dimensione è comunque possibile effettuare alcune lavorazioni e ricavare dei raccordi, i quali potranno essere venduti tranquillamente.

- 4) Come ultimo step della procedura è necessario apporre sul tubo non conforme un cartellino rosso in modo tale che qualsiasi operatore in magazzino sia al corrente che quel tubo è non conforme e non lo impegni pensando che fosse buono.

Per verificare se un tubo sia bollato è necessario rimuovere i tappi presenti su entrambe le estremità, così da rendere possibile un controllo visivo interno, con l'obiettivo di individuare delle ombre anomale. Proprio queste ombre indicano la posizione esterna del bollo e permettono di risparmiare molto tempo in caso di bolli non troppo evidenti dall'esterno (vedi Figura 42)



*Figura 42: Esempio di NC su tubo, vista dall'interno (a sx) e dall'esterno (a dx)*

La categoria di tubi che in percentuale risulta avere più non conformità è sicuramente quella degli acciai inossidabili di grado 304/304L e 316/316L che arrivano principalmente da India o Cina e che, infatti, vengono codificati internamente come B2, ossia come una categoria di materiale meno costoso da acquistare, ma meno pregiato. Questi tubi risultano spesso bollati e/o storti anche a causa dei lunghi periodi di trasporto e dell'elevato numero di movimentazioni che subiscono per arrivare dall'Asia.



### 4.2.3. Pre-collaudi e collaudi con ispettori

Ogni ordine, prima di partire, deve essere ispezionato da parte del cliente o da parte di un ispettore inviato dal cliente. Questa attività incomincia con la fase di Pre-collaudato che normalmente avviene uno o due giorni prima del Collaudo stesso.

Il Pre-collaudato serve per verificare che tutte le linee dell'ordine siano state preparate correttamente (abbiano ricevuto le lavorazioni necessarie come Codice colore o Marcatura di progetto a vernice) e per individuare l'esatta posizione dei tubi nel magazzino. Questa informazione viene registrata a sistema, ma non in maniera totalmente precisa. Infatti, la posizione a sistema indica il settore di magazzino in cui si trova il tubo, ma, dato che i fasci vengono spostati varie volte durante la loro permanenza, non viene indicata la stiva esatta.

Il Collaudo vero e proprio con l'ispettore consiste, nella quasi totalità dei casi, in un controllo visivo e dimensionale dei tubi preparati per l'ordine. Le misure che vengono prese durante il collaudo sono il diametro esterno del tubo, lo spessore, l'angolo dello smusso e, molto raramente, la lunghezza dei tubi. Quindi, per questa attività sono sufficienti il calibro e la bindella metrica come strumenti. Altri strumenti utilizzati più sporadicamente sono lo spettrometro XRF per delle prove PMI presenziate oppure la mazzetta dei colori RAL per verificare le tonalità di vernice applicate sui tubi.

Una volta completato il controllo dei tubi in magazzino, l'ispettore firma i documenti e i certificati relativi all'ordine specifico e, nel caso non ci sia nulla fuori posto, firma la "*Inspection Release Note*" del materiale, un documento di rilascio vincolante per l'invio dei tubi a cliente.

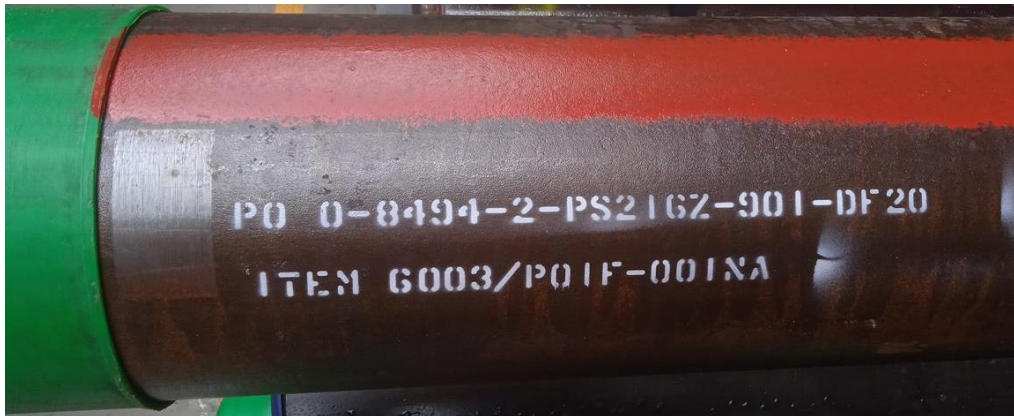
Il collaudo prosegue con l'invio della scansione dei documenti firmati al gestore logistico dell'ordine, all'ispettore e al cliente e si conclude con l'archiviazione di un foglio in un raccoglitore che attesti che tipo di collaudo è stato effettuato (quasi sempre "Visivo+Dimensionale") e l'esito dello stesso.

### 4.2.4. Ispezioni senza ispettori e Self Inspection Report

Nel caso il cliente decida di non far venire un ispettore e chiedi a CTA di fare delle foto che certifichino lo stato dei tubi, è il dipartimento della Qualità che si occupa di svolgere questa attività.

Quindi, come per l'attività di Pre-collaudato, è necessario andare in magazzino per localizzare i tubi e in aggiunta effettuare delle foto delle loro misure dimensionali e delle lavorazioni

che sono state effettuate come da ordine (vedi Figura 43). Tali foto vengono poi salvate sul server aziendale e inviate al cliente.



*Figura 43: Esempio lavorazione su tubo (Codice colore e marcatura di progetto)*

In rari casi, oltre che le foto, il cliente finale richiede un Self Inspection Report che è un documento ufficiale che certifica ciò che è stato ispezionato da CTA, nel quale vengono inserite le foto scattate, e che viene poi firmato dal Direttore del dipartimento. Questo documento sarebbe l'equivalente del documento di "Release" compilato da un qualsiasi ispettore alla fine di un collaudo.

## 5. Criticità riscontrate e miglioramenti effettuati

Come esposto in precedenza, l'azienda CTA non è un'azienda tra le più avanguardiste a livello tecnologico e quindi ha molti margini di miglioramento per quanto riguarda i processi e le attività che svolgono i suoi dipendenti. Concentrandosi solo sulle procedure del dipartimento di Qualità, durante i mesi di tirocinio è stato possibile individuare alcuni punti critici e testare nuove soluzioni che hanno portato a dei miglioramenti sia a livello di snellimento dei processi che a livello di impatto sull'ambiente. Nei seguenti sottocapitoli vengono elencati, descritti e analizzati i principali cambiamenti apportati durante il tirocinio.

### 5.1. Velocizzazione processo abbinamento certificati

Come spiegato nel capitolo [4.1.2. Abbinamento certificati](#), l'attività di caricamento dei certificati sul software SIGLA++ è molto ripetitiva e macchinosa. Per questo motivo, essendo una tra le attività svolte maggiormente durante la giornata lavorativa, è stato naturale trovare delle soluzioni che la rendessero più efficiente e meno stancante.

Il miglioramento effettuato è stato possibile grazie alla collaborazione con il dipartimento informatico ed è consistito nel ridurre i campi da compilare nella schermata "Input CID" durante ogni ciclo di caricamento. Ciò è stato possibile impostando una compilazione automatica personalizzata per ogni fornitore dei campi "Origin" e "Production Year". Questi campi sono stati scelti dato che, acquistando principalmente da produttori, erano quasi completamente uguali tra CID diversi. Per esempio, tutti i tubi comprati da Tenaris Dalmine, con CID iniziante con DA, erano stati prodotti in Italia nell'anno corrente.

Tramite una misurazione cronometrica del tempo impiegato per l'abbinamento di un certificato a sistema è stato possibile stimare il tempo mediamente risparmiato grazie a questo miglioramento.

Processo standard		Processo ottimizzato	
100	secondi download MTC	100	secondi download MTC
5	campi da compilare	3	campi da compilare
6	secondi per campo	6	secondi per campo
11	secondi fissi abbinamento	11	secondi fissi abbinamento
41	secondi abbinamento MTC	29	secondi abbinamento MTC
<b>141</b>	<b>secondi totali</b>	<b>129</b>	<b>secondi totali</b>
<b>RIDUZIONE TEMPO TOTALE ABBINAMENTO MTC</b>			
<b>9%</b>			

Figura 44: Calcoli ottimizzazione abbinamento certificati

Come si vede nella Figura 44 il tempo di abbinamento si suddivide in due fasi principali: il download del certificato dalla posta certificata o dalla messaggistica aziendale e il successivo abbinamento a sistema. Si è osservato che per svolgere la prima attività sono necessari in media 100 secondi mentre per la seconda servono 6 secondi per ogni campo da compilare e 11 secondi fissi di elaborazione del certificato da parte del sistema. Ciò significa che nel processo standard la seconda fase impegnava 41 secondi (6x5 secondi variabili + 11 secondi fissi), mentre nel processo ottimizzato si riducono a 29 (6x3 secondi variabili + 11 secondi fissi). Questa riduzione comporta un risparmio di tempo del 30% sulla seconda fase di abbinamento del MTC, che si traduce in un risparmio del 9% sull'attività totale.

Essendo questa una delle attività maggiormente svolte durante la giornata lavorativa, tale tipo di ottimizzazione ha aumentato di molto l'efficienza e la possibilità di svolgere altri compiti nel tempo risparmiato.

## 5.2. Digitalizzazione processo di archiviazione documenti

Come sottolineato nell'Analisi SWOT, un punto di debolezza di CTA è la scarsa digitalizzazione dei processi, la quale comporta un utilizzo eccessivo di carta che, oltre a risultare scarsamente sostenibile dal punto di vista ambientale, rallenta notevolmente l'azienda nello svolgimento di svariati compiti, anche routinari. Per tale motivo, il secondo miglioramento è stato effettuato sulla procedura di archiviazione di Packing List e Schede del magazzino con l'obiettivo di ridurre l'utilizzo di carta.

Inizialmente questi documenti venivano archiviati in raccoglitori a fogli mobili e ogni Scheda doveva essere accompagnata dal corrispondente Packing List e Certificato. Da inizio 2021 era stata eliminata la procedura di archiviazione fisica dei certificati, intraprendendo un primo passo significativo verso la diminuzione dell'utilizzo della carta: da quel momento gli MTC hanno iniziato ad essere archiviati sul server aziendale. Ciò ha rappresentato un miglioramento dal punto di vista tecnologico, in linea con il concetto di digitalizzazione dell'Industria 4.0, nello specifico con uno dei nove pilastri cardine, ossia quello relativo al "Cloud". L'archiviazione digitale dei documenti consente la condivisione tra i soggetti interessati, ottimizzando la diffusione delle informazioni e la comunicazione all'interno dell'azienda. Sebbene la digitalizzazione di tale documentazione consista in una semplice azione migliorativa, tuttavia rappresenta un'integrazione di rilevante importanza per i membri dell'azienda, a cui sarà consentito un accesso più facile, sicuro e funzionale a tali informazioni.

In linea con quanto introdotto, è stato possibile sviluppare un nuovo metodo per l'archiviazione: grazie al coordinamento con l'ufficio della programmazione degli ordini in arrivo è stato possibile eliminare la copia fisica delle Packing List, le quali fino a quel momento, venivano stampate ed elaborate manualmente, per poi essere fotocopiate una seconda volta ed essere trasmesse all'ufficio qualità. Attualmente le PL vengono completamente elaborate sul PC essendo tutte in formato PDF, per essere poi inviate tramite mail al responsabile del caricamento dei certificati, che, dopo aver effettuato correttamente l'abbinamento, procede ad archivarle su un'apposita cartella digitale condivisa sul server di CTA.

Tramite questo cambio di procedura è stato possibile risparmiare in media dai 7 fogli per CID, che, considerando una media di 50 nuovi CID al giorno, ammontano a quasi 7000 fogli ogni 4 settimane (84000 fogli l'anno). Questo rappresenta un doppio risparmio, sia di carta che di inchiostro, che, oltre ad essere vantaggioso per le finanze dell'azienda, risulta d'impatto positivo per l'ambiente, fungendo da punto di partenza per la futura digitalizzazione di procedure appartenenti ad altri dipartimenti.

Il passo successivo, a favore di una riduzione ulteriore di carta all'interno del dipartimento di qualità, sarà quello di rimuovere le Schede del Magazzino fornendo ad ogni operaio un dispositivo elettronico su cui possa inserire gli stessi dati scritti attualmente ma in modo digitale.

### 5.3. Creazione fogli di calcolo per digitalizzazione processi

Durante l'attività di controllo della conformità dei certificati alle richieste del cliente, vengono spesso richieste delle verifiche sulla base di ciò che è riportato sulle norme, le quali sono soddisfabili tramite calcoli e/o tramite comparazioni. Durante il periodo di tirocinio sono stati sviluppati diversi fogli di calcolo che permettono di velocizzare questa attività, senza dover per forza sfogliare le norme o utilizzare la calcolatrice.

Di seguito sono descritti alcuni esempi tra i più significativi.

**Riduzione di temperatura per Prova di Resilienza:** quando la Prova di Resilienza richiesta deve essere effettuata ad una temperatura specifica, ma il provino non ha dimensioni standard (10 mm x 10 mm x 55 mm), può essere richiesto un cambio di questa temperatura secondo quanto indicato sulla norma ASTM A333 oppure la ASME B31.3. Infatti, rispetto alla temperatura iniziale è permesso un aumento di gradi in base allo spessore del tubo da cui è stato ricavato il provino e una diminuzione in base alla dimensione del provino. I valori

di queste variazioni sono presenti nelle tabelle all'interno delle norme stesse. Nel caso il rapporto tra la dimensione del provino e lo spessore del tubo sia superiore all'80% non ci saranno cambiamenti nella temperatura di esecuzione del test.

Per esempio, come si vede nella Figura 45, se da un tubo di spessore 5,56mm è stato ricavato un provino di dimensioni 10 x 3,33 x 55 mm, e la temperatura iniziale richiesta è di -27°C, bisognerà eseguire il test ad una temperatura di -38°C, secondo la ASTM A333, oppure a -38,1°C, secondo la ASME B31.3.

thickness pipe (1)	dimension specimen(2)	Impact test temp required
5,56	3,33	-27

59,9%

ASTM A 333		
Aumento temperatura permesso	Riduzione Temp. Da norma	Impact test temp for test
8,0	-19,0	-38,00

ASME B31,3		
Aumento temperatura permesso	Riduzione Temp. Da norma	Impact test temp for test
8,3	-19,4	-38,10

Figura 45: Estratto foglio di calcolo per riduzione temperatura Impact Test

Tramite l'implementazione di tutte le variabili su un foglio di calcolo, è stato possibile ridurre il tempo impiegato a svolgere quest'attività, che prima prevedeva la ricerca delle tabelle sulle norme e il calcolo manuale tramite calcolatrice, mentre ora consiste solo nel compilare le celle gialle in Figura 45, con spessore del tubo, dimensione del provino e temperatura iniziale, per ricevere immediatamente l'output sotto la cella rossa. In questo modo si è ridotto il tempo medio di questa attività da 200 secondi di media a 45 secondi, il che comporta un risparmio di oltre il 75% del tempo.

**Metodo di allungamento non proporzionale nella prova di trazione ( $5,65\sqrt{S_0}$ ):** normalmente, sui certificati dei tubi viene riportato il valore dell'allungamento proporzionale secondo il fattore 50mm. In alcune specifiche viene richiesto che ci sia un Allungamento percentuale (E) superiore al 16%, però calcolato secondo il metodo non proporzionale, anche detto  $5,65\sqrt{S_0}$ , con  $S_0$  che sarebbe l'area trasversale originale del provino. Per convertire l'E da proporzionale a non proporzionale è necessario dividere il primo per un fattore che è riportato nella norma ISO 2566-1 Tabella 4 (vedi estratto in Figura 46).

Cross-sectional area of test piece	Factor for non-proportional gauge length of:			
	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm
mm <sup>2</sup>				
5	0,331	0,437	0,478	0,577
10	0,381	0,502	0,549	0,663
15	0,413	0,545	0,596	0,719
20	0,437	0,577	0,631	0,761
25	0,457	0,603	0,660	0,796

Figura 46: Estratto Tabella 4 norma ISO 2566-1

Quindi, come per l'attività descritta in precedenza, essendo tutti fattori non lineari e difficilmente memorizzabili, inizialmente la persona che svolgeva questo compito doveva aprire la norma, trovare il valore giusto e eseguire i calcoli con una calcolatrice. Grazie alla creazione di un nuovo foglio di calcolo è stato possibile, velocizzare questo processo, riducendolo solo più a dover compilare le celle grigie della Figura 47. Le restanti celle si riempiranno automaticamente prendendo i dati dalla tabella precompilata e daranno il valore di allungamento non proporzionale immediatamente.

L	SPESSORE		AREA		FACTOR 50mm	E		5,65VS0
18,5	7		130,00		1,107	38		34,33

Figura 47: Estratto documento Calcolo allungamento non proporzionale

**Pressione a cui effettuare Prova Idraulica:** durante l'attività di controllo e sblocco degli ordini ai clienti può capitare di dover ordinare un test di Prova Idraulica al laboratorio poiché non è stato effettuato dalla ferriera e quindi non è riportato sul certificato. Per poter ordinare un test di questo tipo è necessario conoscere la pressione a cui deve essere effettuato.

Sempre seguendo lo stile dei due esempi prima, tramite il popolamento di un foglio di calcolo con tutti i valori necessari per calcolare questa grandezza, è stato possibile accorciare i tempi di svolgimento di questa attività. Nella Figura 48 si può vedere un estratto di questo foglio di calcolo, nel quale le celle blu sono quelle variabili da compilare, mentre la cella gialla rappresenta l'output, ossia il valore di pressione in bar a cui andrà effettuato il test.

Diametro (mm)	Spessore (mm)	Norma	Grado	Pressione STD (bar)
273	12,7	ASTM A106	B	133,978022

Figura 48: Estratto documento calcolo Pressione per Prova Idraulica

## 5.4. Utilizzo cellulare aziendale per fotografie in magazzino

Un altro miglioramento che avvicina l'azienda all'idea di Industria 4.0 e di condivisione sul cloud è stato l'introduzione di un cellulare aziendale per il dipartimento della Qualità. Ciò è stato necessario poiché i dispositivi personali dei dipendenti non possono essere collegati direttamente ai server di CTA per questioni di Cybersecurity.

Grazie a questo nuovo strumento è stato possibile eliminare la procedura di trasferimento manuale delle foto effettuate in magazzino dato che, tramite l'utilizzo dell'applicazione OneDrive, è possibile scattare foto che vengono condivise in tempo reale in una cartella a scelta visibile anche sul desktop. Questo ha permesso di rendere più efficienti tutte le attività dove era richiesta la condivisione di foto, come per esempio la gestione delle Non Conformità e la creazione dei Self Inspection Reports.

Inoltre, ciò ha fatto sì che i dipendenti non debbano più utilizzare i propri dispositivi in magazzino e non rischino di finire per danneggiarli o romperli del tutto.



## 6. Miglioramenti futuri

In quest'ultimo capitolo andremo ad analizzare i possibili miglioramenti che potrebbero essere implementati in un futuro non troppo lontano, con l'obiettivo di ottimizzare ancora di più le attività e ridurre il carico di lavori poco efficienti che vengono svolti in questo momento dal personale del Controllo Qualità.

### 6.1. Lettore digitale documenti

Il primo miglioramento per importanza e per riduzione della mole di lavoro è, senza ombra di dubbio, l'introduzione di un lettore digitale di documenti. Infatti, grazie all'intelligenza artificiale e al Machine learning è possibile insegnare ad una macchina a leggere dei documenti e riportare in delle tabelle i dati che più ci interessano.

Questo strumento sarebbe fondamentale per l'attività di sblocco degli ordini (vedi [4.1.3. Sblocco ordini clienti](#)) poiché permetterebbe di conoscere già a priori i dati contenuti in un certificato, senza doverlo analizzare manualmente, e di sbloccare in automatico quelle righe che sono già in linea con le richieste dei clienti.

Una prima implementazione potrebbe avvenire programmando solo la ricerca e lettura dell'analisi chimica di ogni certificato, essendo uno dei parametri più semplici da individuare e più standardizzati, visto che è obbligatoria la sua presenza secondo tutte le norme. Una volta letti i dati, questi potrebbero essere inseriti in una tabella a sistema che verrebbe poi messa direttamente a confronto con le richieste inserite dal commerciale in fase di creazione del filtro VCERT, andando a selezionare direttamente i materiali che rispettano le caratteristiche desiderate.

Avendo la maggior parte dei certificati una struttura standard in base al fornitore che invia i tubi, sarebbe necessario programmare il software di lettura in modo diverso per ognuno di essi, ma, una volta fatto ciò, a meno di variazioni successive del formato, la scansione avverrebbe in modo corretto su tutti i nuovi certificati.

Tramite questa scansione si potrebbe addirittura impostare in automatico la richiesta di test addizionali a laboratori esterni, se necessari.

L'attività di sblocco ordini come viene svolta tutt'ora rimarrebbe in caso di errore di scansione da parte del sistema o in caso di richieste fuori dal comune, non ancora standardizzate.

Questa automatizzazione permetterebbe di risparmiare una buona quantità di tempo dedicato tutt'ora dall'ufficio della Qualità a questa attività.

Altre due attività automatizzabili mediante questa tecnologia sono la creazione dei lotti sul sistema gestionale, che in questo momento viene fatta manualmente tramite i dati presenti sulle *Packing List* inviate dai fornitori, e l'attività di abbinamento dei certificati a sistema. Tutt'ora queste attività sono svolte da quattro dipendenti divisi tra la sede di Grugliasco e quella di Grezzago. Questa miglioria potrebbe ridurre la mole di lavoro tanto da far diventare queste attività gestibili solo da una persona.

## 6.2. Centralizzazione documenti Controllo Qualità

Come detto nel capitolo [5.3. Creazione strumenti di calcolo per digitalizzazione processi](#), negli ultimi mesi l'ufficio qualità ha digitalizzato molte procedure tramite la creazione di svariati fogli di calcolo che vengono condivisi sui server aziendali.

Un miglioramento aggiuntivo sarebbe quello di inserire tali fogli direttamente nel software gestionale dell'azienda, in modo tale da avere una migliore tracciabilità ed evitare possibili errori di trasposizione dei dati. Questa centralizzazione dei documenti comporterebbe un altro passo importante verso la completa digitalizzazione delle procedure aziendali.

Inoltre, se combinato al miglioramento precedente, questa nuova funzione potrebbe effettuare i calcoli dell'allungamento percentuale o della temperatura a cui effettuare la Prova di resilienza direttamente sui dati dei certificati scannerizzati dal lettore digitale, eliminando i tempi utilizzati per la compilazione manuale dei suddetti fogli di calcolo.

Se fosse anche creata la sezione dedicata per gli ordini ai laboratori, i cosiddetti DP, sarebbe possibile eliminare in una volta sola i due fogli di calcolo utilizzati tutt'ora per la creazione degli ordini e per l'archiviazione dei report e si potrebbe velocizzare ancora di più la procedura di fatturazione dei test a fine mese.

Tutto ciò sarà possibile una volta cambiato il software SIGLA++ con uno più moderno e con più possibilità di "customizzare" le sezioni in base alle necessità reali che variano giorno dopo giorno.

## 6.3. Miglioramento fase iniziale Pre-collaudato

Per quanto riguarda la fase iniziale di un Pre-collaudato o di qualsiasi altra attività che richieda la ricerca di tubi in magazzino, al giorno d'oggi tutto gira intorno alla scheda chiamata MP, sopra la quale viene riportata l'ubicazione aggiornata dei vari tubi impegnati. Questo perché

la posizione iniziale viene inserita a sistema durante la fase di abbinamento dei certificati da parte dell'incaricato di questa attività. Quando poi i tubi vengono impegnati per un ordine e necessitano di alcune lavorazioni vengono mossi e, quasi sempre, non tornano nella posizione iniziale. Gli addetti in magazzino poi scrivono la nuova ubicazione a mano sul documento MP cartaceo. Quindi, per poter andare a controllare i tubi in magazzino è necessario conoscere la posizione reale dei tubi, non quella che era stata indicata al momento del loro scarico. Ciò fa sì che prima di poter effettivamente iniziare l'attività in magazzino, sia necessario sfogliare diversi fogli in cerca dell'ubicazione dei tubi. Per ordini di poche linee, il tempo impiegato risulta non rilevante, quando si inizia a parlare di ordini con più di 50 righe, si rischia di passare più di mezz'ora a segnare le ubicazioni.

Questo tempo potrebbe essere risparmiato se in magazzino avessero, al posto del MP cartaceo, uno strumento digitale sul quale inserire direttamente a sistema i cambi di ubicazione dei tubi. In questo modo sarebbe poi possibile scaricare direttamente il documento con le righe da controllare, aggiungendo la colonna delle ubicazioni.

Inoltre, questa attività di trascrizione dei dati presenti sul MP avviene anche per conoscere le tipologie di lavorazioni che devono essere effettuate sui tubi. Questo fa sì che venga impiegato altro tempo che rende l'attività molto più lunga e meno efficiente. Questo tempo potrebbe essere risparmiato inserendo un nuovo filtro/colonna nel sistema ERP, nel quale venga subito indicato il tipo di lavorazione necessaria (Codice colore o marcatura di progetto), dato inserito dal Responsabile Commerciale e quindi già disponibile a priori.



## 7. Conclusioni

Nel presente elaborato sono state descritte le mansioni svolte nel dipartimento della Qualità del Gruppo CTA, più in particolare nella sede principale di Grugliasco, e sono state proposte idee di spunto per azioni migliorative che possano rendere più efficienti le procedure strutturate di questa realtà.

Come approfondito nel capitolo dedicato ai miglioramenti effettuati, durante questo tirocinio è stato dato il via ad un processo di digitalizzazione delle attività, che fino a poco tempo prima venivano registrate esclusivamente a livello cartaceo. Ciò ha apportato numerosi benefici sia a livello di carico di lavoro che a livello organizzativo, ponendo delle solide basi per future migliorie.

Infatti, nel corso degli anni, il Gruppo CTA è riuscito a prendere decisioni strategiche che hanno permesso alla compagnia di espandersi ed entrare in nuovi mercati acquisendo vantaggi dal punto di vista commerciale, ma, a causa del poco turnover tra i dipendenti sottolineato nell'Analisi SWOT, il modo di svolgere le attività principali è rimasto pressoché cristallizzato e anacronistico, senza che siano stati posti interrogativi su un'eventuale possibilità di rendere più efficiente e funzionale il procedimento. Ciò è stato anche incentivato dal fatto che il mercato in cui opera l'azienda, risulta possedere numerose barriere all'entrata, dovute al grande esborso economico iniziale necessario. Tali barriere hanno permesso di non subire ingenti minacce alle quote di mercato da parte di nuove piccole aziende più digitalizzate.

Ciò non toglie che, seppur non investendo grosse somme di capitale in tecnologie all'avanguardia, con nuove idee sia possibile cambiare completamente il modo di operare dell'azienda, eliminando costi superflui e lasciando spazio a margini di beneficio più elevati.

In particolare, le attività ripetitive dell'ufficio qualità sono state ottimizzate tramite l'implementazione di alcune filtri a livello di sistema ERP dell'azienda e l'utilizzo di materiale cartaceo, prima fonte di rallentamento delle attività, è stato ridotto grazie all'introduzione di un nuovo metodo di lavoro.

Tutte queste migliorie, se prese singolarmente, possono sembrare di poco impatto, ma, complessivamente, è possibile vedere come ciò abbia contribuito ad effettuare un primo grande passo verso la digitalizzazione di una delle imprese leader in questo settore.

Nell'ultimo capitolo vengono esposti possibili miglioramenti aggiuntivi, che non è stato possibile implementare durante i mesi di tirocinio, ma che potrebbero ottimizzare ulteriormente lo svolgimento delle procedure interne al dipartimento di Qualità.

Nonostante il cambiamento porti a delle criticità iniziali a causa dell'uscita dalla *Comfort Zone*, esso risulta comunque necessario per raggiungere gli obiettivi stabiliti e rimanere competitivi in un mercato che, pur vendendo un prodotto standard, è in continua evoluzione.

# Bibliografia e sitografia

## Riferimenti a documenti pubblici

Groover, M. P. (2011). *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems* (Fourth Edition). John Wiley.

Electric Power Research Institute. (2007). *Carbon Steel Handbook: Epri 1014670*.

## Riferimenti a siti web

Tioga Pipe (2014). *ASTM vs ASME Article - Tioga Pipe*. <https://www.tiogapipe.com/newsletter/issue3article.aspx#:~:text=Basically%20ASTM%20creates%20the%20material,accepts%20them%20with%20stated%20limitations>

Teknoring (2016). *Comportamento dei metalli: che cos'è la HAZ o zona termicamente alterata?* [https://www.teknoring.com/news/ingegneria-meccanica/comportamento-dei-metalli-che-cosè-la-haz-o-zona-termicamente-alterata/#:~:text=La%20parte%20di%20acciaio%20modificata,\(Heat-Affected%20Zone\)](https://www.teknoring.com/news/ingegneria-meccanica/comportamento-dei-metalli-che-cosè-la-haz-o-zona-termicamente-alterata/#:~:text=La%20parte%20di%20acciaio%20modificata,(Heat-Affected%20Zone)).

Dey, A. K. (2022). *13 major differences between Seamless and Welded Pipe | What is Piping*. What is Piping. <https://whatispiping.com/seamless-vs-welded-pipe/>

Dey, A. K. (2022). *Heat Affected Zone: Definition, Causes, Effects, Color Bands, Reduction | What is Piping*. What is Piping. <https://whatispiping.com/heat-affected-zone-haz/>

Holland Applied Technologies (2019). *What is the Difference Between EN 10204 3.1 and 3.2 Inspection Certificates?* <https://hollandapt.blog/2019/09/27/what-is-the-difference-between-en-10204-3-1-and-3-2-inspection-certificates/>

## Documenti interni all'azienda

CTA SpA (2011). *Corso base sui materiali*

CTA SpA (2018). *Presentazione fabbricazione prodotti tubolari*

CTA SpA (2017) *QAD-04-PR TESTS, CONTROLS, AND INSPECTIONS Rev.0 PAR 6.3*

CTA SpA (2015) *QAD-10-PR POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION Rev.0*