



## Guia docent

# 320519 - FP - Física del Paper i Avaluació de les Propietats de Productes Paperers

Última modificació: 02/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

**Unitat que imparteix:** 717 - DEGD - Departament d'Enginyeria Gràfica i de Disseny.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA TÈXTEL I PAPERERA (Pla 2016). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 5.0

**Idiomes:** Castellà, Anglès

## PROFESSORAT

**Professorat responsable:** Roncero Vivero, Maria Blanca

**Altres:**

## COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

### Específiques:

CE13-METP. Capacitat per analitzar i avaluar teòrica i experimentalment les propietats físico-mecàniques i òptiques específiques dels materials de l'àmbit paperer i gràfic.

CE5. METMF\_Aplicar teories i principis propis de l'àmbit del títol amb l'objectiu d'analitzar situacions complexes i prendre decisions mitjançant eines d'enginyeria.

CEP3. METMF\_Capacitat per analitzar i avaluar teòrica i experimentalment les propietats físico-mecàniques i òptiques específiques dels materials de l'àmbit paperer i gràfic.

### Genèriques:

CG1-METP. Tenir coneixements adequats d'aspectes matemàtics, analítics, científics, instrumentals, tecnològics i de gestió.

CG4-METP. Capacitat per a realitzar investigació, desenvolupament i innovació en l'àmbit de la titulació.

### Bàsiques:

CB06-METP. Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

CB08-METP. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

CB07-METP. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB09-METP. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons últimes que les sustenten a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB10-METP. Que els estudiants posseixin les habilitats d'aprenentatge que els permeti continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

## METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura s'organitza combinant classes de teoria i pràctiques de laboratori (MD1. Sessió expositiva participativa de continguts teòrics o pràctics; MD4. Pràctiques de laboratori o de taller tutoritzats).

A les classes pràctiques de laboratori, l'alumne -en grups reduïts i de forma guiada- pren contacte amb els diversos aparells i tècniques de laboratori per fer determinacions relatives a les propietats dels papers i extreure l'informació pertinent per a elaborar un treball tècnic.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Proporcionar una visió general de les característiques tecnològiques més importants del paper. Estudiar el paper com una estructura física fibrosa, i estudiar-ne la interrelació i l'avaluació de les seves propietats físico-mecàniques i òptiques des del punt de vista teòric i pràctic

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	45,0	36.00

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Tema 1. Característiques del paper com a estructura fibrosa.

**Descripció:**

El paper com a estructura fibrosa. La fibra i l'estructura fibrosa. Formació del full: cares del paper; direcció màquina i transversal. Grau d'orientació de la fibra. Tipus de papers.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 2. Interaccions entre el paper i la humitat.

**Descripció:**

Interaccions entre el paper i la humitat. Estabilitat dimensional. Factors que afecten a la estabilitat dimensional. Efecte de histèresis. Papers que requereixen estabilitat dimensional. Característiques de la fibra i el full que afecten a la estabilitat dimensional. Anisotropia en la estabilitat dimensional. Ondulat (Curl i Cockling).

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



### Tema 3. Propietats bàsiques del paper.

**Descripció:**

Gramatge, Espessor, Densitat aparent, Factors que afecten a la densitat, Relació entre la densitat i altres propietats del full.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants

AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 4. Estructura porosa del paper.

**Descripció:**

Estructura porosa del paper. Porositat superficial i interna. Caracterització de l'estructura porosa del paper. Distribució de la grandària. Factors que influeixen. Flux de fluids a través del paper. Mesura de la porositat. Relació entre la porositat i altres propietats del full

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants

AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 5. Flux de fluids a través del paper.

**Descripció:**

Flux de fluids a través del paper. Relació entre permeabilitat geomètrica i porositat. Mesura de la permeabilitat. Permeabilitats.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants

AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 6. Llisor i Rugositat.

**Descripció:**

Mesura de la llisor. Factors que afecten a la llisor.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants

AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 7. Propietats de resistència del paper: Comportament del paper a la tracció.

**Descripció:**

Relació tensió deformació. Resistència a la tracció. Factors que afecten a la resistència a la tracció. Allargament. Tracció en humit. Càlcul del mòdul elàstic a tracció. Energia absorbida per tracció (TEA). Resistència a la tracció Zero Span. Resistència a la tracció en direcció a l'espessor. Comportament a la compressió.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 12h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 8h

### Tema 8. Altres propietats de resistència del paper.

**Descripció:**

Resistència al esclat. Variables i factors que afecten al esclat. Resistència al esquinçament. Resistència al esquinçament intern. Factors que afecten al esquinçament. Resistència al plegat. Factors que afecten al plegat.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

### Tema 9. Propietats de resistència del paper: Rigidesa

**Descripció:**

Rigidesa. Mesura de la rigidesa. Factors que afecten a la rigidesa. Càlcul del mòdul elàstic a flexió.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Tema 10. Propietats òptiques del paper: Conceptes bàsics

**Descripció:**

Introducció i definicions. Percepció del color. Fonts de energia radiant. Il·luminants.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 6h



### Tema 11. Propietats òptiques del paper: Factors de reflectància

**Descripció:**

Factors de reflectància. Mesura de la reflectància. Colorímetres i espectrofotòmetres. Valors triestímul. Coordenades cromàtiques. Espais CIE  $L^*a^*b^*$  i CIE  $L^*C^*h$ . Mesura del color.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 6h

### Tema 12. Propietats òptiques del paper: Mesura i avaluació instrumental

**Descripció:**

Grau de blanc. Mesura de la Blancor ISO. Importància i factors que influeixen en la Blancor ISO. Mesura de la Blancor CIE. Fluorescència. Factor de reflectància lluminosa. Opacitat. Factors que influeixen en la opacitat. Brillantor. Factors que influeixen en la brillantor. Normativa.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 7h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

### Tema 13. Propietats òptiques: Difusió de la llum en el paper

**Descripció:**

Coefficients de Kubelka-Munk. Espessor òptic. Transferència de la radiació en un mitja difusor: Aplicació a les propietats òptiques del paper.

**Activitats vinculades:**

AF1 Exposició de continguts teòrics per part del professorat amb la participació activa dels estudiants  
AF6 Estudi, treball i anàlisi personal

**Dedicació:** 7h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

## ACTIVITATS

### PRÀCTICA 1: PROPIETATS ESTRUCTURALS I BÀSIQUES

**Descripció:**

Anisotropia del paper. Gramatge. Espessor. Densitat i volum específic

**Objectius específics:**

AF2 Treball pràctic individual o en grup, realitzat a l'aula, en el laboratori o planta pilot.

AF7 Realització d'un treball científic-tècnic

**Dedicació:** 3h

Aprenentatge autònom: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h

### PRÀCTICA 2: PERMEABILITAT A L'AIRE I LLISOR DELS PAPERS

**Descripció:**

Mètodes per fuga d'aire Bekk, Bendtsen i Gurley.

**Objectius específics:**

AF2 Treball pràctic individual o en grup, realitzat a l'aula, en el laboratori o planta pilot.

AF7 Realització d'un treball científic-tècnic

**Dedicació:** 8h

Aprenentatge autònom: 5h

Grup petit/Laboratori: 3h

### PRÀCTICA 3: COMPORTAMENT A LA TRACCIÓ

**Descripció:**

Reogrames de tracció. Allargament. Influència Velocitat/Distància. Anisotropies direcció màquina (DM) i transversal (DT).

**Objectius específics:**

AF2 Treball pràctic individual o en grup, realitzat a l'aula, en el laboratori o planta pilot.

AF7 Realització d'un treball científic-tècnic

**Dedicació:** 10h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

### PRÀCTICA 4: ALTRES PROPIETATS MECÀNIQUES

**Descripció:**

Resistència al esclat. Resistència al esquinçament. Resistència al plegat.

**Objectius específics:**

AF2 Treball pràctic individual o en grup, realitzat a l'aula, en el laboratori o planta pilot.

AF7 Realització d'un treball científic-tècnic

**Dedicació:** 9h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h



### PRÀCTICA 5: PROPIETATS ÒPTIQUES

**Descripció:**

Determinació de la blancor, opacitat i fluorescència amb espectrofotòmetre. Determinació del color amb espectrofotòmetre. Determinació de la brillantor.

**Objectius específics:**

AF2 Treball pràctic individual o en grup, realitzat a l'aula, en el laboratori o planta pilot.

AF7 Realització d'un treball científic-tècnic

**Dedicació:** 10h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

### EXAMEN PARCIAL

**Descripció:**

Prova individual i per escrit sobre els continguts dels temes 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7.

### EXAMEN FINAL

**Descripció:**

Prova individual i per escrit sobre els continguts dels temes 8, 9, 10, 11, 12 i 13.

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final del curs depèn dels següents actes valoratius:

- Activitat 1 (Proves escrites de control de coneixements): Examen parcial: 35%
- Activitat 2 (Avaluació de pràctiques de laboratori mitjançant informes escrits i presentacions orals): Activitats pràctiques: 30%
- Activitat 3 (Proves escrites de control de coneixements): Examen final: 35%

El resultat poc satisfactori del primer parcial (Activitat 1) es podrà reconduir mitjançant una prova escrita a realitzar el dia fixat per l'examen final (Activitat 3). A aquesta prova hi poden accedir els estudiants no presentats al primer parcial (Activitat 1) o amb una nota inferior a 5,0 al primer parcial (Activitat 1). La nota obtinguda per l'aplicació de la reconducció substituirà a la qualificació inicial sempre i quan sigui superior.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de reavaluació, la qualificació de l'examen de reavaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.

Si la nota final després de la reavaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la reavaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5.0.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els informes dels treballs tècnics fruit de les activitats pràctiques es realitzaran individualment i per escrit.

És condició necessària per superar l'assignatura la realització de les pràctiques de laboratori i presentar els informes corresponents

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Professors de l'assignatura. Apunts del professorat dipositats a ATENEA.
- Ek, M.; Gellerstedt, G.; Henriksson, G. Pulp and paper chemistry and technology. Vol. 4, Paper products physics and technology. Berlin: De Gruyter, 2009. ISBN 9783110213454.



**Complementària:**

- Levlin, J. E.; Söderhjelm, L. Pulp and paper testing. Helsinki: Fapet Oy, 1999. ISBN 9525216179.
- Niskanen, Kaarlo. Paper physics. 2nd ed. Helsinki: Fapet Oy, 2008. ISBN 9789525216295.
- Astals, Francesc. Análisis de las propiedades del papel. Barcelona: Tecnoteca, 2002. ISBN 8486219396.