UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

Error en la lectura de l'alfabet depenent de la tipografia de la lletra en base a l'estadística i la teoria de jocs

David Baena Clemente

Xavier Molinero Albareda (DEPARTAMENT DE MATEMÀTIQUES)
Montserrat Tàpias Anton (DEPARTAMENT D'ÒPTICA I OPTOMETRIA)

Terrassa, 22 de juny de 2021

GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

Error a la lectura de l'alfabet depenent de les tipografies en base a l'estadística i la teoria de jocs

RESUM

Objectiu: Establir un mètode per quantificar la llegibilitat de les tipografies, on s'explica, quines tipografies tenen la millor llegibilitat dels caràcters de l'alfabet a partir de les dades recollides d'un grup de 30 pacients amb una AV binocular superior a 0'8. Per a complir l'objectiu s'utilitzaran 3 mètodes diferents, l'anàlisi amb estadística bàsica, la nova aplicació de la teoria de jocs mitjançant els índexs de poder i l'utilització de les matrius de confusió.
Mètode: 30 pacients amb una AV binocular mínima de 0,8 han estat avaluats en visió llunyana i amb la millor correcció. L'estudi s'ha realitzat en dues sessions i amb les mateixes condicions ambientals d'il·luminació. L'AV binocular es mesura mitjançant una carta d'optotips tipus "C de Landolt" implementada en una presentació PowerPoint amb diferents graus d'AV a una distància de 5 m. Després, el pacient sempre fixat a la mateixa posició i recolzat en una mentonera, s'escull la presentació PowerPoint que volem utilitzar en base a la seva AV i la presentem, a les diapositives hi apareixeran les lletres aïllades, l'ordre de presentació de les tipografies és amb aleatorietat preestablerta. La presentació de PowerPoint té les 26 lletres de l'alfabet anglès en AV visuals de 0,8 a 2,5, l'ordre de presentació dels caràcters és aleatori. Amb la primera presentació volem trobar un error de llegibilitat de l'alfabet d'un 25-50%, quan el trobem, seleccionem el valor d'AV i comencem l'experiment. Totes les presentacions es presenten amb aquell valor d'AV a totes les tipografies. Per a cada tipografia, analitzarem minúscules i majúscules, i cadascuna serà presentada dos cops, amb la mateixa mida però diferent ordre. A la primera sessió es presentaran les minúscules i a la segona sessió es presentaran les majúscules. La comparació de les tipografies es fa amb l'ajuda de l'estadística, la teoria de jocs i les matrius de confusió.
Resultats: Els 3 mètodes coincideixen en què l'Optotípica és la tipografia amb millor llegibilitat a les minúscules, i és on els 3 mètodes coincideixen més en el valor que li atorguen. Les altres tres tipografies (Helvetica, Roboto i Times New Roman) obtenen bons valors però per sota de l'Optotípica. Per a les majúscules la millor tipografia és l'Helvetica seguida de la Times New Roman, la Roboto i per últim l'Optotípica.
Conclusió: El mètode per quantificar la llegibilitat ha sigut satisfactori i s'observa com la incorporació de la teoria de jocs en aquesta anàlisi és essencial per donar un altre enfocament als resultats. Amb aquest treball obrim noves vies d'estudi.

GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

Error in reading the alphabet depending on the typeface based on statistics and game theory

ABSTRACT

Objective: Establish a quantitative method of typeface readability with the help of basic statistics, game theory and confusion matrix, where it explains, which typefaces have the best readability of the characters of the alphabet from the collection of data from a group of 30 patients with binocular VA above 0.8.

Method: 30 patients with a minimum binocular visual acuity of 0.8 have been evaluated in distance vision and with the best correction. The study was carried out in two sessions and in a single environment to maintain the same environmental and luminance conditions. The binocular VA was taken in a decimal scale using the "Landolt C" optotypes, presented on a PowerPoint presentation, of different degrees of visual acuity and at the distance of 5m for the VA. After, the patient was always fixed at the same position, we presented a PowerPoint presentation with the isolated letters centred in the middle, this PowerPoint presentation was choose based on VA result, the order of the typefaces was random. The PowerPoint presentation have the 26 characters of the English alphabet in VAs from 0.8 to 2.5, the order of the presentation of characters was random. With the first presentation we wanted to find an error of readability of the alphabet of the 25%-50%, when we found it, we select the VA from the presentation and we will begin the experiment. All the presentation was presented with that VA in all typefaces. For each typeface, we analyse capital letters and lowercase, and each will be presented twice, with the same size but different order. At the first session we presented the part of the lowercase and at the second session we presented the capital letters. The comparison of typefaces was made using statistics, confusion matrix and the game theory.

Results: The 3 methods agree that Optotípica is the typeface with the best readability to lowercase letters, and that is where the 3 methods coincide most in the value they give. The other 3 fonts (Helvetica, Roboto and Times New Roman) obtains similar values among them. For capital letters, the best typeface is Helvetica followed by Times New Roman, Roboto and Optotípica.

Conclusion: The method for quantifying readability has been satisfactory and, is observed, that the incorporation of game theory into this analysis is essential to give another focus to results. With this work, we are opening new studies.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ 5

2. MARC TEÒRIC 7

2.1. Disseny de les tipografies 7

2.1.1. Anatomia de la lletra 7

2.1.2. Regles de llegibilitat tipogràfica 9

2.1.3. Tipografies a estudiar 10

2.2. Estadística, teoria de jocs i matrius de confusió 12

2.2.1. Estadística bàsica 12

2.2.2. Teoria de jocs 15

2.2.3. Matrius de confusió 17

3. METODOLOGIA 20

3.1. Mostra de pacients emprada 20

3.2. Muntatge experimental, instrumentació i especificacions de les presentacions dels caràcters . 20

3.3. Protocol de prova 22

4. RESULTATS 24

4.1. Presentació dels resultats 24

4.2. Anàlisi mitjançant estadística bàsica 25

4.3. Anàlisi mitjançant la teoria de jocs 30

4.4. Anàlisi mitjançant matrius de confusió 35

4.5. Comparació de les 3 anàlisis 42

5. CONCLUSIONS 46

6. BIBLIOGRAFIA 48

7.ANNEX 51

1. INTRODUCCIÓ

El principal objectiu d'aquest treball és quantificar la llegibilitat de les diferents tipografies amb eines de l'estadística clàssica, la teoria de jocs i les matrius de confusió. Per assolir aquest objectiu principal estudiarem la fiabilitat de les tipografies segons la llegibilitat dels seus caràcters de l'alfabet, és a dir, analitzarem els errors que es donen quan es presenten les lletres de manera aïllada. Aquesta anàlisi la farem comparant 4 tipografies diferents (Helvetica, Optotípica, Roboto i Times New Roman). La llegibilitat es refereix a la facilitat amb la que una lletra o una paraula pot ser reconeguda. El mètode utilitzat per fer aquesta anàlisi té diferents passos. Primer, la presentació de les lletres de l'alfabet (utilitzarem l'alfabet anglès, sense *ñ* i *ç*, i sense lletres accentuades) aïllades en un monitor d'ordinador en visió de lluny per a les diferents tipografies. En segon lloc, es recolliran en una taula totes les respostes dels pacients per a cada lletra. Finalment, es farà una anàlisi mitjançant l'estadística clàssica, la teoria de jocs i les matrius de confusió. A més a més, un cop obtinguts els valors, podrem anar a observar les lletres en sí i es podran observar les diferències de disseny entre les diferents tipografies que fan que una lletra sigui més llegible, és a dir, més fàcil de reconèixer de manera aïllada.

Buscant informació sobre la llegibilitat de les diferents tipografies, no s'ha trobat cap mètode que parli dels caràcters que componen la tipografia, es poden trobar articles sobre quines tipografies són millors per a webs, quines millors per impremta... però tots estan relacionats amb la lectura de textos i en els destinataris, però no en la tipologia en sí. Molts autors es basen en la llegibilitat de les tipografies tenint en compte la velocitat en què es llegeixen textos i no s'acaba d'arribar a cap conclusió satisfactòria. Principalment, quan es comparen tipografies per analitzar la llegibilitat s'agafa una tipografia amb serif (terminació) i una altra tipografia sans serif (sense terminació) (Mohamad Ali, Ahmad Zamzuri & Wahid, Rahani & Samsudin, Khairul & Idris, Muhammad Zaffwan, 2013;Conover, 2011; Schriver, 1997). Aquesta ha sigut una de les principals motivacions per a dur a terme aquest treball. Una altra motivació del treball seria l'aplicació de la teoria de jocs, per primer cop, a l'anàlisi de la llegibilitat de tipografies. Per aquest motiu es valorarà la llegibilitat des d'un altre enfocament i s'elaborarà un mètode que quantifiqui la llegibilitat. No obstant, l'utilització de l'estadística bàsica i les matrius de confusió donaran més força als resultats. Posteriorment es detallaran cadascun dels conceptes anteriors.

Portant-ho al món de l'optometria, aquests resultats es podran utilitzar per a la creació de cartes de lectura de visió propera, ja que mostraran quines lletres són més fàcils de reconèixer i quines més difícils. A partir d'aquests valors de cada lletra, les frases que es construiran a les cartes hauran de

tenir en compte les lletres que hi apareixeran, sent les que més fàcil es reconeixen la majoria; això farà que el valor AV i capacitat lectora millori sensiblement.

A l'anàlisi aplicarem el concepte d'índexs de poder de la teoria de jocs per valorar la llegibilitat de cada lletra. Recordem que aquesta aplicació és innovadora ja que és la primera vegada que s'introdueix la teoria de jocs per determinar la llegibilitat dels caràcters de les diferents tipografies. També, aquest estudi ha estat acceptat per ser presentat en un congrés (IFORS 2021) i destacar les possibles línies de treball que pot tenir en un futur.

Organització dels capítols

En el primer capítol s'introduirà el disseny de les tipografies, explicarem l'anatomia de la lletra i s'anomenaran articles comparant la llegibilitat de diferents tipografies. També mencionarem les regles de llegibilitat tipogràfiques i es presentaran les tipografies a estudiar. Finalment, introduirem les bases per poder fer l'anàlisi, on explicarem l'estadística bàsica que utilitzarem, els coneixements de la teoria de jocs necessaris per poder dur a terme l'anàlisi i perquè creiem convenient la seva aplicació i també explicarem què són les matrius de confusió i quins paràmetres ens poden aportar informació per poder fer una anàlisi més consistent.

En el segon capítol s'explicarà la metodologia experimental, on explicarem les característiques de la mostra de pacients analitzats, el material i els instruments utilitzats i el procediment que s'ha seguit per la presa de les dades finals.

Al tercer capítol es presentaran els resultats obtinguts mitjançant taules i gràfiques per a la seva explicació i anàlisi mitjançant l'estadística bàsica, la teoria de jocs i les matrius de confusió.

Finalment s'exposaran les discussions i les conclusions.

2. MARC TEÒRIC

Al marc teòric introduirem el disseny de les tipografies, l'estadística bàsica, la teoria de jocs i les matrius de confusió. Això ens servirà per a més endavant poder entendre l'anàlisi que farem.

2.1. Disseny de les tipografies

En aquest apartat explicarem la anatomia de la lletra (explicar les diferents parts de les lletres), les regles de llegibilitat tipogràfica i les peculiaritats de les tipografies que hem escollit per dur a terme el TFG.

2.1.1. Anatomia de la lletra

Abans d'explicar les parts que componen un tipus definirem el concepte de caixa baixa i caixa alta:

- Caixa baixa: Es refereix a les lletres minúscules d'una tipografia
- Caixa alta: Es refereix a les lletres majúscules d'una tipografia

Parts generals que componen un tipus: (Figura 2.1-1)

- Altura X o altura de la x: altura de les lletres de caixa baixa exclouent els ascendents (els pals de la b, d, f,…) i els descendents(g,j,p,…).
- Línia base: línia que dóna suport a l'altura de la x.
- Altura de les majúscules: altura de les lletres de caixa alta d'una font, presa des de la línia de base fins la part superior del caràcter.

Figura 2.1-1: Esquema de la anatomia de la lletra; **Font:** Tipografía, Msc. Froilán Ramiro Gareca Hurtado (2015)

Segons la terminació dels caràcters poden ser *serif* o *sans serif* (Figura 2.1-2). El *serif* és un ressalt ornamental (Figura 2.1-2) que no és indispensable per a la definició d'un caràcter. Els alfabets què no tenen serif es coneixen com sans serif.

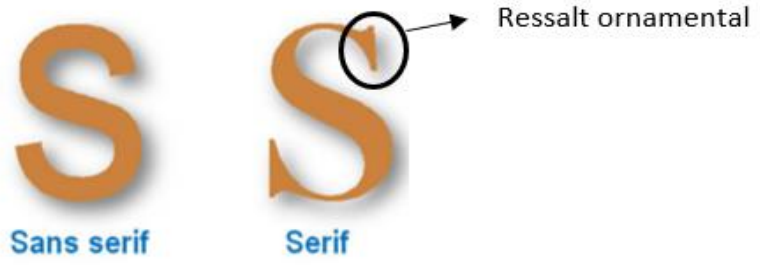


Figura 2.1-2: Sans Serif – Serif; **Font:** Tipografía, Msc. Froilán Ramiro Gareca Hurtado (2015)

La utilització de serif és principalment per a facilitar la lectura en texts llargs, ja que és més fàcil de seguir la lectura degut al ressalt ornamental. (Bernard, M., Lida, B., Riley, S., Hackler, T. i Janzen, K., 2002; Bryan, 1996; Conover, 2011; Wilson, 2001)

Les lletres sans serif no es recomanen per a textos llargs, ja que pot resultar incòmoda per la tendència visual a identificar caràcters com una successió de barres verticals consecutives. (McLean,1980; Schriver, 1997)

Per això, les lletres serif (Times New Roman, Georgia,...) s'utilitzen en diaris, llibres, revistes i publicacions amb textos extensos. Les lletres sans serif (Helvetica, Roboto,...) s'utilitzen per a titulars, rètols, anuncis i publicacions amb textos curts (Simmonds and Reynolds, 1994; Schriver, 1997).

No obstant això, les pantalles són molt diferents dels documents impresos, ja que utilitzen una resolució a 72 ppi (píxels per polzada), mentre que els documents impresos fan servir 180 ppi, 300 ppi, o superior (Wilson, 2001)[5]. La noció encara és qüestionable, perquè les primeres pantalles d'ordinador eren menys capaces de representar tipografies amb serif, però la majoria de pantalles d'ordinador modernes ara poden mostrar clarament tot tipus de lletra similar als mitjans impresos (Bryan, 1996; Rabinowitz, 2015). A més, estudis previs van trobar que un augment de la resolució de la pantalla augmenta la llegibilitat del text (Gugerty, Tyrrell, Aten i Edmonds, 2004).

Un estudi de 1971 fet per H. Bouma va analitzar les confusions que es donen entre les lletres minúscules quan estan aïllades. Les confusions són degudes a similituds perceptives i propietats

comunes que possiblement han servit de senyals perceptives, és a dir, la semblança de forma que tenen les lletres, si son lletres verticals, si són més rodones,... Les similituds dominants són: / h k b /, /t i l f r /, / e o c /, / a s z x e /, / v w / i / g p /.

2.1.2. Regles de llegibilitat tipogràfica

Les regles que exposarem més endavant es segueixen a l'hora de dissenyar una tipografia amb la finalitat de fer-la utilitzar per a textos o per a un rètol. Les regles de llegibilitat no estan pensades per a crear tipografies, les quals, els seus caràcters es presentin de manera aïllada amb la finalitat de crear un optotip per mesurar AV. Encara això, sembla interessant presentar-les ja que són la base de la creació d'una tipografia a nivell de disseny gràfic. Les regles següents estan extretes del llibre Tipografia (Msc. Froilán Ramiro Gareca Hurtado, 2015):

- Escollir els caràcters que siguin oberts (que hi hagi espai entre les línies que formen el propi caràcter) i ben proporcionats, amb regularitat en els tipus i amb rematades clàssiques (no crear formes estranyes de les lletres que dificultin la seva comprensió, respectar el que ja està normalitzat). Els caràcters que contenen afectacions estilístiques o irregularitats són menys llegibles i menys aconsellables a l'hora d'escriure textos llargs.
- Tenir en compte altres aspectes com el cos, la longitud de línia i l'interlineat estiguin harmonitzats per facilitar la lectura.
- Escollir un cos i una mida de la tipografia depenent de la finalitat i la importància que es vol donar al text.
- Plantejar les longituds de línia, habitualment es considera que el màxim de caràcters acceptats per línia són entre seixanta i setanta.
- L'interlineat ha de ser aproximadament un 20% major que la mida de la font.
- Les lletres rodones i minúscules solen ser dins d'una família les més llegibles, més que les cursives, les negretes, majúscules i estretes.
- La separació entre lletres i paraules ha de ser coherent i s'ha de realitzar de forma correcta.
- La separació de lletres s'ha de tenir en compte especialment a les majúscules i sobretot a la retolació. No es la mateixa separació que han de tenir les lletres D i O que les lletres M, la I o la N a la paraula DOMINO.
- La mida de la lletra s'ha de escollir en base a la distància a la què es vol que es llegeixi.
- La elecció del tipus més adequat depèn en gran mesura del tipus de missatge al que va enfocat (per a la lectura, per a un rètol...).

- La tipografia s'ha de dissenyar perquè sigui agradable a la lectura i que estigui íntimament relacionada amb l'objectiu del missatge i amb el públic al què va dirigit.

2.1.3. Tipografies a estudiar

En aquest treball utilitzarem les tipografies Helvetica, Roboto, Times New Roman i Optotipica_2.1. A l'Annex 1 es mostren gràficament les lletres de les diferents tipografies on es poden apreciar les seves diferències, per després analitzar-les.

En primer lloc, la tipografia Helvetica va ser creada al 1957 per Max Miedinger com a resposta a un encàrrec de la fundació de tipografies Haas de redissenyar la tipografia *Berthold* , una font tipus sans serif. A la dècada dels 60, en els Estats Units es va convertir en l'estàndard de la publicitat i la marca corporativa. L'any 1983 es redissenya la tipografia i se l'anomena Helvetica Neue. Actualment apareix en multitud de logotips, en nom de botigues, en empreses de tecnologia i podem veure-la amb freqüència en cartells, edificis i rètols degut a al seva versatilitat. Al mateix logotip de la UPC la podem trobar. Hem volgut incloure-la degut a la multitud de llocs on apareix.

En segon lloc, la Roboto és una família de fonts del tipus Sans Serif. Va ser creada per Google per al seu ús originalment en el sistema operatiu Android. Posteriorment es va estendre el seu ús al sistema operatiu Chrome SO i degut a les seves característiques és empleada actualment per tots el productes, projectes i serveis de Google, en molts llocs d'internet i en aplicacions web. Va ser dissenyada principalment per a pantalles, a diferència d'altres que van ser dissenyades originalment per al món analògic. Joshua Topolsky, editor cap de la xarxa de notícies de tecnologia *The Verge* , la va descriure com "neta i moderna". Degut a que va ser dissenyada especialment per a pantalles i té molta popularitat a l'actualitat la inclourem al treball.

En tercer lloc, la Times New Roman, va ser pensada per aparèixer en premsa impresa. Es va estrenar l'any 1932 per al diari de The Times. Als anys 80, Microsoft la va convertir en el tipus per defecte del seu processador de text Microsoft Word. Per tant, ja no era només utilitzada per periòdics sinó que també s'utilitzava en oficines, a les cases, a la universitat... Però Times New Roman era un tipus dissenyat per al paper i no per a pantalles, per tant, es van començar a desenvolupar altres tipus per a monitors. En el 2007, Microsoft va canviar la lletra per defecte de Word a Calibri. A l'actualitat, amb la

resolució dels nous monitors, torna a ser-hi present. Degut a tota la popularitat que ha tingut durant molts anys i que sempre hi ha estat present la inclourem al treball.

En últim lloc, l'Optotípica, és una tipografia dissenyada per ser utilitzada en tests de lectura que alhora permetin mesurar l'agudesa visual de manera "optotípica", és a dir, compleix els requeriments de disseny dels optotips. A la primera versió de l'Optotípica la caixa alta era la que estava dissenyada seguint les proporcions dels optotips (alçada 5s, gruix s). Es va crear una caixa baixa de 3s x 3s que no acomplia les proporcions del optotips però que mantenia el gruix del traç de la caixa alta. El fet que mantinguessin el mateix gruix de traç a la caixa baixa la feia poc clara per la lectura. Llavors va néixer l'Optotipica_2 (que és la que utilitzem al treball), en la que va ser la caixa baixa la que es va dissenyar com a optotip (Figura 2.1-3). L'Optotipica_2 va ser creada per Francesc Salvadó (antic professor de la FOOT), Andreu Balius (tipograf) i Montse Tàpias (professora de la FOOT).

Figura 2.1-3: Algunes lletres de caixa baixa de l'Optotipica_2; **Font:** FOOT-UPC

Les dues optotípiques estan inspirades en l'Anell de Landolt. Ja que la mateixa c de la tipografia Optotípica_2 és un Anell de Landolt.(Figura 2.1-4)

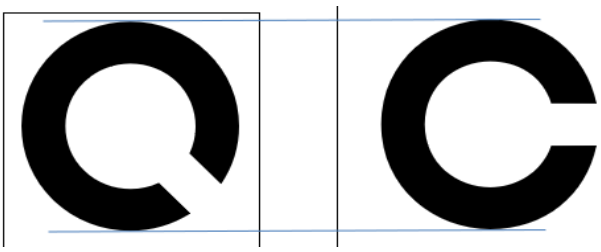


Figura 2.1-4: Representació C Landolt(esquerra)- c Optotipica(dreta)

Degut a que és una tipografia creada per al disseny d'optotips la volem incloure al treball.

2.2. Estadística, teoria de jocs i matrius de confusió

En aquest apartat explicarem les diferents maneres d'analitzar les dades que durem a terme en aquest TFG, es mostraran algunes definicions i conceptes, però no s'entrarà en molt de detall matemàtic. En segon lloc aplicarem per primera vegada la teoria de jocs a l'anàlisi de la llegibilitat de tipografies. En aquesta secció considerarem els anomenats índexs de poder de la teoria de jocs per analitzar la influència de cadascuna de les lletres que composen les tipografies.

2.2.1. Estadística bàsica

L'anàlisi que farem mitjançant l'estadística bàsica serà a partir dels valors de la mitjana i la desviació estàndard. Ens fixarem si aquests valor són alts, baixos... i com es relacionen entre ells.

La variància es calcularà mitjançant la coneguda fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{1}{26} * \sum_{i \in \{alfabet\}} (\frac{n_i}{60} - \mu)^2$$

On n_i és el número d'encerts de la lletra *i* pertanyent a l'alfabet, μ és la mitjana del total d'encerts de les lletres de l'alfabet, el número 60 correspon al total de vegades que s'ha presentat una lletra i el 26 correspon a les 26 lletres de l'alfabet que hem utilitzat al treball.

La mitjana es calcula a partir de la freqüència relativa de cada lletra, és a dir, el número d'encerts de cada lletra(n_i) entre el total de vegades que s'ha presentat (60), i la freqüència relativa d'aparició de cada lletra a l'idioma anglès i castellà (Fr_i).

$$\mu = \sum_{i \in \{alfabet\}} \frac{n_i}{60} * Fr_i$$

Igual que a la fórmula de la variància, n_i és el número d'encerts de la lletra *i* pertanyent a l'alfabet, µ és la mitjana del total d'encerts de les lletres de l'alfabet i Fr_i= freqüència relativa d'aparició de la lletra i pertanyent a l'alfabet en un idioma

El valor de la mitjana serà un valor comprès entre 0 i 1, degut a que tot el càlcul es basa en freqüències relatives i es calcularan en tant per u, i ens informa si una tipografia és bona, en termes de reconeixement dels caràcters, o dolenta. Un valor de la mitjana proper a 1 ens diria que és una tipografia bona i una mitjana amb un valor proper a 0 ens informaria que la tipografia és dolenta i els seus caràcters no es reconeixen molt bé.

Després d'obtenir el valor de la mitjana es calcularan les variàncies de cada lletra de l'alfabet respecte la mitjana per tal de visualitzar de quina manera afecta la lletra a la mitjana de la tipografia, es a dir, si perjudica a la tipografia amb un valor baix o si l'afavoreix.

$$\left(\frac{n_a}{60} - \mu\right) = {\sigma_a}^2$$

${\sigma_a}^2$=variància de la lletra *a*

L'arrel quadrada del sumatori de totes les variàncies dividit per el total de lletres de l'alfabet -1 (25) ens donarà la desviació estàndard de la tipografia. Aquesta desviació estàndard ens indica la dispersió que té la tipografia, més endavant es farà una explicació sobre com interpretar la dispersió.

La freqüència i la desviació estàndard ens permeten descriure la dispersió de les dades en una distribució normal o corba de Gauss. A continuació explicarem com interpretarem els resultats a partir d'una distribució normal o corba de Gauss.(Figura 2.2-1)

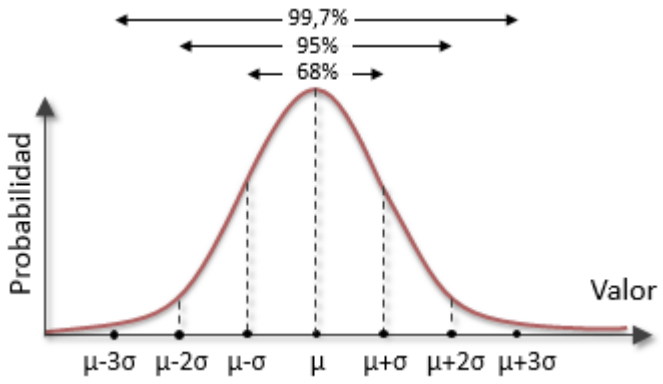


Figura 2.2-1: Distribució normal; **Font:** Matematicas10.net (2018). "Ejemplos de Distribución Normal". Recuperat de: https://www.matematicas10.net/2017/02/ejemplos-de-distribucion-normal.htmlA

A la figura 2.2-1 es veu com seria la distribució de la mitjana amb les desviacions estàndard. La mitjana seria el valor μ, a l'interval (μ-σ, μ +σ) (desviació estàndard) trobaríem a la majoria dels resultats (68%), i a l'interval (μ -2σ, μ +2σ) trobaríem quasi tots els resultats (95%).

Els valors de les desviacions estàndards seran entre 0 i 1 per la mateixa raó que la mitjana, segueixen la proporció tant per u. Quan més a prop de 0 sigui el resultat voldrà dir que la distribució dels resultats és poc dispersa i els valors tenen tendència a estar agrupats a prop del valor desitjat, un resultat proper a 1 ens diria que la distribució dels resultats és dispersa i els valors no estan agrupats. Per exemple, la mitjana dels parells de valors 1-0 i 0.5-0.5 és la mateixa, és a dir 0.5, però la variància en el primer cas serà de 0.5 degut a que els valors estan més dispersos i, en el segon cas, serà de 0 degut a que comparteixen el mateix valor i, llavors, estan agrupats.

També es farà una anàlisi mitjançant les freqüències relatives de cada lletra de l'alfabet. Tenint en compte el número d'encerts davant totes les vegades que s'ha presentat la lletra, es valorarà depenent la freqüència relativa si aquella lletra és bona o necessita algun canvi. Un valor proper a 0 vol dir que aquella lletra no es reconeix bé i un valor proper a 1 vol dir que és reconeix bé. Amb el conjunt de tots els valors de les diferents tipografies podrem comparar lletres de diferents tipografies, en el cas que en una tipografia un lletra tingui un valor baix i en una altre tipografia un valor més alt, es poden comparar a nivell de disseny gràfic quines diferències tenen i a partir d'això deduir què fa que la lletra sigui més llegible o no.

2.2.2. Teoria de jocs

Com s'ha comentat en la introducció, un dels principals objectius d'aquest treball és aplicar la teoria de jocs a la llegibilitat de tipografies. Per dur a terme aquest objectiu s'aplicaran els anomenats *índexs de poder* de la teoria de jocs a la llegibilitat. Sense entrar en detalls matemàtics ni formals, a continuació donarem una idea de què són aquests índexs de poder i com els podem aplicar en el nostre àmbit.

Imaginem que tenim un joc on diferents jugadors interactuen entre ells i ho poden fer formant coalicions per obtenir més benefici o guany en el joc. Els índexs de poder determinen el poder o la influència que té cada jugador per tal que es guanyi depenent de les possibles coalicions. L'aplicació més directa és la de l'àmbit de sistemes electorals. Vegem un exemple.

Suposem que en un sistema electoral hi ha 3 partits polítics A, B i C amb 29, 21 i 10 diputats, respectivament. Suposem també que les lleis s'aproven sempre que hi hagi més del 50% del diputats a favor, és a dir, com a mínim hi ha d'haver 31 diputats que estiguin a favor. En aquest *joc* o sistema electoral ningú pot decidir per ell sol, calen coalicions, cal que diferents partits estiguin d'acord. Per exemple, els partits A i B formen més del 50% dels diputats i si estan d'acord poden aprovar una llei. El mateix passa amb els partits B i C, etc. Els índexs de poder de la teoria de jocs calculen el poder o influència de cada jugador (o partit polític) tenint present totes les possibles coalicions que es poden formar.

El primer índex de poder que es va definir ha estat el més rellevant des dels seus orígens, és l'anomenat índex de poder de Shapley-Shubik [1954]. Aquests índex calcula la importància de cada jugador depenent de les coalicions guanyadores que pot formar, és a dir, en un sistema electoral calcula el poder de cada jugador depenent de les coalicions que pot formar per tal que una llei es pugui acceptar.

A continuació presentem el teorema de Shapley i Shubik que defineix l'índex de Shapley-Shubik (no entrarem en els detalls ja que el formalisme matemàtic de l'índex no forma part d'aquest treball).

Teorema de Shapley (1954) *(R. Amer, F. Carreras, A. Magaña, 2008)**:** Per a cada joc (per exemple, sistema electoral) poden definir un índex per a cada jugador de manera que es satisfan quatre axiomes coherents i acceptats de forma natural: l'índex és eficient, un jugador que no influeix té un valor igual a 0, dos jugadors igualment influents tenen el mateix valor, quan diferents jugadors fan una coalició el benefici total mai serà menor que si no fan la coalició.*

Formalment l'índex de poder d'un jugador "i" es calcula amb la fórmula

$$\sum_{S i \in S} \frac{(s-1)!\,(n-s)!}{n!}[u(S) - u(S \setminus \{i\})]$$

.

Com hem dit, no entrem en el detall de què vol dir cada component de la funció perquè no es troba a l'abast del treball ni és un dels nostres objectius.

Cal destacar que l'índex de poder es normalitza entre 0 i 1 per a cada jugador. El valor de 0 indica que el jugador no té cap efecte en el joc, mentre 1 vol dir que el jugador determina el resultat de la votació. És a dir, quan més gran és l'índex d'un jugador més determinat/influent/poder té sobre el joc per guanyar.

En el nostre cas els jugadors són les lletres i es mira el poder o la influència de cada lletra per tal que tingui *bona llegibilitat*. Nosaltres considerarem que un text és llegeix adequadament (té bona llegibilitat) quan hi ha un 75% d'encerts. De fet, no tenim cap referència prèvia però si escollíem un 90% no s'obtenien resultats rellevants ja que s'atorgaven valors d'índex de poder que no reflexaven la realitat i si preníem el 50%, quasi totes les lletres obtenien l'índex de poder igual a 1 i no es podien fer les comparacions entre tipografies ja que totes les lletres obtenien valors molt bons.

Aquest punt és el que diferencia la teoria de jocs de la estadística bàsica ja que es dona un valor afegir a les coalicions que permeten un percentatge adient d'encerts (75% d'encerts en el nostre cas). La teoria de jocs estudia el poder de cada jugador quan entra en coalició amb altres i volem assolir aquest percentatge establert. Amb això volem donar-li un altre enfoc a l'anàlisi de les dades recollides experimentalment. La interpretació serà la mateixa que per a l'estadística bàsica però amb uns valors que ens mostren més informació. Per al càlcul dels índexs de poder utilitzarem un pàgina web: http://homepages.warwick.ac.uk/~ecaae/ (Dennis Leech, Robert Leech), s'utilitza el programa anomenat *ssdirect*, on s'utilitzat l'índex de poder de S-S.

2.2.3. Matrius de confusió

Les matrius de confusió són una eina que s'utilitza molt en el camp de l'intel·ligència artificial i la medicina diagnòstica. Permeten visualitzar la fiabilitat que té el model que volem presentar. En el nostre cas el model seran les diferents tipografies i es valorarà el nombre d'encerts, és a dir, que quan presentem una *a* diguin *a*, i d'errades, que quan presentem una *a* no diguin *a*. Això serà per a totes les lletres.

Exemple extret de "La matriz de confusión y sus métricas", Juan Ignacio Barrios Arce, 2019.

Un cas pràctic d'actualitat seria el covid-19 i les PCR. Hi ha quatre variables: (Figura 2.2-2)

- Veritable Positiu(VP): Persona que té Covid-19 i se li ha detectat Covid-19
- Veritable Negatiu(VN): Persona que no té Covid-19 i no se li ha detectat Covid-19
- Fals Positiu(FP): Persona que no té Covid-19 i se li ha detectat Covid-19
- Fals Negatiu(FN): Persona que té Covid-19 i no se li ha detectat Covid-19

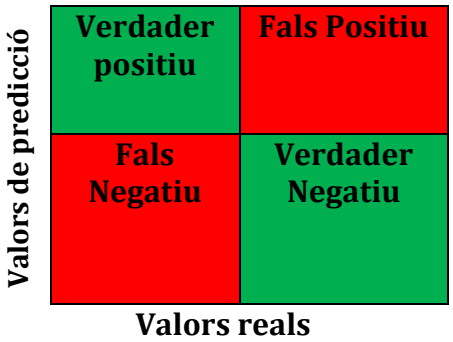


Figura 2.2-2: Matriu de confusió binaria

A partir de la matriu resultant és poden calcular diferents paràmetres que es defineixen a continuació:

- L'Exactitud (Accuracy): Ens diu la quantitat casos han estat diagnosticats correctament. Un valor proper a 0 vol dir que el número de FP i FN es gran i no serveix per diagnosticar correctament. Un valor proper a 1 ens diria que el número de FP I FN és baix i que serveix per diagnosticar casos correctament. Per mesurar-la s'utilitza la següent fórmula:

$$ACC = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN}$$

Com es veurà més endavant en el treball aquest paràmetre no ens dóna la informació desitjada ni ens discrimina les tipografies tal com s'explicarà més endavant.

- La Precisió (Precison): S'utilitza per mesurar la proporció de casos amb predicció positiva que siguin realment de classe positiva. Un valor proper a 0 ens diu que el número de FP és gran i què no sap detectar ben bé els casos positius verdaders i un valor proper a 1 ens diria que els número de FP és baix i què detecta bé els casos positius verdaders. S'utilitza la següent fórmula:

$$PRE = \frac{VP}{VP + FP}$$

- La Sensibilitat (Recall): S'utilitza per mesurar quants casos han estat diagnosticats correctament en tots el casos que en veritat són positius (diagnosticats(VP) i no diagnosticats per el model(FN)). Un valor proper a 0 ens diu que el número de FN és gran i que no

$$REC = \frac{VP}{VP + FN}$$

diagnostica bé els casos positius verdaders i un valor proper a 1 ens diu que el número de FN es baix i que diagnostica bé els casos positius verdaders. S'utilitza la següent fórmula:

- F-Score: Aquesta mètrica ens resumeix la precisió i la sensibilitat. S'utilitza la següent fórmula:

$$F_{score} = \frac{2 \times PRE \times REC}{PRE + REC}$$

Conforme aquestes mètriques podem aconseguir 4 possibles casos:

- **Alta precisió i alta sensibilitat:** el model gestiona perfectament la classe(si es positiu o negatiu). Si aconseguim aquest resultat, el model diagnostica correctament els casos de Covid i els que no ho són.

- **Alta precisió i baixa sensibilitat:** el model no detecta la classe molt bé, però quan ho fa és altament confiable. El model no diagnostica del tot bé els pacients positius de Covid, però quan surt un cas positiu és molt probable que de veritat ho sigui (El número de FP és baix)
- **Baixa precisió i alta sensibilitat:** El model detecta bé la classe, però també inclou mostres de l'altre classe. El model detecta bé els casos positiu però també detecta com a positius pacients que no tenen el Covid.
- **Baixa precisió i baixa sensibilitat:** El model no aconsegueix classificar la classe correctament. El model no diferencia bé entre casos positiu de Covid o negatius. El número de FP i FN és alt.

En el nostre cas les variables es descriuran de la següent forma:

- VP: Es presenta una *a* i responen *a*
- VN: No presentem *a* i no responen *a*
- FP: No presentem *a* i responen *a*
- FN: Presentem *a* i no responen *a*

La descripció que hem fet només es descriu d'aquesta manera per a la lletra *a,* però és pot utilitzar de la mateixa manera per a la resta de lletres de l'alfabet. Cada lletra tindrà valors diferents de cada variable, sent la descripció de cada variable aplicada a cada lletra. A partir d'aquests valors es calcularan les mètriques i farem la interpretació tal i com està explicada anteriorment, extrapolant la descripció per a l'anàlisi de les lletres. Amb aquests valors farem la discussió semblant a la de l'estadística bàsica i la teoria de jocs.

Aquest mètode ens donarà un altre punt de vista per poder fer una discussió sobre la incorporació de la teoria de jocs, com a mètode per quantificar la llegibilitat de les tipografies, és a dir, les matrius de confusió analitzen tant amb quines lletres et confons com quines lletres confons amb aquella certa lletra.

3. METODOLOGIA

En aquest apartat explicarem els materials i la instrumentació utilitzada i el mètode que s'ha seguit per obtenir els resultats finals.

3.1. Mostra de pacients emprada

Per a la realització d'aquest estudi s'han pres dades de 30 pacients amb una agudesa visual binocular mínima de 0,8 amb la millor correcció en visió de lluny. El rang d'edat dels participants ha sigut d'entre 18 i 55 anys. Mitjana 22,6 anys; Desviació estàndard: 6,47.

3.2. Muntatge experimental, instrumentació i especificacions de les presentacions dels caràcters

Les proves s'han dut a terme al laboratori d'Òptica Fisiològica de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa, on s'han col·locat la mentonera i el monitor a una distància de 5 metres entre els dos (Figura 3.2-2). Al voltant del monitor s'ha posat una pantalla blanca per evitar possibles distraccions. Prèviament s'ha mesurat la luminància de la pantalla(192cd) i la luminància de fons(53cd) amb un contrast de -2,6. El contrast a les presentacions serà de 0'98, sent la luminància del detall (lletra) de 3'1 cd i la luminància de fons de 192 cd. La il·luminació al laboratori ha sigut sempre la mateixa tots els pacients i totes les sessions.

Per a la realització del muntatge experimental s'han utilitzat els següents instruments:

- Monitor
- Mentonera
- Pantalla blanca amb un forat enmig per a posar el monitor(Figura 3.2-1)
- Cinta mètrica
- Portàtil amb les presentacions

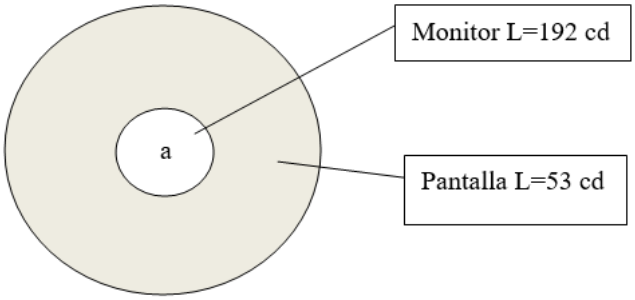


Figura 3.2-1: Esquema de la pantalla blanca i el monitor

Figura 3.2-2: Esquema de la prova

Per a la fabricació i utilització de les presentacions s'ha tingut en compte la norma ISO 8596:2018/A1:2020, on marca les pautes detallades de la mida de l'anell. A partir d'aquest anell s'ha igualat a la caixa baixa de les tipografies i s'han anotat la relació de punts i la mida real a la pantalla de l'anell. A la Figura 3.2-3 podem veure representat el que hem comentat.

Figura 3.2-3: Igualació de tipografies

Amb aquestes dades, i sabent l'AV a la que volem treballar, es poden determinar els punts de cada tipografia per crear les presentacions. Es construiran les presentacions amb increments de 0,025 logMAR. Cada presentació tindrà les 26 lletres de l'abecedari anglès amb presentacions aleatòries dels caràcters. Tots els ordres d'aleatorietat de les presentacions estaran preestablerts i apuntats en una taula, on anirem recollint les respostes.

ΔlogMAR	0,025		d (mm)	5000		landolt (pt)	335	Times (pt)	747,5	Optotipica	760	Helvetica	638,8
						landolt (mm)	175	Times (M)	505	Optotipica(M)	461	Helvetica(M)	466,5
n	AV dec	logMAR	s (mm)	5s (mm)	pt (landolt)	pt (Times)	pt (Optotipica)	pt (Helvetica)	pt (Times(M))	pt(Optotipica(M))	pt(Helvetica(M))		
0	0,841	0,075	1,729	8,643	16,5	36,9	37,5	31,5	24,9	22,8	23,0		
1	0,891	0,050	1,632	8,160	15,6	34,9	35,4	29,8	23,5	21,5	21,8		
2	0,944	0,025	1,541	7,703	14,7	32,9	33,5	28,1	22,2	20,3	20,5		
3	1,000	0,000	1,454	7,272	13,9	31,1	31,6	26,5	21,0	19,2	19,4		
4	1,059	-0,025	1,373	6,865	13,1	29,3	29,8	25,1	19,8	18,1	18,3		
5	1,122	-0,050	1,296	6,481	12,4	27,7	28,1	23,7	18,7	17,1	17,3		
6	1,189	-0,075	1,224	6,119	11,7	26,1	26,6	22,3	17,7	16,1	16,3		
7	1,259	-0,100	1,155	5,777	11,1	24,7	25,1	21,1	16,7	15,2	15,4		
8	1,334	-0,125	1,091	5,453	10,4	23,3	23,7	19,9	15,7	14,4	14,5		
9	1,413	-0,150	1,030	5,148	9,9	22,0	22,4	18,8	14,9	13,6	13,7		
10	1,496	-0,175	0,972	4,860	9,3	20,8	21,1	17,7	14,0	12,8	13,0		
11	1,585	-0,200	0,918	4,588	8,8	19,6	19,9	16,7	13,2	12,1	12,2		
12	1,679	-0,225	0,866	4,332	8,3	18,5	18,8	15,8	12,5	11,4	11,5		
13	1,778	-0,250	0,818	4,089	7,8	17,5	17,8	14,9	11,8	10,8	10,9		
14	1,884	-0,275	0,772	3,861	7,4	16,5	16,8	14,1	11,1	10,2	10,3		
15	1,995	-0,300	0,729	3,645	7,0	15,6	15,8	13,3	10,5	9,6	9,7		
16	2,113	-0,325	0,688	3,441	6,6	14,7	14,9	12,6	9,9	9,1	9,2		
17	2,239	-0,350	0,650	3,248	6,2	13,9	14,1	11,9	9,4	8,6	8,7		
18	2,371	-0,375	0,613	3,067	5,9	13,1	13,3	11,2	8,8	8,1	8,2		
19	2,512	-0,400	0,579	2,895	5,5	12,4	12,6	10,6	8,4	7,6	7,7		

Taula 3.2-1: Calibratge de les tipografies

A la taula 3.2-1 hem presentat els valors, en punts, de cada tipografia per a cada AV. A la part superior podem veure a l'esquerra l'increment de LogMAR que hem tingut present, després veiem la distància d'examen, que són 5 m, i els valors de la dreta corresponen a la igualació de les diferents tipografies amb la C de Landolt. A partir d'aquests valors podem calcular el número de punts necessaris per a fer cada presentació per a diferents AV.

Per a la tipografia Roboto s'ha tingut en compte que comparteix caixa baixa amb l'Helvetica, és a dir, els punts establerts per a presentar la tipografia Helvetica també seran utilitzats per la tipografia Roboto.

3.3. Protocol de prova

L'examen s'ha realitzat en dues sessions per a cada pacient, ja que la durada total de la prova és d'1 hora i 30 minuts, això fatigaria als pacients i seria una possible font d'errades. Primerament se li passarà un test d'AV per veure si compleix els requisits d'AV (superior a 0,8). Després, abans de començar, se li explicarà que la prova consisteix en presentacions on hi aniran apareixent lletres aleatòriament. Dins les presentacions, primerament apareixerà una pantalla en blanc i després apareixerà la primera lletra durant 3 segons i tornarà la pantalla en blanc durant 4 segons, en aquest temps el pacient haurà de dir quina lletra creu que ha vist i sempre ha de respondre una lletra, després apareixerà una altra lletra aleatòria i així successivament fins acabar la presentació, un cop acabada la presentació es farà un descans de 2 minuts entre presentació i presentació. Es valoraran 4 tipografies diferents, per a cada tipografia s'avaluarà minúscules i majúscules per separat, per cada majúscula o

minúscula seran dues presentacions, fent un total de 16 presentacions. Un cop explicat al pacient començarem la prova.

L'ordre de presentar les tipografies s'anirà alterant amb cada pacient, per a que totes les tipografies apareguin en totes les posicions. Amb la primera presentació es buscarà que el pacient faci entre un 25-50% d'errades, si no s'aconsegueix amb la primera es descartarà i s'intentarà amb la següent presentació, on triarem una mida més adequada depenent del número d'errades que ha comès a l'anterior, un cop tenim aquest percentatge d'errades ens quedarem amb aquella mida de lletra i llavors totes les tipografies es presentaran per a aquella mida sent indiferent el nombre d'errades, ja que aquí es veuré quina tipografia és millor que les altres.

Amb el 25-50% d'errades volem aconseguir un valor d'AV amb que el pacient no acabi de reconèixer ben bé les lletres, amb això veurem quines lletres és distingeixen menys i quines més.

Un cop recollides totes les dades dels pacients es posaran en una taula conjunta per poder analitzar-les.

4. RESULTATS

En aquest apartat presentarem els resultats obtinguts en 8 taules, 2 per cada tipografia (majúscules i minúscules). Després començarem l'anàlisi, en primer lloc serà per estadística bàsica, aplicant el coneixement explicat al marc teòric. En segon lloc s'analitzarà per la teoria de jocs i, finalment per les matrius de confusió. Tots els resultats es presentaran mitjançant taules i gràfiques.

4.1. Presentació dels resultats

Totes les taules porten el mateix disseny, les files són les lletres que es presenten i les columnes són les respostes que dóna el pacient (Taula 4.1-1). L'ideal seria que tota la diagonal que va d'adalt esquerre fins abaix dreta estigui amb els valors màxims. Les taules es poden visualitzar a l'Annex 2. A continuació presentem un exemple:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	40	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
b	1	52	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	48	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
d	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
e	5	0	11	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
f	0	0	0	0	0	21	0	0	6	2	0	3	0	0	0	1	0	4	0	22	0	1	0	0	0	0
g	0	0	0	2	1	0	50	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
h	0	1	0	0	0	0	0	48	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	2	0	1	33	13	1	6	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	10	44	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	44	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0
l	0	0	0	0	0	4	0	0	18	7	0	27	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
o	1	0	2	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	44	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	55	0	0	1	0	0	0	0	0	0
r	0	0	0	0	0	18	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	34	0	2	0	0	0	0	0	0
s	18	0	6	2	2	0	1	2	0	0	5	0	0	3	4	1	0	0	10	0	0	2	0	3	1	0
t	0	0	0	0	0	13	0	0	8	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	1
u	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	54	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	49	0	0	9	1
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	8	5	43	0	0	0
x	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	2	0	39	0	4
y	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	55	0
z	0	0	0	2	0	6	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9	0	35

Taula 4.1-1: Helvetica (minúscules)

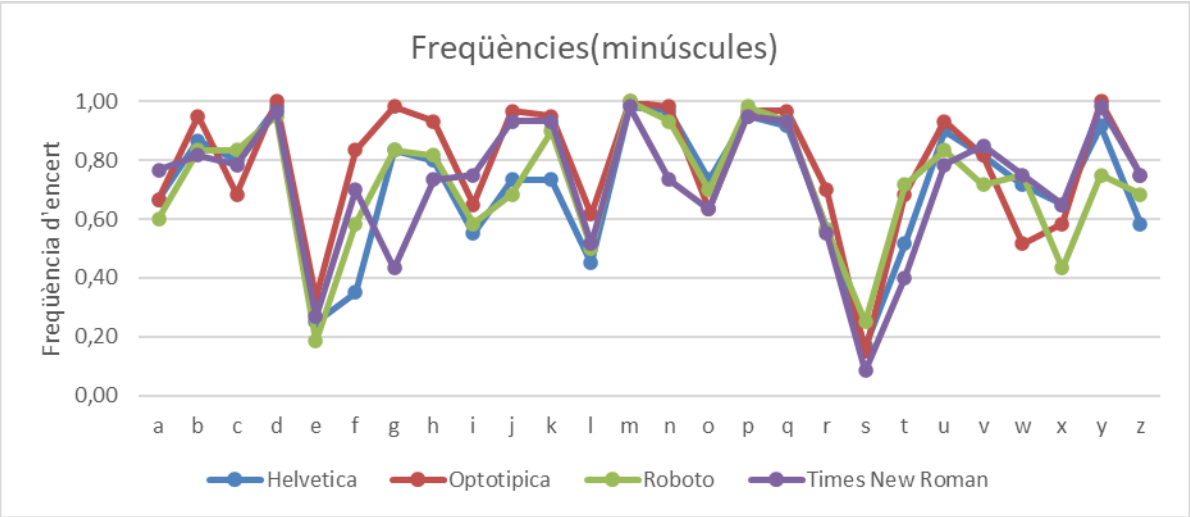
4.2. Anàlisi mitjançant estadística bàsica

A continuació presentarem una taula i una gràfica que recull les dades de les minúscules i més endavant es mostraràn per a les majúscules. També farem un comentari valorant els resultats.

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	0,67	0,67	0,60	0,77
b	0,87	0,95	0,83	0,82
c	0,80	0,68	0,83	0,78
d	0,98	1,00	0,95	0,97
e	0,25	0,33	0,18	0,27
f	0,35	0,83	0,58	0,70
g	0,83	0,98	0,83	0,43
h	0,80	0,93	0,82	0,73
i	0,55	0,65	0,58	0,75
j	0,73	0,97	0,68	0,93
k	0,73	0,95	0,90	0,93
l	0,45	0,62	0,50	0,52
m	0,98	1,00	1,00	0,98
n	0,97	0,98	0,93	0,73
o	0,73	0,63	0,70	0,63
p	0,95	0,97	0,98	0,95
q	0,92	0,97	0,93	0,93
r	0,57	0,70	0,57	0,55
s	0,17	0,15	0,25	0,08
t	0,52	0,68	0,72	0,40
u	0,90	0,93	0,83	0,78
v	0,82	0,82	0,72	0,85
w	0,72	0,52	0,75	0,75
x	0,65	0,58	0,43	0,65
y	0,92	1,00	0,75	0,98
z	0,58	0,75	0,68	0,75
Mitjana	**0,71**	**0,78**	**0,71**	**0,72**
Desv. Est.	**0,23**	**0,22**	**0,21**	**0,23**
Valor alfabet*	**0,62**	**0,69**	**0,64**	**0,61**

Taula 4.2-1: Freqüència d'encerts de cada lletra en cada tipografia (minúscules)

*Valor alfabet: Aquest valor té en compte el percentatge d'aparició de cada lletra a l'alfabet, atorgant més importància a les lletres que apareixen amb més freqüència i menys importància a les que apareixen amb menys freqüència



Gràfic 4.2-1: Comparació de les diferents freqüències d'encert de cada lletra respecte les diferents tipografies (minúscules)

Amb l'ajut del gràfic 4.2-1 i la taula 4.2-1 dels resultats podem comparar les diferents tipografies.

En general hi ha bastanta semblança entre les diferents tipografies. La forma que creen en el gràfic és similar. Totes les tipografies comparteixen tant les valls de les lletres *e* i *s* com els pics de la *d,* la *m*, la *p*, la *q*... A continuació destacarem les diferències de cada tipografia:

En l'Helvetica veiem que no destaca a quasi cap lletra, té una mitjana d'encerts del 71%. Els punts que més podem destacar de la tipografia Helvetica són la lletra *f*, on veiem que l'Helvetica té un 35% d'encerts i es troba a bastanta diferencia de les altres tipografies, i les lletres *k*, *l* i *z*, on la tipografia té els pitjors resultats però no hi ha tanta diferència com a la lletra *f*. On si sobresurt una mica l'Helvetica és a la lletra *o*, obtenint el millor resultat, 73%.

L'Optotípica és la tipografia amb millor mitjana, 78% d'encerts. Al gràfic es pot observar que quasi sempre està als punts més alts. L'Optotípica destaca a les lletres *b, e, f, g, h, l, r* i *u.* També hi ha altres lletres on destaca conjuntament amb una altre tipografia com a la *j,* la *t,* la *y* i la *z.* Observem també que l'Optotípica obté una freqüència d'encerts menor que les altres tipografies a les lletres *c* i *w*, a la lletra *o* també es troba amb un valor baix conjuntament amb la Times New Roman.

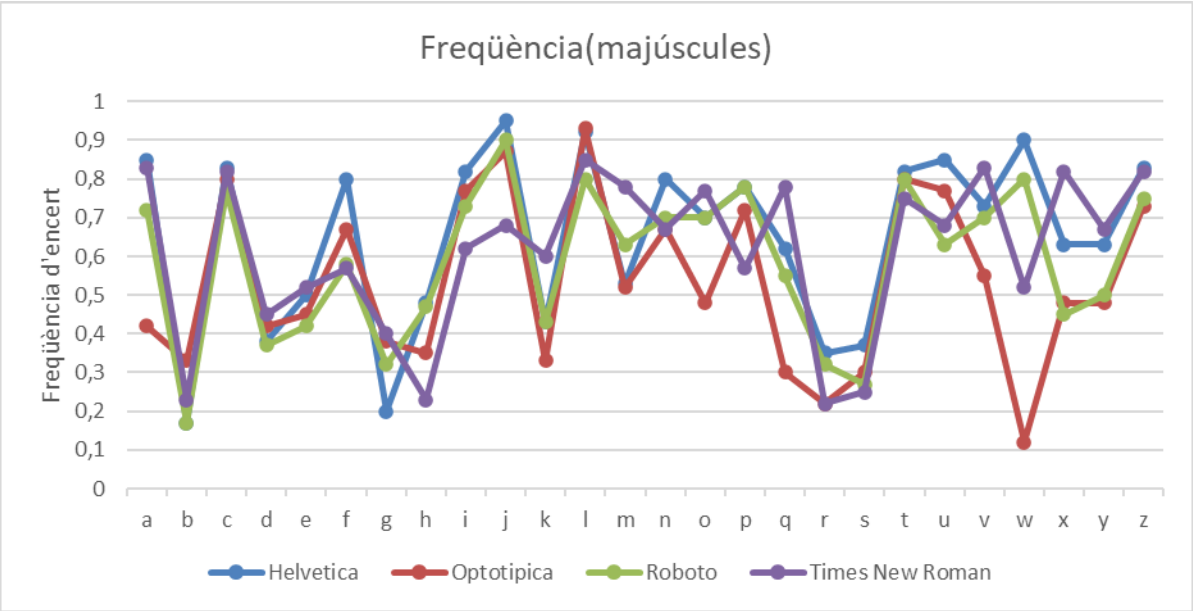
La Roboto obté una mitjana igual a l'Helvetica, 71%d'encerts, però aquesta té un valor alfabet major, això vol dir que és millor que l'Helvetica en lletres que apareixen amb més freqüència en l'alfabet. La Roboto no destaca en moltes lletres, principalment podem dir que destaca a les lletres *s,* on si que destaca amb diferència sent la millor, i *t,* que destaca juntament amb l'Optotípica. On obté valors més baixos és a les lletres *a, e, j, v, x* i *y,* aquestes dues últimes amb més diferència.

La Times New Roman té una freqüència d'encerts similars a l'Helvetica i la Roboto, 72% d'encerts, i un valor alfabet similar a l'Helvetica. Podem observar que destaca una mica a les lletres *a, i* i *v.* On trobem més diferències significatives es quan la Times New Roman obté els valors més baixos, observem grans diferències a les lletres *g, n, s* i *t,* sent la *g* la pitjor, amb una diferència de 0,4 punts amb la resta de tipografies.

En general, podem dir que l'Optotípica és la que destaca respecte les altres tipografies, que tenen valors similars totes 3 tipografies, a nivell de les lletres minúscules, ja que té una mitjana superior a la resta i les desviacions estàndard de totes 4 tipografies és similar.

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	0,85	0,42	0,72	0,83
b	0,17	0,33	0,17	0,23
c	0,83	0,8	0,77	0,82
d	0,38	0,42	0,37	0,45
e	0,5	0,45	0,42	0,52
f	0,8	0,67	0,58	0,57
g	0,2	0,38	0,32	0,4
h	0,48	0,35	0,47	0,23
i	0,82	0,77	0,73	0,62
j	0,95	0,87	0,9	0,68
k	0,43	0,33	0,43	0,6
l	0,92	0,93	0,8	0,85
m	0,53	0,52	0,63	0,78
n	0,8	0,67	0,7	0,67
o	0,7	0,48	0,7	0,77
p	0,78	0,72	0,78	0,57
q	0,62	0,3	0,55	0,78
r	0,35	0,22	0,32	0,22
s	0,37	0,3	0,27	0,25
t	0,82	0,8	0,8	0,75
u	0,85	0,77	0,63	0,68
v	0,73	0,55	0,7	0,83
w	0,9	0,12	0,8	0,52
x	0,63	0,48	0,45	0,82
y	0,63	0,48	0,5	0,67
z	0,83	0,73	0,75	0,82
Mitjana	**0,65**	**0,53**	**0,58**	**0,61**
Desv. Est.	**0,28**	**0,27**	**0,19**	**0,2**
Valor alfabet	**0,65**	**0,53**	**0,58**	**0,59**

Taula4.2-2: Freqüència d'encerts de cada lletra en cada tipografia (majúscules):



Gràfic 4.2-2: Comparació de les diferents freqüències d'encert de cada lletra respecte les diferents tipografies (majúscules)

A les majúscules observem una baixada de la freqüència d'encerts a totes les tipografies, sent la que major mitjana de freqüència d'encerts té la tipografia Helvetica.

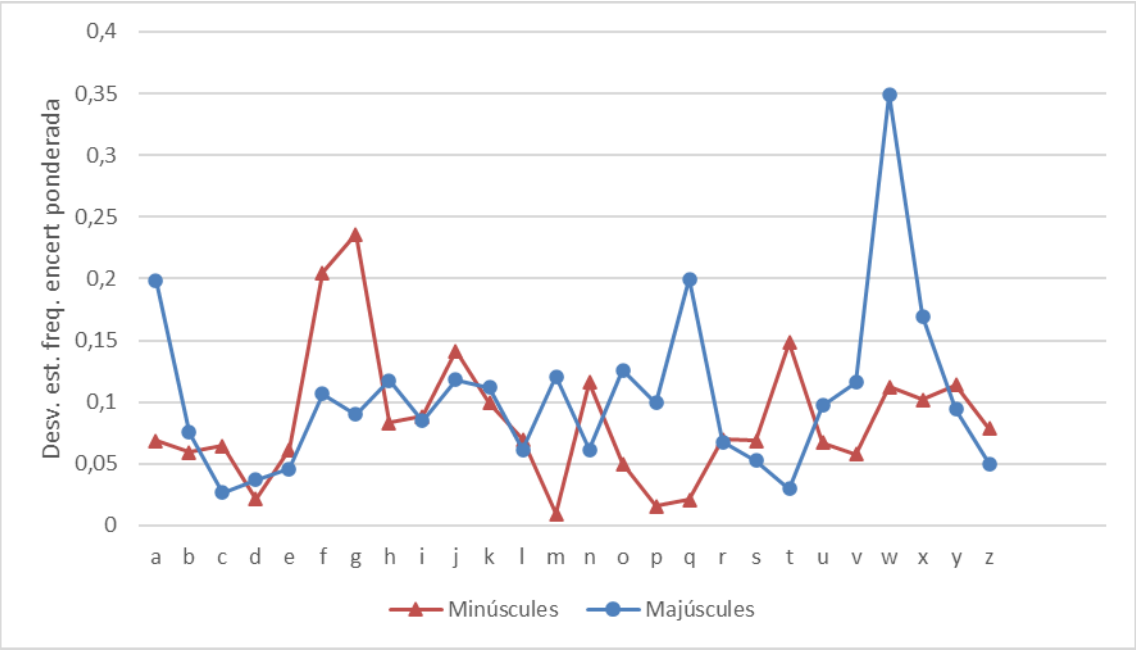
L'Helvetica, com podem observar, en moltes lletres té el valor màxim d'encerts. On més destaca en solitari és a les lletres *F, I, J, N, R, S, U* i *W.* En canvi, de lletres que tingui baixa freqüència hi ha la lletra *G* en solitari, i les lletres *B* i *M*, es troba amb el valor més baix però conjuntament a una altre tipografia. Cal destacar també que l'Helvetica és la tipografia que major valor de desviació estàndard té, això vol dir que té lletres molt bones i lletres molt dolentes, tenint en compte que la mitjana es del 65%.

L'Optotípica, en canvi, és la tipografia amb pitjor mitjana d'encerts a les majúscules, sent un 53% d'encerts. A partir del gràfic podem observar que l'Optotípica destaca en molt poques lletres, en solitari destaca a la lletra *B,* també dir que té valors bons a les lletres *G* i *L.* D'altra banda quan parlem de les lletres que menys encerts ha tingut podem observar que hi ha grans diferències amb la resta de tipografies, aquestes diferències es poden veure a les lletres *A, K, M, O, Q, R, V* i *W.* També, al igual que l'Helvetica, l'Optotípica té un valor de desviació estàndard alt, per lo tant els valors de l'Optotípica es mouen entre lletres molt bones i lletres molt dolentes.

La Roboto no es veu que destaqui molt en cap lletra, però tampoc es troba molt més per sota que les altres tipografies, sempre es troba en valors pròxims amb una altre tipografia. Per tant, no crec necessari fer una anàlisi com a les altres tipografies.

La Times New Roman si que destaca en algunes lletres, com la *k,* la *M,* la *O,* la *Q,* la *V*, la *X* i la *Y.* En canvi, les lletres amb pitjors dades comparades a les altres tipografies són les lletres *F, H, I, J, P, S* i *T.*

A les majúscules, aplicant els valors de l'alfabet, no hi ha diferències significatives entre la mitjana i aquest valor.



Gràfic 4.2-3: Desviació estàndard de les freqüències d'encerts de les 4 tipografies per a cada lletra

El gràfic 4.2-3 ens explica quines lletres hi ha més diferència entre tipografies, valors propers a 0 ens diuen que totes 4 tipografies tenen valors semblants. Quant més lluny del 0 estigui més diferències hi hauran.

Podem observar que les lletres més conflictives a les minúscules són la *f* i la *g*, aquest és el pic més alt. Després també observem pics a les lletres *j, n* i *t.* A les majúscules observem els pics a les lletres *A, Q* i *W*, també podem observar que les línies de les majúscules estan més per sobre que les de les minúscules, això ens diu que entre les lletres majúscules hi ha més diferències de freqüència d'encerts.

Aquest gràfic ens ajuda a buscar els punts conflictius més ràpidament, per exemple, observant el pic de la *W,* vas directament a la taula de resultats de les majúscules (Taula 4.2-2) i veus quina tipografia és la més conflictiva.

En general, a les majúscules hi ha més lletres conflictives ja que en el gràfic es veu que hi ha pics més grans que a les minúscules. Per decidir quina tipografia és més bona, s'ha tingut en compte que les minúscules apareixen molt més que les majúscules a les lectures, podríem dir que el cos d'una tipografia són les minúscules, per tant, considerem que l'Optotípica és la que millor llegibilitat té d'aquestes 4 tipografies.

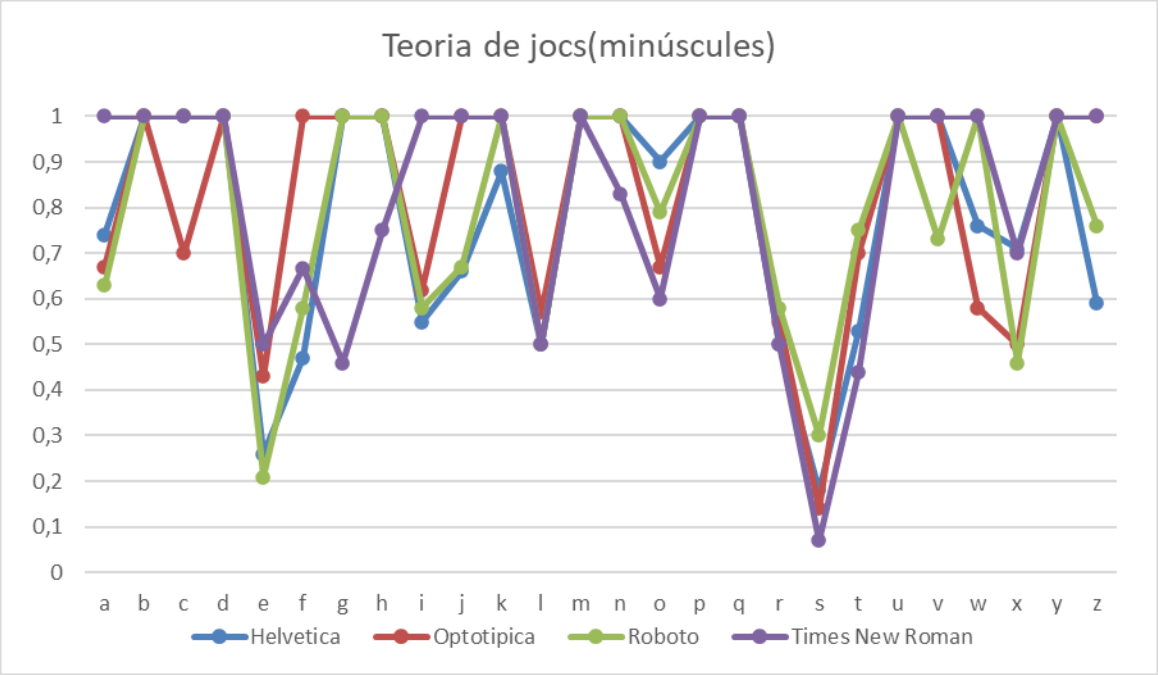
4.3. Anàlisi mitjançant la teoria de jocs

Comparació quota 75% respecte a la quota del 90%

Per decidir quina quota utilitzaríem per a l'anàlisi de resultats mitjançant índexs de poder, el valor de l'índex de poder depèn de la quota que escollim, vam fer una comparació dels resultant aplicant la quota del 75% i la del 90% per a la tipografia Helvetica (minúscules). La mitjana dels resultats obtinguts mitjançant la quota del 75% va ser de 0,78 i la mitjana mitjançant la quota del 90% va ser de 0,56. Per al 90% vam observar que els valors que donaven a les lletres eren molt baixos o molt alts, per tant, no acabàvem de veure reflectits els valors adequats. A l'hora d'aplicar el 75%, en canvi, si que vam veure ben reflectits els valors que s'atorgaven a les lletres, per tant vam decidir utilitzar la quota del 75%.

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	0,74	0,67	0,63	1
b	1	1	1	1
c	1	0,7	1	1
d	1	1	1	1
e	0,26	0,43	0,21	0,5
f	0,47	1	0,58	0,667
g	1	1	1	0,46
h	1	1	1	0,75
i	0,55	0,62	0,58	1
j	0,66	1	0,67	1
k	0,88	1	1	1
l	0,5	0,57	0,5	0,5
m	1	1	1	1
n	1	1	1	0,83
o	0,9	0,67	0,79	0,6
p	1	1	1	1
q	1	1	1	1
r	0,5	0,55	0,58	0,5
s	0,18	0,14	0,3	0,07
t	0,53	0,7	0,75	0,44
u	1	1	1	1
v	1	1	0,73	1
w	0,76	0,58	1	1
x	0,71	0,5	0,46	0,7
y	1	1	1	1
z	0,59	1	0,76	1
Mitjana	**0,78**	**0,81**	**0,79**	**0,80**
Valor alfabet	**0,68**	**0,71**	**0,70**	**0,70**

Taula 4.3-1: Índex de poder per a cada lletra i la mitjana global per cada tipografia (minúscules)



Gràfic 4.3-1: Comparació dels diferents índexs de poder de cada lletra respecte les diferents tipografies (minúscules):

Com podem observar al gràfic 4.3-1 i a la taula 4.3-1, hi ha moltes lletres que en mínim una tipografia aconsegueixen l'índex de poder igual a 1. Això vol dir que la lletra, segons el nostre criteri, es molt bona i es molt llegible. En canvi, quant més a prop del 0 vol dir que menys encerts hi ha hagut i es confon més amb altres lletres. Les úniques lletres que no aconsegueixen arribar amb cap tipografia a la unitat són la *e*, la *l,* la *o,* la *r,* la *s,* la *t* i la *y*. En total són 7 lletres de 26 que no ho aconsegueixen.

L'Helvetica aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 12 lletres, té una mitjana de 0,78 i un valor alfabet de 0,68. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, l'Helvetica destaca a les lletres *o* i *x.* Les lletres amb pitjors resultats comparant amb les altres tipografies són la *f,* la *i*, la *k* i la *z.*

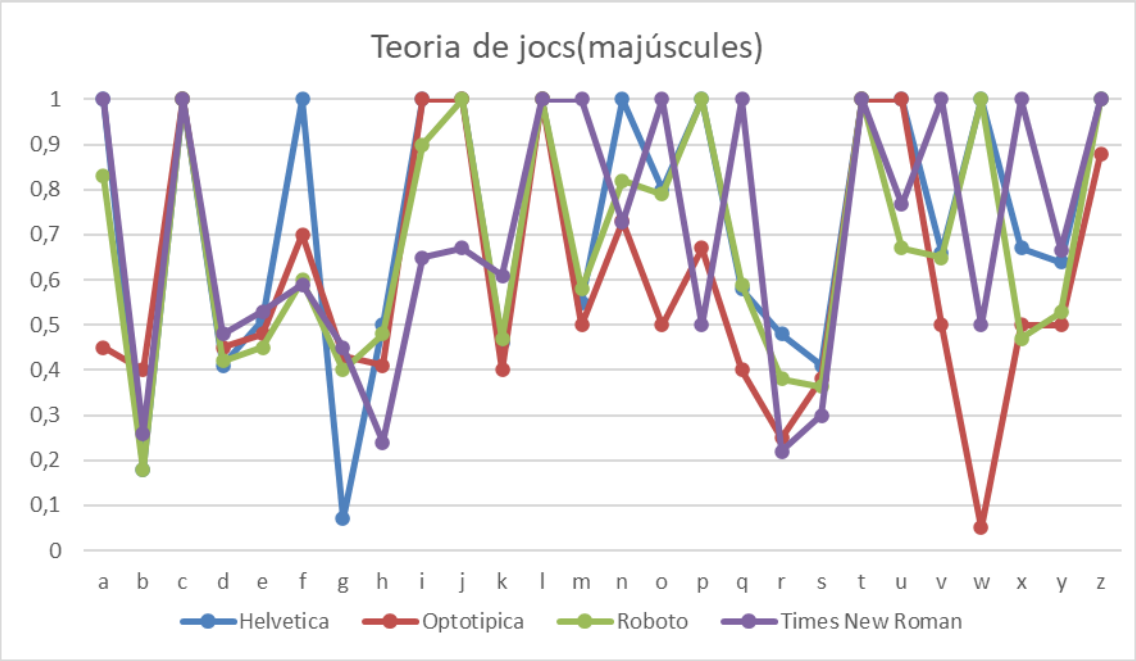
L'Optotípica aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 15 lletres, té una mitjana de 0,81 i una valor alfabet de 0,71. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, l'Optotípica destaca a les lletres *l* i *t,* aquesta última no es la que millor resultat té però hi està molt a prop. També és l'única tipografia que aconsegueix la unitat a la lletra *f.* L'Optotípica només en té una lletra per sota de les altres tipografies que és la lletra *c.*

La Roboto aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 13 lletres, té una mitjana de 0,79 i un valor alfabet de 0,7. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, la Roboto destaca a les lletres *r, s* i *t*. Les lletres amb pitjors resultats són la *a,* la *e,* la *v* i la *x.*

La Times New Roman aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 15 lletres, té una mitjana de 0,8 i una valor alfabet de 0,70. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, la Times New Roman destaca a les lletres *e* i *x,* aquesta última juntament amb l'Helvetica. També, la Times New Roman és l'única tipografia que aconsegueix la unitat a les lletres *a* i *j.* Les lletres amb pitjors resultats són la *g,* la *h,* la *n,* la *o,* la *s* i la *t.*

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	1	0,45	0,83	1
b	0,18	0,4	0,178	0,26
c	1	1	1	1
d	0,41	0,45	0,42	0,48
e	0,51	0,48	0,45	0,53
f	1	0,7	0,6	0,59
g	0,07	0,43	0,4	0,45
h	0,5	0,41	0,48	0,24
i	1	1	0,9	0,65
j	1	1	1	0,67
k	0,46	0,4	0,468	0,61
l	1	1	1	1
m	0,55	0,5	0,58	1
n	1	0,73	0,82	0,728
o	0,8	0,5	0,79	1
p	1	0,67	1	0,5
q	0,58	0,4	0,59	1
r	0,48	0,25	0,38	0,22
s	0,41	0,38	0,364	0,3
t	1	1	1	1
u	1	1	0,67	0,767
v	0,66	0,5	0,65	1
w	1	0,05	1	0,5
x	0,67	0,5	0,47	1
y	0,64	0,5	0,529	0,667
z	1	0,88	1	1
Mitjana	**0,73**	**0,60**	**0,68**	**0,70**
Valor alfabet	**0,74**	**0,60**	**0,68**	**0,68**

Taula 4.3-2: Índex de poder per a cada lletra i la mitjana global per cada tipografia (majúscules)



Gràfic 4.3-2: Comparació dels diferents índexs de poder de cada lletra respecte les diferents tipografies (majúscules)

En les majúscules són 17 lletres que aconsegueixen arribar a un índex de poder igual a 1 en alguna de les 4 tipografies. Les úniques que no aconsegueixen arribar-hi són les lletres *B, D, E, G, H, K, R, S* i *Y.*

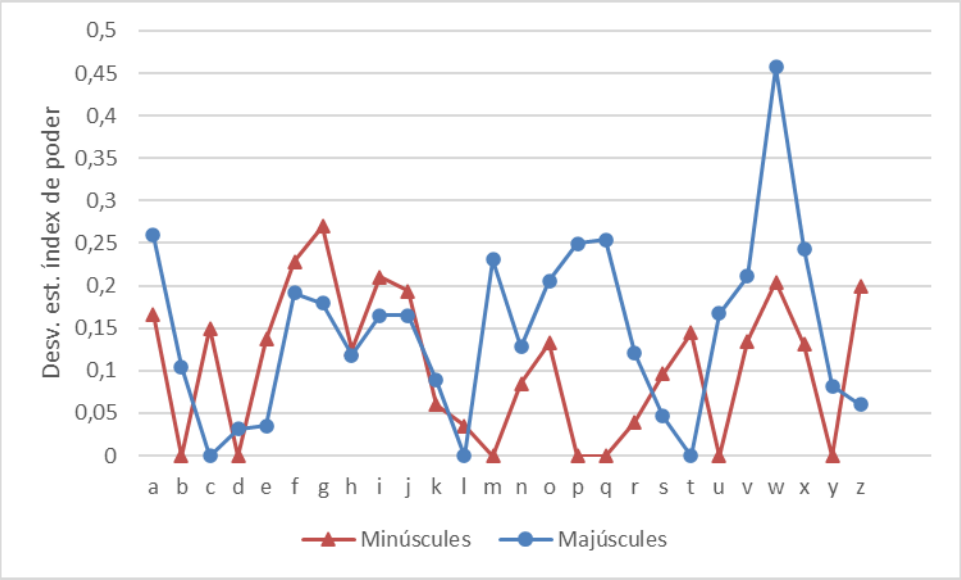
L'Helvetica aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 12 lletres, té una mitjana de 0,73 i un valor alfabet de 0,74. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, l'Helvetica destaca a les lletres *H, R* i *S.* També és l'única tipografia que aconsegueix la unitat a les lletres *F* i *N.* Les lletres amb pitjors resultats comparant amb les altres tipografies són la *D* i la *G,* aquesta última amb molta diferència.

L'Optotípica aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 6 lletres, té una mitjana de 0,60 i una valor alfabet de 0,60. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, l'Optotípica destaca a la lletra *B*. Les lletres amb pitjors resultats són la *A,* la *K,* la *M,* la *O,* la *Q,* la *V* i la *Y.*

La Roboto aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 7 lletres, té una mitjana de 0,68 i un valor alfabet de 0,68. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, la Roboto no destaca a cap lletra. Les lletres amb pitjors resultats són la *B,* la *E,* la *U* i la *X.*

La Times New Roman aconsegueix l'índex de poder igual a 1 en 12 lletres, té una mitjana de 0,70 i una valor alfabet de 0,68. Dins el grup de lletres que no aconsegueixen la unitat, la Times New Roman

destaca a les lletres *D, E, G, K* i *Y*. També, la Times New Roman és l'única tipografia que aconsegueix la unitat a les lletres *M, O, Q, V* i *X*. Les lletres amb pitjors resultats són la *F,* la *H,* la *I,* la *N,* la *P,* la *R* i la *S.*



Gràfic 4.3-3: Desviació estàndard dels índexs de poder de les 4 tipografies per a cada lletra

En el gràfic 4.3-3 observem valors de la desviació estàndard més alts que al gràfic 4.2-3. Aquest és un gràfic amb pics més accentuats tant a les minúscules com a les majúscules. En aquest cas ens mostren valors més diferents entre tipografies a les minúscules. Això pot ser degut a que quasi totes les lletres tenen alguna tipografia amb índex de poder igual a 1 i es mostra molt més la diferència amb les altres tipografies.

Fent una anàlisi final general de les 4 tipografies, els valors de les mitjanes de les minúscules són molt semblants a totes 4, la que aconsegueix un valor més alt és l'Optotípica però no hi ha tanta diferència com a considerar-la la més bona. En general podem dir que totes 4 tipografies són bones i llegibles. En canvi, a les majúscules, l'Helvetica és la que destaca en el valor alfabet. Això ens faria dir que l'Helvetica seria la millor tipografia però, sabent que per a la lectura l'estructura principal són les lletres minúscules, diríem que totes 4 són igual de llegibles.

4.4. Anàlisi mitjançant matrius de confusió

En aquest apartat primer comentarem com hem creat les matrius i quins valors hem tingut en compte per escollir els VP, VN, FN i FP. A continuació es calcularan els paràmetres d'Exactitud, Precisió, Sensibilitat i la F-score i valorarem els resultats. Finalment, farem una anàlisi com la que hem fet en estadística bàsica i a la teoria de jocs.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
a	VP	FN								
b	FP	VN								
c			VN							
d				VN						
e					VN					
f						VN				
g							VN			
h								VN		
i									VN	
j										VN

Taula 4.4-1: Especificació de quins valors són VP, FN, FP, VN per a la lletra *a*

La taula 4.4-1 ens mostra gràficament les definicions de VP, VN, FP i FN establertes a l'apartat del marc teòric de matrius de confusió. Aquesta taula ens mostra com seria per a la lletra *a,* però recordem que per a cada lletra la disposició dels VP, VN, FP i FN seria diferents.

	VP	VN	FP	FN
a	40	1064	31	20
b	52	1052	4	8
c	48	1056	26	12
d	59	1045	14	1
e	15	1089	21	45
f	21	1083	44	39
g	50	1054	6	10
h	48	1056	10	12
i	33	1071	49	27
j	44	1060	22	16
k	44	1060	11	16
l	27	1077	25	33
m	59	1045	2	1
n	58	1046	31	2
o	44	1060	32	16
p	57	1047	9	3
q	55	1049	4	5
r	34	1070	19	26
s	10	1094	2	50
t	31	1073	34	29
u	54	1050	11	6
v	49	1055	14	11
w	43	1061	0	17
x	39	1065	18	21
y	55	1049	10	5
z	35	1069	7	25

Taula 4.4-2: Resultats VP,VN,FP,FN de la tipografia Helvetica(minúscules):

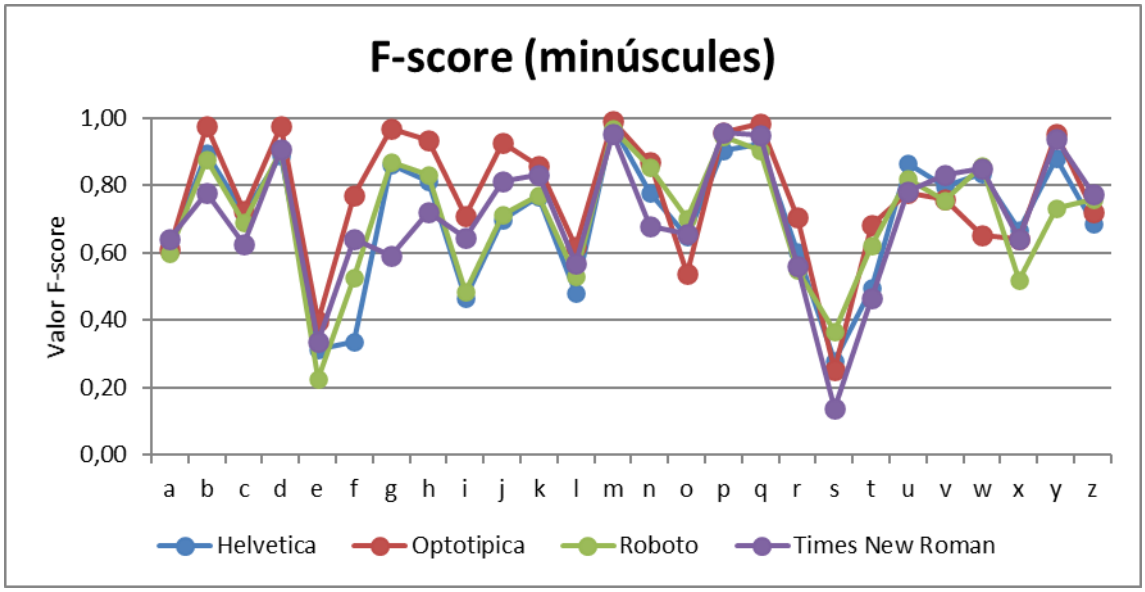
	ACC	PRE	REC	F-score
a	0,96	0,56	0,67	0,61
b	0,99	0,93	0,87	0,90
c	0,97	0,65	0,80	0,72
d	0,99	0,81	0,98	0,89
e	0,94	0,42	0,25	0,31
f	0,93	0,32	0,35	0,34
g	0,99	0,89	0,83	0,86
h	0,98	0,83	0,80	0,81
i	0,94	0,40	0,55	0,46
j	0,97	0,67	0,73	0,70
k	0,98	0,80	0,73	0,77
l	0,95	0,52	0,45	0,48
m	1,00	0,97	0,98	0,98
n	0,97	0,65	0,97	0,78
o	0,96	0,58	0,73	0,65
p	0,99	0,86	0,95	0,90
q	0,99	0,93	0,92	0,92
r	0,96	0,64	0,57	0,60
s	0,96	0,83	0,17	0,28
t	0,95	0,48	0,52	0,50
u	0,98	0,83	0,90	0,86
v	0,98	0,78	0,82	0,80
w	0,98	1,00	0,72	0,83
x	0,97	0,68	0,65	0,67
y	0,99	0,85	0,92	0,88
z	0,97	0,83	0,58	0,69
Mitjana	**0,97**	**0,72**	**0,71**	**0,70**

Taula 4.4-3: Resultats de la Exactitud, la Precisió, la Sensibilitat i la F-score de la tipografia Helvetica(minúscules)

Com podem veure als valors mostrats a les taules 4.4-2 i 4.4-3, la variable VN té un valor molt alt en comparació a les altres variables. Això es degut a que les variables VP i FN estan limitades a un valor màxim de 60, que es el nombre de vegades que es presenta una lletra, en canvi, la variable VN pot tenir un valor màxim de 1500 (60x25). Conseqüentment, això es veu reflectit al paràmetre de la Exactitud(ACC) donant uns valors molt elevats i que creiem que no reflecteixen ben bé el que busquem. Per això, en aquest estudi no tindrem en compte el paràmetre de la Exactitud. Ens fixarem principalment en la F-score, ja que es una combinació dels altres dos paràmetres, la Precisió i la Sensibilitat. L'F-score no només ens dirà si una *a* la confonem amb una altre lletra de l'alfabet, sinó que també té en compte quan es presenta una altre lletra i es respon que es una *a.* Per això, creiem que serà un valor diferent a la freqüència d'encerts.

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	0,61	0,61	0,60	0,64
b	0,90	0,97	0,88	0,78
c	0,72	0,73	0,69	0,63
d	0,89	0,98	0,90	0,91
e	0,31	0,40	0,23	0,34
f	0,34	0,77	0,53	0,64
g	0,86	0,97	0,87	0,59
h	0,81	0,93	0,83	0,72
i	0,46	0,71	0,49	0,64
j	0,70	0,93	0,71	0,81
k	0,77	0,86	0,77	0,83
l	0,48	0,62	0,53	0,57
m	0,98	0,99	0,97	0,95
n	0,78	0,87	0,85	0,68
o	0,65	0,54	0,70	0,66
p	0,90	0,96	0,94	0,96
q	0,92	0,98	0,90	0,95
r	0,60	0,71	0,55	0,56
s	0,28	0,25	0,37	0,14
t	0,50	0,68	0,62	0,47
u	0,86	0,78	0,82	0,78
v	0,80	0,76	0,75	0,83
w	0,83	0,65	0,86	0,85
x	0,67	0,64	0,52	0,64
y	0,88	0,95	0,73	0,94
z	0,69	0,72	0,76	0,78
Mitjana	**0,70**	**0,77**	**0,71**	**0,70**
Valor Alfabet	**0,61**	**0,68**	**0,62**	**0,60**

Taula 4.4-4: Valor F-score de cada lletra per a cada una de les diferents tipografies (minúscules):



Gràfic 4.4-1: Comparació dels diferents valors F-score de cada lletra respecte les diferents tipografies (minúscules)

En general, a la taula 4.4-4 i al gràfic 4.4-1, s'observen valors alts a totes les lletres excepte a la *e* i a la *s,* on es torna a observa que tenen els valors més baixos.

L'Helvetica veiem que no destaca en quasi cap lletra, té un valor F-score de 0,70. Els punts que més podem destacar de la tipografia Helvetica són la lletra *f*, on veiem que l'Helvetica es troba a bastanta diferencia de les altres tipografies, i les lletres *i, k*, *l, p* i *z*, on la tipografia té els pitjors resultats però no hi ha tanta diferència com a la lletra *f*. On si sobresurt una mica l'Helvetica és a les lletres *u* i *x*, on obté el millor valor.

L'Optotípica és la tipografia amb millor valor F-score, 0,77. Al gràfic es pot observar que quasi sempre està als punts més alts. L'Optotípica destaca a les lletres *b, c, d, e, f, h, i, j, k, l, m, n, q, r, t* i *y*. També a la lletra *p* obté el valor màxim conjuntament amb la Times New Roman. Observem també que l'Optotípica obté una freqüència d'encerts menor que les altres tipografies a les lletres *o* i *w*, a la lletra *u* també es troba amb un valor baix conjuntament amb la Times New Roman.

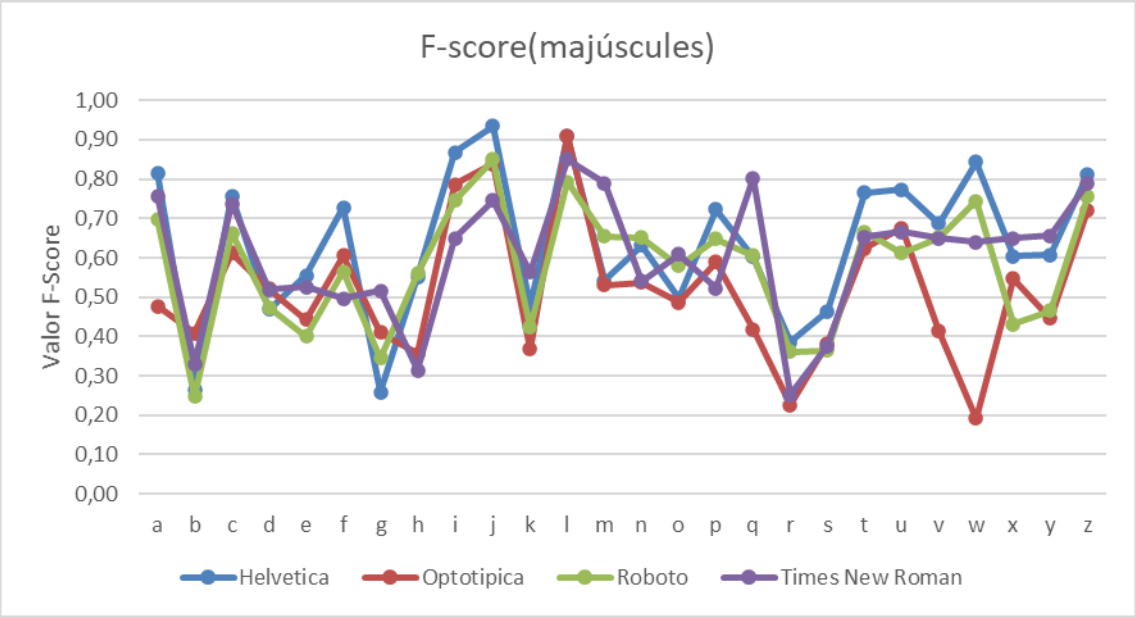
La Roboto obté un valor F-score de 0,71. La Roboto no destaca en moltes lletres, només podem dir que destaca a les lletres *o, s* i *w*. On obté valors més baixos és a les lletres *a, e, q, r, v, x* i *y*. Encara tenint més lletres amb els valors més baixos i poques lletres amb els valors alts, la Robot segueix tenint un valor F-score molt bo.

La Times New Roman té un valor F-score molt similar a l'Helvetica i la Roboto, 0,70. Podem observar que destaca una mica a les lletres *a* i *v.* La Times New Roman obté els valors més baixos a les lletres *b, c, g, h, n, s* i *t*.

Un cop observat els valors de cada tipografia i sabent on destaquen i on tenen els valors més baixos, podem dir que l'Optotípica és la tipografia amb millor valor F-score i la que té més lletres que destaquin. Es per això que diem que l'Optotípica és la més llegible segons aquesta anàlisi.

	Helvetica	Optotipica	Roboto	Times New Roman
a	0,82	0,48	0,70	0,76
b	0,26	0,41	0,25	0,33
c	0,76	0,61	0,66	0,74
d	0,47	0,52	0,47	0,52
e	0,56	0,44	0,40	0,53
f	0,73	0,61	0,56	0,50
g	0,26	0,41	0,35	0,52
h	0,55	0,36	0,56	0,31
i	0,87	0,79	0,75	0,65
j	0,93	0,84	0,85	0,75
k	0,48	0,37	0,42	0,56
l	0,91	0,91	0,79	0,85
m	0,54	0,53	0,66	0,79
n	0,63	0,54	0,65	0,54
o	0,50	0,49	0,58	0,61
p	0,72	0,59	0,65	0,52
q	0,60	0,42	0,61	0,80
r	0,39	0,23	0,36	0,25
s	0,46	0,38	0,36	0,38
t	0,77	0,62	0,67	0,65
u	0,77	0,68	0,61	0,67
v	0,69	0,41	0,65	0,65
w	0,84	0,19	0,74	0,64
x	0,60	0,55	0,43	0,65
y	0,61	0,45	0,47	0,66
z	0,81	0,72	0,76	0,79
Mitjana	**0,64**	**0,52**	**0,58**	**0,60**
Valor Alfabet	**0,63**	**0,51**	**0,57**	**0,57**

Taula 4.4-5: Valor F-score de cada lletra per a cada una de les diferents tipografies (majúscules)



Gràfic 4.4-2: Comparació dels diferents valors F-score de cada lletra respecte les diferents tipografies (majúscules)

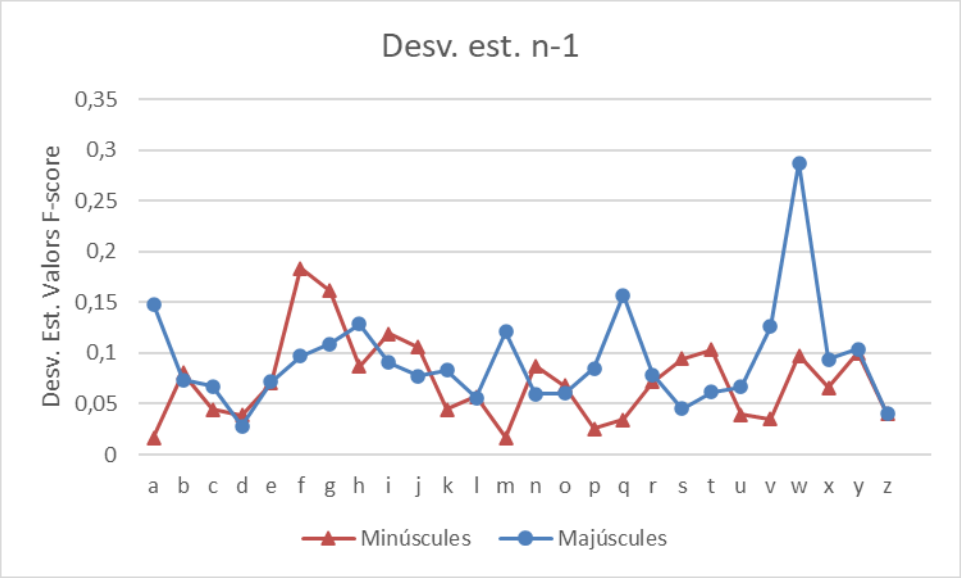
A les majúscules observem una baixada dels valors F-score a totes les tipografies, sent la que millor valor té la tipografia Helvetica.

L'Helvetica, com podem observar, en moltes lletres té el valor màxim d'encerts. On més destaca és a les lletres *A, C, E, F, I, J, P, R, S, T, U, V, W* i *Z.* En canvi, de lletres que tingui baixa freqüència hi ha la lletra *G* en solitari i, a la lletra *D*, es troba amb el valor més baix però conjuntament a una altre tipografia.

L'Optotípica, en canvi, és la tipografia amb pitjor valor F-score a les majúscules, sent un 0,52. A partir del gràfic podem observar que l'Optotípica destaca en molt poques lletres, la *B* i la *L,* aquesta última conjuntament amb una altre tipografia. D'altra banda quan parlem de les lletres que amb pitjor valor obtingut podem observar que hi ha grans diferències amb la resta de tipografies, aquestes diferències es poden veure en algunes de les següents lletres on té el s pitjors valors: *A, C, K, M, O, Q, R, V, W, Y* i *Z.*

La Roboto no es veu que destaqui molt en cap lletra, en canvi si que obté alguns valors baixos a les lletres *B, E, S, U* i *X.*

La Times New Roman si que destaca en algunes lletres, com a la *G,* la *K,* la *M,* la *O,* la *Q*, la *X* i la *Y.* En canvi, les lletres amb pitjors dades comparades a les altres tipografies són les lletres *F, H, I, J* i *P.*



Gràfic 4.4-3: Desviació estàndard dels valors F-score de les 4 tipografies per a cada lletra

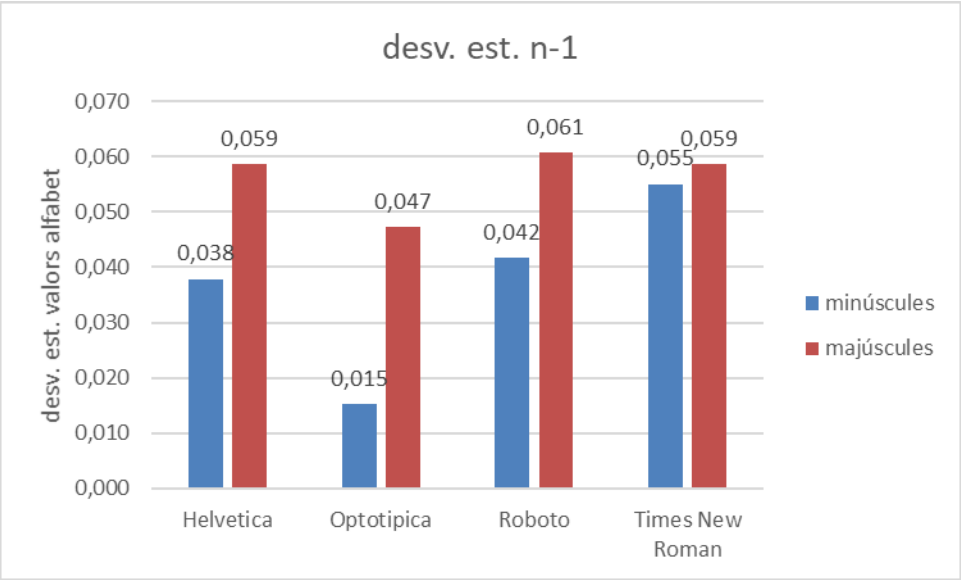
El gràfic 4.4-3 es bastant similar al gràfic 4.2-3 (freqüència d'encerts). Els pics són els mateixos, només canvien unes poques lletres, per exemple, la lletra *g* ja no és el pic més alt, ara és la lletra *f.*

En general podem arribar a la mateixa conclusió que a l'anàlisi per freqüències d'encerts. Sent la part més important de les tipografies les minúscules, podem dir que l'Optotípica és la tipografia més llegible.

Encara que les conclusions siguin les mateixes entre les freqüències d'encerts i els valors F-score, cal destacar les petites diferències que hi ha en algunes lletres que ens poden fer replantejar si són bones o dolentes. Per exemple, segons les freqüències d'encerts, la lletra *c* de la tipografia Optotípica és la pitjor, però, en l'anàlisi de valors F-score és la millor. Això es degut a que la F-score valora també que cap altre lletra es confongui amb la *c*, a l'Optotípica no tenim aquesta confusió però a les altres 3 si la tenim.

4.5. Comparació de les 3 anàlisis

En aquest apartat compararem els resultats dels 3 mètodes per veure si arriben a les mateixes conclusions, farem una anàlisi segons la desviació estàndard dels 3 mètodes per a cada tipografia i presentarem dues taules resum on veurem les millors lletres segons cada mètode per entendre més visualment la variabilitat entre els diferents mètodes.



Gràfic 4.5-1: Desviació estàndard dels valors alfabet de cada tipografia per els 3 mètodes d'anàlisi

Com podem observar al gràfic 4.5-1, les minúscules obtenen uns valors de desviació estàndard més petits que les majúscules. Un valor proper a 0 ens explica que els 3 mètodes convergeixen en els mateixos resultats, és a dir, arriben a la mateixa conclusió, tots 3 seguint unes vies d'anàlisi diferents. En aquest cas veiem que la tipografia Optotípica obté els millors resultats tant a les minúscules com a les majúscules. En segon cas trobaríem a l'Helvetica a les minúscules, i a les majúscules amb un valor igual a la Times New Roman. La Roboto té el tercer millor valor a les minúscules, però per a les majúscules té la pitjor desviació estàndard entre els 3 mètodes, és on més variabilitat hi ha. La Times New Roman en general té desviació estàndard altes tant a les minúscules com a les majúscules.

A continuació presentem unes taules resum (4.5-1 i 4.5-2) on veurem quines són les millors lletres segons cada mètode per a les minúscules i les majúscules:

	Helvetica			Optotipica			Roboto			Times New Roman		
a												
b												
c												
d												
e												
f												
g												
h												
i												
j												
k												
l												
m												
n												
o												
p												
q												
r												
s												
t												
u												
v												
w												
x												
y												
z												

freqüències
Teoria de jocs
F-score

Taula 4.5-1: Taula resum de les millors lletres minúscules segons cada mètode

	Helvetica			Optotipica			Roboto			Times New Roman		
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												
I												
J												
K												
L												
M												
N												
O												
P												
Q												
R												
S												
T												
U												
V												
W												
X												
Y												
Z												

freqüències
Teoria de jocs
F-score

Taula 4.5-2: Taula resum de les millors lletres majúscules segons cada mètode

Les taules 4.5-1 i 4.5-2 ens mostren segons els diferents mètodes, quines són les millor lletres. L'estructura de la taula ens mostra les 26 lletres de l'alfabet analitzades al treball i les 4 tipografies estudiades. Per cada tipografia hi hauran 3 cel·les, una per cada mètode, on es pintaran si segons el mètode es la millor lletra de les 4 tipografies diferents. El mètode de la freqüència d'encerts vindrà donada per el color verd, sent una cel·la verda la millor tipografia per a aquella lletra. El mètode de la teoria de jocs s'expressarà amb el color taronja i el mètode de la F-score s'expressarà amb el color violeta. És possible que hi hagi més d'una cel·la pintada d'un mateix color per a una mateixa lletra, ja que el mètode els hi pot donar el mateix valor, això passa principalment a la teoria de jocs. Una altre valoració que es pot treure d'aquestes taules és si els diferents mètodes coincideixen en la mateixa tipografia, és a dir, que per a una tipografia estiguin les 3 cel·les colorejades.

A la taula 4.5-1 podem observar com la tipografia Optotípica destaca molt en comparació a les altres tipografies. Això és degut a que té moltes lletres bones, que destaquen sobre les altres tipografies. A partir d'aquesta taula podem concloure que l'Optotípica és la tipografia més llegible per a les minúscules.

A la taula 4.5-2 les tipografies que més destaquen són l'Helvetica i la Times New Roman en comparació amb l'Optotípica i la Roboto, sent l'Helvetica la millor i, en conclusió, la més llegible a les majúscules.

Un altre punt a destacar per a comparar les tres anàlisis és que coincideixen en diferents punts, per exemple, a la lletra *W* de les majúscules tots 3 mètodes troben una gran diferència entre les 4 tipografies, en canvi, a la lletra *D*, no existeix aquesta diferència. A continuació ho mostrarem gràficament:

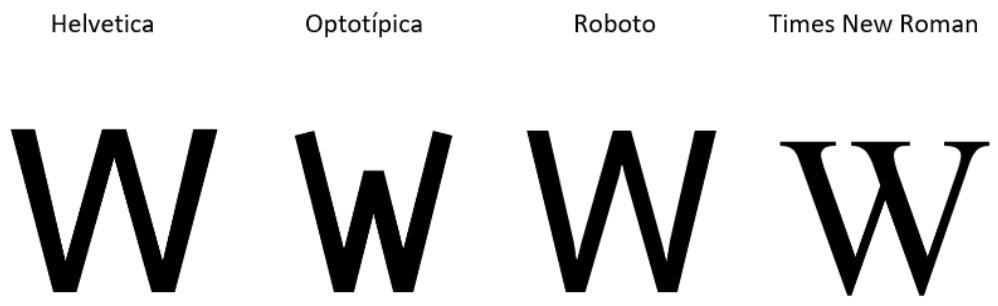


Figura 4.5-1: Comparació gràfica de la lletra W a les diferents tipografies

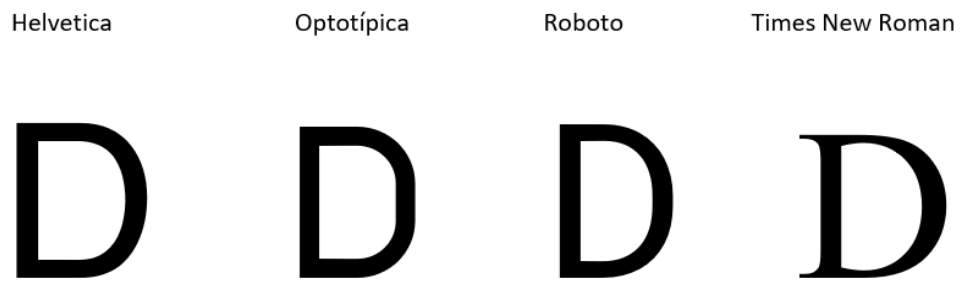


Figura 4.5-2: Comparació gràfica de la lletra D a les diferents tipografies

A la lletra *W* (Figura 4.5-1) els valors més baixos els té la tipografia Optotípica i amb bastanta diferència de les altres 3 tipografies en els 3 mètodes diferents. Observant les diferents *W*, per la de l'Optotípica podem dir que és més estreta que les altres 3, aquesta seria una possible explicació del perquè la lletra *W* de l'Optotípica es confon tant amb la *V*. En canvi, a la lletra *D* (Figura 4.5-2) veiem bastanta similitud entre les 4 tipografies, per això totes tenen un valor similar als 3 mètodes.

Aquesta es una possible via de continuació del treball on podem analitzar els diferents factors que poden fer que una lletra sigui més llegible o no.

5. CONCLUSIONS

Analitzar la llegibilitat dels caràcters de l'alfabet és un treball innovador i, per el que nosaltres sabem, no tenim cap referència amb la qual començar. També, el fet d'incloure la teoria de jocs per aquesta anàlisi el fa encara més innovador.

En aquest treball, per escollir la mida dels caràcters que s'han presentat, s'ha tingut en compte l'AV binocular del pacient i el % d'errors que fa, això fa que partim d'una mida comuna i en una franja on sabem que el pacient té una incertesa a l'hora de reconèixer els caràcters. També totes les presentacions han sigut presentades a través d'un monitor, per tant, aquests resultats són concloents per l'àmbit digital.

A l'experiment s'han analitzat tipografies sans serif (Helvetica, Optotípica, Roboto) i amb serif (Times New Roman), a més a més, unes van ser creades per al món de la premsa (Helvetica, Times New Roman) i altres per al món digital (Roboto), la inclusió de la tipografia Optotípica a l'estudi és degut a que es una tipografia innovadora ja que va ser dissenyada per a ser presentada per cartes de lectura i ser més fidel amb l'AV a la que es vol presentar.

En aquest treball hem fet una menció de la millora de la resolució de les pantalles i com aquesta fa millorar la llegibilitat dels texts (Gugerty, Tyrrell, Aten i Edmonds, 2004), degut a això, es possible que si l'estudi s'hagués fet amb un monitor amb la millor resolució del mercat actual, hi hagués alguna diferència en els resultats obtinguts en aquest treball. Sobre si utilitzar serifas o no, aquestes com bé hem dit abans, s'utilitzen per facilitar la lectura (Bernard, M., Lida, B., Riley, S., Hackler, T. i Janzen, K., 2002; Bryan, 1996; Conover, 2011; Wilson, 2001), al nostre estudi s'han presentat els caràcters de manera aïllada i no hem presenciat cap diferència notable entre tipografies serif i tipografies sans serif.

Els resultats ens mostren que la tipografia Optotípica obté els millors resultats a les minúscules i, per tant, seria la tipografia que té millor llegibilitat segons aquest estudi. Si ens fixem a l'anàlisi de la teoria de jocs, tots els valors de les tipografies s'assemblen més i estan més igualats. Això ens pot fer pensar que segons la teoria de jocs totes les tipografies són bones i igual de llegibles. Aquesta conclusió no pot ser definitiva ja que són valors que ens mostren amb la quota posada al 75%, no sabem si amb una altre quota canviarien els valors i es veurien molt més les diferències o potser els valors continuarien sent semblants, això ha estat valorat per a una quota del 90% i hem cregut convenient mantenir el 75%, però hauríem de valorar altre quotes com la del 60%, 80% ..... Encara que no sigui conclusiu, creiem que l'aplicació de la teoria de jocs aporta una anàlisi amb molta més consistència que l'anàlisi per freqüències d'encert ja que té en compte més factors a l'hora d'assignar un valor definits per els

axiomes matemàtics. Per a l'anàlisi de la F-score també creiem que té més consistència que l'anàlisi per freqüències d'encert.

En aquest estudi ens hem fixat principalment a les minúscules, ja que creiem que són el cos principal a l'hora de llegir i , per tant, tenen més importància. D'altra banda, a les majúscules és on trobem major diferència entre tipografies i on es pot fer una anàlisi com el mostrat a l'apartat 4.5 a les figures 4.5-1 i 4.5-2.

Un altre punt a l'hora d'analitzar els resultats es la familiaritat de les tipografies. És possible que sigui més fàcil reconèixer els caràcters d'una tipografia si s'ha treballat prèviament amb ella, per això, es possible que algunes tipografies hagin tingut un valor més alt del que seria en veritat, encara que això no ho puguem demostrar. D'altra banda, això parlaria encara millor sobre la tipografia Optotípica, ja que es el primer cop que els pacients l'han pogut veure ja que encara s'està treballant en ella i no ha sigut publicada. També dir que les tipografies estudiades a l'hora d'escollir-les sabíem que eren fàcil de reconèixer, potser per acabar de comprovar que els mètodes funcionen s'hauria de treballar també amb una tipografia que sabem que es molt difícil de reconèixer els seus caràcters.

Amb això obrim diferents vies d'estudi, una d'aquestes seria l'aplicació d'aquest estudi a l'hora de crear cartes de lectura optomètriques on, a partir dels valors obtinguts, crear les cartes de lectura a partir de les lletres amb millor llegibilitat, on a les paraules formades hi estiguin presents. Un altre camí seria dissenyar una nova tipografia o canviar alguns caràcters d'alguna tipografia estudiada, a partir d'observar els factors que fan que una tipografia sigui més llegible o no a nivell del disseny gràfic. També es pot fer un estudi semblant però, en comptes de que es presentin caràcters aïllats, es presentin paraules completes, on ja es puguin analitzar millor l'utilització de serifas.

6. BIBLIOGRAFIA

X. MOLINERO, M. TÀPIAS AND D. BAENA. ANALYSIS OF TYPOGRAPHIES USING STATISTICAL METHODS AND GAME THEORY. THE 22ND CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL FEDERATION OF OPERATIONAL RESEARCH SOCIETIES (IFORS 2021); HANYANG UNIVERSITY, SEOUL, KOREA; AUGUST 23(MON) - 27(FRI), 2021. ACCEPTED.

Bernard, M., Lida, B., Riley, S., Hackler, T., & Janzen, K. (2002). A comparison of popular online fonts: Which size and type is best. *Usability news*, *4*(1), 2002.

Conover, C. (2011). *Designing for print*. John Wiley & Sons.

Wilson, R. F. (2001). HTML E-mail: text font readability study. *Web Marketing Today*, *1*. http://www.wilsonweb.com/wmt6/html-email-fonts.htm

KAREN A. SCHRIVER. 1997. DYNAMICS IN DOCUMENT DESIGN: CREATING TEXT FOR READERS. JOHN WILEY & SONS, INC., USA.

MCLEAN, R. (1980). THE THAMES AND HUDSON MANUAL OF TYPOGRAPHY. THAMES AND HUDSON.

SIMMONDS, D., & REYNOLDS, L. (1994). DATA PRES VISUL LITERACY MED & SCI. CRC PRESS.

BRYAN, M. (1996). DIGITAL TYPOGRAPHY SOURCEBOOK. JOHN WILEY & SONS INCORPORATED.

RABINOWITZ, T. (2015). EXPLORING TYPOGRAPHY. CENGAGE LEARNING.

Gugerty, L., Tyrrell, R. A., Aten, T. R., & Edmonds, K. A. (2004). The effects of subpixel addressing on users' performance and preferences during reading-related tasks. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, *1*(2), 81-101. RECUPERAT DE: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1024083.1024084

BOUMA, H. (1971). VISUAL RECOGNITION OF ISOLATED LOWER-CASE LETTERS. VISION RESEARCH, 11(5), 459-474. RECUPERAT DE: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0042698971900873

GARECA HURTADO, R.(2015) TIPOGRAFIA. RECUPERAT DE:

https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/2483

LOGOTIP UPC

https://www.upc.edu/comunicacio/ca/identitat/principis-de-la-normativa-grafica/elements-principis-normativa-visual-corporativa/elements-basics

SHAPLEY, L.S. AND M. SHUBIK, A METHOD FOR EVALUATING THE DISTRIBUTION OF POWER IN A COMMITTEE SYSTEM, AMERICAN POLITICAL SCIENCE REVIEW, 48, 787–792, 1954.

AMER, R., CARRERAS, F., & MAGAÑA, A. (2008). APLICACIONES DE LOS JUEGOS COOPERATIVOS AL CONTEXTO EMPRESARIAL. INTANGIBLE CAPITAL, 4(2), 102-142.

JUAN BARRIOS ARCE (2019) LA MATRIZ DE CONFUSIÓN Y SUS MÉTRICAS. RECUPERAT DE:

https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/

ELLEN LUPTON (2004) SCIENCE OF A TYPOGRAPHY. RECUPERAT DE:

https://es.letrag.com/artigo.php?id=7

CRISTINA ELIAS (2019) LA TIPOGRAFIA HELVETICA. RECUPERAT DE:

https://luzmala.com/la-tipografia-helvetica/

(2020) ÍNDICE DE PODER DE SHAPLEY-SHUBIK. RECUPERAT DE:

https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_poder_de_Shapley-Shubik

LAN, Q., & JIANG, S. (2021). A METHOD OF CREDIT EVALUATION MODELING BASED ON BLOCK-WISE MISSING DATA. APPLIED INTELLIGENCE, 1-22.

CARRERAS SERRA, F., MAGAÑA, A., & AMER, R. (2003). JUEGOS SIMPLES E ÍNDICE DE PODER DE SHAPLEY-SHUBIK. REVISTA DE ESTUDIOS POLÍTICOS, (121), 107-136.

INTERNATIONAL STANDARD (2018). OPHTHALMIC OPTICS - VISUAL ACUITY TESTING - STANDARD AND CLINICAL OPTOTYPES AND THEIR PRESENTATION: ISO 8596:2018/A1:2020

PÀGINA WEB ANDREU BÀLIUS(TIPOGRAF)

https://www.andreubalius.com/

MOHAMAD ALI, AHMAD ZAMZURI & WAHID, RAHANI & SAMSUDIN, KHAIRUL & IDRIS, MUHAMMAD ZAFFWAN. (2013). READING ON THE COMPUTER SCREEN: DOES FONT TYPE HAS EFFECTS ON WEB TEXT READABILITY?. INTERNATIONAL EDUCATION STUDIES. 6. 26-35. 10.5539/IES.V6N3P26.
https://www.researchgate.net/publication/282678611_Reading_on_the_Computer_Screen_Does_Font_Type_has_Effects_on_Web_Text_Readability

LETTER FREQUENCY. EN WIKIPEDIA. OBTINGUT EL 18 DE JUNY DE 2021 DE:
https://en.wikipedia.org/wiki/Letter_frequency

DENNIS LEECH, ROBERT LEECH. COMPUTER ALGORITHMS FOR VOTING POWER ANALYSIS. RECUPERAT DE:

http://homepages.warwick.ac.uk/~ecaae/

7.ANNEX

Annex 1: Disseny de les tipografies estudiades

Helvetica:

abcdefghijklmn
onpqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

Optotípica:

abcdefghijklm
nopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLM
NOPQRSTUVWXYZ

Roboto:

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

Times New Roman:

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

Annex 2: Taules de resultats recollides durant la part experimental

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	40	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
b	1	52	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	48	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
d	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
e	5	0	11	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
f	0	0	0	0	0	21	0	0	6	2	0	3	0	0	0	1	0	4	0	22	0	1	0	0	0	0
g	0	0	0	2	1	0	50	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
h	0	1	0	0	0	0	0	48	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	2	0	1	33	13	1	6	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	10	44	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	44	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0
l	0	0	0	0	0	4	0	0	18	7	0	27	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
o	1	0	2	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	44	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	55	0	0	1	0	0	0	0	0	0
r	0	0	0	0	0	18	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	34	0	2	0	0	0	0	0	0
s	18	0	6	2	2	0	1	2	0	0	5	0	0	3	4	1	0	0	10	0	0	2	0	3	1	0
t	0	0	0	0	0	13	0	0	8	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	1
u	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	54	0	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	49	0	0	9	1
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	8	5	43	0	0	0
x	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	2	0	39	0	4
y	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	55	0
z	0	0	0	2	0	6	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9	0	35

Taula 4.1-1: Helvetica (minúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	51	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1
b	5	10	3	7	5	1	1	2	0	0	0	0	0	2	6	1	1	9	4	0	2	0	0	1	0	0
c	0	0	50	0	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	15	14	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0
e	0	1	8	0	30	2	1	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	2	6	1	0	0	0	0	2
f	0	0	0	0	0	48	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	3	0	1	0	0	0	0
g	1	0	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	24	0	16	0	1	0	3	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	1	0	0	29	0	0	0	0	17	9	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
i	0	0	0	0	1	0	0	0	49	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
k	1	0	6	0	2	2	1	0	0	0	26	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	1	0	14	0	1
l	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	55	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
m	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	32	2	0	0	2	0	0	0	9	2	9	0	0	0
n	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	0	1	48	1	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
o	0	0	1	3	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	42	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	13	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r	2	0	0	1	0	0	1	5	0	0	2	0	2	22	2	1	0	21	1	0	0	0	0	0	0	0
s	3	4	1	0	4	0	2	1	0	0	2	3	0	0	5	0	0	4	22	0	0	2	0	5	1	1
t	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	1	0	0	8	0
u	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	51	4	1	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	44	0	0	15	0
w	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0
x	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	38	3	5
y	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	11	0	1	38	2
z	0	0	0	0	2	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	50

Taula 4.1-2: Helvetica(majúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	40	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	10	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
b	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	41	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
d	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	6	0	5	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	0	0	2	0	0	2	1	1	1	0	1
f	0	0	0	0	0	50	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0
g	1	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	1	0	0	39	2	3	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	1	37	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	1	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
o	5	0	4	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	4	38	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
p	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	2	0	0	0	0	0	0
r	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	42	0	0	0	0	0	0	1	0
s	14	0	3	0	7	0	0	0	1	0	2	0	0	2	9	1	0	2	9	0	2	3	0	3	2	0
t	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0
u	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	56	1	2	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	49	1	2	0	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	31	0	2	0
x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	35	1	18
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
z	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	45

Taula 4.1-3: Optotípica(minúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	25	1	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	1	15	1	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1
b	2	20	1	1	3	0	3	3	0	0	1	0	0	4	4	8	0	3	4	0	1	1	0	0	0	1
c	0	0	48	0	8	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	2	4	2	25	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2	4	12	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0
e	0	1	15	0	27	4	2	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2
f	0	0	1	0	0	40	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	0	4	1	0	0	1	0	1	1	2
g	2	3	7	1	3	0	23	0	0	0	1	0	1	0	6	0	6	2	1	1	3	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	17	11	0	2	0	2	0	0	5	0	2	0	0	0
i	0	0	0	0	1	0	0	0	46	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0
j	1	1	1	0	0	1	0	0	0	52	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
k	1	0	9	0	4	1	0	0	1	1	20	2	0	3	1	1	0	2	0	1	4	0	0	6	3	0
l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	56	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
m	0	0	1	0	0	0	0	23	0	0	0	0	31	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
n	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	2	40	1	2	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0
o	1	1	7	5	1	0	4	1	0	0	0	0	0	1	29	1	1	1	3	1	3	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
q	1	1	3	2	2	0	14	0	0	1	1	0	0	0	6	1	18	0	1	0	2	4	0	1	0	2
r	7	1	1	1	6	1	2	2	0	0	3	0	0	8	4	3	0	13	3	1	2	0	1	1	0	0
s	3	2	0	0	2	0	0	2	3	2	5	2	0	1	0	1	0	0	18	5	4	1	0	3	3	3
t	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	2	0	0	6	0
u	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	46	9	1	0	0	0
v	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	33	1	2	21	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	44	7	0	3	0
x	0	2	0	0	1	2	1	0	2	1	6	1	0	0	1	0	0	0	2	4	0	2	0	29	1	5
y	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	25	0	2	0	0	29	0
z	0	0	0	0	2	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	2	44

Taula 4.1-4: Optotípica(majúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	36	1	2	3	4	0	0	0	2	0	0	0	0	1	5	0	1	2	0	0	2	0	0	1	0	0
b	0	50	0	0	0	0	0	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	50	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	57	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
e	3	0	21	0	11	1	1	0	1	0	2	0	0	1	5	1	0	6	3	0	2	1	0	0	0	1
f	0	0	0	0	0	35	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	9	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	3	0	0	50	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
h	0	2	0	0	0	0	0	49	0	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	3	0	0	35	7	2	9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	8	41	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
l	0	0	0	0	0	2	0	0	16	3	0	30	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
o	2	1	5	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	42	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r	0	0	0	0	0	12	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	6	0	0	0	0	1	0
s	12	0	4	0	7	0	2	0	0	0	1	0	0	2	6	1	1	1	15	1	0	0	0	3	2	2
t	0	0	0	0	0	6	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	43	0	0	0	0	0	0
u	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	50	3	0	0	0	1
v	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	43	0	2	12	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	2	6	45	0	0	0
x	3	0	3	0	0	3	0	0	1	1	10	0	0	0	1	0	0	3	3	1	1	0	0	26	1	3
y	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	1	0	1	45	0
z	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0	1	0	0	0	6	2	41

Taula 4.1-5: Roboto(minúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	43	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	6	0	1
b	2	10	2	3	9	2	3	1	0	0	2	0	0	0	4	4	0	4	8	0	0	0	0	3	2	1
c	0	0	46	1	4	0	4	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	3	1	22	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	8	16	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
e	0	0	3	0	25	6	0	0	1	1	6	1	0	1	0	2	0	0	0	7	3	1	0	2	0	1
f	0	0	0	0	0	35	0	0	5	2	0	1	0	0	0	3	0	4	0	1	0	1	0	1	5	2
g	1	1	11	2	2	0	19	0	0	0	1	1	0	0	12	0	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1
h	0	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	0	9	8	0	1	1	3	0	1	5	0	2	0	0	1
i	1	0	0	0	1	1	0	0	44	3	1	2	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
k	2	0	4	0	4	2	1	0	1	0	26	0	0	2	0	1	0	2	0	0	1	1	0	13	0	0
l	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	48	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	38	1	0	0	0	0	0	0	5	0	14	0	0	0
n	0	1	0	1	1	0	0	4	0	0	1	0	2	42	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	0	0
o	1	0	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	42	2	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0
p	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
q	0	0	2	1	0	1	11	1	0	0	0	0	0	1	9	1	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r	5	0	2	0	6	2	5	2	0	0	2	1	0	4	3	4	1	19	0	1	1	0	0	2	0	0
s	4	5	5	0	3	2	1	0	1	0	7	3	0	2	1	1	0	3	16	0	1	1	0	3	0	1
t	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	1	0	0	9	0
u	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	0	2	0	0	0	38	6	1	0	1	0
v	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	42	0	1	13	0
w	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	2	0	0	0	2	48	0	0	0
x	2	1	1	0	1	0	0	0	2	3	8	1	0	0	0	1	0	0	1	2	2	1	0	27	3	4
y	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	13	0	11	0	1	30	0
z	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	45

Taula 4.1-6: Roboto (majúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	46	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
b	0	49	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	47	1	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
d	0	1	0	58	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	1	0	33	1	16	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
f	0	0	0	0	1	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	4	0	0	0	0	0	0
g	1	2	2	1	3	2	26	3	0	0	4	0	0	2	1	1	0	0	3	0	1	0	0	1	0	7
h	0	11	0	1	0	0	0	44	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	45	7	1	4	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	1	0	0	2	56	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l	0	0	0	0	0	1	0	0	12	11	0	31	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
n	6	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	44	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
o	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	38	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
p	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	56	0	0	1	0	0	0	0	0	0
r	0	0	2	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	8	0	0	0	0	0	1
s	17	1	1	1	4	0	1	0	5	1	2	1	0	5	6	0	0	1	5	0	1	0	0	8	0	0
t	0	0	1	0	0	6	0	0	15	0	1	11	0	0	0	0	0	2	0	24	0	0	0	0	0	0
u	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	47	1	1	1	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	51	0	1	7	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	2	8	45	0	0	0
x	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	0	1	0	4	0	0	0	0	39	0	2
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0
z	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	9	0	45

Taula 4.1-7: Times New Roman (minúscules)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a	50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1
b	6	14	1	6	1	0	0	5	0	0	2	2	0	7	3	3	0	5	4	1	0	0	0	0	0	0
c	0	0	49	0	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
d	0	2	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	13	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
e	0	0	3	0	31	4	0	0	1	0	8	1	0	0	0	3	0	1	0	1	0	1	0	3	1	2
f	0	1	0	0	0	34	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	11	0	0	0	0	3	2
g	0	0	3	0	0	0	24	0	0	0	0	0	1	0	18	0	8	1	0	0	5	0	0	0	0	0
h	1	1	1	4	0	0	0	14	0	0	0	0	6	17	0	2	0	8	0	0	6	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	3	0	0	37	8	0	2	0	0	0	1	0	0	0	7	0	1	0	0	1	0
j	0	0	0	0	0	4	0	0	14	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
k	1	0	6	0	9	0	0	0	0	0	36	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0
l	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	51	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	47	1	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	0	0
n	0	3	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4	40	0	1	0	4	0	0	0	1	0	3	0	0
o	0	1	0	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	46	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
p	0	0	1	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	9	0	47	0	0	0	1	0	0	0	0	0
r	9	1	1	0	2	1	1	0	0	0	10	1	0	4	3	0	0	13	0	0	0	0	0	12	0	2
s	5	1	2	3	1	0	0	1	0	0	4	1	0	2	1	0	0	6	15	1	3	1	0	10	0	3
t	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	1	0	0	9	1
u	0	1	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	41	3	0	0	0	0
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	50	0	0	8	0
w	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	25	31	1	0	0
x	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	49	0	2
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	10	0	1	40	0
z	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	49

Taula 4.1-8: Times New Roman (majúscules)

Annex 3: Protocol de prevenció Covid-19

INTRODUCCIÓ

El present protocol té com objectiu establir les mesures preventives i organitzatives necessàries per poder realitzar la part experimental en el laboratori d'Òptica Fisiològica, garantint les condicions de seguretat i salut de les persones enfront la COVID- 19.

MESURES

- Abans de realitzar les mesures, cada pacient omplirà un formulari de declaració responsable conforme no pateix cap símptoma, se li mesurarà la temperatura i l'anotarà en el formulari.
- Es mantindrà una distància de seguretat entre el pacient i el responsable encarregat de fer les mesures.
- No es superarà l'aforament màxim de persones dins el laboratori establides en el protocol de la facultat (màxim 8 persones)
- El pacient i el responsable portaran sempre la mascareta posada, també durant la realització de les mesures.
- Tant a l'entrada com a la sortida, el pacient s'haurà de posar gel hidroalcohòlic.
- Tot el material utilitzat i tot l'entorn (cadires, taules…) es desinfectaran abans i després de la visita de cada pacient.
- Entre pacient i pacient es deixaran 15 minuts de ventilació.
- Es farà un registre exhaustiu de les entrades i sortides de cada pacient, especificant dia, hora, nom i número de telèfon del pacient.

Annex 4: Llistat de comprovació de símptomes

La finalitat d'aquest document és assegurar que el pacient declara que es troba bé i no pateix cap símptoma abans de realitzar les campimetries necessàries per la part experiment del TFG titulat *Error en la lectura de l'alfabet depenent de les tipografies en base a l'estadística i la teoria de jocs.*

Aquesta activitat es durà a terme en el laboratori d'Òptica Fisiològica.

- Si no et trobes bé, marca amb una creu quins d'aquests símptomes presentes:

☐	Febre o febrícula	☐	Mal de panxa
☐	Tos	☐	Vòmits
☐	Dificultat per respirar	☐	Diarrea
☐	Congestió nasal	☐	Malestar
☐	Mal de coll	☐	Dolor muscular

- Si a casa hi ha alguna persona que no es troba bé, marca amb una creu quins d'aquests símptomes presenta:

☐	Febre o febrícula	☐	Mal de panxa
☐	Tos	☐	Vòmits
☐	Dificultat per respirar	☐	Diarrea
☐	Congestió nasal	☐	Malestar
☐	Mal de coll	☐	Dolor muscular

Si heu marcat una o diverses caselles cal que eviteu fer l'activitat i ho comuniqueu al responsable.

DADES PERSONALS

Nom i cognoms:

Dia: Hora:

Telèfon: Temperatura frontal:

Signatura:

ANNEX 5: Freqüència d'aparició de les lletres de l'alfabet en l'idioma anglès

e	13%
t	9.1%
a	8.2%
o	7.5%
i	7%
n	6.7%
s	6.3%
h	6.1%
r	6%
d	4.3%
l	4%
c	2.8%
u	2.8%
m	2.4%
w	2.4%
f	2.2%
g	2%
y	2%
p	1.9%
b	1.5%
v	0.98%
k	0.77%
j	0.15%
x	0.15%
q	0.095%
z	0.074%