

zione e molte opere presentavano i segni tipici del deterioramento indotto da fattori ambientali drastici. Siamo rimasti ore nel museo osservando e discutendo quanto la reattività avesse trovato tanti modi diversi di tradursi in degrado. Sono rimasto piacevolmente sorpreso dal suo approccio "passionale", ci fece da guida fra i fenomeni di degrado e non furono solo grafici, equazioni e applicazioni di funzioni matematiche, ma vero dialogo fra restauratori e ricercatori alla ricerca dei linguaggi comuni.

In quello stesso tempo, nel 2004, si pensava all'organizzazione del terzo congresso Cemar7 Colore e Conservazione, svoltosi l'anno scorso a Milano, che aveva come tema il consolidamento e gli strumenti per verificarne l'efficacia. Da quel momento è iniziato un rapporto proficuo fra il Cemar7 e Mecklenburg. Per la prima volta gli abbiamo dato la possibilità di rivolgersi ai restauratori italiani in un evidente tentativo di coinvolgerlo nei nostri progetti. Penso che questo particolare momento della sua carriera possa rappresentare una grande ricchezza per il Cemar7 e, allo stesso tempo, avverto che Mecklenburg ha di nuovo bisogno di confrontarsi, in maniera positiva, con i restauratori. Il suo carattere forte ed esuberante lo spinge ad affrontare nuove sfide e la complessità, eterogeneità, vastità e delicatezza del nostro patrimonio lo ha stimolato. E quando i momenti sono propizi, bisogna approfittare.

Sono convinto che è sempre necessario partire dalla conoscenza dei percorsi che ognuno di noi ha intrapreso per capire il senso di un approccio, di una metodologia, di una carriera professionale. Marion Mecklenburg, dopo una prima formazione universitaria in ingegneria, è divenuto un restauratore di dipinti. La sua impresa, presente in città diverse, si è sviluppata positivamente per quindici anni, durante i quali ha operato su progetti impegnativi e di rilievo. Forse perché uomo alla ricerca di continui stimoli ha sentito il bisogno di "tornare alla fonte", in quei luoghi ove la scienza e la tecnologia possono rispondere, in maniera attendibile, alle continue domande che quotidianamente rivolgiamo a noi stessi o ai nostri colleghi e amici. Ceduta l'impresa è tornato allo studio, indirizzandosi definitivamente all'ingegneria applicata alla meccanica dei dipinti su tela e tavola. Ma la sua collezione di campioni, di tutti i generi, di tutti i materiali presenti in un dipinto, presi ed ottenuti in momenti diversi era cominciata prima. Marion aveva un chiodo fisso. La relazione fra i materiali, fra il prodotto d'arte, e l'ambiente. Cosa succede ad una colla animale, invecchiata quindici anni se viene sottoposta a determinate condizioni di umidità, di temperatura? In quale

misura la sua reattività sconfigge con il degrado? Dove finisce la condizione plastica e comincia quella elastica? Quali e quanti stress possono essere sopportati da tutti questi eterogenei materiali? Lo Smithsonian Institute di Washington ha colto l'importanza di queste ricerche, al fine di meglio preservare le sue collezioni, offrendo a Marion una posizione ed un progetto che gli hanno consentito di sviluppare i suoi interessi scientifici affiancandogli un gruppo di ricercatori di valore. Mi sembra giusto ricordare, a tal proposito, il lavoro svolto da Richard Tumosa che lo ha affiancato in molti dei suoi studi.

All'inizio Mecklenburg ha lavorato su test relativi alle prestazioni di adesivi e sulle qualità meccaniche del giunto; sempre tenendo il punto della relazione manufatto-ambiente. Ma negli stessi anni andava prendendo corpo un ambizioso progetto chiamato Art in Transit dedicato alle problematiche delle opere costrette a viaggiare per il mondo fra mostre e prestiti vari. Il progetto, definito una sorta di road-map, fu il frutto di una collaborazione fra lo Smithsonian, il Canadian Conservation Institute, la Tate Gallery di Londra, la National Gallery di Washington, durata circa tre anni, e sfociata nel congresso di Washington nel 1991. Art in Transit ha avuto il merito di modificare molti atteggiamenti e convincimenti e tuttora rappresenta un riferimento essenziale per chiunque si occupi e preoccupi di conservazione preventiva. Art in Transit, sebbene orientato alle problematiche relative del trasporto in sicurezza delle opere d'arte, ha raccolto diversi contributi di più ampio respiro, compreso quelli di Marion Mecklenburg. Il più importante è certamente "Mechanical Behavior of Paintings Subjected to Changes in Temperature and Relative Humidity," nel quale sono descritti, in maniera completa ed analitica, i diversi comportamenti dei singoli materiali e le interazioni fra di essi. Art in Transit ha avuto il merito di tradursi, immediatamente, in prassi operativa, almeno presso le istituzioni coinvolte dal progetto, ma non solo. Infatti dal convegno di Washington del '91 scaturisce un nuovo modo di affrontare le complesse realtà della conservazione preventiva che per la prima volta esce da uno schema rigido, di valori ideali e poco aderenti alla realtà. Non è un caso che dopo questo evento molte di queste problematiche divengono parte di quel percorso attualmente chiamato Risk Assessment, cioè gestione complessiva dei rischi in ambito di conservazione.

Anche Mecklenburg intraprende questo percorso e, da questo momento, approfondisce le sue competenze su due aspetti fundamenta-

li del problema della gestione del rischio. Il primo riguarda la possibilità di stabilire criteri di simulazione del comportamento dei materiali mediante l'applicazione di modelli matematici, quali quelli del calcolo degli elementi finiti. La suddivisione in punti virtuali consente di trarre gli elementi di calcolo e di funzione matematica in elaborazioni computerizzate. Ciò consente di stabilire i margini di un comportamento che non comporti rischi dal punto di vista conservativi. Questo approccio ha evidenziato quanto l'elemento reattività vada fatto relazionare alle specifiche caratteristiche materiali dell'oggetto, alla sua vicinanza conservativa, ai suoi "punti deboli". Il secondo campo riguarda l'attività di ricerca nell'ambito dei sistemi di controllo e gestione degli impianti di climatizzazione. Le competenze di Mecklenburg acquisite in questo campo saranno condensate in un importante articolo del 2004 "Preserving Legacy Buildings". Il contributo, tradotto in molte lingue e ampiamente diffuso nell'ambito specifico, fornisce un quadro di interpretazione e modelli di gestione innovativi, in grado di dare una spallata alle consuete rigidità. Si veniva da anni in cui palazzi storici venivano profondamente alterati per accogliere impianti di condizionamento che dovevano garantire quella rigida stabilità che tradotta in realtà dava e continua a dare grandi problemi. Erano anche anni in cui sono stati progettati, per nuovi musei impianti che non hanno saputo rispondere in maniera efficace alle mille implicazioni che un serio approccio di controllo ambientale prevede. Non è un caso che l'approccio proposto nel corso degli anni da Mecklenburg abbia spiazzato molti conservatori e curatori che non hanno lesinato critiche e atteggiamenti preconcetti. Come spesso accade i restauratori-conservatori hanno faticato su un terreno ove è determinante saper trovare gli equilibri soddisfacenti e non applicare schemi fissati e, molte volte, datati. Su questi presupposti, cioè sulla capacità di far interagire positivamente diversi fattori, si è indicata una strada più dinamica per centrare l'obiettivo di una difesa passiva efficace. Penso che Mecklenburg, insieme ad altri, abbia contribuito enormemente a questo cambiamento di prospettiva, ponendo la questione in termini di approccio scientifico chiaro, essenziale e soprattutto condiviso. I grafici che Mecklenburg ha prodotto, e continua a produrre, sono semplici ed essenziali. Hanno la capacità di mettere in evidenza i fattori principali del degrado delle opere d'arte. Non è interpretazione, è registrazione di dati condotto in maniera scientificamente adeguata. E non è poco. Le tele naturali subiscono stress molto alti in

presenza di umidità relativa superiore al 75-80%. Oltre questi valori la reattività è molto rilevante. Le gelatine, o colle, animali, perdono la capacità coesiva pressappoco agli stessi valori. I processi di idrolisi di colori bruni sono di gran lunga più evidenti rispetto ad altri pigmenti, i fenomeni di dilatazione e ammorbidimento dovuti a temperature oltre i 35-40° modificano profondamente le proprietà elastiche e plastiche dei materiali. Cose semplici, ma soprattutto condivise che sgomberano il campo dall'esercizio dell'interpretazione. Certamente le risposte che Marion Mecklenburg ha cercato in tutti questi anni non sono le uniche a darci tutti gli elementi di valutazione dei fenomeni di degrado. Per fortuna altre persone, e penso in particolare ad Alain Roche, hanno saputo integrare le ricerche di Marion con elementi di meccanica della rottura anch'essi chiari e condivisi. Ed è giunto anche il momento di far interagire tutto ciò con la chimica dei solventi e dei polimeri, con lo studio delle strutture porose, con le dinamiche di diffusione e penetrazione di soluzioni consolidanti, con i fenomeni di alterazione degli indici di rifrazione.

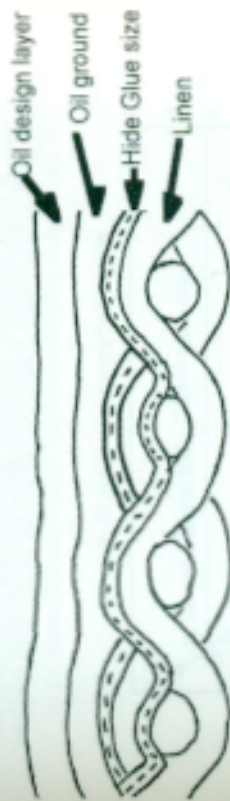
Il Cesmar7, nel congresso dedicato al consolidamento, ha avuto il grande merito di proporsi come prima casa comune ove far interagire positivamente questi diversi aspetti. Ora bisogna tradurre il contributo di persone come Mecklenburg in ricerca applicativa ragionata.

Intanto, grazie al lavoro de Il Prato, è finalmente disponibile uno strumento indispensabile per orientare le nostre conoscenze, nonché un supporto didattico formidabile da inserire nella biblioteca di qualsiasi percorso formativo. Un altro piccolo-grande tassello, un contributo utile ai restauratori italiani.

Matteo Rossi Doria



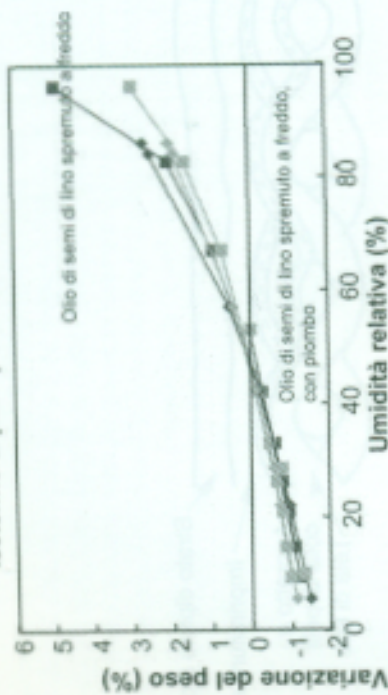
Tipico dipinto su tela



Typical canvas supported painting

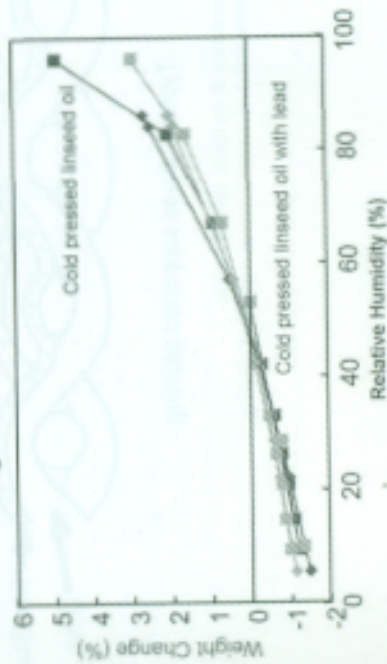
- f) La costruzione di un tipico dipinto su tela.
- g) The construction of a typical canvas supported painting.

Isotherme di peso per film di olio di 10 anni



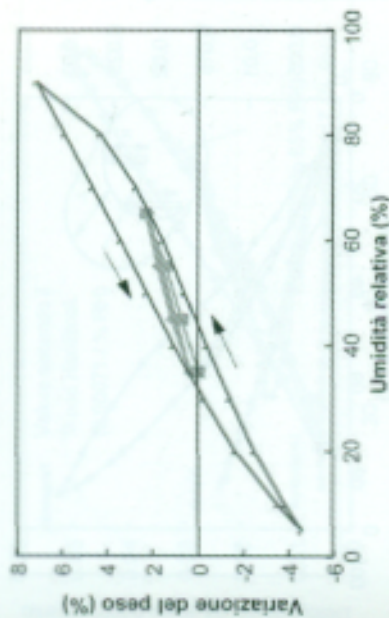
2) La variazione di peso di un campione di olio di semi di lino senza pigmento, al variare dell'umidità relativa. L'olio contenente il piombo è leggermente meno reattivo ai cambiamenti di umidità, e questo può essere dovuto all'effetto coesistente del litargirio.

Weight Isotherms for Oil Films, 10 years old



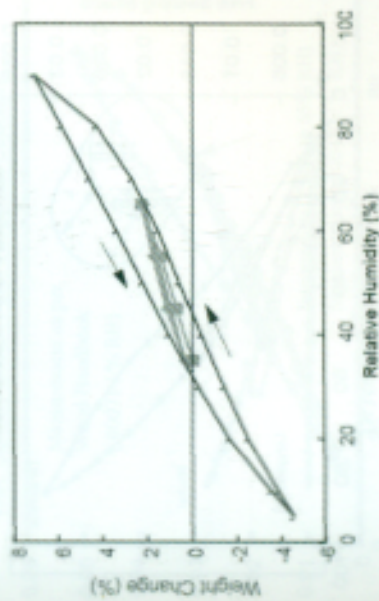
2) The weight change of an unpigmented linseed oil with changes in relative humidity. The oil with the lead is slightly less responsive to moisture changes and this can possibly be the result of the drying effect of the litharge.

Arbor vitae cinese, 1500 anni



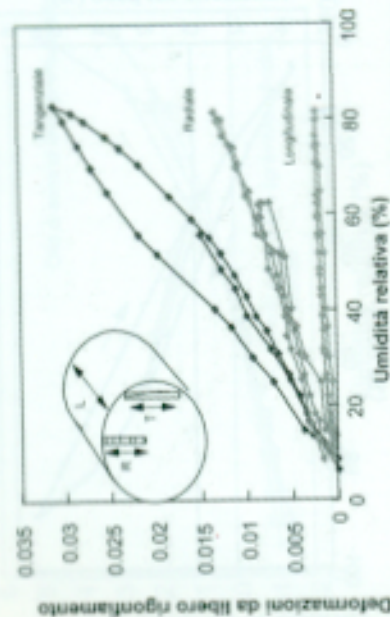
3) L'isoterma di umidità di un campione di arbor-vitae cinese di 1500 anni proveniente da un tempio giapponese. L'isoterma mostra la risposta a cicli di umidità relativa piccoli e grandi. (Dati forniti cortesemente da Dr. Sheila Fairbross Sigler, Conservation Scientist, Coopersburg, Pa.)

1500 year-old Chinese arbor-vitae



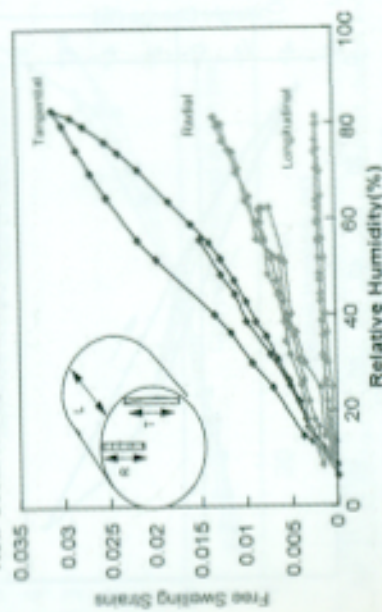
3) The moisture isotherm of a sample of 1500 year old Chinese arbor-vitae taken from a Japanese temple. The isotherm shows the response to both large and small relative humidity cycles. (Test data courtesy of Dr. Sheila Fairbross Sigler, Conservation Scientist, Coopersburg, Pa.)

Pino scozzese nuovo, le tre direzioni principali



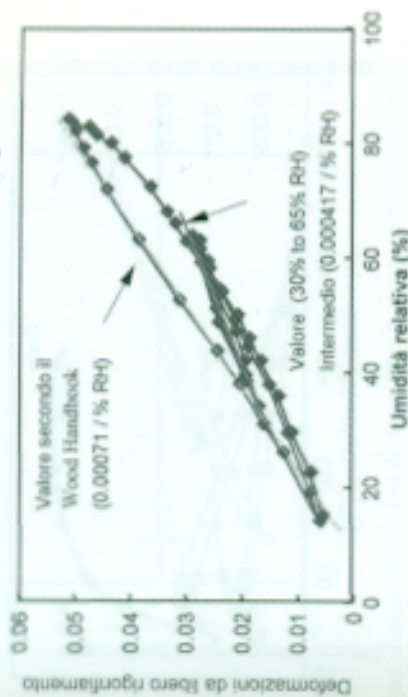
4) La reazione di rigonfiamento a grandi variazioni di umidità relativa di campioni di legno di pino scozzese nuovo nelle tre direzioni principali. La direzione più sensibile è quella tangenziale, seguita dalla radiale. La direzione longitudinale è poco sensibile rispetto ai cambiamenti di umidità. I legni utilizzati per i telai e le tavole di coperti sono di solito di direzione radiale dato che mostrano la minore reattività alle variazioni dell'umidità ambiente.

New Scotch Pine, The Three Primary Directions



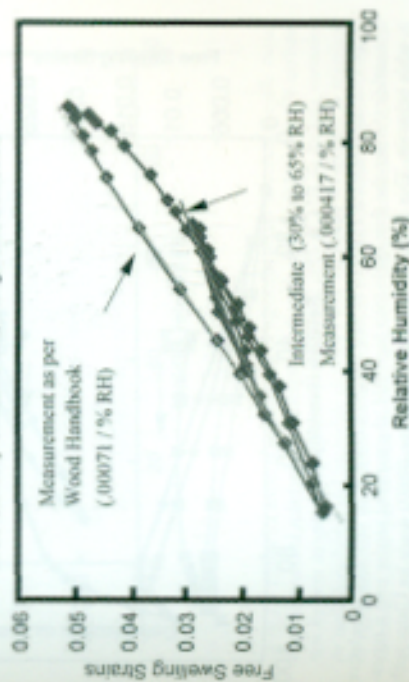
4) The swelling response to large changes in relative humidity of wood samples in the three primary directions of modern Scotch pine. The most responsive direction is the tangential direction followed by the radial direction. The longitudinal direction is only minimally responsive to changes in moisture content. The woods used for partition stretchers and panels are typically cut in the radial direction since they exhibit the least dimensional response to changes in relative humidity.

Pino scozzese del 17° secolo, direzione tangenziale

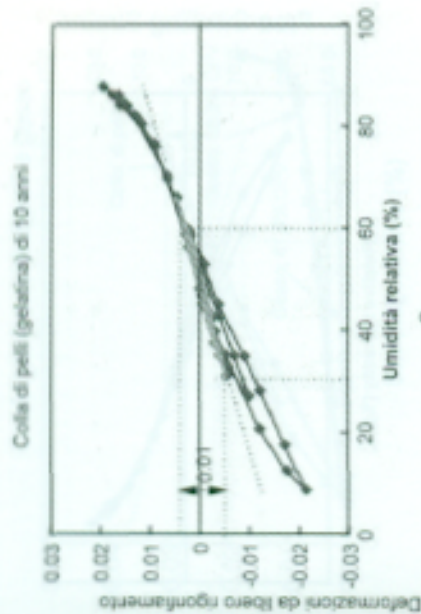


5) La reazione di rigonfiamento a variazioni piccole e grandi di umidità relativa di un pino scozzese del 17° secolo cresciuto nella stessa foresta in Norvegia da cui proveniva il legno nuovo di cui si è trattato nella figura 4. La direzione tangenziale che si vede nella figura è quella più reattiva e mostra un comportamento completamente diverso a seconda della grandezza della variazione dell'umidità relativa.

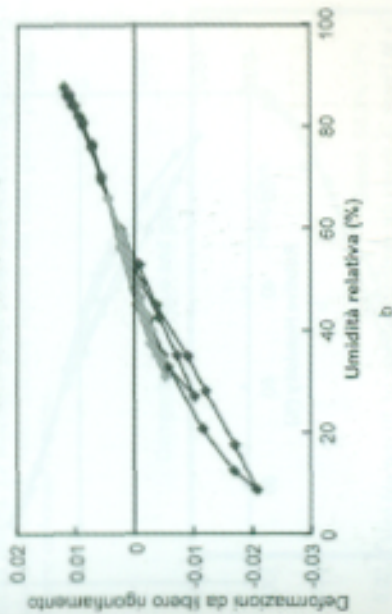
17th. Century Scotch Pine, Tangential Direction



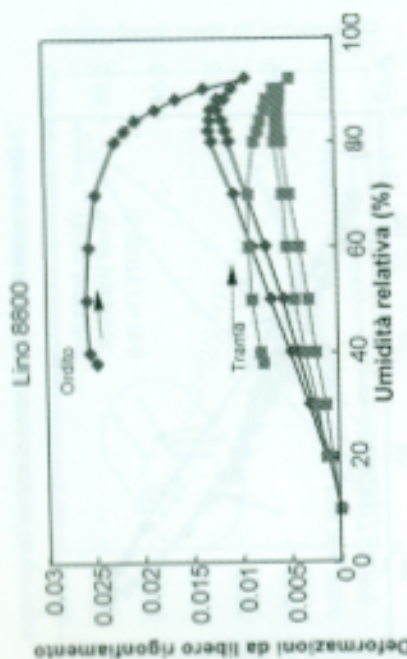
5) The swelling response to large and small changes in relative humidity of 17th century Scotch pine grown in the same forest in Norway as the modern wood discussed in Figure 4. The tangential direction shows is the most responsive direction and shows entirely different behaviour depending on the magnitude of the change in relative humidity.



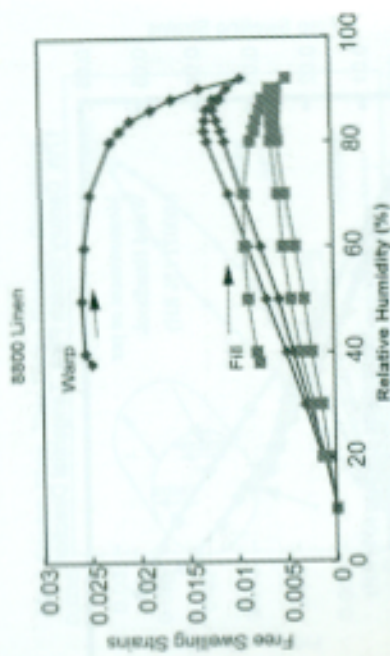
Colla di Stiorione (Gelatina)



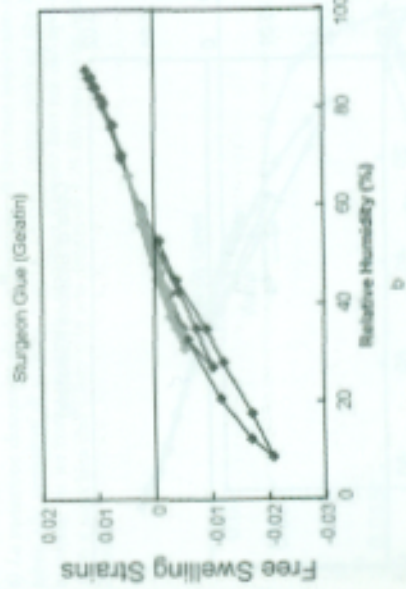
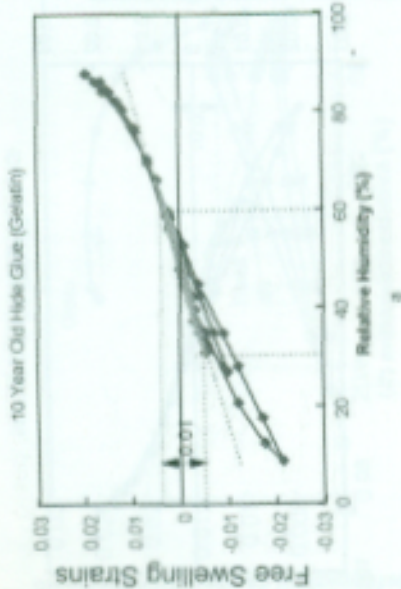
7a-b) La figura 7a mostra la reazione di rigonfiamento in relazione alle variazioni di umidità relativa di un campione di colla di pelli di 10 anni. C'è un'isteresi leggera in questo materiale. Tra il 30 e il 60% di U.R. si ha una variazione nella lunghezza del materiale di circa 11%. La figura 7b mostra la reazione di rigonfiamento in relazione alle variazioni di umidità relativa della colla di stiorione. Come per la colla di pelli, anche in questo materiale c'è un'isteresi leggera. Anche il comportamento intermedio è simile a quello della colla di pelli.



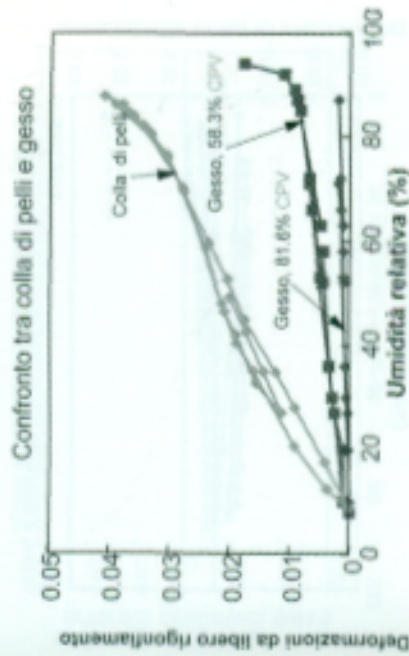
6) La variazione dimensionale di un campione di lino non tensionato in relazione alle variazioni di umidità relativa. Dopo il primo ciclo ad alta U.R., il materiale ha un comportamento ripetitivo. Questo lino era del tipo #8800 fatto a macchina dall'Ulster con una densità di 1.25 fil/mm sia in ordito che in trama.



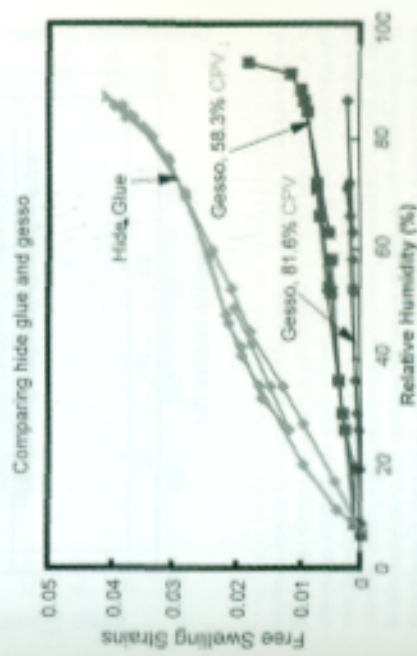
6) The dimensional change of free hanging linen with changes in relative humidity. After the first cycle into high RH, the material settles into a repeatable behavior. This linen was machine made type #8800 made by Ulster with a yarn count of 1.25 yarns/mm in both the warp and fill directions.



7a-b) Figure 7a shows the swelling response of 10 year old hide glue with changes in relative humidity. There is a slight hysteresis in this material. Between 30% and 60% RH, there is about a 1% change in the length of the material. Figure 7b shows the swelling response of the sturgeon glue with changes in relative humidity. As with the hide glue, there is a slight hysteresis in this material. Even the intermolecular behavior is similar to the hide glue.



8) La reazione di rigonfiamento del gesso e della colla di pelli al variare dell'umidità relativa. Le miscele di gesso hanno una reazione dimensionale ai cambiamenti di UR molto inferiore rispetto alla colla; questo per l'aggiunta dell'incres carbonato di calcio.



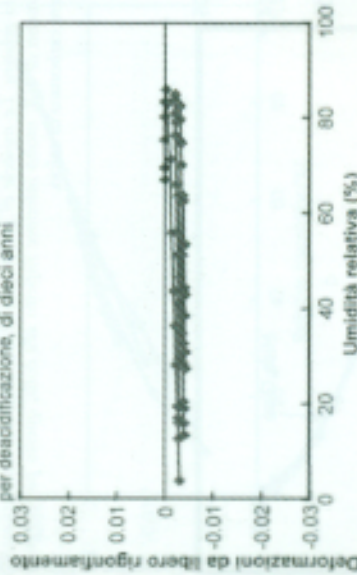
8) The swelling response of gesso and hide glue with changes in relative humidity. The gesso mixtures have a significantly lower dimensional response the RH changes than the glue. This is because of the addition of the inert material calcium carbonate.

Bianco di piombo in olio di semi di lino spremuto a freddo, di dieci anni



a

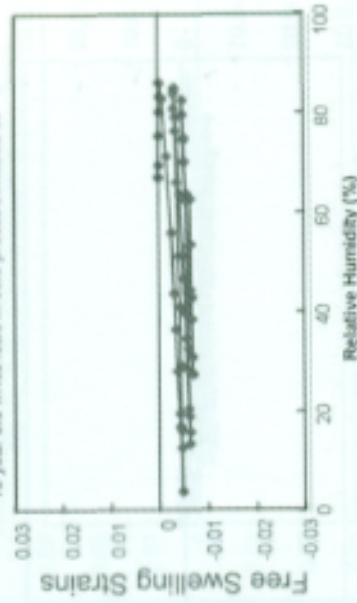
Bianco di piombo in olio di semi di lino purificato per deacidificazione, di dieci anni



b

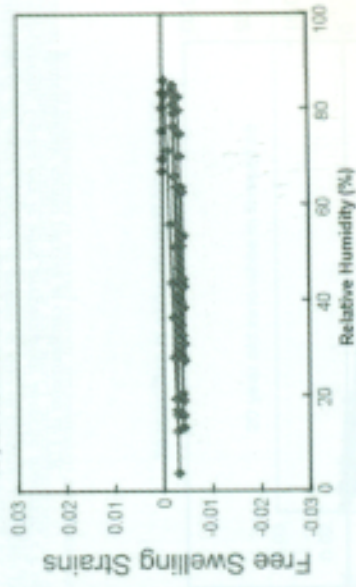
9a-b) La figura 9a mostra la reazione di rigonfiamento a grandi variazioni di umidità relativa di una preparazione a bianco di piombo in olio di lino spremuto a freddo di dieci anni. Anche dopo una ripetuta esposizione a grandi variazioni di U.R. il colore ha una reazione dimensionale piccola. La figura 9b mostra la reazione di rigonfiamento a grandi variazioni di umidità relativa di una preparazione a bianco di piombo in olio di semi di lino purificato per deacidificazione di dieci anni. Come per la preparazione a bianco di piombo fatta con olio di lino spremuto a freddo si ha una reazione dimensionale molto piccola ai cambiamenti di U.R. L'olio di semi di lino purificato per deacidificazione si trova frequentemente nei colori a olio che si trovano oggi pronti in commercio.

10 year old white lead in cold pressed linseed oil



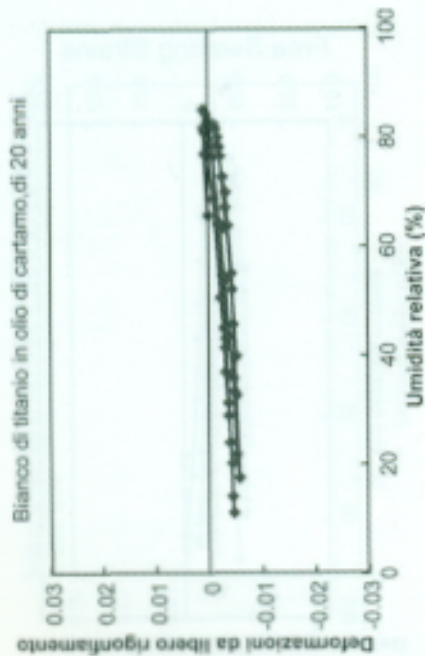
a

10 year old white lead in alkali refined linseed oil

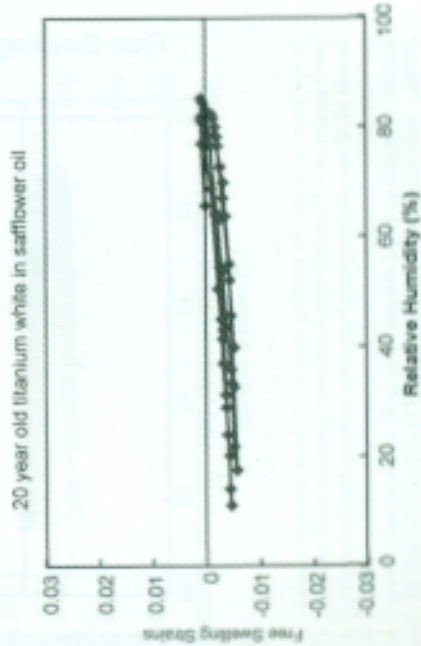


b

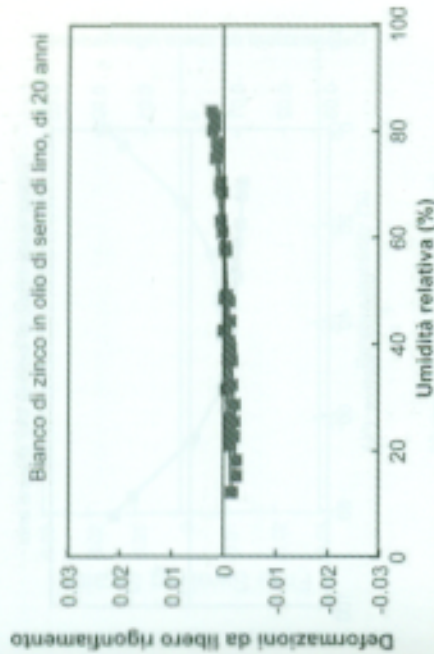
9a-b) Figure 9a shows the swelling response to large changes in relative humidity of 10 year old white lead paint ground in cold pressed linseed oil. Even after a repeated exposure to large changes in RH, the paint shows little dimensional response. Figure 9b shows the swelling response to large changes in relative humidity of 10 year old lead white paint ground in alkali refined linseed oil. As with the white lead paint made with the cold pressed linseed oil, there is very little dimensional response to changes in RH. Alkali refined linseed oil is found frequently in today's commercially prepared artists' oil paints.



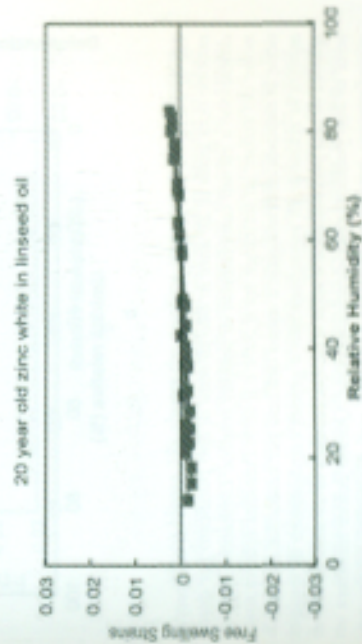
10) La reazione di rigonfiamento a grandi variazioni di umidità relativa di una preparazione di 20 anni a bianco di titanio in olio di cartamo purificato per decalcificazione. Come per le altre preparazioni bianche mostrate, c'è una variazione dimensionale molto piccola ai cambiamenti di U.R.



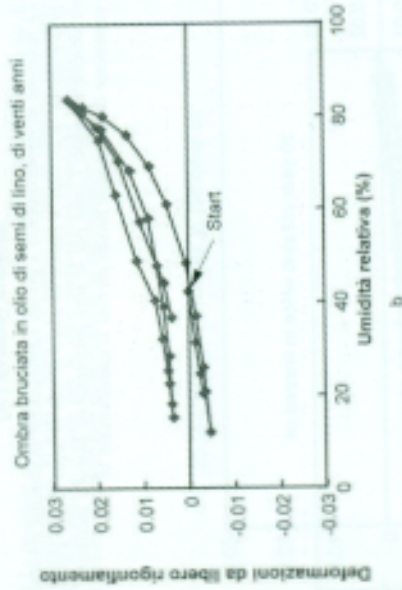
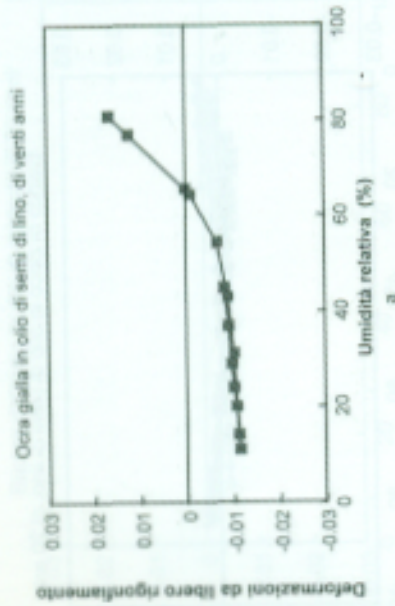
10) The swelling response to large changes in relative humidity of 20 year old titanium white paint ground in alkali refined safflower oil. As with the other white paints shown, there is very little dimensional response to changes in RH.



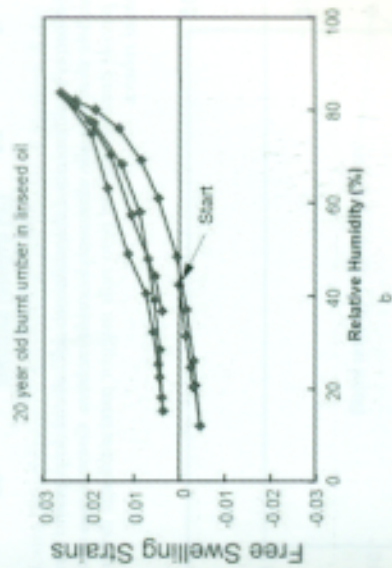
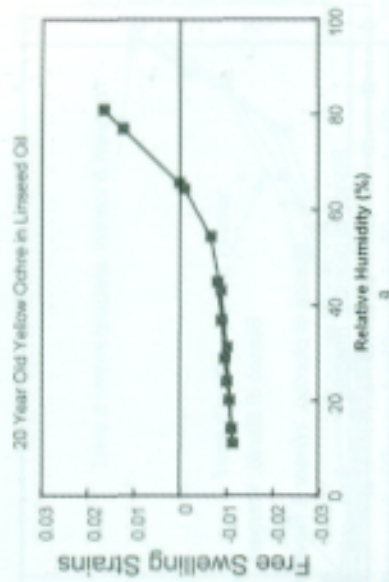
11) La reazione di rigonfiamento a grandi cambiamenti di umidità relativa di una preparazione di 20 anni a bianco di zinco in olio di semi di lino purificato per decalcificazione. Come per le altre preparazioni bianche mostrate, c'è una variazione dimensionale molto piccola ai cambiamenti di U.R.



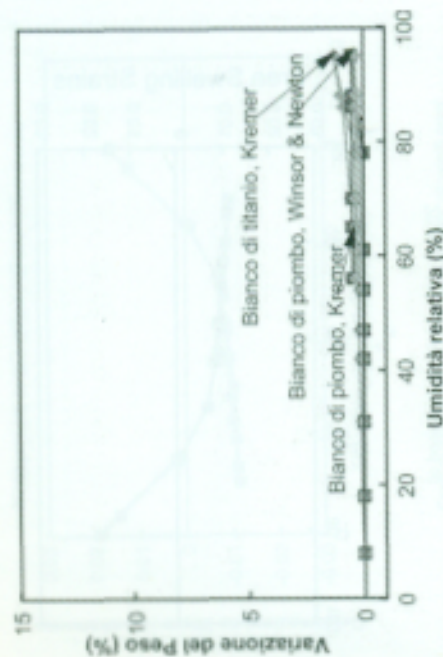
11) The swelling response to large changes in relative humidity of 20 year old zinc white paint ground in alkali refined linseed oil. As with the other white paints shown, there is very little dimensional response to changes in RH.



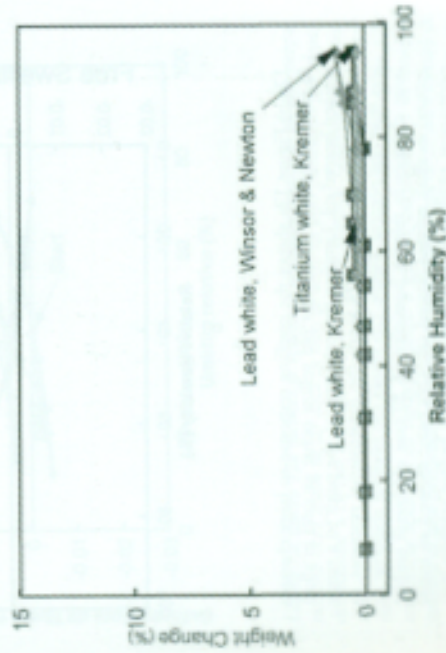
12a-b) La figura 12a mostra la reazione del rigonfiamento di una preparazione ocra gialla di 20 anni in olio di semi di lino purificato per deacidificazione a elevati cambiamenti di umidità relativa. Limitando l'esposizione del colore ad un range tra il 30% e il 60% l'umidità relativa mostra la risposta dimensionale a meno dell'uno per cento. La figura 12b mostra la reazione di rigonfiamento a grandi cambiamenti di umidità relativa di una preparazione a terra d'ombra bruciata di 20 anni in olio di semi di lino purificato per deacidificazione. Questo colore mostrava un rigonfiamento iniziale permanente nei primi cicli di umidità relativa prima di adattarsi ai cicli ripetitivi.



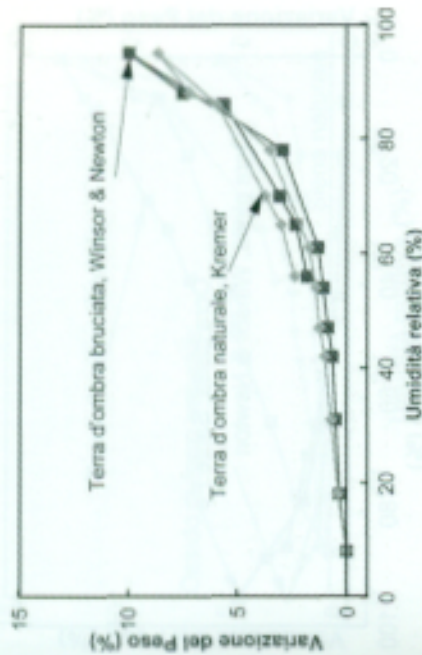
12a-b) Figure 12a shows the swelling response to large changes in relative humidity of 20 year old yellow ochre ground in alkali refined linseed oil. Limiting the exposure of the paint to a range between 30% and 60% RH keeps the dimensional response to less than one percent. Figure 12b shows the swelling response to large changes in relative humidity of 20 year old burnt umber ground in alkali refined linseed oil. This paint showed an initial permanent swelling in the first RH cycles before settling into repetitive cycles.



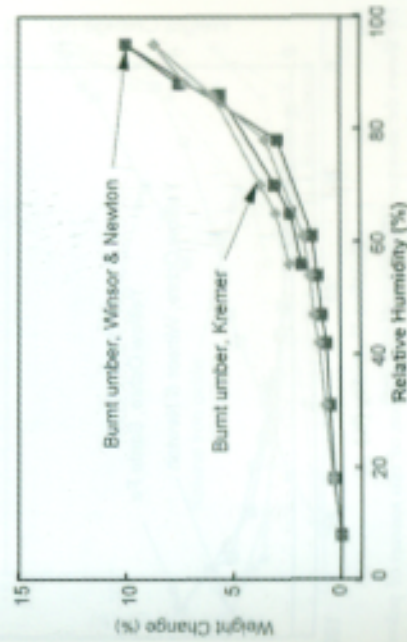
13) Mostra l'assorbimento e desorbimento dell'umidità dei pigmenti bianco di piombo e di titanio alle variazioni di umidità relativa. Come si può notare c'è un piccolo cambiamento nel peso sulla maggior parte del range dei livelli di umidità relativa.



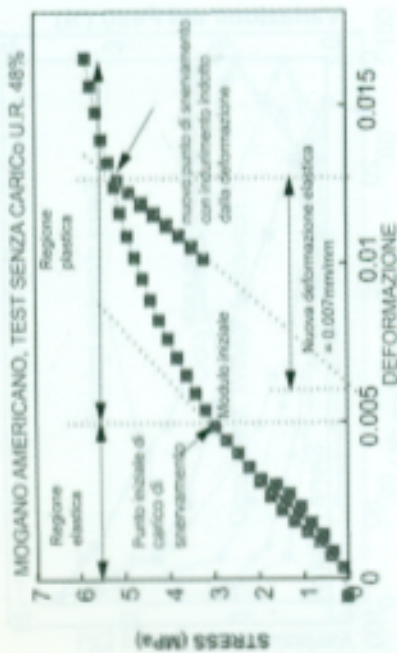
13) Shows the moisture absorption and desorption of white lead and titanium white pigments with changes in relative humidity. As can be seen there is little change in weight over most of the range of relative humidity levels.



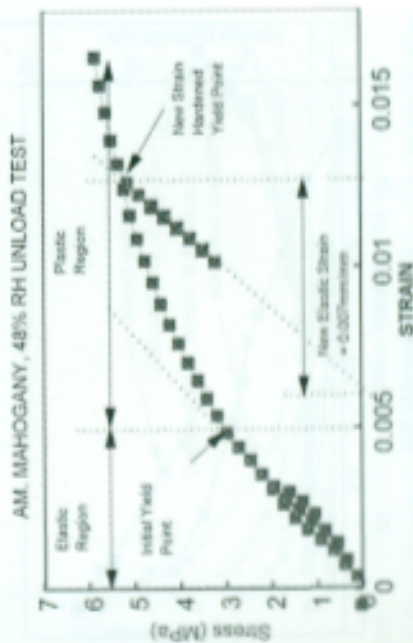
14) Mostra l'assorbimento e desorbimento dell'umidità di pigmenti di due tipi di terra d'ombra bruciata alle variazioni di umidità relativa. Come si può notare c'è un considerevole cambiamento nel peso sulla maggior parte del range dei livelli di umidità relativa.



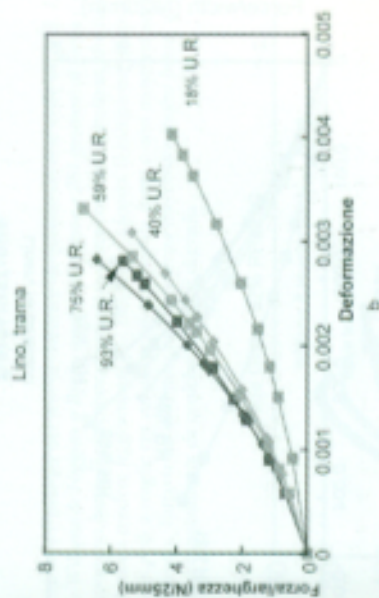
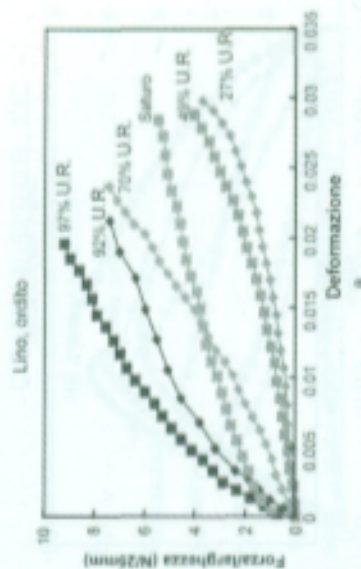
14) Shows the moisture absorption and desorption of two sources of burnt umber pigments with changes in relative humidity. As can be seen there is considerable change in weight over most of the range of relative humidity levels.



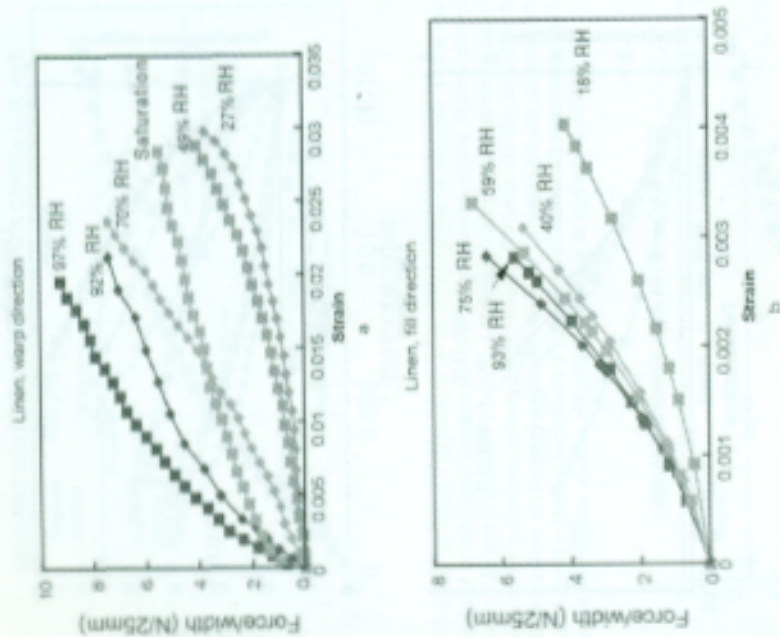
17) Il test di stress - deformazione di un campione di Mogano Americano tagliato in direzione tangenziale. Questa particolare prova illustra diversi aspetti del test di tensione. Ciò include i punti di snervamento, regioni elastiche e plastiche, resistenza del materiale (lo stress alla fine del test) e la deformazione al confinamento. Questo materiale "si irrigidisce alla deformazione"; significa che, se sottoposto a eccessiva estensione (deformazione), sviluppa una regione elastica più grande ma perde la regione plastica.



17) The stress strain test of a sample of American mahogany cut in the tangential direction. This particular test illustrates several aspects of the tensile test. This includes the yield points, elastic and plastic regions, strength of the material (the stress at the end of the test) and the strain at failure. This material "strain hardens"; meaning with excessive extension (strain) it develops a larger elastic region but loses the plastic region.

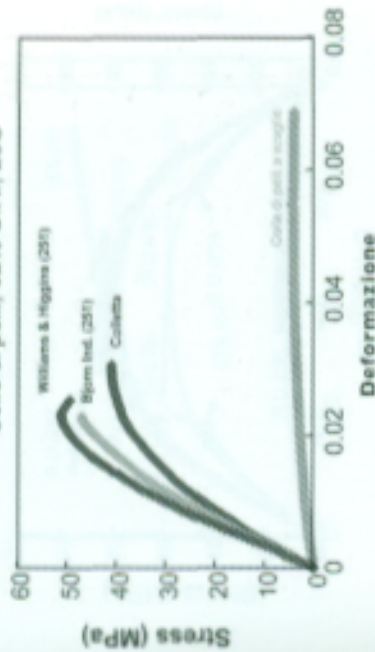


18a-b) La figura 18a mostra la forza per lunghezza per la deformazione del lino Ulozet#8800 nella direzione dell'ordito. I test sono stati fatti mentre i campioni erano all'equilibrio a diversi livelli di umidità relativa. Questo grafico mostra solo la prima parte dei test. La figura 18b mostra la forza per lunghezza per la deformazione del lino Ulozet#8800 nella direzione della trama. I test sono stati fatti mentre i campioni erano all'equilibrio a diversi livelli di umidità relativa. Questi grafici mostrano solo la prima parte dei test e non alla rottura.

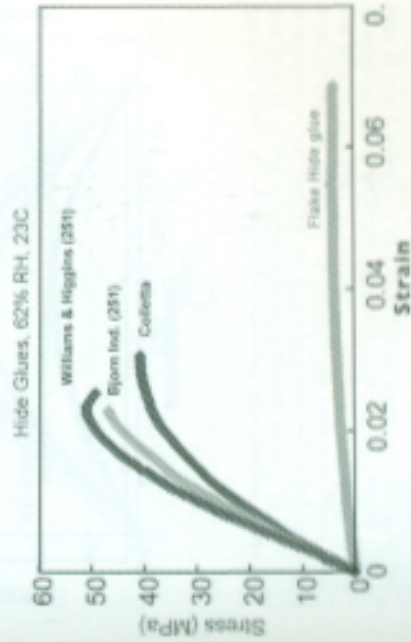


18a-b) Figure 18a shows the force per width versus strain of Ulcer #8800 linen in the warp direction. The tests were conducted while the samples were at equilibrium at different relative humidity levels. These plots show only the early portion of the tests. Figure 18b shows the force per width versus strain of Ulcer #8800 linen in the fill direction. The tests were conducted while the samples were at equilibrium at different relative humidity levels. These plots show only the early portion of the tests and not to break.

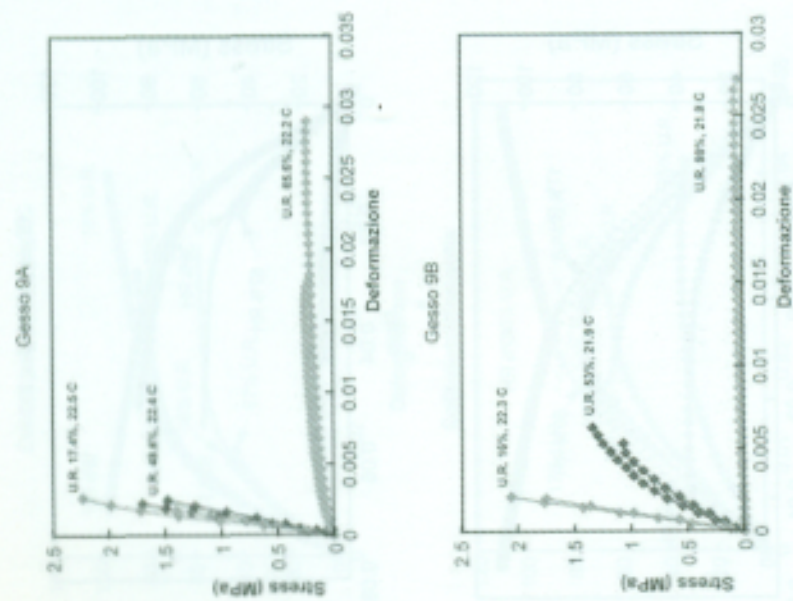
Colle di pelli, 62% U.R., 23C



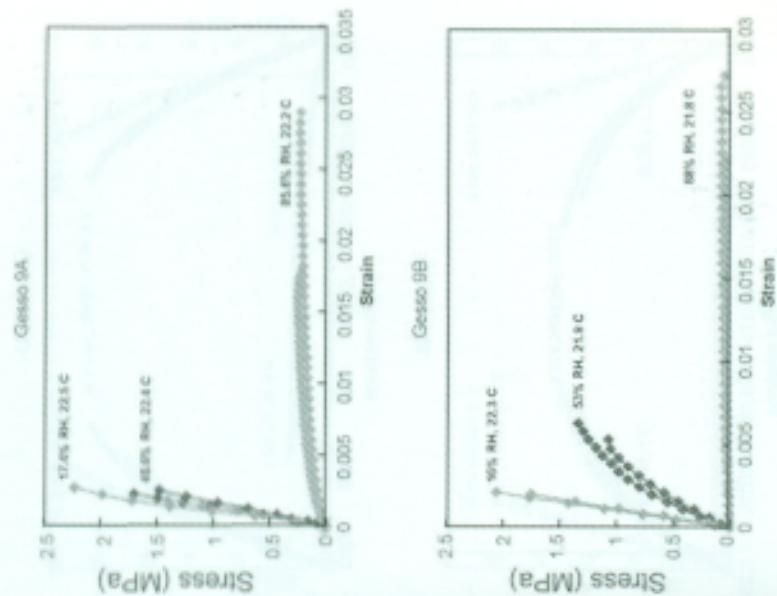
19) Mostra i risultati del test di tensione di quattro diverse colle di pelli. Le colle Williams & Higgins e Bjorn sono considerate a 251 grammi di forza e si comportano bene. Il campione chiamato Colletta contenuta melassa, che ha la tendenza a rendere leggermente più flessibile l'adesivo. Il campione chiamato colle di pelli a scaglie era valutato con una elevata forza e non mostrava segni di degrado. Tuttavia ha mostrato una resistenza meccanica molto bassa, causata presumibilmente da qualche forma di degrado.



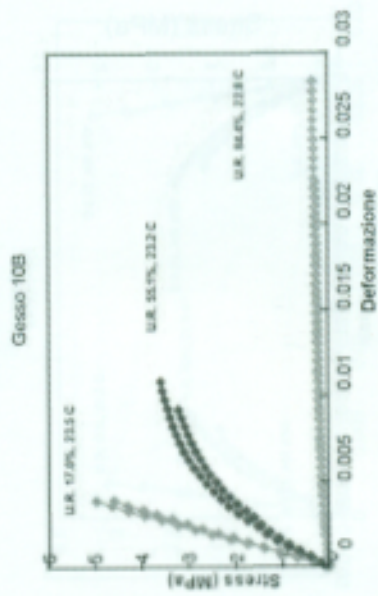
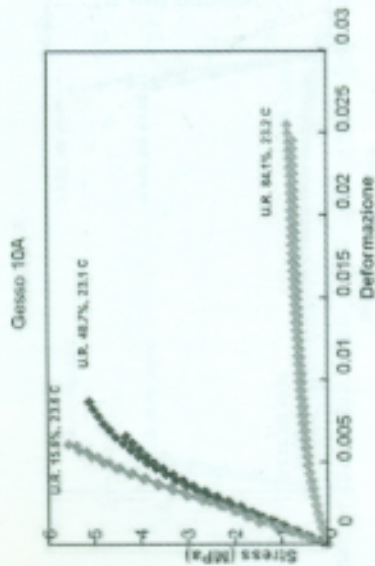
19) Shows the stress-strain tests of four different samples of hide glue. The Williams & Higgins and the Bjorn glues are rated at 251 gram strength and perform well. The sample labeled Colletta contained molasses which tend to make the adhesive slightly more flexible. The sample labeled false hide glue was actually rated with a high strength and showed no signs of deterioration. Never the less it demonstrated extremely low mechanical strength presumably due some form of degradation.



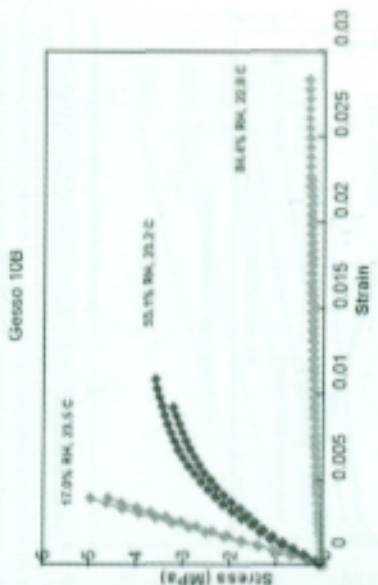
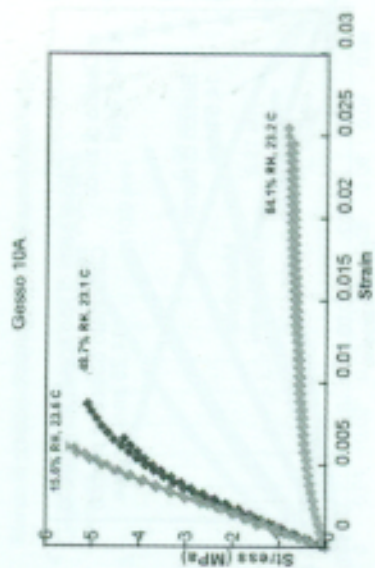
21a-b) I gessi 9A e 9B erano stati preparati con la colla di pellicci a scaglie più debole, mostrata in figura 19, e carbonato di calcio. La CPV² era del 67%. Il gesso 9B aveva il 17% (in peso) di melassa aggiunta.



21a-b) Gessos 9A and 9B were made with the weaker flake hide glue shown in figure 19 and calcium carbonate. The PVC was 67%. Gesso 9B has as added 17% (by weight) molasses.

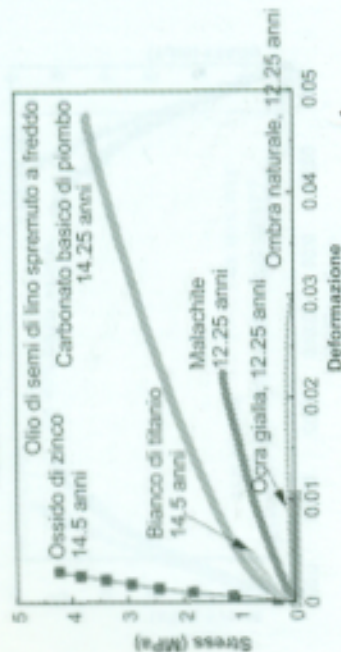


22a-b) I gessi 10A e 10B erano stati preparati con la colla più forte: Williams and Higgins, mostrata in figura 19, e carbonato di calcio. La CpV1 era del 71%. Il gesso 10B aveva il 16% (in peso) di melassa aggiunta.



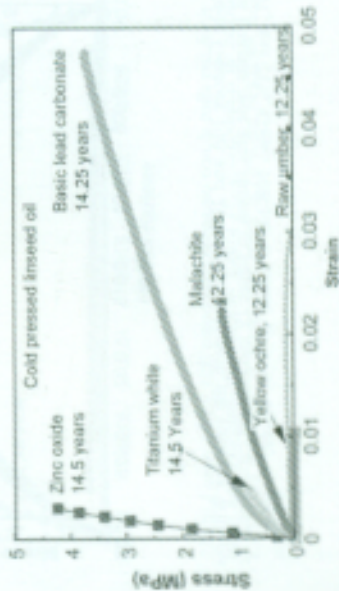
22a-b) Gessos 10A and 10B were made with the stronger Williams and Higgins hide glue shown in figure 19 and calcium carbonate. The PVC was 71%. Gesso 10B has as added 16% (by weight) molasses.

Colori esaminati al 48% di U.R. e 23 C



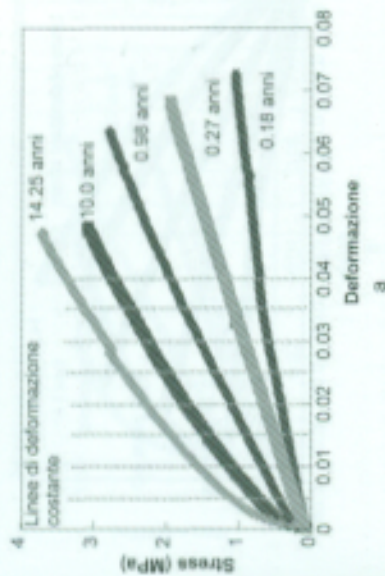
23) Gli esiti dei test di stress/deformazione condotti su strati pittorici costituiti da pigmenti diversi. Come si può vedere, i diversi pigmenti hanno un notevole effetto sulle proprietà meccaniche dei colori a olio. Va notato che la concentrazione volumetrica di pigmento può dare degli effetti simili, ma questi dati sono un effetto dei diversi pigmenti.

Paints tested at 48% RH, 23 C

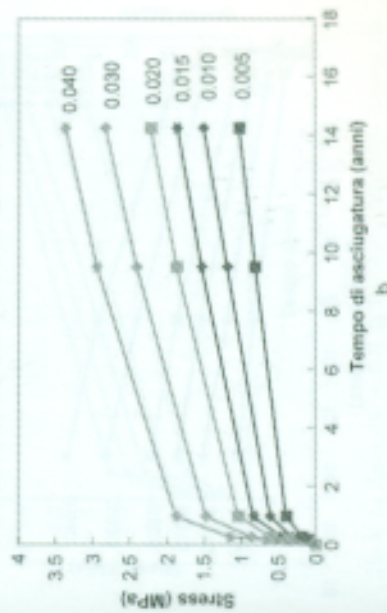


23) The results of stress strain tests conducted of paints made with different pigments. As can be seen the different pigments have a dramatic effect on the mechanical properties of oil paints. It must be noted that pigment volume concentrations can also have similar effects but these data are a result of the different pigments.

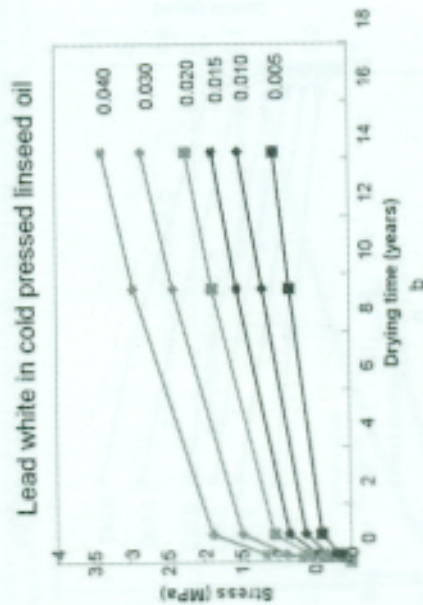
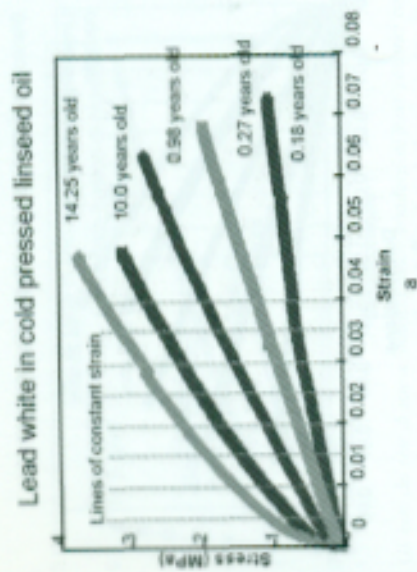
Bianco di piombo in olio di semi di lino spremuto a freddo



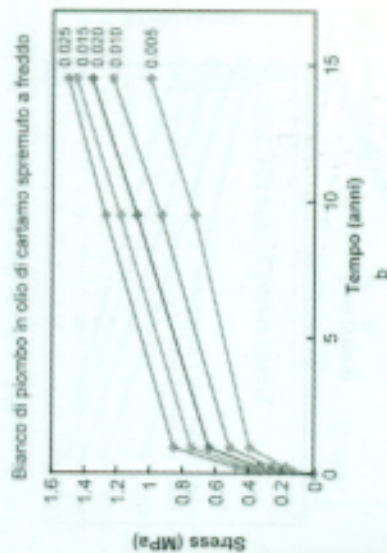
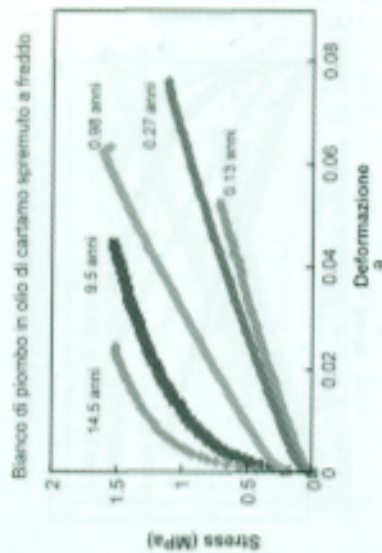
Bianco di piombo in olio di semi di lino spremuto a freddo



24a-b) La figura 24a mostra il diagramma dello stress rispetto alla deformazione del carbonato basico di piombo fatto con l'olio di semi di lino spremuto a freddo di diversi anni. Anche dopo 14.25 anni, il colore sta ancora acquisendo rigidità e forza. La figura 24b mostra lo stress a costante deformazione rispetto al tempo, del carbonato basico di piombo fatto con l'olio di semi di lino spremuto a freddo. Questi diagrammi indicano che i processi che provocano l'aumento di rigidità e forza mostrano pochi segni di diminuzione. Ciò significa che qualunque processo chimico influenzi le proprietà meccaniche di questo colore sta andando in tempo. Se si usa una deformazione dello 0.005 e si fa una proiezione nel tempo, ci vorranno circa 180 anni perché questo colore diventi tanto rigido e fragile quanto il bianco di zinco visto in figura 23. Ad ogni modo, le proprietà che influenzano le variazioni delle proprietà meccaniche diminuiscono anche di poco, il colore probabilmente non diventerà mai così fragile.

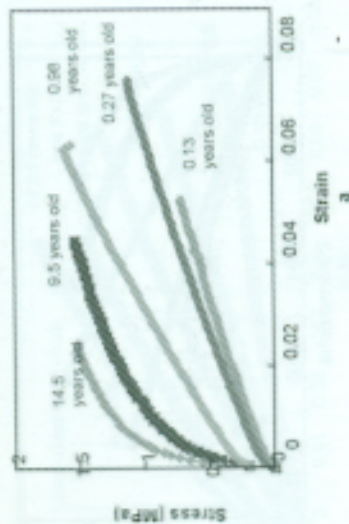


24a-b) Figure 24a shows the stress versus strain plots of basic lead carbonate paint made with cold pressed linseed oil at different ages. Even after 14.25 years, the paint is still gaining in stiffness and strength. Figure 24b shows the stress at constant strains versus time for basic lead carbonate paint made with cold pressed linseed oil. These plots indicate that the processes that cause the increase in stiffness and strength show little indication of slowing down. This means that whatever chemical processes affect the mechanical properties of this paint are still continuing. If one uses a strain of 0.005 and extrapolates over time, it will take about 180 years for this paint to become as stiff and brittle as the zinc white paint shown in figure 23. However if the processes governing the changes in the mechanical properties slow down even a small amount then the paint will probably never become that brittle.

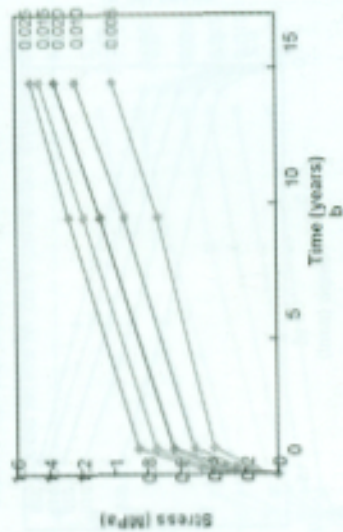


25a-b) La figura 25a mostra il diagramma dello stress rispetto alla deformazione del carbonato basico di piombo fatto con l'olio di cartamo spremuto a freddo di diversi anni. Anche dopo 14.25 anni, il colore sta ancora acquisendo rigidità e forza. La figura 25b mostra lo stress a deformazione costante rispetto al tempo, del carbonato basico di piombo fatto con l'olio di cartamo spremuto a freddo. Questi diagrammi indicano che i processi che provocano l'aumento di rigidità e forza mostrano pochi segni di diminuzione.

Lead white in cold pressed safflower

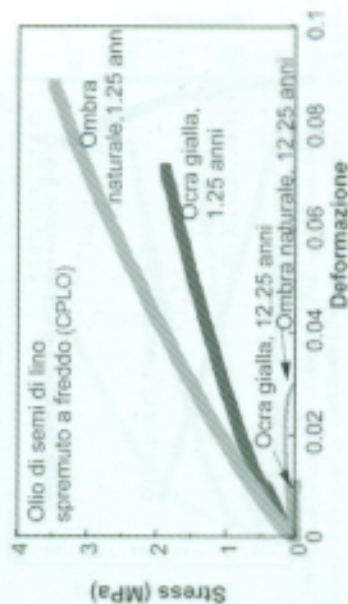


Lead white in cold pressed safflower



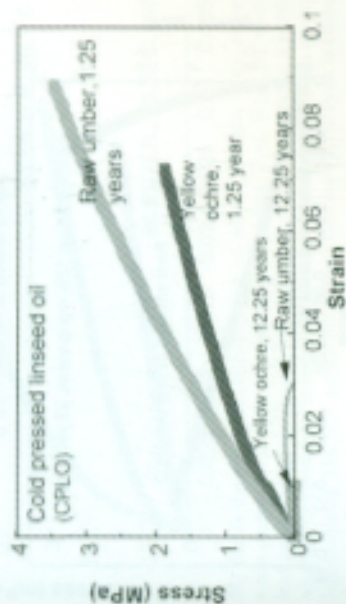
25a-b) Figure 25a shows the stress versus strain plots of basic lead carbonate paint made with cold pressed safflower oil at different ages. Even after 14.25 years, the paint is still gaining in stiffness and strength. Figure 25b shows the stress at constant strains versus time for basic lead carbonate paint made with cold pressed safflower oil. These plots indicate that the processes that cause the increase in stiffness and strength show little indication of slowing down.

Colori testati al 48% di U.R. e 23 C



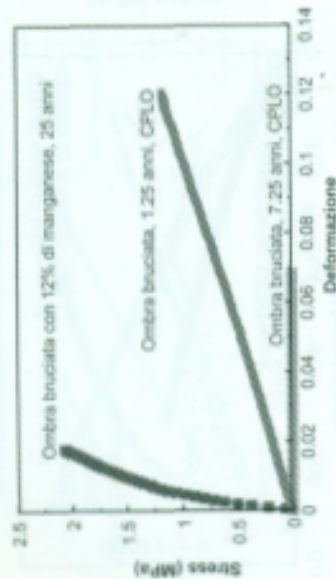
26) Mostra i risultati di test meccanico su colori preparati con i pigmenti in terra d'ombra naturale e ocra gialla a 1.25 e 12.25 anni. Mentre il bianco di piombo in oli di semi di lino e carminio spremuti a freddo continua ad irrigidirsi con gli anni (figure 24a e 25a), questi due colori mostrano un aumento della rigidità fino a circa 1.25 anni e in qualche punto del grafico poco dopo i colori perdono quell'iniziale rigidità. A 12.25 anni i colori sono dei veri film, ma sono estremamente elastici ed hanno perso la loro capacità di allungamento. La ragione di questo processo è che si stanno idratando per l'umidità dell'ambiente.

Paints tested at 48% RH, 23 C



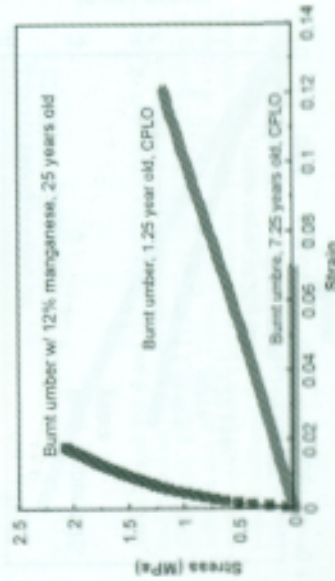
26) Shows the mechanical test results of paints made with the pigments raw umber and yellow ochre at 1.25 years and 12.25 years. Where the white lead paint in cold pressed linseed and safflower oils continue to stiffen over the years (figures 24a and 25a), these two paints show an increase in stiffness up to around 1.25 years and at some point shortly thereafter the points proceed to loose that early stiffness. At 12.25 years the paints are true films but they are extremely weak and they have lost their ability to elongate. The reason this is happening is because these paints are becoming hydrolyzed by moisture in the air.

Colori testati a U.R. del 48% e 23 C



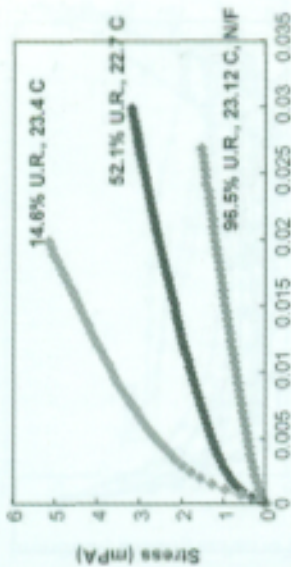
27) Mostra i risultati test meccanico su diversi strati pittorici di terra d'ombra bruciata in diversi momenti del loro periodo di asciugatura. Si può vedere che anche colori fatti di pigmento terra d'ombra bruciata e olio di semi di lino spremuto a freddo si idrolizzano e perdono forza e flessibilità. In questo caso si può notare che questo avviene ben prima dei primi 7.5 anni di asciugatura. Questa figura mostra anche i risultati del test su un colore profetore industrialmente con ombra bruciata contenente il 12% di manganese e olio di semi di lino purificato per deacidificazione. La rigidità e forza di questo colore è provocata dal manganese, considerato un "siccativo".

Paints tested at 48% RH, 23 C



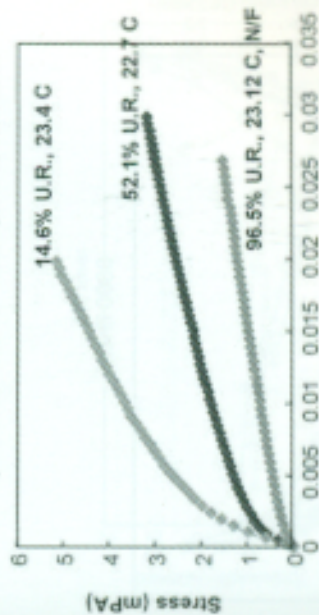
27) Shows the mechanical test results of different burnt umber paints at different times in their drying history. It can be seen that paints made with the pigment burnt umber and cold pressed linseed oil also hydrolyze and lose strength and flexibility. In this case it can be seen that this occurs well within the first 7.5 years of drying. This figure also shows the test results of a commercially manufactured paint made with burnt umber containing 12% manganese and alkali refined linseed oil. The stiffness and strength of this paint is a result of the manganese which is considered to be a "drier".

Bianco di piombo in olio di semi di lino spremuto a freddo, di 15 anni



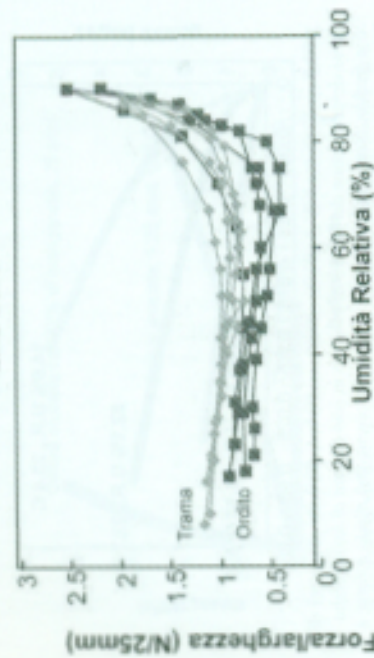
28) Mostra gli effetti di diversi livelli di umidità relativa sulle proprietà di stress-deformazione del bianco di piombo in olio di semi di lino spremuto a freddo. Nonostante il bianco di piombo diventi più rigido e forte a bassa umidità relativa, non può essere considerato fragile. Questo colore mantiene anche un po' di resistenza ad umidità molto elevata. "N/F" significa che il test è stato discontinuato senza la rottura del film pittorico.

15 year old white lead in cold pressed linseed oil



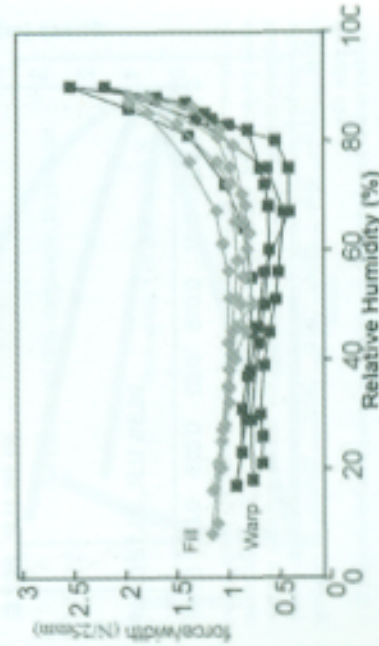
28) Shows the results of different levels of relative humidity in the stress-strain properties of white lead in cold pressed linseed oil. While the white lead paint does get stiffer and stronger with low relative humidity, it is not what can be considered brittle. This paint also retains some strength at very high humidity. The N/F means the test was discontinued without breaking the paint film.

Lino 8800



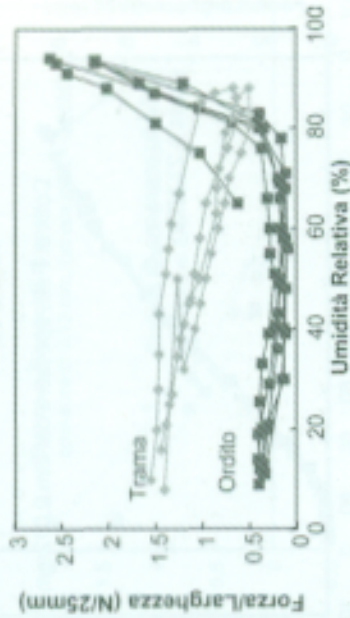
29) Mostra la forza per larghezza sia di ordito che di trama del lino di tipo Chester #8800 quando viene bloccato dai movimenti e l'umidità ambientale viene fatta variare. Questo tessuto potrebbe essere considerato "shrinker", ma solo nella direzione dell'ordito.

8800 linen



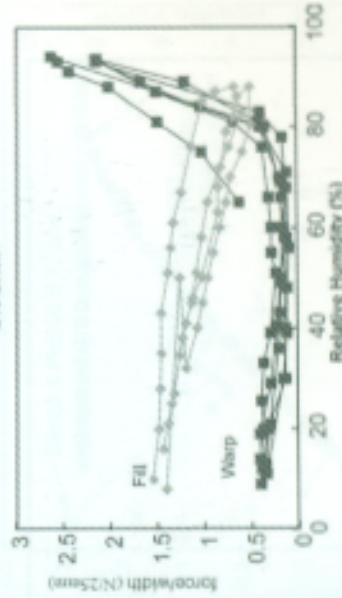
29) Shows the force per width of both the fill and weft directions of Chester #8800 linen when it is restrained from movement and the ambient humidity is changed. This fabric would be considered "shrinker".

Lino 248

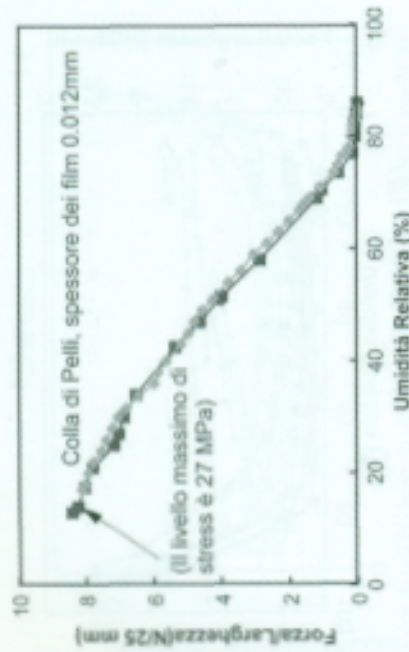


30) Mostra la forza per larghezza sia di ordito che di trama del lino di tipo 248 quando viene bloccato dai movimenti e l'umidità ambientale viene fatta variare. Questo tessuto potrebbe essere considerato "shrinker", ma solo nella direzione dell'ordito.

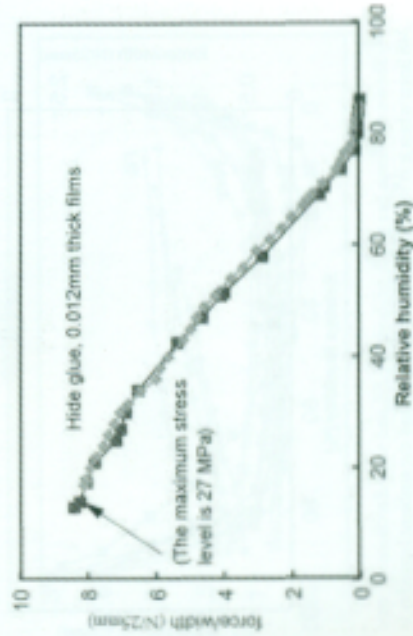
248 Linen



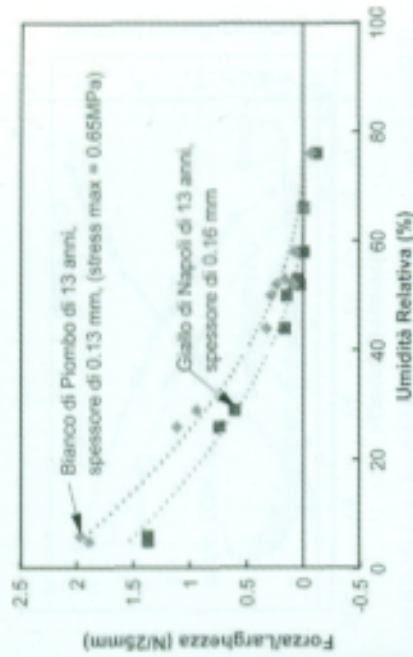
30) Shows the force per width of both the fill and weft directions of type 248 linen when it is restrained from movement and the ambient humidity is changed. This fabric would be considered "shrinker" but only in the warp direction.



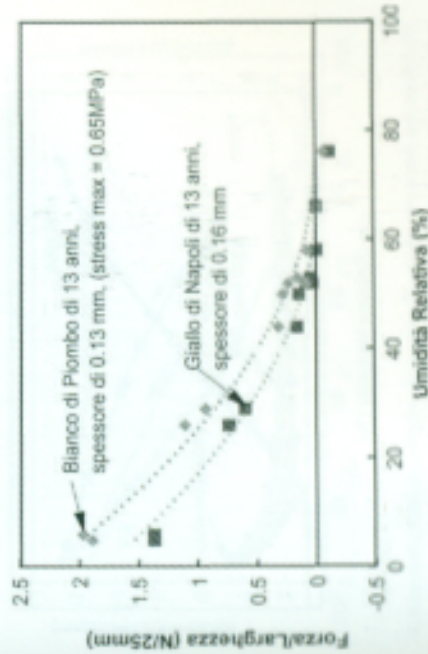
31) Mostra la forza per larghezza di un campione vincolato di colla di pelli portato ad essiccazione, dall'85% al 15% di UR. Lo stress della colla al punto massimo per questi campioni era di 27 MPa.



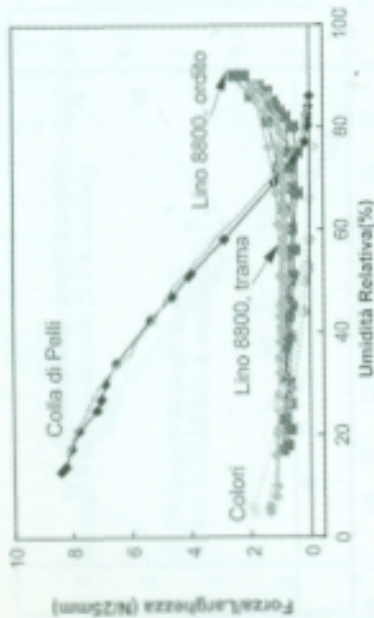
33) Shows the force per width of a restrained sample of hide glue desiccated from 85% to 15% RH. The stress of the glue at the maximum stress of these samples was 27 MPa.



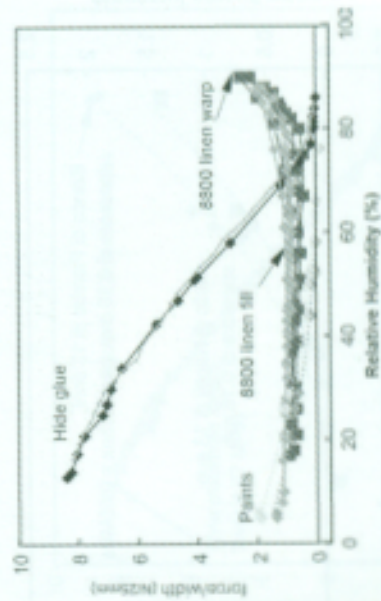
32) Indica la forza per larghezza di campioni vincolati dei colori ad olio bianco di piombo e giallo di Napoli. Lo stress del bianco di piombo alla massima forza per larghezza di questo campione era di soli 0.65 MPa. La forza per larghezza dei colori è notevolmente inferiore a quella della colla di pelli, e un po' inferiore a quella del tipo di lino #8800, mostrato in figura 29. Gli spessori indicati per i campioni di colore sono quelli di quelli che si trovano nei dipinti.



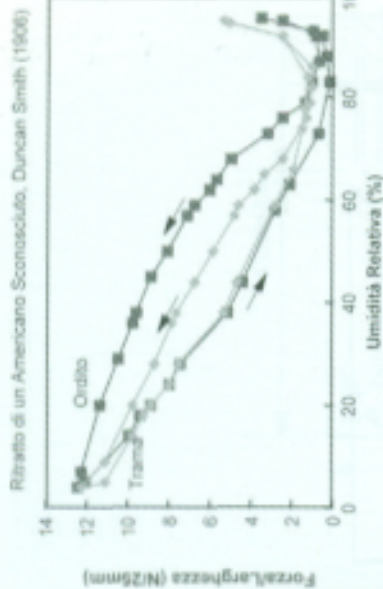
33) Shows the force per width of restrained samples of lead white and Naples yellow oil paints. The stress of the white lead paint at the maximum force per width of this sample was only 0.65 MPa. The force per width of the paints is considerably lower than the hide glue and a bit lower than the #8800 linen shown in figure 29. The thicknesses indicated for the paint samples is typical of those found in paintings.



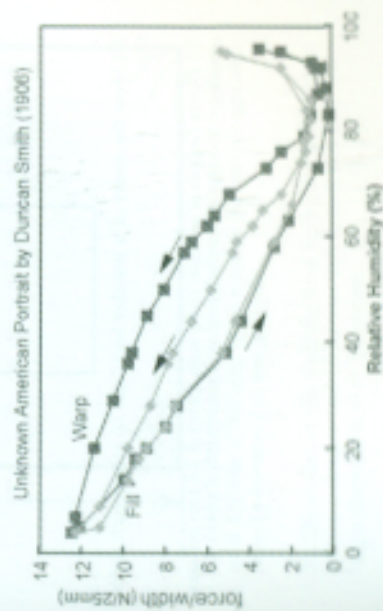
33) Mostra la forza per larghezza di campioni vincolati di lino, colla di pelli e dei colori ad olio bianco di poverino e giallo di Napoli. Gli spessori di questi filati sono gli stessi di quelli mostrati nelle loro rispettive figure e sarebbero quelli tipici di un tessuto alpino. In questa figura si possono comparare le reazioni dei singoli strati a quelle di un dipinto su tela reale, e determinare le diverse forze che si hanno ai differenti livelli di U.R. Il tessuto per esempio sviluppa alti valori di forza ad elevati livelli di U.R. e la colla di pelli sviluppa grandi forze a valori di U.R. molto bassi.



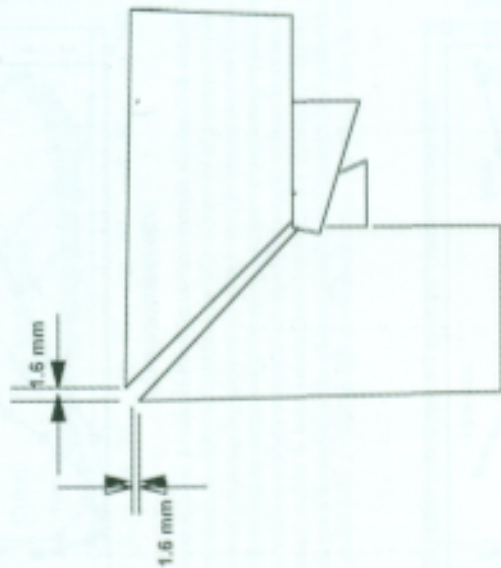
34) Shows the force per width of restrained samples of linen, hide glue, and lead white and Naples yellow oil paints. The thickness of these films are the same shown in their respective figures and would be typical of the common painting. In this figure it is possible compare the responses of the individual layers to that of an actual canvas painting and to determine the different forces occurring at different levels of RH. For example the fabric is developing high forces at high RH levels and the hide glue is developing high forces at very low RH levels.



35) Indica le forze per larghezza di campioni vincolati di un dipinto reale, sia in ordito che in trama. Questi campioni di dipinto erano stati costruiti con un tessuto di peso medio industriale, un appretto di colla di pelli, una preparazione a bisso di piombo, e uno strato pittorico di terra d'ombra naturale e broccata. È importante notare che ci sono due aree di sviluppo di grande forza, una ai livelli molto bassi di U.R. e l'altra ai livelli molto alti. Questo fatto è paragonabile allo sviluppo di forze della colla di pelli e della tela, come mostrato in figura 33.

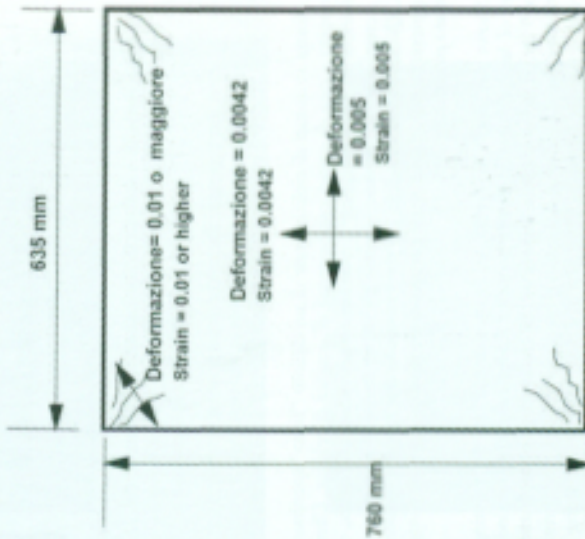


36) Shows the forces per width of restrained samples of an actual painting in both warp and fill directions. These painting samples were constructed with a medium weight machine woven fabric, a hide glue size, a lead white ground and a design layer of raw and burnt umbers. It is important to note that there are two areas of high force development, one at the very low levels of RH and the other at the very high levels of RH. This is comparable to the force development of hide glue and the canvas as shown in figure 33.



35) Show the corner of a stretcher keyed out 1.6 mm in each direction.

35) Mostra l'angolo di un telaio che è stato aperto di 1.6 mm per ogni direzione.



36) Mostra le deformazioni risultanti dall'apertura angolare del dipinto di 635 mm x 760 mm, di un totale di 3,2 mm per ogni direzione. La cretatura è su tutti gli angoli.

36) Shows the strains resulting from keying out a 635 mm x 760mm painting a total of 3.2 mm inch in each direction. Cracking is illustrated in all of the corners.



40) Mostra il fronte e il retro di un dipinto in cui la condensa è scesa al margine inferiore del dipinto e ha causato degrado. Sull'immagine del fronte del dipinto la freccia rossa mostra il degrado, mentre su quella del retro, la freccia rossa indica la "linea di matita" lasciata dall'acqua. (Foto di Matteo Rossi Dorzi).

40) Shows the front and reverse of a painting where condensation has run to the lower edge of the painting and caused damage. On the front view of the painting the red arrow shows the damage and on the reverse view, the red arrow shows the "hide line" left by the water. (Photos by Matteo Rossi Dorzi).



41) Mostra un particolare dell'angolo inferiore sinistro del dipinto della figura 40. È chiaro che è avvenuta la separazione totale degli strati preparatori e pittorici dalla tela. L'umidità era abbastanza da provocare il completo cedimento del Agente adesivo dello strato di appretto a colla animale. (Foto di Matteo Rossi Dorzi).

41) Shows a detail of the lower left corner of the painting shown in figure 40. It is clear that total separation of the paint and ground layers from the canvas has occurred. The moisture was sufficient to cause the adhesive bond of the animal glue size layer to completely fail. (Photo by Matteo Rossi Dorzi).

Preface

Research into the mechanical properties of materials, the development and better understanding of failure mechanism theories, development of predictive models for the preservation of the collections of the Smithsonian Institute in Washington, D.C. These, in summary, are Marion Mecklenburg's main professional interests.

Americans are very good at synthesizing their thoughts and activities. They are accustomed to presenting their work, even when the result of years of effort, in ten minutes or five pages. The brief summary given above does indeed effectively illustrate Marion's daily efforts over the last twenty years, within and also outside the celebrated Smithsonian and the American scientific community.

For the first time in Italy, the results of the activities carried out by Mecklenburg over the years, on the mechanical characteristics of the constituent materials of "easel" paintings, are being published in this important volume of the *Collana I Talenti*.

This seems to me to be some sort of a minor "historical event".

I recall the first time I encountered his name, one afternoon spent in that rich, stimulating environment which is the ICCROM library. Looking through the proceedings of the annual conference held by AIC, the historically renowned association of American conservators, I read an article on the mechanical properties of collagen-based substances in reaction to variations of atmospheric moisture. That was in 1989, and I remember thinking how important it was to find an assessment of the behaviour of animal glues, materials that I was accustomed to use daily and still use today. In 1992, I "met up" with him again in the same library, as I looked for the first time through the proceedings of the "Art in Transit" conference held in Washington, about which I will speak again later.

The year after, following my typically masochistic bent, I challenged myself to trying to understand the methods used to apply mathematical models, such as finite element calculation, to the prediction of how works on mobile supports deteriorate.

After years of imagining a timid, little scientist hidden in the lab, one day I finally met him personally at an international conference in Valencia: the big, exuberant, vital researcher he actually is.

Acknowledgements

I wish to thank Matteo Doria Rossi for his assistance in providing and invaluable photo documentation and Dra. Laura Fuster Lopez for providing some of her research results. Both of these contributions helped develop a more complete understanding of the behavior of paintings.

