



UNIVERSITÀ DI PISA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA GESTIONALE

“Analisi di criticità e politiche di manutenzione in un’industria di laterizi”

RELATORI

IL CANDIDATO

Prof. Ing. *Marcello Braglia*
Dipartimento di *Ingegneria Meccanica,*
Nucleare e della Produzione

Fabio Del Villano

Dott. Ing. *Gabriele Bianchini*
Nuova LAM s.r.l.

Dott. Ing. *Marco Frosolini*
Dipartimento di *Ingegneria Meccanica,*
Nucleare e della Produzione

Dott. Ing. *Roberto Gabbrielli*
Dipartimento di *Energetica*

Anno Accademico 2006-2007

“Analisi di criticità e politiche di manutenzione in un’industria di laterizi”

SOMMARIO

Nel seguente lavoro è stato analizzato il reparto essiccatoio dell’azienda NUOVA LAM. Obiettivo è una analisi di criticità del reparto volta a individuare e migliorare gli aspetti più penalizzanti per l’azienda. Si è dapprima effettuata la scomposizione funzionale del reparto su sei livelli e si è redatto un opportuno sistema di codifica secondo il modello FMECA. Dopo una preliminare analisi di criticità per individuare i macchinari più critici, si sono analizzati i modi e le cause di guasto più penalizzanti, mediante l’ausilio di una scheda MAGEC adattata alla realtà aziendale; si sono infine valutate diverse soluzioni per ridurre le cause di guasto più critiche e si è valutata la politica di manutenzione più idonea. Parallelamente, si è effettuato uno studio sullo stress termico al quale sono sottoposti gli operatori che svolgono attività di manutenzione straordinaria. Si sono ricercati in letteratura indici per stimare l’effetto congiunto di elevata temperatura e elevato tasso di umidità relativa dell’aria, sulla salute degli operatori; mediante l’indice WBGT e principalmente grazie al metodo PHS si sono analizzate varie zone del reparto. Obiettivo del lavoro è valutare la possibilità di lavorare in modo continuativo in tali ambienti severi caldi, e, in caso negativo, limitare il tempo di esposizione, in modo da salvaguardare la salute dei lavoratori. Si sono dunque redatte delle procedure per gli interventi di manutenzione straordinaria e si sono proposti miglioramenti della situazione attuale.

“Criticality analysis and maintenance policies in a brickworks”

ABSTRACT

In the following work, the dryer department of the factory NUOVA LAM has been analysed. The target is a criticality analysis of the department aimed to identify and to improve the worst aspects for the company. First, a functional decomposition of the dryer on six level has been developed, and a right system of coding has been drawn-up, according to FMECA model. After a preliminary criticality analysis to identify the more critical equipments, worst failure modes and causes have been analysed, through a MAGEC schedule, company situation-oriented; at least, several possibilities to reduce more critical failure causes have been valued and the more appropriate

maintenance policy has been found. Simultaneously, a thermal stress survey has been developed: in this study, worker's conditions have been analysed, for those people who carry out an extraordinary maintenance activity in the areas of the department. A research to found index to estimate the combined effects both of high air temperature and high air relative humidity on human's health, has been made. Several areas have been analysed by WBGT index and mainly by PHS methodology. The target is to weigh up the opportunities to work uninterruptedly in these hot environments, and, at worst, to limit the exposure time to protect worker's health. So, some procedures for extraordinary maintenance intervention have been drafted and a few improvements have been proposed.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	6
1.1 Presentazione azienda e prodotti	6
1.1.1 I Prodotti: POROTON	6
1.1.2 Descrizione della tecnologia e del processo produttivo	9
1.1.3 Descrizione del reparto ESSICCATOIO	12
1.2 Situazione di partenza e obiettivi del lavoro	15
2. SCOMPOSIZIONE FUNZIONALE E REDAZIONE DELLA CODIFICA	18
2.1 Scomposizione funzionale del reparto	18
2.2 Redazione della codifica	21
2.3 Raccolta dati sullo storico guasti	29
3. ANALISI DELLO STRESS TERMICO NEL REPARTO ESSICCATOIO	32
3.1 Introduzione	32
3.1.1 Lo stress termico in ambienti severi caldi	32
3.2 Panoramica sugli indici.....	38
3.2.1 Gli indici razionali	38
3.2.1.1 <i>The Heat Stress Index (HSI), (Belding e Hatch, 1955).....</i>	38
3.2.1.2 <i>The Index of Thermal Stress (ITS), (Givoni, 1963 o 1976).....</i>	40
3.2.1.3 <i>Required sweat rate (Vogt et al., 1981).....</i>	41
3.2.1.4 <i>Altri indici razionali</i>	42
3.2.2 Gli indici empirici	42
3.2.2.1 <i>Effective temperature and corrected effective temperature (Houghton e Yaglou, 1923)</i>	42
3.2.2.2 <i>Predicted Four Hour Sweat Rate (McIntyre (1980))</i>	43
3.2.2.3 <i>La previsione del battito cardiaco come indice (Fuller e Brouha, 1966).....</i>	44
3.2.3 Gli indici diretti	45
3.2.3.1 <i>The Wet Bulb Globe Temperature index (USA, fine anni 1950).....</i>	45
3.2.3.2 <i>Swedish wet bulb globe temperature (SWBGT in °C), Svezia</i>	45
3.2.3.3 <i>Physiological heat exposure limit (PHEL), (Dasler, 1974, 1977).....</i>	46
3.2.3.4 <i>Wet globe temperature (WGT) index (Olesen, 1985)</i>	46
3.2.3.5 <i>The Oxford Index (Lind, 1957).....</i>	47
3.2.4 Indici basati su misure fisiologiche	47
3.3 Gli indici utilizzati: WBGT e la metodologia PHS.....	48
3.3.1 WBGT	48
3.3.2 Metodologia PHS	49
3.3.3 Il programma utilizzato: PHS	54
3.4 Le analisi svolte	57
3.4.1 Gli strumenti utilizzati	57
3.4.2 Le zone analizzate	60
3.4.3 Problemi riscontrati nell'effettuazione delle rilevazioni.....	62
3.4.4 I valori riscontrati nelle varie zone.....	63
3.4.4.1 <i>Precamera di ingresso</i>	63
3.4.4.2 <i>Trasbordo di ingresso</i>	66
3.4.4.3 <i>Trasbordo esterno</i>	66
3.4.4.4 <i>Area sopra essiccatoio, zona 2 e inizio zona 3 (coni 42 e 25).....</i>	67
3.4.4.5 <i>Area sopra essiccatoio (inizio zona 1, coni 9 e 11).....</i>	68
3.5 Le analisi svolte mediante il programma PHS	68
3.5.1 Obiettivo delle analisi	68
3.5.2 Precamera di ingresso.....	70
3.5.3 Trasbordo di ingresso	76

3.5.4	Trasbordo esterno.....	78
3.5.5	Area sopra essiccatoio, zona 2 e inizio zona 3 (cono 25 e 42)	79
3.5.6	Area sopra essiccatoio, zona 1 (cono 9 e 11)	81
3.5.7	Precamera di uscita e trasbordo di uscita.....	83
3.5.8	Riepilogo risultati e considerazioni	85
3.6	Proposte migliorative e procedure.....	91
3.6.1	Procedure.....	92
3.6.2	I D.P.I. per la protezione dalle alte temperature.....	99
3.6.3	Sorveglianza sanitaria	102
4.	<i>ANALISI DI CRITICITA'</i>.....	104
4.1	Introduzione	104
4.2	Individuazione dei macchinari più critici	108
4.2.1	Obiettivi e problematiche	108
4.2.2	L'analisi svolta	110
4.3	Analisi dei modi di guasto e delle criticità con MAGEC	122
4.3.1	La scheda MAGEC utilizzata	122
4.3.2	Analisi dei macchinari critici	129
4.4	Azioni correttive e proposte migliorative.....	150
4.4.1	Redazione di una nuova scheda guasto	150
4.4.2	Considerazioni sui macchinari sostituiti	152
4.4.3	Redazione di un piano di manutenzione programmata per il gruppo gabbie	152
4.4.4	Analisi possibili soluzioni migliorative per il gruppo finecorsa	155
4.4.5	Valutazione opportunità di monitorare la condizione dei macchinari critici.....	155
4.4.6	Proposta migliorativa per gli interventi di manutenzione straordinaria	157
5.	<i>CONCLUSIONI</i>.....	159
6.	<i>RINGRAZIAMENTI</i>.....	160
7.	<i>BIBLIOGRAFIA</i>.....	161