

# RELAZIONE TECNICA SULLO STATO DI CONSERVAZIONE STRUTTURALE DI APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO

Relazione tecnica n.	<b>2023/223.03</b>
Data di verifica	<b>28/03/2023</b>
Committente	<b>ACQUE SERVIZI</b>

Apparecchio di sollevamento	<b>Gru idraulica su autocarro</b>
Casa costruttrice	<b>FASSI</b>
Anno di costruzione	<b>2003</b>
Modello	<b>F30A.23</b>
Numero di fabbrica	<b>5168</b>
Matricola ISPESL/ENPI	<b>03/200125/PI</b>
Targa autocarro	<b>CG285KA</b>



**C.S.S. ENGINEERING srl / GmbH - P. IVA 01765050495**  
SEDE CENTRO (Legale): Via Delle Carmelitane n. 8 - 57128 Livorno (LI)  
SEDE NORD OVEST (Logistica): Località Panorama n. 37 - 11024 Châtillon (AO)  
SEDE NORD EST (Ufficio): Via Marie Curie n. 17 - 39100 Bolzano/Bozen (BZ)  
Tel. 392.2009552 - 334.2528800 - FAX 0586.509224  
Membro associazione ADES prov. Bolzano / Bozen (BZ)  
Membro Associazione Italiana Prove non Distruttive  
[info@css-eng.it](mailto:info@css-eng.it) - [cssengineering@pec.it](mailto:cssengineering@pec.it) - [www.css-eng.it](http://www.css-eng.it)

## SOMMARIO

Sommario.....	2
Indice delle figure .....	3
Introduzione.....	4
Verifiche della struttura .....	7
Carro di base e Sistema di stabilizzazione.....	9
Base della gru .....	10
Colonna girevole.....	11
Braccio della gru .....	12
Organi di presa .....	14
Prove di carico e funzionali.....	16
Fattore di spettro e vita residua .....	17
Conclusioni.....	19
Allegato A: Visual testing report.....	20
Allegato B: Magnetic examination report .....	21

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: esempio di curva generica di Wöhler.....	5
Figura 2: gru idraulica FASSI F30A.23 in analisi.....	6
Figura 3: direzioni delle imperfezioni rilevabili.....	7
Figura 4: zona di analisi efficace (rettangolo ombreggiata) per magnetizzazione con giogo .....	7
Figura 5: tecniche di magnetizzazione utilizzate .....	8
Figura 6: carro di base durante l'analisi VT .....	9
Figura 7: traverse e stabilizzatori durante l'analisi MT.....	9
Figura 8: base della gru durante l'analisi VT .....	10
Figura 9: colonna durante l'analisi MT.....	11
Figura 10: I° elemento di braccio durante l'analisi MT .....	12
Figura 11: II° elemento di braccio durante l'analisi MT .....	12
Figura 12: sfili del braccio durante l'analisi MT.....	13
Figura 13: schema delle zone di analisi MT del gancio.....	14
Figura 14: gancio durante l'analisi MT .....	15

## INTRODUZIONE

Il sottoscritto Dott. Ing. Paolo Magliano, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano, al numero 2075, è stato incaricato dalla ditta sopra generalizzata di esaminare la gru idraulica su autocarro FASSI, modello F30A.23, numero di fabbrica 5168, numero di matricola 03/200125/PI, al fine di esprimere un giudizio tecnico sul suo stato di conservazione strutturale (verifica supplementare ai sensi dell'allegato 2 del decreto 11/04/11 del Ministero del Lavoro e delle politiche sociali) e di valutare (art. 15 comma 1, lettera a, e art. 17, comma 1, lettera a, D. Lgs. n. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni) la vita residua dell'apparecchio in funzione dell'analisi di rischio relativa alla rottura a fatica<sup>1</sup> di elementi strutturali.

A tale proposito sono stati effettuati accertamenti sulla gru presso l'officina PELLEGRINI, situata in Pisa (PI). Si è proceduto ad un **esame visivo** (in allegato certificato) approfondito del carro di base, del sistema di stabilizzazione, del braccio idraulico, delle saldature, dei perni di rotazione, dei dadi, bulloni, spinotti, dei circuiti di comando e dei componenti di tenuta e di lavoro. Inoltre è stata analizzata la documentazione a corredo della macchina, il registro di controllo e i vari certificati rilasciati dal costruttore. Sono state svolte le prove funzionali e quanto previsto dalla circolare del MLPS n. 18 del 23/05/2013, punto 1, *contenuti minimi dell'indagine supplementare*.

Si è proceduto ad effettuare, nelle zone accessibili, un **esame magnetoscopico**<sup>2</sup> a spot delle saldature delle strutture dell'apparecchio di sollevamento (in allegato il relativo certificato).

La presente relazione viene redatta quale resoconto della ispezione effettuata dal sottoscritto, secondo quanto indicato dal punto 4.5 della Norma ISO 9927-1 : 2013. In tal senso l'ispezione ha lo scopo di assicurare il funzionamento in piena sicurezza dell'apparecchio di sollevamento, prevenendo eventuali deviazioni del comportamento dalle condizioni regolari previste. Nel caso specifico l'ispezione ha riguardato le condizioni generali di conservazione degli elementi che compongono la carpenteria metallica dell'apparecchio. E' una ispezione da ritenersi di carattere eccezionale e comporta un giudizio generale sulle condizioni di sicurezza dell'apparecchio e una decisione nel merito delle eventuali misure che devono essere adottate per assicurare un ulteriore funzionamento sicuro, qual'ora sia possibile.

---

<sup>1</sup> La fatica è un fenomeno meccanico per cui un materiale, sottoposto a carichi variabili nel tempo (in maniera regolare o casuale), si danneggia fino a rottura, nonostante l'intensità massima dei carichi in questione sia sensibilmente inferiore a quella di rottura o di snervamento statico del materiale stesso. Il danneggiamento per fatica procede attraverso tre stadi. Il primo, detto di **assessamento microstrutturale**, ha l'effetto di stabilizzare il ciclo di isteresi plastica della massa metallica (restringendolo o allargandolo a seconda dei materiali, se prevale l'incrudimento o l'addolcimento) e, di conseguenza, di stabilizzare alcune caratteristiche meccaniche e fisiche dello stesso. Slittamenti disordinati dei piani cristallini del metallo si localizzano in bande disposte a 45° rispetto alla direzione dello sforzo applicato, generando microintrusioni e microestrusioni, che nella successiva fase di **nucleazione** andranno a costituire l'innescò del danneggiamento per fatica. Sul fondo di tali microintrusioni, infatti, gli sforzi risultano amplificati per effetto d'intaglio cosicché facilmente il materiale in quel punto cederà e si formeranno delle microcricche. Queste tendono a riunirsi andando a formare la cricca vera e propria, che si considera ormai nucleata quando raggiunge la profondità di circa 0,1 mm. Dopo la nucleazione della cricca, la sua **propagazione** avviene in maniera transgranulare (come una frattura fragile) e in senso perpendicolare a quello del massimo sforzo (non più a 45°); ad ogni ciclo di sforzo la cricca avanza di un "passo" e lascia a volte tracce caratteristiche, dette striature. L'avanzare della cricca porta ad una progressiva diminuzione di sezione resistente: quando questa diventa inferiore alla sezione critica, si ha la frattura finale di schianto per sovraccarico (statico).

<sup>2</sup> La **magnetoscopia** (controllo magnetoscopico, anche detto semplicemente controllo magnetico) è un tipo di controllo non distruttivo utilizzato per la ricerca di indicazioni superficiali e subsuperficiali in pezzi metallici. Si basa sull'attrazione di particelle ferromagnetiche e disperse in liquido) attratte dal campo magnetico disperso in prossimità delle eventuali cricche. Le particelle magnetiche possono avere una pigmentazione fluorescente (quindi visibile in ambiente oscurato tramite lampada a raggi UV) od a contrasto di colore (visibili quindi con luce bianca ambientale). In corrispondenza di indicazioni, si manifesta una deviazione delle linee di forza magnetiche verso l'esterno formando così un flusso disperso. Cospargendo l'elemento in analisi con polveri magnetiche, sia a secco che in sospensione liquida, queste vengono attratte dall'indicazione. L'accumulo di tali polveri consente la rilevazione delle cricche.

Gli apparecchi di sollevamento, al pari di ogni altra costruzione soggetta all'azione di carichi esterni, vengono dimensionati nel rispetto di schemi teorici di calcolo, statici e dinamici, nonché di alcune ipotesi sul loro funzionamento futuro. Vengono coinvolti quindi due ordini di problemi: il primo relativo alla resistenza alla sollecitazione indotta dalle azioni esterne e il secondo rapportato alla durata delle proprietà resistive. L'efficienza teorica valutata riferendosi alla resistenza non è destinata a mutare se non intervengono situazioni di sovrasollecitazioni, al di sopra del carico massimo ipotizzato, o con l'introduzione di modifiche strutturali sostanziali, tali da mutare gli schemi statici originari. Di diversa portata è la definizione dell'efficienza teorica riferita ai problemi legati alla mancata manutenzione dell'apparecchio, come nel caso dei fenomeni di ossidazione non controllati. Ad essi è necessario guardare con notevole attenzione in ragione della loro pericolosità e dei diversi fattori che ne influenzano la crescita e lo sviluppo.

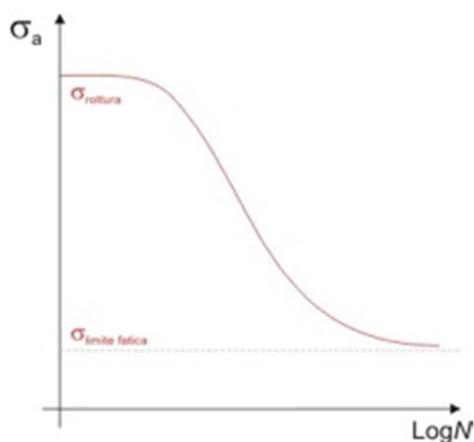


Figura 1: esempio di curva generica di Wöhler

In figura si nota come per numero di cicli nullo la curva interseca l'asse delle ordinate in corrispondenza del carico di rottura statica. Nello specifico è opportuno ricordare che il fenomeno è dovuto alla natura ciclica del carico ed è legato alla relazione tra l'ampiezza massima del ciclo di sollecitazione con il numero di cicli che il mezzo sopporta prima della rottura (diagrammi di Wöhler). Da questi diagrammi si evidenzia per alcuni materiali l'esistenza di un limite inferiore di sforzo massimo al di sotto del quale il materiale non si rompe per effetto di fatica nemmeno per un numero *molto alto* di cicli. Questo valore dello sforzo è detto limite di fatica del materiale.

Nel caso dei materiali metallici la fatica è legata ai fenomeni di micro-deformazioni plastiche cicliche locali indotte dal ciclo di sollecitazioni. Esse sono dovute al fatto che, per effetto di vari tipi di microintagli e/o discontinuità (bordi di grano, inclusioni non metalliche, composti interstiziali, rugosità superficiali), localmente il valore dello sforzo può superare il carico di snervamento anche se il carico macroscopico esterno rimane sempre al di sotto di esso.



Figura 2: gru idraulica FASSI F30A.23 in analisi

## VERIFICHE DELLA STRUTTURA

In questo capitolo vengono affrontate e descritte le attività svolte in sede di controllo:

- Accertamento dello stato generale di conservazione.
- Accertamento dell'integrità e della conformità geometrica dei vari elementi strutturali.
- Verifica dell'efficienza delle saldature mediante tecnica MT.

Per i primi due punti si è fatto riferimento alle indicazioni riportate nella norma ISO 9927-1 (Apparecchi di sollevamento - Ispezioni), mentre per l'ultimo punto alla norma EN ISO 17638 (Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con particelle magnetiche).

La rilevabilità di una imperfezione con la tecnica MT dipende dall'angolo del suo asse maggiore rispetto alla direzione del campo magnetico. Questo è illustrato per una direzione di magnetizzazione nella figura di seguito (rif. 5.6.1, EN ISO 17638 : 2010).

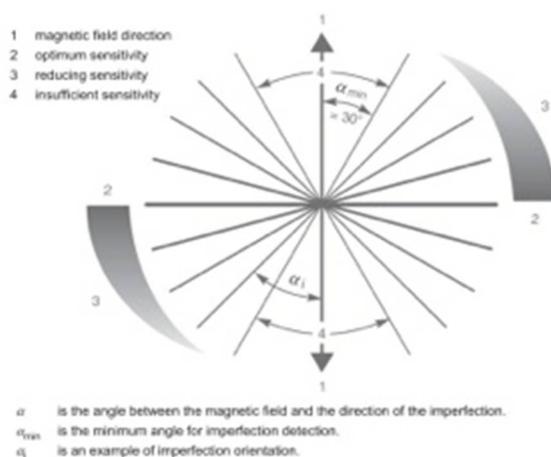


Figura 3: direzioni delle imperfezioni rilevabili

Per garantire il rilevamento di difetti in qualsiasi orientamento, le saldature sono magnetizzate in due direzioni approssimativamente perpendicolari l'una all'altra con una deviazione massima di 30°. Per queste ragioni si farà attenzione a garantire adeguata sovrapposizione delle zone di prova come mostrato nella prossima figura.

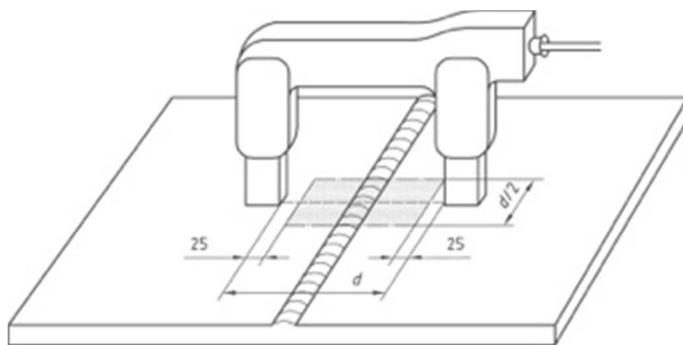


Figura 4: zona di analisi efficace (rettangolo ombreggiata) per magnetizzazione con giogo

Le tecniche di magnetizzazione utilizzate con l'analisi CND con particelle sono illustrate nella prossima figura. Dove possibile le stesse direzioni di magnetizzazione, e sovrapposizioni campo dovrebbe essere utilizzata per altre geometrie di saldatura da testare. La larghezza del percorso del flusso di corrente nel materiale ( $d$ ) deve essere maggiore o uguale alla larghezza della saldatura e la zona termicamente alterata + 50 mm, di conseguenza in tutti i casi la saldatura e la zona termicamente alterata sono incluse nella zona effettiva. Le direzioni di magnetizzazione rispetto all'orientamento della saldatura sono illustrate in figura.

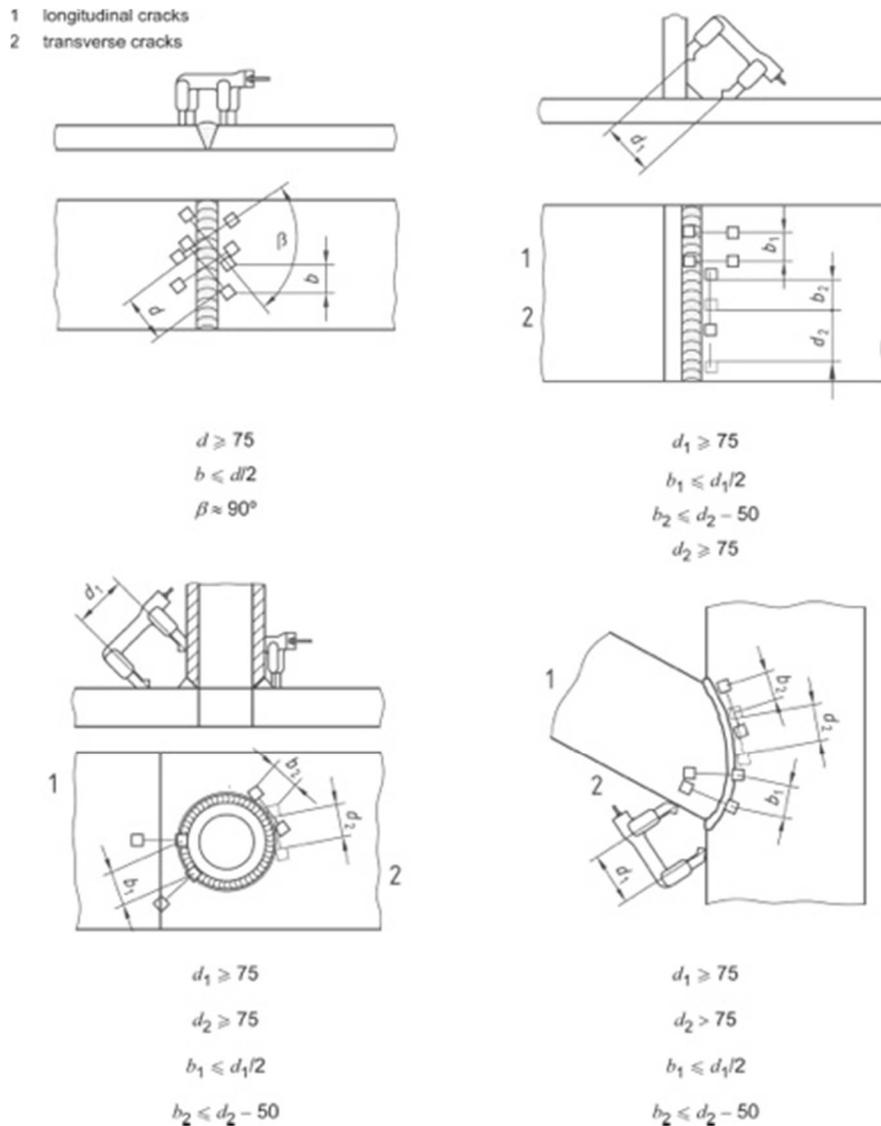


Figura 5: tecniche di magnetizzazione utilizzate

## CARRO DI BASE E SISTEMA DI STABILIZZAZIONE

Il carro di base è costituito da un autocarro con n. 2 assi. Il controtelaio è costituito da una struttura elettrosaldata il cui scopo principale è quella di unire la base di sostegno della gru con i bracci degli stabilizzatori e collegare il tutto in maniera sufficientemente rigida. Lo stato di conservazione generale degli elementi è buono. Non sono in atto fenomeni ossidativi rilevanti. Non sono stati rilevati elementi con deformazioni anomale o sezioni nelle quali siano in atto altre tipologie di cedimenti visibili. Sono stati eseguiti gli accertamenti dei principali parametri dimensionali, riscontrando la sostanziale aderenza ai valori del libretto del costruttore.



Figura 6: carro di base durante l'analisi VT



Figura 7: traverse e stabilizzatori durante l'analisi MT

L'esame visivo delle traverse e degli stabilizzatori della gru non ha evidenziato la presenza di cricche o anomalie in corrispondenza delle saldature. Al momento dell'esecuzione dell'ispezione si è eseguita l'analisi magnetoscopica spot delle giunzioni principali. L'esame non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche. Alcune saldature presentano delle lievi porosità, probabilmente formatesi in fase di costruzione, senza peraltro indizi di compromissione della tenuta.

## BASE DELLA GRU

Lo stato di conservazione generale degli elementi è buono. Non sono in atto fenomeni ossidativi rilevanti. Non sono stati rilevati elementi con deformazioni anomale o sezioni nelle quali siano in atto altre tipologie di cedimenti visibili. Sono stati eseguiti gli accertamenti dei principali parametri dimensionali, riscontrando la sostanziale aderenza ai valori del libretto del costruttore.



Figura 8: base della gru durante l'analisi VT

L'esame visivo della base della gru non ha evidenziato la presenza di cricche o anomalie in corrispondenza delle saldature. Al momento dell'esecuzione dell'ispezione si è eseguita l'analisi magnetoscopica spot delle giunzioni principali. L'esame non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche. Alcune saldature presentano delle lievi porosità, probabilmente formatesi in fase di costruzione, senza peraltro indizi di compromissione della tenuta.

In generale lo stato di conservazione dei tiranti e delle relative piastre di supporto è buono. L'esame dei tiranti di collegamento della gru al controtelaio dell'autocarro non ha evidenziato anomalie.

## COLONNA GIREVOLE

La colonna è costruita con una struttura scatolata composta ed elettrosaldata. Il materiale componente è acciaio con diversi spessori. Lo stato di conservazione generale degli elementi è buono. Non sono in atto fenomeni ossidativi rilevanti. Non sono stati rilevati elementi con deformazioni anomale o sezioni nelle quali siano in atto cedimenti visibili. Sono stati eseguiti gli accertamenti dei principali parametri dimensionali, riscontrando la sostanziale aderenza ai valori del libretto del costruttore.



Figura 9: colonna durante l'analisi MT

L'esame visivo della colonna della gru non ha evidenziato la presenza di cricche o anomalie in corrispondenza delle saldature. Al momento dell'esecuzione dell'ispezione si è eseguita l'analisi magnetoscopica spot delle giunzioni principali. L'esame non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche. Alcune saldature presentano delle lievi porosità, probabilmente formatesi in fase di costruzione, senza peraltro indizi di compromissione della tenuta.

In generale lo stato di conservazione dei perni e delle relative piastre di supporto è buono. Non si rilevano fori con fenomeni di ovalizzazione significativi. L'esame dei perni non ha evidenziato difetti.

## BRACCIO DELLA GRU

La struttura è del tipo a cassone scatolato e gli elementi sono costruiti in lamiera di diverso spessore, salvo i dovuti rinforzi. Lo stato di conservazione generale degli elementi è buono. Non sono in atto fenomeni ossidativi rilevanti. Non sono stati rilevati elementi con deformazioni anomale o sezioni nelle quali siano in atto altre tipologie di cedimenti visibili. Sono stati eseguiti gli accertamenti dei principali parametri dimensionali, riscontrando la sostanziale aderenza ai valori del libretto del costruttore.



Figura 10: I° elemento di braccio durante l'analisi MT



Figura 11: II° elemento di braccio durante l'analisi MT

L'esame visivo del braccio della gru non ha evidenziato la presenza di cricche o anomalie in corrispondenza delle saldature. Al momento dell'esecuzione dell'ispezione si è eseguita l'analisi magnetoscopica spot delle giunzioni principali. L'esame non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche. Alcune saldature presentano delle lievi porosità, probabilmente formatesi in fase di costruzione, senza peraltro indizi di compromissione della tenuta.



Figura 12: sfilì del braccio durante l'analisi MT

In generale lo stato di conservazione dei perni e delle relative piastre di supporto è buono. Non si rilevano fori con fenomeni di ovalizzazione significativi. L'esame dei perni non ha evidenziato difetti.



L'esame con particelle magnetiche non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche. Lo stato di conservazione del perno di sostegno del gancio e delle relative piastre di supporto è buono. Non si rilevano fori con fenomeni di ovalizzazione significativi.



Figura 14: gancio durante l'analisi MT

## PROVE DI CARICO E FUNZIONALI

Le prove statiche e di stabilità vengono, per semplificazione, eseguite contemporaneamente in un'unica prova (prova di stabilità) in quanto, i parametri (carichi di prova, posizioni, sbracci) sono equivalenti. Le prove statiche sono state effettuate allo scopo di dimostrare l'idoneità strutturale dell'apparecchio di sollevamento e dei suoi componenti.

Le prove sono ritenute soddisfacenti se nessuna lesione, deformazione permanente sfaldamento di vernice o danno che influisca sul funzionamento e la sicurezza dell'apparecchio di sollevamento sia visibile ad occhio nudo e se nessun collegamento si sia allentato o sia rimasto danneggiato. Le prove di stabilità permettono di controllare la stabilità dell'apparecchio (UNI ISO 4310, apparecchi di sollevamento - codici e metodi di prova).

Le prove dinamiche sono effettuate principalmente allo scopo di verificare il funzionamento dei meccanismi degli apparecchi di sollevamento e dei dispositivi di sicurezza (limitatori del carico e del momento). La prova eseguita è ritenuta soddisfacente in quanto i componenti interessati risultano idonei a compiere le loro funzioni e sono intervenuti, entro i limiti stabiliti dalle direttive, i dispositivi di sicurezza.

## FATTORE DI SPETTRO E VITA RESIDUA

In questo capitolo si procede alla valutazione della vita residua della gru in relazione al suo grado di affaticamento accumulato nel tempo e ad eventuali eventi traumatici al fine di essere mantenuta in servizio. Il metodo di calcolo adottato per la valutazione della vita residua è quello indicato dalla norma EN 4301-1, che consente di valutare il danneggiamento subito per fatica dalla struttura in base allo spettro di carico.

Dal prospetto I della norma EN 4301-1 si considera un numero presunto di cicli<sup>4</sup> che la gru effettuerà nella sua vita. Il regime di carico è caratterizzato da uno spettro che mette in relazione i carichi che l'apparecchio è destinato a sollevare con il numero di volte che tale sollevamento si verifica. Tale regime di carico è individuato dal fattore di spettro dell'apparecchio in oggetto, che è così definito:

$$K_p = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{C_i}{C_T} \left( \frac{P_i}{P_{\max}} \right)^3 \right] = \frac{C_1}{C_T} \left( \frac{P_1}{P_{\max}} \right)^3 + \frac{C_2}{C_T} \left( \frac{P_2}{P_{\max}} \right)^3 + \frac{C_3}{C_T} \left( \frac{P_3}{P_{\max}} \right)^3 + \dots + \frac{C_n}{C_T} \left( \frac{P_n}{P_{\max}} \right)^3$$

dove:

$C_i$  rappresenta il numero medio di cicli di carico che si hanno a ciascun livello di carico.

$C_T$  è il totale dei cicli di carico singoli a tutti i livelli.

$P_i$  rappresenta le grandezze individuali di carico (livelli di carico) caratteristiche del servizio dell'apparecchio.

$P_{\max}$  è il carico consentito più pesante che deve essere sollevato dall'apparecchio.

Questa analisi, ove si da atto dell'attendibilità delle modalità di esercizio presunto della macchina (ed inoltre che l'utilizzo, le ispezioni, i controlli, le manutenzioni e le sostituzioni di parti soggette ad usura, sono state fatte nell'ambito delle prescrizioni del fabbricante e delle disposizioni normative di riferimento), è stata redatta presumendo le modalità di esercizio (fattori di carico e di utilizzo) e di manutenzione, come dichiarato dalla committenza ed a seguito dell'ispezione condotta sull'apparecchio di sollevamento.

In base alle informazioni ricevute dalla committenza, per l'apparecchio di sollevamento oggetto di questa analisi, si riporta di seguito il certificato dei cicli di vita residui dell'apparecchio di sollevamento<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Un ciclo di sollevamento è l'insieme delle operazioni che iniziano con il sollevamento di un carico e terminano nel momento in cui l'organo è pronto a sollevare il carico successivo (Rif. FEM 1.001).

<sup>5</sup> Non è possibile valutare l'affidabilità strutturale di un apparecchio di sollevamento unicamente sulla valutazione teorica del periodo residuo di esercizio. Infatti, i margini di variabilità dei parametri sperimentali di confronto, i limiti di approssimazione delle regole di calcolo applicate, nonché la generale e scarsa attendibilità dei dati relativi alla storia pregressa della dell'apparecchio di sollevamento, non consentono di ricavare un dato avente un grado di affidabilità sufficiente per stabilire un giudizio tecnico adeguato. Per queste considerazioni, valgono le osservazioni riportate nelle conclusioni di questa relazione tecnica.

## CERTIFICATO CICLI DI VITA RESIDUA

DELL'APPARECCHIO DI SOLLEVAMENTO IN ESERCIZIO DA OLTRE 20 ANNI

Macchina:	GRU IDRAULICA SU AUTOCARRO	Costruttore:	FASSI	Portata massima (t):	0,995
Anno di costruzione:	2003	Matricola ISPEL/ENPI:	03/200125/PI	Numero di fabbrica:	5168
Classificazione strutture ISO 4301-1:	A3	Tempo di impiego giornaliero (Ti = ore):	3	Giorni di utilizzo in 1 anno:	120
Distribuzione del carico :	Percentuale %	Tonnellate	Cicli per ora:	4	
	5	0,995			
	15	0,796			
	35	0,597			
	30	0,398			
	15	0,199			

**IL SOTTOSCRITTO INGEGNERE ESPERTO INCARICATO:**

Nome: Paolo	Cognome: Magliano	Per conto della società verificatrice:	C.S.S. ENGINEERING srl
Via: Delle Carmelitane, 8	CAP: 57128	Località: Livorno (LI)	

**PRENDENDO ATTO DELLE INFORMAZIONI RICEVUTE DALLA COMMITTENZA:**

Nome:	Cognome:	Per conto della società:	Acque Servizi
Via: c/o Off. Pellegrini, via Giuseppe Ravizza, 2	CAP: 56121	Località: Pisa (PI)	

**IN CUI SI PRESUMONO LE SEGUENTI MODALITA' DI ESERCIZIO (n° di cicli, fattori di carico e di utilizzo):**

Cicli ora (C/Ti=n°)	Ti (ore)	Cicli giorno (C=n°)	(Carico ciclo/portata) Fattore di carico	Fattori di spettro per ciclo (carico ciclo/portata)	Fattori d'utilizzo (cicli eseguiti/cicli totali)	Prodotti dei fattori (spettro di carico x utilizzo)
0,20	3	0,60	1 / 1 = 1,00	1,00 <sup>3</sup> = 1,000	0,60 / 12 = 0,05	1,000 x 0,05 = 0,0500
0,60	3	1,80	0,8 / 1 = 0,80	0,80 <sup>3</sup> = 0,512	1,80 / 12 = 0,15	0,512 x 0,15 = 0,0768
1,40	3	4,20	0,6 / 1 = 0,60	0,60 <sup>3</sup> = 0,216	4,20 / 12 = 0,35	0,216 x 0,35 = 0,0756
1,20	3	3,60	0,4 / 1 = 0,40	0,40 <sup>3</sup> = 0,064	3,60 / 12 = 0,30	0,064 x 0,30 = 0,0192
0,60	3	1,80	0,2 / 1 = 0,20	0,20 <sup>3</sup> = 0,008	1,80 / 12 = 0,15	0,008 x 0,15 = 0,0012

Totali cicli giorno : **12,00**      Fattore di spettro di carico equivalente Kp (Σ prodotto dei fattori) : **0,223**

Strutture dell'intera macchina	N° totale cicli di funzionamento (cicli)			Anni totali di inattività	Vita spesa a fattore di spettro di carico Kp
	Giorno (Cg)	Anno 120 giorni	Totale anni: <b>20</b>		
	12,00	1.440	28.800	0	<b>28.800</b>

**IN BASE AGLI ACCERTAMENTI ED ALLE VALUTAZIONI DEL CASO, CONSIDERANDO CHE:**

- In conformità con quanto disposto al punto 5 della norma UNI ISO 9927-1.
- In conformità con quanto disposto dalla regola FEM 9.755, in carenza di dati certi registrati, relativamente alla media dei carichi sollevati, alle ore di funzionamento, ed ai cicli effettivamente eseguiti, ovvero in presenza dei dati stimati essi vengono incrementati del 20% (coefficiente f=1,2).
- Condizioni di utilizzo per vita residua: medesima del passato.

**DICHIARA CHE IL PRESENTE APPARECCHIO DI SOLLEVAMENTO HA SEGUENTI PERIODI DI VITA RESIDUA:**

Componenti	Utilizzo presunto equivalente (alla data del documento)		Durata di vita con i fattori di spettro di carico Kp				VITA RESIDUA  Con fattore di spettro di carico equivalente Kp = 0,223
			regimi di carico secondo tabella ISO 4301-1 : <b>Q2</b>				
	condizioni di impiego secondo tabella ISO 4301-1 : <b>U3</b>						
	Vita Spesa (stimata a calcolo)	Incremento del 20% (coefficiente f=1,2)	Vita secondo ISO 4301-1		DURATA DI VITA RESIDUA		
		Gruppo	Durata prevista	Vita funzionale	% di vita residua		
<b>Strutture</b>	28.800	34.560	A3	125.000	<b>90.440</b>	<b>72,35%</b>	<b>N/S</b> anni

N/S = La valutazione teorica del periodo di utilizzo non ha evidenziato un limite di riferimento.

## CONCLUSIONI

La valutazione teorica del periodo di utilizzo dell'apparecchio di sollevamento in oggetto non ha evidenziato un limite di riferimento significativo, così come illustrato nel precedente capitolo. Tale valore ha carattere puramente indicativo e prescinde dai risultati conseguiti dalle ispezioni effettuate, controlli ed accertamenti sull'apparecchio stesso. Di seguito si riporta l'esito finale dei controlli non distruttivi:

Componente	Esame	Risultato
Accertamento integrità e conformità geometrica dei vari elementi strutturali e delle relative saldature	VT	Non sono stati rilevati difetti o anomalie.
Sistema di stabilizzazione	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Base della gru	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Colonna girevole	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Braccio	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Sfili braccio	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Gancio	MT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Perni base della gru	VT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Perni colonna	VT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Perni del braccio	VT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare
Perni di sospensione del gancio	VT	Non sono state rilevate indicazioni da registrare

Possono però sussistere situazioni di danno e/o difetto non direttamente connessi al manifestarsi del fenomeno della fatica, quanto piuttosto, legate ad eventi propri della fase costruttiva o anomalie proprie dei materiali utilizzati. Sulla base delle valutazioni svolte, tenuto conto della classificazione assegnata, nonché delle indicazioni fornite delle norme di riferimento (ISO 12482-1), non sussistono ragioni ostative all'utilizzo della macchina purché siano osservate le seguenti prescrizioni tecniche:

- Da parte dell'utilizzatore deve essere garantita un'opportuna sorveglianza e monitoraggio, soprattutto nei riguardi degli elementi più soggetti all'azione di usura derivata dell'esercizio durante l'attività produttiva.
- La revisione e aggiornamento della presente valutazione nel caso in cui dovessero variare le condizioni di utilizzo, sia per intensità di carichi che per frequenza delle operazioni di sollevamento.
- L'esecuzione ogni anno di un esame visivo generale dell'apparecchio da parte di un tecnico esperto (rif. ISO 9927-1, punto 5.4).
- L'effettuazione fra **5 anni** di indagini CND con contestuale ispezione dell'Ingegnere Esperto (rif. ISO 9927-1, punto 5.6) e verifica delle condizioni di utilizzo.

La presente relazione non esime l'utente dal sottoporre l'apparecchio di sollevamento a verifica periodica come da allegato VII del D. Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.

Pisa (PI), li 28 marzo 2023

Expert Engineer

Dott. Ing. Paolo Magliano



# ALLEGATO A: VISUAL TESTING REPORT

 CSS Engineering CRANE, SAFETY AND SECURITY ENGINEERING	<b>RAPPORTO ESAME VISIVO</b> <b>VISUAL TESTING REPORT</b>			 EN 473 / ISO 9712 NDT CERTIFICATE
	CERTIFICATO N. <b>VT268/23</b> REPORT N.			
<b>IMPIANTO</b> <i>PLANT</i>	FASSI F 30A.23, N. FAB. 5168, N. MATR. 03/200125/PI, ANNO 2003			
<b>OGGETTO</b> <i>OBJECT</i>	ANALISI STRUTTURALE			
<b>PROCEDURA D'ESAME</b> <i>EXAMINATION PROCEDURE</i>	UNI EN ISO 17637			
<b>LIMITI DI ACCETTABILITA'</b> <i>ACCEPTANCE STANDARDS</i>	UNI EN ISO 5817, ISO 9927-1			
<b>TECNICA E PROCEDURA DEL CONTROLLO</b> <i>TEST METHOD AND PROCEDURE</i>				
<b>STATO DEL COMPONENTE</b> <i>FABRICATION STEP</i>		<b>PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE</b> <i>SURFACE PREPARATION</i>		
<b>PRIMA TRATT. TERMICO</b> <i>BEFORE HEAT TREATMENT</i>	<input type="checkbox"/>	<b>DI TIPO MECCANICO</b> <i>MECHANICAL PRECLEANING</i>	Spazzolata	
<b>DOPO TRATT. TERMICO</b> <i>AFTER HEAT TREATMENT</i>	<input type="checkbox"/>	<b>DI TIPO CHIMICO</b> <i>CHEMICAL PRECLEANING</i>	N/A	
<b>COME REALIZZATO</b> <i>AS BUILT</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>TEMPERATURA DI ESAME</b> <i>WELD GAUGE</i>	Ambientale	
<b>DOPO RIPARAZIONE</b> <i>AFTER REPAIR</i>	<input type="checkbox"/>	<b>MATERIALE</b> <i>MATERIAL</i>	Acciaio speciale	
<b>CONDIZIONI SUPERFICIE</b> <i>TEST SURFACE STATUS</i>				
<b>LAMINATO</b> <i>ROLLED</i>	<input type="checkbox"/>	<b>LAV. DI MACCHINA</b> <i>MACHINING</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>SABBIATO</b> <i>SANDBLASTED</i>	<input type="checkbox"/>	<b>COME SALDATO</b> <i>AS WELD</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>FORGIATO</b> <i>FORGED</i>	<input type="checkbox"/>	<b>MOLATO</b> <i>GRINDING</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>INDICAZIONI</b> <i>INDICATIONS</i>				
<b>INCISIONI MARGINALI</b> <i>UNDERCUTS</i>	<input type="checkbox"/>	<b>STRAPPI</b> <i>TEAR SPLITTING</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>CORDONE IRREGOLARE</b> <i>IRREGULAR WELD</i>	<input type="checkbox"/>	<b>CORROSIONE LOCALIZZATA</b> <i>DISPERSED CORROSION</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>SPRUZZI DI METALLO</b> <i>BOTTOM SPLSH</i>	<input type="checkbox"/>	<b>CORROSIONE DIFFUSA</b> <i>GENERALIZED CORROSION</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>SOVRAMETALLO ECCESSIVO</b> <i>WELD ALLOWANCE</i>	<input type="checkbox"/>	<b>SFOGLIATURE</b> <i>EXFOLIATION</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>SCARSO RIEMPIMENTO</b> <i>POOR WELD</i>	<input type="checkbox"/>	<b>OVALIZZAZIONE</b> <i>OUT OF ROUNDNESS</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>SLIVELLAMENTO</b> <i>MISALIGNMENTS</i>	<input type="checkbox"/>	<b>DEFORMAZIONI</b> <i>DEFORMATIONS</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>LEMBI OSSIDATI</b> <i>OXIDIZE EDGE</i>	<input type="checkbox"/>	<b>SURRISCALDAMENTI</b> <i>HEAT SPOTS</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>NIDI DI POROSITA'</b> <i>GAS PORE</i>	<input type="checkbox"/>	<b>OSSIDI/DEPOSITI</b> <i>DEPOSIT</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>NOTE</b> <i>NOTE</i>				
<b>CONFORME</b> <i>CONFORMING</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>INDICAZIONI</b> <i>INDICATION</i> NULLA DA SEGNALARE.		
<b>NON CONFORME</b> <i>NOT CONFORMING</i>	<input type="checkbox"/>			
<b>ESPERTO TECNICO</b> <i>TECHNICAL EXPERT</i>	<b>LIVELLO</b> <i>LEVEL</i>	<b>DATA</b> <i>DATE</i>	<b>LUOGO</b> <i>PLACE</i>	<b>FIRMA</b> <i>SIGN</i>
ING. PAOLO MAGLIANO NDT VT N. 22F100367PN5/RC WELDING INSPECTOR CERT. N. 98563/2	2	28/03/2023	PISA (PI)	

## ALLEGATO B: MAGNETIC EXAMINATION REPORT

 CRANE, SAFETY AND SECURITY ENGINEERING	<b>RAPPORTO ESAME</b> <b>PARTICELLE MAGNETICHE</b> <b>MAGNETIC EXAMINATION REPORT</b> CERTIFICATO N. <b>MT257/23</b> REPORT N.	 EN 473 / ISO 9712 NDT CERTIFICATE		
<b>IMPIANTO</b> <i>PLANT</i> FASSI F 30A.23, N. FAB. 5168, N. MATR. 03/200125/PI, ANNO 2003				
<b>OGGETTO</b> <i>OBJECT</i> ANALISI STRUTTURALE				
<b>PROCEDURA D'ESAME</b> <i>EXAMINATION PROCEDURE</i> EN ISO 17638				
<b>LIMITI DI ACCETTABILITA'</b> <i>ACCEPTANCE STANDARDS</i> EN ISO 23278				
<b>MATERIALE</b> <i>MATERIAL</i>	ACCIAIO SPECIALE	<b>CONDIZIONI SUPERFICIALI</b> <i>TEST SURFACE STATUS</i>	DISCRETE	
<b>STATO DI LAVORAZIONE</b> <i>FABRICATION STEP</i>	FINALE	<b>SMAGNETIZZAZIONE</b> <i>DEMAGNETIZATION</i>	NON NECESSARIA	
<b>TECNICA DI MAGNETIZZAZIONE</b> <i>MAGNETIZATION METHOD</i>				
<b>PUNTALI</b> <i>PROBS</i>	<input type="checkbox"/>	<b>GIOCO</b> <i>YOKE</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>CORRENTE</b> <i>CURRENT</i>		<b>CORRENTE</b> <i>CURRENT</i>	<input type="checkbox"/>	
<b>INTENSITA'</b> <i>INTENSITY</i>		<b>DISTANZA ESPANSIONI POLARI (mm)</b> <i>DISTANCE POLES</i> 180	<b>INTENSITA'</b> <i>INTENSITY</i>	
<b>DISTANZA (mm)</b> <i>DISTANCE</i>		<b>CAMPO MAGNETICO (A/Cm)</b> <i>MAGNETIC FIELD</i> 50	<b>DIAMETRO (mm)</b> <i>DIAMETER</i>	
<b>TIPO APPARECCHIO</b> <i>EQUIPMENT TYPE</i>		<b>TIPO APPARECCHIO</b> CGM YOKE MP <i>EQUIPMENT TYPE</i> MAT. N. 16808	<b>TIPO APPARECCHIO</b> <i>EQUIPMENT TYPE</i>	
<b>RAPPORTO COLLAUDO N.</b> <i>TESTING REPORT N.</i>	13763/21	<b>DATA COLLAUDO</b> <i>TESTING DATE</i>	02/07/2021	
<b>METODO DI CONTROLLO</b> <i>EXAMINATION METHOD</i>		<b>VER. CAMPO MAGNETICO</b> <i>MAGNETIC FIELD CHECK</i>		
<b>METODO RESIDUO</b> <i>RESIDUAL METHOD</i>	<input type="checkbox"/>	<b>METODO CONTINUO</b> <i>CONTINUOUS METHOD</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		LIFTING TEST (18,1 KG)	<input checked="" type="checkbox"/>	
		ASME PROBE	<input type="checkbox"/>	
		HALL PROBE	<input type="checkbox"/>	
<b>RIVELATORE MAGNETICO</b> <i>INSPECTION MEDIUM</i>				
<b>VISIBILE</b> <i>VISIBLE</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		
		<b>FLUORESCENTE</b> <i>FLUORESCENT</i>		
		<input type="checkbox"/>		
<b>MARCA</b> <i>TRADE MARK</i>	<b>LOTTO</b> <i>BATCH</i>	<b>MARCA</b> <i>TRADE MARK</i>	<b>LOTTO</b> <i>BATCH</i>	
CGM CIGIEMME SRL	38231990			
<b>INDICAZIONI</b> <i>INDICATION</i> NULLA DA SEGNALARE.				
<b>CONFORME</b> <i>CONFORMING</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NOTE</b> <i>REMARKS</i> I CONTROLLI SONO STATI SVOLTI NELLE ZONE ACCESSIBILI ALLA STRUMENTAZIONE SECONDO IL PIANTO DEI CONTROLLI CND.		
<b>NON CONFORME</b> <i>NOT CONFORMING</i>	<input type="checkbox"/>			
<b>ESPERTO TECNICO</b> <i>TECHNICAL EXPERT</i>	<b>LIVELLO</b> <i>LEVEL</i>	<b>DATA</b> <i>DATE</i>	<b>LUOGO</b> <i>PLACE</i>	<b>FIRMA</b> <i>SIGN</i>
ING. PAOLO MAGLIANO NDT MT N. 21FI00287PN4/RN	3	28/03/2023	PISA (PI)	