



PRESENTACIÓ

La pirotècnia és un element present en la vida de les persones. En els esdeveniments importants que es volen celebrar, sempre hi podem trobar elements com les típiques bengales o les traques, més elaborades. Per celebrar la inauguració d'un estadi, un circuit, un parc...molts cops es recorre a la pirotècnia per fer aquell moment especial. La barreja de la llum enlluernadora, els colors diversos i el so provoquen emocions i sensacions diverses que aporten aquest caire de festeig i celebració.

Però, fins i tot, es fan competicions pirotècniques sense cap altra finalitat que la de meravellar els sentits amb la magnificència que comporta la pirotècnia en si mateixa. Concursos que han assolit un prestigi internacional i se celebren anualment, com el de Tarragona, són cada cop més freqüents i la oferta és cada cop més àmplia.

No obstant, la pirotècnia no només es limita al món professional. Des dels nens de cinc anys que llancen les cebetes fins els adults que es diverteixen amb la gran diversitat de focs artificials que hi ha en el mercat actualment. Qui no ha llançat mai un petard? Qui no ha presenciat mai un castell de focs? Probablement, la pirotècnia constitueix un fenomen mundial que tothom reconeix d'una o altra forma.

L'interès i la curiositat que m'ha despertat tot aquest món ha resultat ser el motiu d'estudi d'aquest treball. Entendre el perquè dels diferents efectes que encisen quan es mostren en el cel i que poden arribar a posar la pell de gallina a més d'un espectador, constitueix per mi el repte d'investigació d'aquest projecte. Observem la manifestació dels focs artificials i acceptem d'una manera irracional que un d'aquests provoqui una brillantor blava i l'altre xiuli mentres puja al cel. Evidentment, però, hi ha una explicació darrere de tot això, la qual es tracta detingudament durant el treball i es va desgranant de mica en mica.

És per tot això que la pirotècnia resulta ser un àmbit d'estudi interessant, amb unes aplicacions que van des del petard que es llança el dia de Sant Joan per la nit a les magnífiques construccions que es donen en els castells de focs artificials. Cal afegir que la pirotècnia no només es limita al món de la recreació dels sentits humans. La pirotècnia també té altres finalitats. No obstant, aquest treball està enfocat directament a la pirotècnia recreativa, essent la més estesa i la més prestigiosa.

La pirotècnia, tal com està definida més endavant, és un art. És un art que té els seus vestigis en temps antiquíssims i que ha anat evolucionant.

Tal com la defineixen els propis poetes, la pirotècnia és denominada com l'art més efímer perquè la durada d'un efecte, des de que s'encén la metxa fins que s'apaga l'últim focus de llum, dura aproximadament d'uns quatre a cinc segons. Ha estat, doncs, i és, font d'inspiració d'escriptors i poetes que queden meravellats de l'esplendor del castell de focs en una nit estrellada.

ÍNDEX

Objectius.....	pàg 5
1.-La pirotècnia i els seus orígens.....	pàg 6-7
2.-La reacció de combustió.....	pàg 7
3.-Fonaments pirotècnics: substàncies, mescles i materials.....	pàg 8
3.1.- La química d'un artefacte pirotècnic.....	pàg 8
3.1.1.-La càrrega detonant.....	pàg 8
3.1.1.1.-Combustibles.....	pàg 8-9
3.1.1.2.-Comburents o oxidants.....	pàg 9
3.2.- Efectes especials en la pirotècnia.....	pàg 9
3.2.1.-El color.....	pàg 9-10
3.2.1.1.-Llum groga.....	pàg 10
3.2.1.2.-Llum vermella.....	pàg 10
3.2.1.3.-Llum verda.....	pàg 10
3.2.1.4.-Llum blava.....	pàg 10
3.2.1.5.-Llum violeta.....	pàg 10
3.2.1.6.-Llum blanca.....	pàg 10-11
3.2.2.-Les espurnes.....	pàg 11
3.2.2.1.-Espurnes groguenc-vermelloses.....	pàg 11
3.2.2.2.-Espurnes blanques.....	pàg 11
3.2.2.3.-Espurnes blaves.....	pàg 11
3.2.2.4.-Espurnes violetes.....	pàg 11
3.2.3.-El so.....	pàg 11-12
3.2.4.-L'enlairament.....	pàg 12
3.2.4.1.-Els cohets.....	pàg 12
3.2.4.2.-Els morters.....	pàg 13
3.2.4.3.-Llançament.....	pàg 13
4.-Usos.....	pàg 13
4.1.-Pirotècnia recreativa.....	pàg 13
4.1.1.-Productes aeris.....	pàg 14
4.1.2.-Productes de mitjana altura.....	pàg 14
4.1.3.-Productes terrestres.....	pàg 14-15
4.2.-Pirotècnia d'utilitat.....	pàg 15
4.3.-Pirotècnia de guerra.....	pàg 15
5.-La pólvora.....	pàg 16
5.1.-La pólvora negra.....	pàg 16
5.1.1.-Quin paper juga cada component a la mescla?.....	pàg 16
5.1.2.- La pólvora negra avui en dia.....	pàg 17
6.-Els castells de focs artificials.....	pàg 17
6.1.-Els concursos de castells de focs més importants d'Espanya.....	pàg 17-18
7.-Metodologia.....	pàg 19
8.-Resultats.....	pàg 20

8.1.-Treball de laboratori.....	pàg 20-32
8.2.-Anàlisi dels castells de focs del Concurs Internacional de Focs Artificials de Tarragona en la seva XVIIIa edició.....	pàg 33-42
8.3.- Exhibició: castell de focs de Santa Tecla.....	pàg 43
8.4.- Informe sobre la fàbrica pirotècnica de l'empresa María Angustias Pérez.....	pàg 43
8.4.1.-La fàbrica.....	pàg 43
8.4.1.1.-Situació, emplaçament i plantilla.....	pàg 43
8.4.1.2.-Llicències, permisos, assegurances i inspeccions d'una empresa pirotècnica.....	pàg 43
8.4.2.- Elaboració de productes.....	pàg 43
8.4.2.1.-Producció.....	pàg 43-44
8.4.2.2.-Treball.....	pàg 44
8.4.2.3.-Mesures de seguretat.....	pàg 44
8.4.2.4.-Problemes i accident.....	pàg 44
9.-Conclusions.....	pàg 45-48
10.-Valoració personal.....	pàg 49
11.- Bibliografia.....	pàg 50

OBJECTIUS

El treball inicial estava enfocat a la termodinàmica de les reaccions explosives, tractant el tema dels explosius i les explosions com una part fonamental del treball. Constava dels següents objectius:

- 1. Estudiar les variables termodinàmiques de diverses reaccions explosives.**
- 2. Esbrinar quins factors termodinàmics varien les característiques de les reaccions explosives i en quin grau ho fan.**
- 3. Mesurar característiques físico-químiques dels explosius : potència, velocitat de reacció, calor alliberada...**
- 4. Recollir per escrit els principals tipus d'explosius químics.**
- 5. Sintetitzar algun compost explosiu.**

Més endavant, es va decidir canviar l'orientació del treball per raons pràctiques. Es necessitaven estris i màquines especials per mesurar la majoria de les característiques químiques d'un explosiu. A més a més, la quantitat d'explosiu que s'havia de sintetitzar per realitzar les proves era significativament gran i no es disposaven dels mitjans necessaris per dur-les a terme en les condicions adequades. Per tant, es va enfocar cap al món de la pirotècnia. Els objectius que es van establir foren:

- 1. Investigar sobre els orígens de la pirotècnia i la seva evolució.**
- 2. Estudiar els diferents components i les característiques de les reaccions químiques que intervenen en la pirotècnia.**
- 3. Comprovar la importància de l'oxigen en la reacció de combustió.**
- 4. Sintetitzar i analitzar la composició combustible principal del món de la pirotècnia: la pólvora.**
- 5. Sintetitzar mescles que produeixin efectes utilitzats en el món de la pirotècnia.**
- 6. Determinar el fonament químic dels diferents efectes pirotècnics que esdevenen: color, enlairament i so.**
- 7. Comprovar els diferents colors que produeixen determinades substàncies a l'inflamar-se.**
- 8. Classificar els diferents models bàsics d'artefactes pirotècnics del nostre voltant.**
- 9. Esbrinar el funcionament d'artefactes pirotècnics senzills.**
- 10. Elaborar alguns artefactes pirotècnics senzills.**
- 11. Analitzar i comparar els efectes pirotècnics dels castells de focs del concurs de Tarragona.**
- 12. Visitar una empresa pirotècnica.**
- 13. Valorar l'actual panorama pirotècnic: concursos de castells de focs i pirotècnies.**

1.-LA PIROTÈCNIA I ELS SEUS ORÍGENS

La pirotècnia es pot definir com l'art de la preparació i de l'ús d'objectes pirotècnics; és a dir, artefactes formats per mescles de substàncies sòlides que a l'inflamar-se produeixen diversos efectes de llum, color i so.

Etimològicament, “pirotècnia” té les seves arrels en les paraules gregues “piros”, foc i “techne”, tècnica. Es podria traduir com l'art que tracta el foc.

L'inici de la pirotècnia es troba molt lligat al descobriment de la pólvora. La coneixença de composicions i mescles similars a la pólvora negra és el que ha fet possible la creació d'un art pirotècnic. Els pobles orientals, entre els quals figuren els xinesos com a capdavanters, foren els primers que començaren a cultivar aquest art pirotècnic, a causa que també foren els primers d'aconseguir composicions similars a la pólvora negra actual. Les dates no són exactes. Els xinesos coneixien una composició anomenada salnitre, KNO_3 , el qual barrejaven amb matèries combustibles com el carbó, el sofre, resines i greixos diversos.



Foc grec: primers usos de components inflamables amb composicions més o menys semblants a la pólvora actual.

Mentre els xinesos i els bizantins en els segles VII i VIII ja havien preparat focs d'artifici, projectils incendiaris i fins i tot cohets voladors; a Europa, l'ús de composicions incendiàries d'aquest estil no es generalitzà fins el començament del segle XIII i no es té constància de l'ús

de la pólvora com a propulsor fins a la segona meitat del mateix segle.

La pirotècnia va anar avançant sobre bases científiques, especialment, gràcies als reis prussians i als oficials artillers i pirotècnics.

A Prússia, al 1819, s'inaugurà “el taller de pirotècnia”, juntament a un laboratori de cohets. Fins aquell moment, la pirotècnia s'havia considerat unida a l'artilleria i, per tant, es consideraven una mateixa branca. Un tinent general de l'exèrcit prussià va promoure la idea de separar la pirotècnia de l'artilleria i, així, finalment, es van separar la fabricació de focs d'artifici de la fabricació dirigida a l'artilleria.

Els prussians van publicar diverses obres entre 1746 i 1845 entre les quals destaquen guies sobre manipulació en l'elaboració de focs d'artifici i guies que propugnen l'ensenyança de l'artilleria i la pirotècnia. Especialment, tingué importància una obra que va resultar fonamental pel desenvolupament de l'art pirotècnic. Aquesta obra fou publicada per primer cop al 1801 per Claudi Fortunato i va ser reeditada diversos cops.

La pirotècnia de guerra es va desenvolupar a mitjans del segle XIV amb el descobriment de la força de la pólvora negra i així arribaren les noves armes de foc arreu d'Europa.

Veient els excel·lents resultats que donaven els artefactes incendiaris, com els cohets, es va desenvolupar molt l'estudi d'aquests, sobretot, novament per part dels prussians. Es van poder eliminar alguns problemes com la desviació dels cohets o l'explosió accidental d'aquests.

Avui en dia, hi ha una infinitat de focs artificials amb petites variacions i amb una nomenclatura diferent depenent de la zona geogràfica. Els principals tipus de focs artificials són descrits i tractats més endavant.

Una de les finalitats de la pirotècnia és la recreació dels sentits, en concret de la vista i de l'oïda. En la classificació posterior, aquest tipus de pirotècnia es troba inclosa dins de la pirotècnia recreativa, la qual s'ha utilitzat i s'utilitza avui en dia constantment en les celebracions i les festes populars. És el cas dels correfocs amb els diables a Catalunya o de les falles a la Comunitat Valenciana. No obstant, dins dels diversos espectacles pirotècnics, destaquen els concursos de castells de focs.

2.-LA REACCIÓ DE COMBUSTIÓ

La pirotècnia es troba dins del camp d'estudi de la química a causa dels nombrosos efectes de llum i de les reaccions químiques explosives que es donen.

La reacció química que encén l'artefacte pirotècnic i permet que desenvolupi la seva funció s'anomena reacció de combustió.

- **Combustió:** tipus de reacció química en la qual una substància o mescla es combina amb l'oxigen i, amb una aportació d'energia en forma de calor, s'inflama, es crema, alliberant llum o calor, diòxid de carboni i aigua, sempre i quan la reacció sigui completa. La reacció és considerada completa quan es pot cremar tota la substància o mescla combinada amb l'oxigen. En cas que la reacció no es pugui acabar quedarà, a més a més dels productes anteriors, unes substàncies intermèdies que podran tornar a ser cremades si torna a haver-hi oxigen. Aquesta substància o mescla que en presència d'oxigen s'inflama rep el nom de **combustible**.

Per tant, les composicions internes que formen part dels diversos artefactes pirotècnics es basen en certes normes químiques bàsiques. És necessari incloure una substància combustible i una substància que aportï oxigen suficient per tal de fer possible la reacció. Aquesta s'anomena **comburent** o **oxidant**.

No obstant, una combustió pot donar lloc a dos tipus de reaccions:

- **Deflagració¹:** té les mateixes característiques que abans s'han comentat per la reacció de combustió, amb la particularitat que la deflagració es dona quan la flama avança a una baixa velocitat de propagació. Es considera deflagració fins la velocitat del so, 340m/s, en l'aire i a 20°C. La deflagració s'expandeix per difusió tèrmica, no per ona de xoc. Per tant, les explosions no s'inclouen en aquest grup.
- **Detonació²:** a diferència de la deflagració, la detonació és una combustió supersònica. Per tant, es desenvolupa a velocitats de combustió superiors a la del so. Això implica que es produeixi una ona expansiva que afecti altres cossos a causa de les perturbacions físiques que provoca en el medi. En aquest grup s'inclouen les explosions.

Aquests fenòmens són els que es produeixen en els artefactes pirotècnics. Es poden combinar els dos processos: deflagració que acaba resultant detonació. Es pot veure fàcilment. Si s'escolta i/o s'observa que l'artefacte pirotècnic explota és perquè hi haurà hagut una detonació i prèviament una deflagració. Si no s'escolta ni es veu, ràpidament es pot entendre que s'ha donat una deflagració únicament.

¹ Vegeu CD-ROM de l'annex IV Pràctica 16. Exemple de deflagració d'una bengala.

² Vegeu CD-ROM de l'annex IV Pràctica 22. Exemple de detonació de la pólvora dins d'un petard.

3.-FONAMENTS PIROTÈCNICS: SUBSTÀNCIES, MESCLES I MATERIALS

Els efectes dels diferents artefactes pirotècnics: cohets, fonts, volcans...són provocats a causa de l'energia que proporciona la combustió de les matèries que es troben a l'interior del propi artefacte. La reacció s'inicia des de l'exterior, amb l'energia d'una flama o del corrent elèctric i, un cop iniciada, es trasllada cap a l'interior de l'artefacte consumint les substàncies combustibles. Per produir altres efectes especials, com regular la força de la propulsió, produir la detonació i produir color, són necessàries altres substàncies o bé tractar les anteriors moldejant-les o col·locant-les de maneres diferents. La majoria dels components de les mescles han de ser reduïts a pols i tamisats. Així s'aconsegueix més perfecció i més regularitat en els resultats, a més a més d'evitar la descomposició interna dels productes, cosa que dona peu als accidents com les explosions involuntàries i els incendis.

3.1-La química d'un artefacte pirotècnic

Els artefactes pirotècnics són els elements que utilitza la pirotècnia. Són les eines que s'usen per crear els efectes a diverses altures i dur a terme la realització dels castells de focs. Darrere de l'efecte que cada artefacte pirotècnic produeix, hi ha un seguit de substàncies químiques que es complementen per tal de fer-lo possible:

3.1.1.-La càrrega detonant³

La càrrega detonant és la mescla de substàncies que trobem formant part a l'interior de qualsevol artefacte pirotècnic. Aquesta càrrega donarà lloc a un o diversos efectes quan es produeixi la combustió. Les substàncies, així com les seves proporcions, el seu nivell de compactació i la seva iniciació seran els factors determinants en el resultat final. Com a elements fonamentals dins de la càrrega detonant d'un artefacte pirotècnic trobem:

3.1.1.1.-Combustibles

- Entre les substàncies combustibles més freqüents destaquen el carbó, el sofre, la goma laca i la colofònia. No obstant, només el carbó s'utilitza com a matèria amb la funció d'aportar energia a través de la seva combustió.

-Aglutinants

- Els aglutinants són matèries, també combustibles, que tenen la funció de compactar les mescles de les quals formen part. Els principals són: la goma laca, goma aràbiga, dextrina i la colofònia

-Substàncies amb altres funcions

- *Clorur mercuriós* : confereix a les flames que cremen substàncies colorants més brillantor.

³ L'expressió càrrega detonant és una generalització. També s'inclouen els elements que formen part d'un artefacte pirotècnic i que únicament experimenten una deflagració sense arribar a explotar.

- *Sucre de llet*: s'utilitza per regular la velocitat de combustió dels compostos colorants i allargar l'efecte colorant d'aquests.
- *Mescles de nitrat potàssic, picrat potàssic i àcid pícric* : proporcionen espetecs a les mescles.
- *Sofre*: actua facilitant la combustió. Per exemple, entre el carbó i el nitrat de potassi en la pólvora.
- *Goma laca*: a més a més de ser aglutinant, actua disminuint la velocitat de combustió d'una composició.
- *Colofònia*: a l'igual que la goma laca, actua retardant la velocitat de combustió.

3.1.1.2.-Comburents o oxidants

Sense aquestes substàncies, la reacció difícilment s'iniciaria i després no es podria mantenir. Les substàncies comburents contenen àtoms d'oxigen de manera que quan es descomposen alliberen aquests àtoms i els proporcionen als combustibles. Entre les principals matèries que proporcionen oxigen destaquen:

- *Nitrat potàssic*: també conegut com a salnitre. Té la següent fórmula química : KNO_3 . És la substància que proporciona oxigen a la pólvora negra i té la mateixa funció en moltes preparacions pirotècniques. Va ser substituït per altres sals més oxidades a causa que el nitrat potàssic és força higroscòpic, molt sensible a la humitat, absorbeix l'aigua, i es degrada fàcilment.
- *Nitrat de bari*: de fórmula molecular $Ba(NO_3)_2$. Té poca higroscopicitat i gran insensibilitat a l'entrar en contacte amb altres mescles de combustibles, en comparació amb el nitrat potàssic o els clorats.
- *Clorat potàssic*: de fórmula molecular $KClO_3$. És una altra substància utilitzada com a comburent. S'han de prendre més precaucions quan es tracta amb el clorat de potassi a causa que en sec i en contacte amb un gran número de matèries fàcilment inflamables detona enèrgicament. També s'ha de controlar la puresa del material. Actualment, no s'utilitza a causa de la seva perillositat.
- *Perclorat potàssic*: de fórmula molecular $KClO_4$. És molt menys perillós que l'anterior en la manipulació. No obstant, els seus efectes són també una mica menors. És el més utilitzat.

3.2.-Efectes especials en la pirotècnia

3.2.1.-El color:

Dins del conjunt d'efectes especials, el color és un dels més importants. Les combinacions de colors confereixen a les composicions pirotècniques sensacions i bellesa. El fenomen de la coloració de la flama de les composicions pirotècniques s'inicia per part de Bunsen i Kirchhoff el 1860, a partir del descobriment que cada gas té un espectre d'emissió característic. Per tant, per colorejar una flama només és necessari introduir una substància que a la temperatura de la flama es gasifiqui, que arribi a la incandescència, de tal manera que emetrà les radiacions característiques del seu espectre i l'ull humà veurà el color propi de la seva emissió.

Com a matèries colorants de la flama s'utilitzen solament sals fàcilment gasificables, especialment cauen en aquesta categoria les sals de les famílies dels metalls alcalins i dels metalls alcalinoterris, i també algunes sals de coure.

Les composicions per donar color necessiten contenir sempre un perclorat a causa que aquesta sal cedeix vivament l'oxigen, necessari per obtenir l'elevada temperatura de gasificació de la matèria colorant. Una altra característica fonamental és la puresa de la sal.

Per a cada color, es destaquen substàncies que el donen quan es cremen a la flama:

3.2.1.1.-Llum groga: element bàsic; *sodi Na*

- *Oxalat de sodi*: dona un color groguenc-ataronjat. Té l'avantatge de ser una sal volàtil i de no ser higroscòpica.
- *Nitrat de sodi* : és higroscòpic.
- *Carbonat de sodi* : poc volàtil.

3.2.1.2.- Llum vermella: element bàsic; *estronci Sr*

- *Oxalat d'estronci*: dels diferents compostos d'estronci és el que dona el color vermell més intens.
- *Nitrat d'estronci* : quant a efectes i característiques, és molt semblant a l'anterior.
- *Clorat d'estronci* : s'utilitza bàsicament per colorejar les flames d'alcohol.
- *Carbonat d'estronci* : és molt poc volàtil.

3.2.1.3.- Llum verda: element bàsic; *bari Ba*

- *Nitrat de bari* : s'utilitza com a comburent i com a colorant de la flama. Dona un color groguenc-verdós clar.
- *Clorat de bari* : dona un color verd fosc intens.
- *Carbonat de bari* : substitutiu barat amb una eficàcia molt discutible.
- *Clorur de coure (II)* : únicament confereix el color verdós a la flama d'alcohol a causa que les flames més calents es coloren de color blau. Per tant, el coure dona lloc a un espectre o a un altre depenent de la temperatura de gasificació.

3.2.1.4.- Llum blava: element bàsic ; *coure Cu*

- *Carbonat de coure*, « *blau de muntanya* » : és la més utilitzada.
- *Nitrat cúpric i nitrat d'amoni*: aquest primer grup és preferible a causa de l'estabilitat de la flama.
- *Sulfat cúpric i sulfat d'amoni*.

3.2.1.5.- Llum violeta: element bàsic; *potassi K*

- S'obté a partir de les diferents sals de potassi. Clorat de potassi i perclorat de potassi sobretot. És una sal que fàcilment queda emmascarada per la llum groga-ataronja del sodi.

3.2.1.6.- Llum blanca: hi ha una gran varietat de substàncies que donen llum blanca.

- *Trisulfur d'antimoni* : desprèn grans quantitats de fums tòxics.
- *Bisulfur d'arseni* : té els mateixos efectes que el sulfur d'antimoni. No obstant, entre els productes de la combustió destaca l'arsènic blanc, que és extremadament verinós.
- *Alumini* : comunica una llum blanca brillant i és més econòmic que el magnesi amb efectes força anàlegs.
- *Magnesi*: dóna una llum blanca enlluernadora i de gran intensitat.
- *Silici i ferrosilici*: barrejats amb peròxid de bari donen una bona llum blanca.

3.2.2.- Les espurnes:

Són un altre dels efectes especials que comuniquen determinades substàncies a la flama. Les flames que desprenen espurnes s'obtenen quan una composició constituïda per matèries finament polvoritzades es barreja amb partícules gruixudes que no cremen, sinó que són expulsades incandescents.

3.2.2.1.-Espurnes groguenc-vermelloses:

- S'obtenen per mitjà de partícules de carbó humides amb una solució formada per salnitre, goma aràbiga i aigua. Després, són tamisades.

3.2.2.2.-Espurnes blanques:

- El ferro en forma de llimalles dóna lloc a aquestes espurnes. També la pols d'acer molt fina dóna espurnes de manera contínua i la barreja entre pols finíssima de porcellana amb pólvora molt molta també.

3.2.2.3.-Espurnes blaves:

- Per mitjà de llimalles de coure i llimalles de zinc. Són diferents tonalitats de blau. Si la flama està a poca temperatura (flama d'alcohol), tal com ja s'ha dit, el color del coure es torna verd.

3.2.2.4.-Espurnes violetes:

- El *permanganat de potassi* produeix espurnes de color violeta.

3.2.3.-El so

El so constitueix una característica fonamental en els espectacles pirotècnics. Transmet moltes sensacions: rapidesa, relaxació, violència...

El fenomen que provoca el so és la detonació i la consegüent transformació de l'ona de xoc, produïda per l'energia alliberada en l'explosió, en una ona sonora normal. Normalment, el combustible dins dels artefactes pirotècnics és la pólvora. Tot i que la pólvora no detona per naturalesa pròpia, és a dir, es tracta d'una mescla que deflagra, si s'apliquen mitjans mecànics sí que es pot fer detonar la pólvora. Així doncs, una part de les explosions que escoltem corresponen a les detonacions de les diferents composicions pirotècniques comprimides i que formen les càrregues d'elevació, per exemple. L'altra explosió que se sent és quan es produeix el procés químic de la combustió de la mescla pirotècnica: s'alliberen gasos a grans pressions i elevades temperatures a mesura que es crema la substància o mescla en qüestió. Si en el procés d'alliberament de gasos,

aquests es troben dins d'un recipient tancat com la carcassa de l'artefacte pirotècnic, es produeix la detonació per la sobrepressió amb el consegüent trencament de la carcassa. Així, junt amb la detonació es pot escoltar el trencament de la pròpia carcassa de l'artefacte pirotècnic a l'explotar.

A més a més, es poden afegir substàncies concretes a les mescles que quan s'inflamen produeixen espetecs i sorolls característics, com el benzoat de sodi o l'àcid pícric, que causa el xiulet dels cohets xiuladors comercials.

3.2.4.-L'enlairament

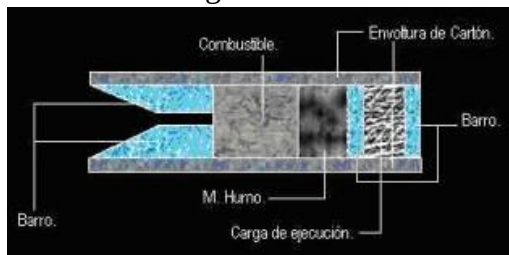
Un dels grans atractius dels focs artificials són els anomenats focs artificials aeris, és a dir, els que produeixen els efectes a gran altura, podent arribar fins als 400 metres. Són molt utilitzats sobretot en els moments apoteòsics o en els finals de secció grandiosos. Per tal de fer-los possible es disposen de dos sistemes d'enlairament:

3.2.4.1.-Cohets

Els cohets són unes estructures formades per un tub de cartró⁴ que conté la composició pirotècnica. En un extrem s'ha d'obtenir una cavitat cònica que generi un petit forat per on s'introduirà la metxa i contactarà amb la mescla pirotècnica. L'altre extrem, es tapa amb un tap de matèria inerta i així el motor queda únicament en contacte amb l'exterior pel petit conducte on es troba la metxa. La càrrega, que ha estat prèviament introduïda i premsada correctament, provoca un fort impuls de propulsió. El seu principi de funcionament es basa en la tercera llei de Newton, el principi d'acció i reacció: per cada acció existeix una reacció, una força de la mateixa intensitat, la mateixa direcció i sentit oposat. Així doncs, la força que generen els gasos expulsats per la combustió de la composició efectuen una força contra el terra que és retornada i, així, el cohet és propulsat cap amunt. Per estabilitzar la trajectòria del cohet, s'introdueix una varilla de longitud i diàmetre determinat.



La majoria de cohets, no obstant, no únicament s'eleva, si no que quan arriben al seu punt màxim d'altura detonen i produeixen altres efectes de color o de so. Per tant, la majoria de cohets incorporen més elements. Unit al motor del cohet, es troba el cap del cohet. El cap del cohet és una altra estructura de cartró o de plàstic que pot ser més o menys gran i amb una forma variable. Per exemple, un cilindre tancat en forma de cúpula o esfera. Dins d'aquesta segona estructura es troba la composició que causa l'efecte, com per exemple un simple petard en el cas dels voladors típics o estrelles de colors en el cas dels més professionals. Entre la composició pirotècnica del motor del cohet que causa l'enlairament i la composició de color o de so que es troba en el cap del cohet hi ha una altra metxa que s'encén quan la càrrega d'enlairament s'acaba i transmet el foc a la càrrega de color o de so.



Esquema de l'estructura d'un cohet⁵:

Es pot veure l'estructura clàssica en con descrita abans. Per tal d'arribar a la càrrega d'execució és necessària la intervenció d'una metxa que travessi la paret de fang.

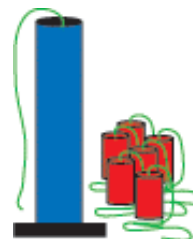
⁴ Anomenat motor del cohet.

⁵ En el dibuix falta incloure dues metxes: una per la part del con per iniciar el combustible i una altra per transmetre el foc a la càrrega d'execució, travessant la capa de fang.

També s'ha ignorat la vareta de fusta explicada al mateix apartat 3.2.4.1.-Cohets

3.2.4.2.-Morters

Els morters constitueixen el segon mètode d'enlairament. Són també anomenats tubs de llançament. Són uns tubs de diferents diàmetres que funcionen d'una manera similar als canons. Són enterrats al terra parcialment i són fixats amb bosses de terra per evitar que es desviïn de la seva trajectòria de llançament. Al seu interior, contenen les carcasses pirotècniques que produiran l'efecte determinat. Els morters estan fets de cartró, metall o de plàstic. Tenen una forma cilíndrica. Trobem, a l'igual que en el cas dels cohets, morters de diferents tamanyes. El seu diàmetre varia entre 50 i 600 mil·límetres aproximadament. A més a més, es classifiquen depenent si fan un efecte de color o de so. Alguns dels més coneguts i que es descriuran més endavant són els que tenen carcasses de peònies, crisantems, salzes...Els morters es poden disparar col·locats unitàriament o en bateria.



3.2.4.3.-Llançament

La carcassa, que es troba dins del morter, és propulsada enlaire gràcies a l'explosió generada quan s'encén una càrrega de pólvora negra, anomenada tir o càrrega d'elevació, localitzada a l'interior de la pròpia carcassa, a la part inferior. Dins de la pròpia carcassa es troba l'espoleta, que no és més que un petit tub de cartró ple de composició pirotècnica que s'encén per un extrem al mateix temps que s'encén la càrrega d'elevació. És a dir, l'espoleta s'encén a causa de l'explosió de la càrrega de tir que envia la carcassa cap al cel. Per tant, actua com un retardant per fer temps fins que la carcassa agafa l'altura màxima. Depenent del piconament de la mescla de l'espoleta, aquesta crema a una velocitat determinada i coneguda. Així, es fa coincidir el moment en el qual s'arriba a l'altura màxima amb el moment que l'espoleta transmet el foc per l'altre extrem i encén la càrrega d'apertura o directament la càrrega pirotècnica que, al trobar-se també comprimida detonarà i fragmentarà la carcassa al mateix temps que encendrà les estrelles inflamables perquè produeixin l'efecte de color en el cel.



És freqüent veure, a mesura que pugen les carcasses, caure una pluja d'espurnes que marca la trajectòria que segueix l'artefacte en el seu ascens. S'anomena cua. Això s'aconsegueix subjectant un cilindre a la carcassa amb el compost pirotècnic adequat per produir les espurnes. S'encén en el moment del seu llançament. Així, es formen els efectes de deixants, cometes i se simulen els troncs de les palmeres o tiges.

4.- USOS

Segons la finalitat a la qual es destina, la pirotècnia pot tenir diferents utilitats:

4.1.-Pirotècnia recreativa: la més important i la que representa el motiu d'estudi d'aquest treball. La finalitat dels focs artificials és recrear la vista, fer passar a la gent una bona estona contemplant la bellesa dels espectacles pirotècnics, barrejant magnífics efectes de llum policroma, de diversos colors, i enganyar l'oïda amb la imitació dels sons dels canons. Això ho fa mitjançant la utilització de cohets, carcasses i altres productes terrestres i d'altura mitjana.

Segons la zona on produeixen el seu efecte, es poden classificar en tres grups.

4.1.1.-Productes aeris:

-Cohets⁶

-Carcasses: el conjunt format per la carcassa i el morter que s'introdueix dins del morter i que produeix el seu efecte a altures considerables. La carcassa també pot ser utilitzada com a producte de mitjana altura.

4.1.2.- Productes de mitjana altura:

En aquesta classe d'artificis, s'inclouen aquells que produeixen els seus efectes en l'aire a una menor altura que els morters. Poden ser utilitzats juntament amb els de la classe anterior o es poden arribar a fer espectacles pirotècnics utilitzant únicament aquests. La desavantatge que presenten és clara: es perd en magnificència i grandiositat en relació amb els altres, però presenten l'avantatge de tenir menys poder explosiu i, per tant, fer-los apropiats per llocs menys amplis.

-Candelas romanes: Són un dels artefactes pirotècnics més comuns i més usuals. Estan formades per cilindres de cartró o plàstic de diferents diàmetres i llargàries. Aquests cilindres són un altre tipus de tubs que fan la funció de morter petit. Quan s'encenen, les boles de foc o estrelles contingudes en el seu interior són projectades successivament i produeixen els seus efectes en el cel a intervals variables, depenent de la durada dels retards que separen els efectes en la candela.. Són força utilitzades en els espectacles pirotècnics per fer composicions amb monotirs, com per exemple tridents de colors diferents.



-Coques: Es presenten en forma de caixes cilíndriques o poligonals dins de les quals hi ha diversos tubs de cartró que poden ser del mateix calibre o no. Les càrregues pirotècniques es projecten successivament produint en l'aire efectes diferents, de color o so.



4.1.3.- Productes terrestres:

Són els que tenen menys càrrega pirotècnica i, per tant, són els que requereixen menys distància de seguretat. Aquí s'inclouen els més importants, tant a nivell professional com no.

-Trons: el seu funcionament bàsic és el mateix que provoca la detonació d'una carcassa llançada amb un morter. Són càpsules de cartró tancades i plenes de pólvora comprimida. A l'iniciar-se la combustió d'aquesta pólvora, es produeix la detonació per la compressió a la qual està sotmesa i per la falta d'espai dels gasos en expansió que es produeixen.



-Bombetes o cebetes: són artefactes pirotècnics en forma de ceba petita. Estan formats per pedretes petites i una mica de pólvora, envoltat tot això en paper. D'aquesta manera, quan es llancen contra algun objecte produeixen una mínima detonació.



⁶ Explicat anteriorment a l'apartat 3.2.4.1.-Cohets

Poden ser llançats per nens petits. No són, per tant, gens perillosos quant a efectes propis.

-Bengales: les bengales són senzillament unes composicions formades per una vareta de filferro impregnada amb una pasta combustible. La pasta té composicions diverses a causa del fet que són diverses les matèries que produeixen efectes semblants. Contenen pólvora i per tal d'aconseguir l'efecte de les espurnes s'utilitzen les substàncies anteriorment citades en els apartats anteriors: llimalles de ferro o alumini en pols que provoquen les espurnes. Per conferir color s'utilitzen les sals amb l'espectre d'emissió desitjat. També, s'ha d'afegir algun oxidant per cedir l'oxigen necessari a la reacció i altres substàncies que actuïn d'aglutinants.



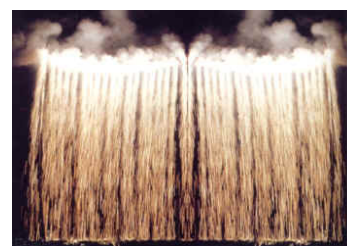
-Bombes de fum: es venen comercialment com peces de cartró de forma esfèrica amb un diàmetre petit, per fer-se una idea oscil·la sobre 1'5-2 centímetres. El cos de la bomba està format per dues semiesferes buides. En el seu interior hi ha una mescla formada per diverses substàncies que formen una pasta compacta i sòlida. Sobresurt de l'interior de la bomba una metxa que està unida a la bomba per una pasta combustible que serveix per unir i compactar la metxa a la pasta.



-Fonts o fontanes: són unes estructures en forma de conos o tubs de cartró que serveixen de carcassa a substàncies pirotècniques comprimides, deixant un petit orifici de sortida. Així, com més petit sigui l'orifici de sortida amb més pressió sortirà el doll d'espurnes i més altura assolirà. Les fonts produeixen ràfegues d'espurnes de colors diferents a altures d'entre 2 i 10 metres. Quan les fonts tenen forma de con en comptes de ser cilíndriques, per analogia, reben el nom de volcans. La durada de les fonts sol variar entre 20 i 50 segons.



-Cascades: són molt similars a les fonts des del punt de vista del seu funcionament i estructura. No obstant, les cascades, produeixen el seu efecte cap avall. Són suspeses d'un cable i, a l'encendre's, produeixen una pluja de foc. El nom de cascada prové de la imatge que es crea quan es combinen diferents tubs a la vegada. Solen tenir una durada d'entre 30 segons i 2 minuts. Pel fet que normalment produeixen els seus efectes en conjunt, es troben connectades per metxes ràpides.



-Giratoris: són artefactes pirotècnics que roden a causa de fonts de propulsió ràpida. Aquests propulsors estan fixats a la perifèria d'una roda de plàstic o fusta, a banda i banda d'un eix central. Aquests giratoris poden contenir bengales de llums i girar en un pla vertical o horitzontal. La seva duració oscil·la generalment entre 30 segons i 2 minuts.



4.2.-Pirotècnia d'utilitat : aquesta és un tipus concret que s'utilitza per enviar senyals i pel salvament en temps de pau. Són un exemple les bengales, les senyals fumígenes que s'utilitzen o els cohets de salvament marítim pels naufragis a la mar.

4.3.-Pirotècnia de guerra : en aquest grup pertanyen tots els diferents tipus de municions, els esquers per l'ignició de les mescles i focs especials de combat.

5.-PÓLVORA

La pólvora és l'element principal que obre tot el ventall de possibilitats que ofereix la pirotècnia. No es tracta d'una espècie química, sinó que es tracta d'una mescla entre nitrat o clorat de potassi, sofre i carbó vegetal. No obstant, la composició de la pólvora no és fixa. Hi ha altres pólvores que incorporen resines naturals i fins i tot, les pólvores sense fum actuals que no són a base de carbó. Tal com ja s'ha dit abans, es creu que la pólvora fou inventada pels pobles orientals, xinesos. A partir d'aquell moment, la seva extensió per tot el món va ser gradual i constant. La pólvora més antiga utilitzada era l'anomenada pólvora negra.

5.1.-La pólvora negra

Aquesta pólvora utilitza nitrat de potassi com a oxidant.

La proporció aproximada en pes que la caracteritza és 6:1:1 (nitrat de potassi, sofre i carbó vegetal, respectivament). Aquesta proporció anteriorment citada és la proporció utilitzada avui dia. Si s'analitzen pólvores antigues es troben grans oscil·lacions entre les proporcions de les substàncies. Amb el temps, s'han anat perdent aquestes pràctiques que abans resultaven habituals i s'ha estandaritzat la pólvora en una proporció més general del 74-75% de nitrat de potassi, anomenat molt sovint salnitre, 10-12'5% de sofre i 12'5-16% de carbó vegetal, a més a més de contenir una humitat d'1-1'5%. Aquesta proporció és la que dona millors resultats quant a necessitats de fabricació (seguretat, economia...) i consum en armes de foc i en el camp de la mineria. Únicament, amb unes finalitats determinades pel que fa referència a l'explosió que genera, es varien les proporcions d'aquesta mescla actualment. Per exemplificar-ho, en algunes pólvores se substitueix part del carbó per hidrats de carboni.

5.1.1.-Quin paper juga cada component en la mescla?

Tot i que la proporció en la qual els components de la pólvora entren en joc en la reacció no es pot expressar per mitjà d'una simple equació química, sí que es poden expressar fàcilment les funcions de cada component en el resultat final.

- *Nitrat de potassi*: aquesta substància, com tots els nitrats, clorats i perclorats, és un comburent, i tal com s'ha explicat anteriorment, la seva funció és la de subministrar oxigen per tal de fer possible la combustió i mantenir-la. Així doncs, no es pot prescindir d'aquesta substància perquè si ho féssim, la mescla resultant no seria pràcticament inflamable.
- *Sofre*: aquesta substància que se'ns presenta amb un color groc té la funció de facilitar la inflamació de la mescla i accelera la seva combustió. Si bé és prescindible, una mescla de nitrat de potassi i carbó seria suficient per produir una combustió però evidentment seria molt més complicat iniciar-la i no seria tan ràpida. El sofre aproxima els components de la pólvora i al ser també fàcilment inflamable provoca que augmenti la temperatura més ràpidament.
- *Carbó*: el carbó és la principal substància combustible de la mescla. Es tracta de carbó vegetal, i pel fet que és una espècie sotmesa a oscil·lacions que no poden preveure's és més important la seva constitució que no pas la quantitat d'aquest.

5.1.2.- La pólvora negra avui en dia

L'ús de la pólvora és encara avui dia considerable, però ha passat a un segon pla pel que fa a la impulsió de projectils tot i que encara es consumeixen quantitats considerables pel que fa a cartutxos de caça. S'utilitza també en el tir esportiu amb armes històriques. Pel que fa a la indústria, s'utilitza per formar part de les càrregues de les mines, per la càrrega de granades de metralla i com a element que forma part de metxes. A part, és un component fonamental pels focs d'artifici i les mescles detonants.

6.-ELS CASTELLS DE FOCS ARTIFICIALS

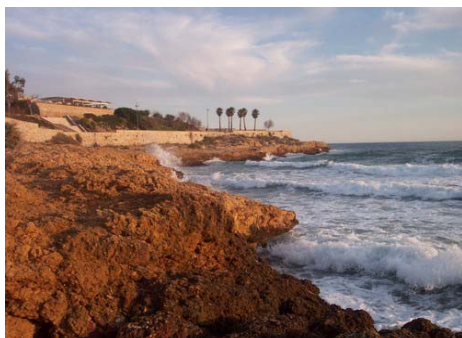
Els castells de focs són estructures formades per l'ús d'una quantitat variable de productes pirotècnics amb la finalitat de crear una gamma d'efectes (colors, intensitat de la llum, so...) el més espectaculars possible per l'espectador. Són el resultat de la unió i exhibició de cohets i altres elements. Tot i que Espanya destaca en el sentit de tenir alguns certàmens molt prestigiosos de caire mundial, en el panorama internacional també trobem prestigiosos concursos de castells de focs, com el festival de Malta, a Mèxic trobem diversos concursos també, a Standford o el concurs internacional de Roma.

6.1.-Els concursos de castells de focs més importants d'Espanya.

Anualment, tenen lloc a Espanya diversos concursos de castells de focs de caire internacional que compten amb la participació de reconegudes pirotècnies nacionals i estrangeres. Entre els més prestigiosos destaquen : el concurs de castells de focs artificials de San Sebastià, el concurs de València i el de Tarragona.

- **Concurs de focs artificials de San Sebastià:** es tracta del concurs de castells de focs més antic de tot occident, superat en antiguitat pels japonesos que començaren en el segle XIX. Se celebra any rere any des del 1964 durant les festes de la "Semana Grande", del 13 al 20 d'agost. L'any 2007 s'ha celebrat la 44a edició. Els premis consisteixen en la Cloïssa d'or pel primer classificat amb un premi en metàl·lic de 6.000€, la Cloïssa de plata pel segon classificat i 4.500€ i la Cloïssa de bronze pel tercer classificat i 3.000€. L'actuació del 2007 compta amb la participació de la guanyadora del concurs de focs de Tarragona 2007, María Angustias Pérez i amb la prestigiosa Valenciana Ricard Caballer d'entre les més importants.
- **Concurs de focs artificials de València :** l'any 2007 s'ha celebrat la 24a edició del Festival Internacional de Pirotècnia de València. A més a més del concurs propi, nombroses pirotècnies col·laboren en diferents actes que es donen entre el dia 6 i el dia 9 d'octubre, essent aquest últim dia a la nit quan té lloc el concurs com a tal. Aquest any seran dues pirotècnies que participin. Per una banda, l'autòctona Pirotecnia Caballer S.A. de València que competirà contra la francesa Etienne Lacroix Tous Artificies S.A.
- **Concurs Internacional de Castells de Focs Artificials de la Ciutat de Tarragona:** des de 1990, Tarragona és la seu d'un dels concursos més importants de tot el Mediterrani: el Concurs Internacional de Castells de Focs Artificials de Tarragona. Al 2007 s'ha celebrat la 18a edició. El concurs té lloc la primera setmana de cada

mes de juliol durant sis nits. L'inici és a les 22:30h de la nit i depenent de la pirotècnia dura aproximadament entre 17 i 22 minuts. Any rere any, es presenten les pirotècnies més prestigioses del món que competeixen per guanyar. Aproximadament es dispararen 8.500kg de focs artificials l'any 2007 i l'espectacle fou vist per 400.000 persones al llarg de la setmana. El jurat està constituït per especialistes i periodistes nacionals i internacionals que voten diàriament els castells i atorguen els premis. El premi que es concedeixen són: la Venus de Tarragona al guanyador i també al segon classificat, a més a més d'un premi en metàl·lic de 9.000€ i 6.000€ respectivament. El guanyador és l'encarregat de disparar a les festes de Santa Tecla següents. L'altre premi és el Gran Premi del Públic, que ha tingut també un premi en metàl·lic de 3.000€ i fou atorgat pel públic que votà per missatges de mòbil, internet o paperetes específiques.



Els focs es llançaren des del cap que es veu en la fotografia de l'esquerra. En la imatge de la dreta, es troba encerclada en negre la punta del miracle.

Les pirotècnies que participaren en la divuitena edició foren les següents:

- **Orzella Fireworks S.R.L.**
- **Piroquiles S.L.**
- **Parente Fireworks**
- **Pirotècnia Xaraiva S.L.**
- **Flash Barrandov Special Effects LTD**
- **Pirotècnia María Angustias Pérez**

7.- METODOLOGIA

S'ha fet una recerca d'informació que es presenta en el treball des de dues vessants. En primer lloc, es presenten els continguts teòrics sobre el món de la pirotècnia articulats des d'un punt de vista químic. Aquesta primera part desenvolupada en el treball correspon a la recerca bibliogràfica explícita.

D'altra banda, s'ha fet una recerca d'informació que apareix de manera implícita. Aquesta correspon al treball de laboratori i a l'anàlisi dels castells de focs. En el treball de laboratori, a més a més de demostrar alguns dels fonaments del món de la pirotècnia, s'ha procedit a l'elaboració d'alguns compostos i artefactes pirotècnics senzills. Utilitzant les informacions extretes de la recerca bibliogràfica, s'ha fet un treball sistemàtic al laboratori basat en l'elaboració i la comprovació de l'eficàcia de diferents productes. Ha consistit en un treball metòdic i qualitatiu, utilitzant els productes disponibles en l'àmbit escolar. Les pràctiques són qualitatives perquè es busca l'obtenció d'un efecte determinat. No obstant, el treball de laboratori amb composicions pirotècniques requereix precisió en les proporcions de les substàncies, atenció i seguretat. Per això, a l'hora de barrejar els components de les mescles, no s'ha fet en sec, s'ha mullat per poder tractar-les sense córrer cap risc.

Un altre dels eixos centrals del treball correspon a l'anàlisi dels castells de focs de la divuitena edició del Concurs Internacional de Focs Artificials de Tarragona. El seguiment es va fer durant els sis dies de duració del concurs i es va enregistrar amb càmera de vídeo, per després analitzar-lo. També es van utilitzar com a suport bibliogràfic els articles que aparegueren en els diaris de la zona i la pàgina web oficial del concurs. Es va procedir a descriure pas per pas les diferents construccions que es produïen cada nit, valorant alguns elements com el ritme, la vistositat i l'opinió dels espectadors presents a l'espectacle. Es completa l'explicació amb fotografies localitzades a l'annex I dels moments més espectaculars i de les façanes més impressionants.

Continuant amb la valoració de castells de focs, es va enregistrar també en vídeo el castell de focs vist a Tarragona al mes de setembre. Aquest castell fou preparat per part de l'empresa guanyadora de la divuitena edició del concurs en motiu de les Festes Majors de Santa Tecla. En aquest cas, es va procedir a fer una breu comparació entre els dos castells de focs que van ser llançats per part de la mateixa empresa, un corresponent al concurs i l'altre a l'exhibició amb motiu de Santa Tecla. Sense anar més lluny, es fan unes breus apreciacions sobre aspectes rellevants. No obstant, el vídeo enregistrat es troba contingut dins del cd-rom adjunt al treball.

L'últim bloc important del treball el constitueix la visita a la fàbrica pirotècnica de l'empresa María Angustias Pérez situada a les afores de la ciutat de Guadix, Granada. L'empresa pirotècnica, guanyadora de la divuitena edició del Concurs Internacional de Focs Artificials de la Ciutat de Tarragona, va permetre fer una visita a les seves instal·lacions. Es va procedir a elaborar un informe sobre la visita que es troba inclòs en el treball, amb preguntes dirigides a dos grans blocs: estructuració i organització de la fàbrica i elaboració de productes.

8.- RESULTATS

8.1.-Treball de laboratori

En aquest apartat es recullen totes les pràctiques que s'han dut a terme. A l'annex II.I, es troben una o dues fotografies de cada pràctica realitzada. Algunes pràctiques han estat enregistrades i col·locades al CD-ROM de l'annex IV.

Pràctica 1: Observació de l'espectre de sals metàl·liques a la flama.

Fonament teòric: els espectres d'emissió de la matèria són l'energia radiant que emeten els àtoms quan són excitats. La matèria pot absorbir o alliberar energia. Aquesta energia es transmet mitjançant petits paquets anomenats "fotons". Quan s'introdueixen a la flama les diferents sals metàl·liques, els seus àtoms s'exciten i accedeixen a un orbital superior. En aquest orbital són inestables i, per tant, alliberen energia en forma de fotons per tornar a un nivell energètic més estable. Aquesta energia és la que veiem en forma de llum de colors gràcies al fet que la seva freqüència està compresa entre uns nivells concrets.

Objectiu: comprovar el color que aporten a la flama determinades sals metàl·liques al gasificar-se.

Material: bec Bunsen, fil de nicrom de 5 a 10 cm, vidres de rellotge i càpsula de porcellana. Reactius: solució d'àcid clorhídric o d'àcid nítric concentrada i sals metàl·liques: clorur de bari, clorur de liti, clorur de potassi, clorur de níquel, nitrur de plom, clorur cobaltós, clorur de magnesi, clorur de calci, clorur de coure (II), nitrat de calci, nitrat d'estronci, iodur potassi, permanganat de potassi, sulfat de coure (II), cromat de potassi, alumini, magnesi, llimalles de ferro, llimalles de coure, llimalles de zinc, nitrat de bari i oxalat de sodi.

Procediment:

1. Netejar el fil de nicrom introduint-lo en la solució àcida i en la flama del bec Bunsen per comprovar que està net.⁷
2. Impregnar el fil de nicrom en una de les sals metàl·liques i apropar-lo a la flama
3. Observar i anotar el color que apareix a la flama
4. Netejar⁸ el fil de nou amb l'àcid i repetir l'experiència utilitzant les diverses sals metàl·liques.

Resultats: la flama pren colors diferents a l'introduir les diferents sals metàl·liques.

⁷ Per comprovar que està net el fil de nicrom, la flama ha de continuar tenint el mateix color blavós-ataronjat.

⁸ Després de repetir l'experiència diverses vegades és probable que el fil de nicrom es fongui per l'acció de la flama i es vagi acumulant una capa que emmascara el color real de les sals. En aquest cas es pot procedir a tallar l'extrem del fil i continuar amb el procediment explicat.

<u>SAL METÀL·LICA</u>	<u>COLOR</u>
Clorur de bari	Groc-verdós
Clorur de liti	Vermell carmesí
Clorur de potassi	*Violeta
Clorur de níquel	Espurnes groguenques-taronjoses
Nitrur de plom	Blanc
Clorur cobaltós	Espurnes groguenques-taronjoses
Clorur de magnesi	Blanc
Clorur de coure (II)	Blau-verdós
Nitrat de calci	Vermellós-taronjós
Nitrat d'estranci	Vermell
Iodurs de potassi	Morad
Permanganat de potassi	Espurnes violetes
Sulfat de coure (II)	Blau-verdós
Cromat de potassi	Espurnes groguenques
Alumini	Blanc
Magnesi	Blanc enlluernador
Llimalles de ferro	Espurnes blanques-taronjoses
Llimalles de coure	Blau-verdós
Llimalles de zinc	Espurnes blaves clars
Oxalat de sodi	Groc-taronjós

- El clorur de potassi té un comportament irregular. Mostra un color groc-taronja alguns cops.
- S'observen diferències de tonalitat entre els grups sulfat i clorur en el cas del coure. El clorur de coure produeix un color blau-verdós, més blau que verd. Les llimalles de coure mostren un color més verdós que el clorur de coure. Les llimalles de coure i el sulfat de coure tenen una tonalitat molt semblant.
- Dels nitrats, el nitrat d'estranci mostra el seu color amb facilitat.
- Dels clorurs, el clorur de liti mostra el seu color amb més facilitat.

Anàlisi dels resultats:

- El clorur de potassi té un comportament irregular a causa del sodi. El sodi és un element molt freqüent i es troba a tot arreu. Emmascara el color del clorur de potassi apareixent d'un color diferent al que li pertoca, taronja. La presència elevada de sodi guarda relació amb la situació geogràfica de Tarragona. Tarragona és una ciutat costanera i aquest problema, que el sodi emmascari el color d'una altra sal, es trobarà amb més facilitat en una ciutat costanera. L'aigua del mar és salada perquè conté molt clorur de sodi. És per això que aquests cations de sodi són més abundants en les ciutats costaneres que no pas en les ciutats d'interior.
- La diferència de tonalitat que presenta el clorur de coure i les llimalles de coure és a causa de l'energia que emeten. Les llimalles de coure emeten energia amb una longitud d'ona més curta que el clorur de coure. Això, l'ull humà ho interpreta amb la petita variació de tonalitat que presenten a la flama.

- Els nitrats són uns compostos amb els punts d'ebullició força baixos. Això permet que es vaporitzin amb facilitat i es pugui observar l'espectre d'emissió.
- Els clorurs dels metalls alcalins són molt volàtils. Es vaporitzen amb facilitat, i això fa que es pugui observar l'espectre d'emissió.

Pràctica 2: Estudi de l'oxigen

Tal com ja s'ha dit abans, l'oxigen és un element fonamental en una preparació pirotècnica, ja que permet iniciar i mantenir la reacció de combustió. Es troba en les substàncies que reben el nom de comburents i s'allibera d'elles al dissociar-se.

Objectiu: comprovar la importància de l'oxigen en qualsevol reacció química de combustió.

Material: tub d'assaig pirex, bec Bunsen, boletes de paper i reactiu : clorat de potassi, KClO_3 .

Procediment:

1. En el tub d'assaig es col·loca una petita quantitat de clorat de potassi, no importa una quantitat exacta, i s'escalfa amb el bec Bunsen sota una flama baixa fins observar que la sal es comença a fondre.
2. En aquest moment, es llança una boleta de paper dins del tub i s'observa el resultat.

Resultats:

- La boleta de paper s'inflama i comença a cremar violentament.
- La flama que surt de la boleta de paper es "tenyeix" de color violeta..

Anàlisi dels resultats:

- El clorat de potassi és una sal que està formada pels elements potassi, clor i oxigen. El fet d'escalfar-lo provoca que s'alliberi ràpidament l'oxigen i es formi clorur de potassi, KClO_3 . Tal com s'havia vaticinat, l'oxigen té la propietat d'alimentar i afavorir les combustions. Per això, el paper ha cremat violentament.
- El clorat de potassi, KClO_3 , és un bon oxidant, allibera l'oxigen a l'inflamar-se.
- El color violeta que s'observa es deu a l'espectre del potassi. Les partícules d'aquest element que s'alliberen del clorur de potassi són les que tenyeixen la flama de color violeta.

Pràctica 3: Llumins de clorat de potassi

El món dels focs artificials va més enllà dels cohets. També es troben els efectes de la pirotècnia en artefactes tan comuns com són les bengales. Els llumins de clorat de potassi pretenen imitar els efectes d'elles, no obstant presenten algunes diferències.

Objectiu : fabricar artefactes amb un efecte semblant al d'una bengala.

Material : morter, vas de precipitats, escuradents, aigua destil·lada i reactius: 30g. de clorat de potassi, KClO_3 , 10g. de sofre, S, 5g. goma aràbiga, 5g. de sucre.

Procediment:

1. Pesar i moldre el KClO_3 .
2. Pesar els altres ingredients i barrejar-los amb el KClO_3 .
3. Mullar una mica la barreja fins formar una massa pastosa.
4. Introduir les puntes dels escuradents i deixar assecar.

Resultat:

- Diversos llumins amb la punta de clorat de potassi que produeixen una flamarada petita i ràpida de color pàl·lid, donant lloc a una combustió ràpida.

Anàlisi dels resultats:

- La mescla dels diferents components en les proporcions utilitzades crema correctament.
- L'efecte d'aquesta composició inflamable és molt brusc i ràpid. La composició entre sucre i clorat de potassi provoca aquest efecte violent. El clorat de potassi és un potent oxidant i el sucre, en presència suficient d'oxigen, crema intensament.
- No s'assembla a l'efecte que produeix una bengala.

Pràctica 4: Bomba de fum

Un altre dels artefactes pirotècnics que es poden trobar a la venda són les bombes de fum . Com el seu nom indica, a l'inflamar-se desprenen força fum durant una estona.

Objectiu: elaborar un artefacte que quan s'inflami produeixi gran quantitat de fum.

Material: vas de precipitats, vareta de vidre, recipient de cartró o metàl·lic, metxa o diversos llumins, reactius: 4g de sucre, 6g de nitrat de potassi, KNO_3 .

Procediment:

1. Pesar el sucre i el KNO_3 en una balança i barrejar-ho tot en un vas de precipitats.
2. Escalfar-ho lentament sota una flama fluixa mentre es barreja amb la vareta.
3. Quan la barreja es torni viscosa i d'un color marronós introduir-la en el recipient de cartró o metàl·lic i introduir la metxa abans que se solidifiqui.
4. Esperar una hora fins que s'assequi.

Resultats:

- Un artefacte que quan s'encén produeix gran quantitat de fum.
- La bomba de fum resultant costa d'encendre i la reacció es produeix ràpidament.

Anàlisi dels resultats: els reactius combinats en aquestes proporcions donen el resultat esperat.

- El sucre és la substància que quan es crema allibera gran quantitat de fum.
- El nitrat de potassi és la substància que aporta l'oxigen necessari perquè es produeixi la reacció de combustió.

Observacions:

1. Es poden afegir diversos llumins de fósfor per tal de facilitar la ignició posterior de la mescla.
2. Es pot fixar la metxa amb la composició de pasta d'esquer.

Pràctica 5: Bomba de fum de color

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 4 : en un cas, s'ha afegit a la composició 8 g d'anilina vermella i en l'altre, 8 g d'anilina blava.

Resultats:

- Anilina vermella: fum grisós.
- Anilina blava: el fum es torna fosc, però no és molt dens.

Anàlisi dels resultats:

- L'anilina és un tint que no coloreja adequadament el fum que es desprèn. No dona una coloració equiparable amb les bombes de fum comercials.

Pràctica 6: Pilota de fum

Una variació a la bomba de fum vista abans és la pilota de fum. Quant a efectes pràctics són els mateixos. No obstant, la combustió es fa amb materials diferents.

Objectiu: elaborar un petit artefacte que quan s'inflami alliberi gran quantitat de fum.

Material : tisoires, reactius : pilotes de tennis de taula i paper d'alumini.

Procediment :

1. Tallar una pilota de tennis taula en petits bocins utilitzant les tisoires.
2. Introduir els bocins en paper d'alumini i enrotllar en forma de ceba.

Resultats :

- Un artefacte que quan s'inflama produeix fum.

Anàlisi dels resultats:

- La pilota de tennis taula està formada per un compost anomenat comercialment cel·luloide. Es tracta realment de nitrat de cel·lulosa i té una consistència plàstica. És molt inflamable i per això està limitat el seu ús. Al cremar-se produeix força quantitat de fum.
- Aquest artefacte resulta ser més contaminant que l'anterior perquè s'utilitza alumini.

Pràctica 7: Elaboració de pólvora negra

Per formar la càrrega detonant dels artefactes es necessita la pólvora, i aquesta s'ha d'obtenir a partir de la mescla d'altres substàncies. En aquest cas, a partir de: nitrat de potassi, sofre i carbó animal.

Objectiu: obtenir pólvora negra que cremi satisfactòriament.

Material: vas de precipitats, morter o molinet, bosses de plàstic, vareta de vidre, reactius: 75g. de nitrat de potassi, KNO_3 , 15g. de carbó animal, C, 10g. de sofre, S.

Procediment:

1. Pesar les quantitats de cada ingredient i moldre-les per separat . O bé, passar-les per un molinet de moldre cafè fins obtenir pols fina.

2. Guardar cada component en una bossa de plàstic.
3. Afegir les quantitats exactes de cada ingredient en el vas de precipitats i barrejar⁹ a poc a poc amb una vareta de vidre.
4. Quan la pólvora està ben mesclada s'extreu i es guarda en una bossa de plàstic diferent.

Resultat:

- Pols fina de color negre.
- No s'inflama correctament amb un encenedor.

Anàlisi dels resultats:

- Les proporcions dels reactius són correctes i la pólvora està seca.
- La causa és el carbó d'origen animal. El carbó animal només conté un 10% de carboni . Per tant, és massa pobre en carboni per utilitzar-lo per l'elaboració de pólvora negra.

Pràctica 8: Elaboració de pólvora negra

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 7: carbó d'origen vegetal en comptes de carbó d'origen animal.

Material: vas de precipitats, morter o molinet, bosses de plàstic, vareta de vidre, reactius: 75g. de nitrat de potassi, KNO_3 , 15g. de carbó vegetal, C, 10g. de sofre, S.

Resultat:

- Pols fina de color negre que s'inflama correctament amb un encenedor.

Anàlisi dels resultats::

- Les proporcions dels reactius i el grau d'humitat són correctes i fan que la pólvora cremi bé.
- El carbó d'origen animal de l'anterior pólvora no donava el resultat esperat. El carbó vegetal conté aproximadament un 80% de carboni. Per tant, ha de ser aquest el que s'utilitzi en l'elaboració de la pólvora.

Pràctica 9: Elaboració de pólvora amb clorat de potassi

Canvi respecte la pràctica nº 8 : l'oxidant, en comptes de ser nitrat de potassi, és clorat de potassi.

Material: vas de precipitats, morter o molinet, bosses de plàstic, vareta de vidre, reactius : 70g. de clorat de potassi, KClO_3 , 15g. de carbó vegetal, C, 15g. de sofre, S.

Resultat :

- Pols fina de color negre que crema ràpida i violentament.

Anàlisi dels resultats:

- Les composicions i el grau d'humitat són correctes per aquesta pólvora.

⁹ Per tal de reduir el risc d'inflamació involuntària, es pot humitejar el vas de precipitats amb aigua destil·lada abans de la barreja dels reactius. En aquest cas, cal deixar la pólvora assecar al sol.

Pràctica 10: Comparació entre pólvora de KNO_3 i KClO_3 .

Objectiu: sotmetre a una mateixa experiència dues pólvores diferents i observar els resultats obtinguts. Una d'elles és una pólvora que utilitza com a oxidant el nitrat de potassi, KNO_3 . En canvi, l'altra és una pólvora feta amb clorat de potassi, KClO_3 .

Material: espàtula, tires de paper, encenedor i petita quantitat de pólvora de nitrat de potassi i pólvora de clorat de potassi.

Procediment:

1. Col·locar amb l'ajut d'una espàtula pólvora de KNO_3 en forma de reguerol sobre una tira de paper.
2. Encendre el reguerol per un dels extrems i observar el procés de combustió.
3. Repetir l'experiència amb l'altra pólvora.

Resultats:

Oxidant de la pólvora	Ignició	Velocitat	Higroscopicitat	Manipulació	Virulència
Clorat de potassi: KClO_3	Més ràpida	Més ràpida	Menor	Menys segura	Més virulent
Nitrat de potassi: KNO_3	Més lenta	Més lenta	Major	Més segura	Menys virulent

Anàlisi dels resultats:

- La pólvora feta amb el compost clorat de potassi cedeix més vivament l'oxigen de tal manera que la reacció esdevé més violentament.
- La pólvora feta amb el compost nitrat de potassi requereix més energia calorífica per iniciar la seva reacció de combustió a causa de la seva humitat.

Pràctica 11: Elaboració de metxes

Les metxes són els elements per excel·lència que porten inclosos els diversos artefactes pirotècnics per tal de ser encesos. Són fàcilment inflamables i transmeten la calor a la càrrega del foc artificial per iniciar-lo. Hi ha molts tipus depenent del fil que s'utilitzi i dels productes químics que s'afegeixen per facilitar la inflamació.

Objectiu: fabricar metxes que permetin encendre les càrregues dels artefactes pirotècnics d'una manera segura.

Material : tisores, fil de cotó gruixut, ciment i pólvora de nitrat de potassi.

Procediment :

1. Retallar tires aproximadament de dos centímetres del fil de cotó gruixut.

2. Mullar el ciment amb una mica d'aigua per tal de fer la pasta de ciment.
3. Impregnar les en la pasta de ciment i acte seguit en pólvora.
4. Deixar-les assecar.

Resultats:

- Metxes que no cremen correctament.

Anàlisi dels resultats:

- No és un bon mètode per elaborar metxes.
- El ciment no és inflamable.
- El ciment ofega la pólvora que no pot cremar correctament.

Pràctica 12: Elaboració de metxes

Canvi fet respecte la pràctica nº 11 : s'utilitza cola blanca enlloc de ciment.

Material : tisores, fil de cotó gruixut, cola blanca , pólvora de nitrat de potassi.

Resultats:

- Metxes dures que cremen correctament.

Anàlisi dels resultats:

- La cola blanca impregna la pólvora de nitrat en el fil de cotó i la manté adherida.
- El nitrat de potassi és un compost molt higroscòpic i això provoca que amb un període de temps determinat, depenent de les condicions, normalment no massa gran, absorbeixi la humitat i no faci la seva funció correctament. La pólvora es comença a desenganxar més fàcilment i la metxa falla.
- Per tal de reduir al màxim aquest efecte es poden guardar en bosses de plàstic en comptes de deixar les metxes a l'aire lliure. Una altra opció és posar-les a assecar al sol.

Pràctica 13: Elaboració de metxes

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 11: metxes fetes amb una solució espessa de goma aràbiga i pólvora de clorat de potassi.

Material: tisores, fil de cotó gruixut, goma aràbiga, pólvora de clorat de potassi.

Resultat:

- Metxes que reaccionen més fàcil i una mica més violentament que les metxes fetes en la pràctica nº12.
- Metxes que fallen menys que les de la pràctica nº11.

Anàlisi dels resultats :

- La goma aràbiga manté millor la pólvora adherida al fil de cotó, aconseguint que funcioni durant més temps.
- La pólvora està feta amb l'oxidant clorat de potassi, KClO_3 . D'aquesta forma es redueix la higroscopicitat del compost i augmenta el temps en el qual es manté la metxa en bones condicions.

Pràctica 14: Bengales

Les bengales són un dels artefactes pirotècnics més comuns a tot arreu. No comporten cap risc important. Les espurnes que provoquen no són potents i són artefactes molt utilitzats en les celebracions.

Objectiu: elaborar un artefacte amb efectes semblants al d'una bengala.

Material: espàtula, bàscula, vidre de rellotge, vareta de vidre, proveta, vas de precipitats, alcohol, aigua i escuradents llargs de fusta, reactius: 2g. de llimalles de ferro, Fe, 1,6g. de sofre, S, 3,2g. de pólvora fina de clorat de potassi, 3,2g. de nitrat potàssic, KNO_3 .

Procediment:

1. Pesar els diferents components amb el vidre de rellotge a la bàscula i abocar-los a un vas de precipitats.
2. Preparar una solució aquosa d'alcohol al 25% en volum en la proveta.
3. Abocar una mica de solució en el vas de precipitats amb els compostos pesats prèviament i barrejar amb una vareta de vidre. Continuar repetint l'operació fins obtenir una pasta viscosa.
4. Untar els escuradents llargs amb la pasta resultant i deixar assecar.

Resultats:

- Composicions que cremen correctament produint espurnes i una flamarada moderada.

Anàlisi dels resultats:

- Aquesta composició és adequada per produir artefactes tipus bengala.
- El ferro és l'element que provoca les espurnes. Es troba en forma de ferralles i surten disparades incandescentment a l'inflamar-se.
- La pólvora fina, el sofre i el nitrat de potassi són compostos per produir la combustió adequada i són els responsables de la flamarada que s'observa

Pràctica 15: Bengales

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 14 : s'ha doblat la quantitat de llimalles de ferro.

Resultats:

- Artefacte que al cremar produeix una flamarada i espurnes de manera molt semblant a l'artefacte de la pràctica nº14.
- La velocitat i la flamarada són menors en aquest cas.

Anàlisi dels resultats:

- L'augment substancial del ferro, el qual es torna incandescent a mesura que es va cremant la mescla, provoca que la velocitat sigui menor per la major quantitat que cal cremar.

Pràctica 16: Bengales

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 14 : s'ha utilitzat una pólvora feta de nitrat de potassi en comptes d'una pólvora feta de clorat de potassi.

Resultats:

- Artefacte que al cremar produeix una flamarada i espurnes de manera molt semblant al de la pràctica nº14.

Anàlisi dels resultats:

- No produeix un canvi significatiu en els resultats el fet d'afegir una pólvora fina a base de nitrat de potassi o de clorat de potassi.

Pràctica 17: Pasta d'esquer

Objectiu: obtenir una composició inflamable que serveixi per fixar les metxes en els artefactes pirotècnics.

Material: proveta, vareta de vidre, càpsula de porcellana, reactius: alcohol etílic, aigua destil·lada, pólvora de clorat de potassi.

Procediment:

1. Obtenir una solució aquosa al 25% en volum d'alcohol.
2. Preparar la pólvora en la càpsula de porcellana.
3. Sacsejar i abocar de mica en mica la solució d'alcohol a la càpsula de porcellana i anar barrejant amb la vareta de vidre fins obtenir un conjunt pastós.
4. Impregnar amb aquesta pasta les unions entre la metxa i el compost el qual s'ha d'inflamar.

Resultats:

- Pasta de color negra que quan s'asseca se solidifica i s'inflama correctament.

Anàlisi dels resultats:

- Aquesta composició és adequada per fixar les metxes.
- El fet que sigui pólvora de clorat de potassi provoca que la metxa l'inflami fàcilment i que aquesta inflami la composició de l'artefacte.

Pràctica 18: Font amb pólvora de nitrat de potassi

Objectiu: elaborar un artefacte pirotècnic que produeixi un doll d'espurnes.

Material: tub de cartró, argila, espàtula, pasta d'esquer, metxa i pólvora negra.

Procediment:

1. Tapar un dels dos extrems del cilindre de cartró amb argila i deixar assecar.
2. Omplir el recipient amb pólvora negra.
3. Impregnar la part inferior de la metxa en pasta d'esquer i introduir-la dins de la pólvora negra.
4. Posar una fina capa a dalt de tot del recipient amb pasta d'esquer per tal de facilitar la posterior ignició.
5. Tapar els voltants de la part superior amb argila, deixant un forat a la part central d'obertura. Com més petit sigui el forat, amb més pressió sortirà el doll. S'ha d'anar amb compte de no tapar-lo totalment, ja que si no l'artefacte detonarà.

Resultats:

- Un artefacte pirotècnic que produeix un petit doll d'espurnes i una flamarada més o menys intensa.

Anàlisi dels resultats:

- La pólvora negra produeix espurnes a causa de la presència de petites boletes de sofre que no s'han barrejat bé i s'expulsen incandescentment.

Pràctica 19: Font de clorat de potassi

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 18 : s'ha utilitzat clorat de potassi, KClO_3 , com a oxidant de la pólvora.

Resultats :¹⁰

- Un artefacte pirotècnic que produeix una flamarada intensa i expulsa espurnes.
- Produeix un efecte molt semblant a la font de nitrat de potassi.

Anàlisi dels resultats :

- Aquesta font resulta ser una mica més potent que l'anterior a causa del canvi d'oxidant en la pólvora.
- No és significatiu en la mescla el fet d'afegir una pólvora feta amb clorat de potassi o amb nitrat de potassi. El resultat final és força semblant.

Pràctica 20: Font d'àcid pícric i clorat de potassi

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 18 : la càrrega de la font és una composició formada per un 60% de clorat de potassi, KClO_3 i un 40% d'àcid pícric.

Objectiu: elaborar un artefacte pirotècnic que produeixi un doll d'espurnes i una xiuletada.

Resultats:

- Una reacció violenta de la qual surt una intensa flamarada al mig en forma de doll amb fragments incandescents pel voltant.
- No es produeix cap xiuletada.

Anàlisi dels resultats:

- L'àcid pícric és un compost normalment utilitzat per produir l'efecte de xiuletada dels artefactes pirotècnics. No va produir aquest efecte probablement pel mal estat del compost, ja que estava caducat.
- L'àcid pícric produeix un color blanc enlluernador.
- L'àcid pícric fou el causant dels fragments incandescents que sortien de la font.
- El combustible utilitzat resulta ser potent.

Pràctica 21: Font d'àcid pícric i nitrat de potassi

Canvi realitzat respecte la pràctica nº 20 : s'ha utilitzat nitrat de potassi en comptes de clorat de potassi.

¹⁰ No s'ha posat el vídeo d'aquesta pràctica al CD-ROM atès que l'efecte és molt semblant al del vídeo de la pràctica 18.

Resultats :

- Un artefacte que s'inflama contundentment, expulsa espurnes i produeix una flamarada gran.

Anàlisi dels resultats:

- El nitrat de potassi provoca que disminueixi el grau de potència de l'artefacte a l'inflamar-se, però provoca que augmentin el número d'espurnes que es poden observar.

Pràctica 22: Petards

Els petards són uns artefactes pirotècnics que quan s'encenen produeixen una detonació. Aquesta varia depenent de la composició, granulometria, compactació i pressió de la pólvora, a més a més del tipus de recipient que la conté.

Objectiu: elaboració d'un artefacte pirotècnic que produeixi una petita detonació a l'encendre la composició mitjançant una metxa.

Material: espàtula, metxa, tub buit, argila i pólvora.

Procediment:

1. Tapar completament la part inferior del tub amb argila i deixar-la assecar.
2. Introduir la pólvora dins del tub.
3. Introduir la metxa en contacte amb la pólvora.
4. Embolicar la part inferior de la metxa amb una mica de paper higiènic o de diari.
5. Tapar la part superior amb argila deixant únicament la metxa amb el paper pel voltant que faci de contacte entre la pólvora i l'exterior.

Resultat:

- Un petard que a l'encendre la metxa produeix una detonació petita.

Anàlisi dels resultats:

- Com que la pólvora es va introduir seca, sense mullar, no es va pressionar per evitar accidents i el grau de potència disminueix considerablement. A més a més, la quantitat era poca.

Pràctica 23: Llum verda

Objectiu: elaborar una composició fàcilment inflamable que produeixi una llum verda mentres cremi.

Material: espàtula, balança, vidre de rellotge, vas de precipitats, vareta de vidre, morter, aigua destil·lada, alcohol etílic, reactius: 6,45g. de nitrat de bari, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, 1,45 g. de clorat de potassi, KClO_3 , 0,2 g. de carbó, C, 1,7g. de sofre, S.

Procediment:

- Es pesen i es trituren cadascun dels reactius per separat, amb compte a l'hora de triturar el clorat de potassi.

- Aquest pas és opcional. S'ajunten tots en un vas de precipitats i s'hi aboca una mica de solució alcohòlica¹¹ per fer el conjunt pastós. Cal barrejar amb l'ajuda de la vareta de vidre.
- Es poden posar directament tots els reactius en un vas de precipitats i amb l'ajuda de la vareta de vidre barrejar-los.

Resultats:

- Composició en pols fina que s'inflama correctament i produeix una enlluernadora i potent llum verda mentre es va cremant.

Anàlisi dels resultats:

- El nitrat de bari, tal com s'havia comprovat en la pràctica nº1 és el compost que produeix l'espectre d'emissió que es relaciona amb el color verd.
- El clorat de potassi és el compost que aporta l'oxigen necessari perquè es produeixi una bona combustió durant el procés.
- El carbó és el compost combustible que allarga la combustió.
- El sofre és l'element que facilita la combustió del conjunt.

Pràctica 24: Llum vermella

Objectiu : elaborar una composició fàcilment inflamable que produeixi una llum vermella mentre crema.

Material : espàtula, balança, vidre de rellotge, vas de precipitats, vareta de vidre, morter, aigua destil·lada, alcohol etílic, reactius: 1g. de clorat de potassi, KClO_3 , 2g. de sofre, S, 7 g. de nitrat d'estronci, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$.

Procediment :

- El mateix que la pràctica nº23.

Resultats:

- Composició en pols fina que costa una mica d'inflamar-se i quan ho fa, produeix una enlluernadora llum vermella.
- Mentre crema, es desprèn una substància d'aspecte fluid que queda per sobre de la superfície del conjunt i es va evaporant.

Anàlisi dels resultats:

- La substància fluïda és l'aigua que procedeix de la humitat que ha agafat el compost del nitrat d'estronci. Això provoca que no es manifesti perfectament la llum vermella.
- El nitrat d'estronci és el responsable de l'espectre d'emissió que es relaciona amb el color vermell, tal com ja s'havia vist a la pràctica nº1. És molt higroscòpic.
- El clorat de potassi és el compost que aporta l'oxigen perquè es produeixi una bona combustió del conjunt.
- El sofre és l'element que facilita la combustió.

¹¹ La mateixa que a la pràctica nº 14.

8.2.-Anàlisi dels castells de focs del Concurs Internacional de Castells de Focs Artificials de Tarragona en la seva XVIIIa edició.

El jurat ha constatat de 17 membres, dos dels quals han vist l'espectacle des d'un vaixell al mar per evitar que un dia de fum perjudiqués el castell de l'empresa corresponent. Es valoren diversos punts diàriament. Després, es fa la mitjana ponderada i d'allí s'extreu el número amb la nota exacta de la puntuació de l'empresa. Alguns dels elements a valorar pel jurat foren els següents: ocupació de l'espai aeri, puresa, intensitat, brillantor i durada colors; varietat cromàtica; lluminositat; dimensions; disseny de formes; elegància; diversitat d'efectes; sonoritat; conjunció amb l'entorn; originalitat; ritme; guió de l'espectacle; arrancada inicial; crescendo final i acceptació pel públic.

Els diferents focs artificials que es van veure durant les 6 nits, del 2 al 7 de juliol, estan enregistrats i es troben al CD-ROM de l'annex IV. Durant l'explicació, es troben remarcades en cursiva algunes frases. Això significa que aquest moment es troba recollit a l'annex I.II en forma de fotografia. És recomanable llegir prèviament l'apartat a l'annex I.I per poder entendre millor la següent anàlisi. Els elements destacats en negreta són els que es troben en aquest annex I.I.

-Orzella Fireworks S.R.L.

Aquesta empresa italiana va inaugurar el concurs de focs artificials de Tarragona 2007. Comença amb dues **japoneses** que s'entrecreuen en l'aire i canvien a puntes blanques mentres cauen. Continuen amb un efecte que tot i que no es va veure prou bé va sorprendre a força gent: van *disparar les lletres del seu nom*. Continua amb una sèrie d'aquàtiques a la part inferior. Després de les aquàtiques, disparen diverses palmeres petites en un color blanc intermitent. Tot seguit, crea un efecte **gall d'indi** amb altres peces simples que aporten color a sobre seu i finalitzen la secció amb l'aparició completa de mitja **japonesa**, aquàtica, en el **gall d'indi** amb diversos focus d'un color blau-lila per sobre seu.

L'espectacle continua amb la utilització de **monotirs amb focus vermell que arriben a una altura mitjana força elevada, acompanyats per flaixs**, peces bastant simples, aïllades i repetitives, que es desenvolupen en la zona terrestre. Quan cedeixen els **monotirs** inferiors apareixen **geomètriques** de focus verds i vermells que detonen a l'aire com **crackers**. Per l'acabament de la secció utilitzen un "miniarravatament" de **flaixs i crackers**. A continuació, disparen unes quantes **japoneses** de colors vermells i verds, el vermell desapareix i la part verda forma l'efecte **crisantem**. Combinat amb aquestes **japoneses**, apareixen alguns efectes de **multiobertures de creuats** en vermell també. Més tard, recorren a les **serpentes** juntament amb unes **japoneses peònies** perfectament arrodonides de color blanc que canvien a tremolante. Tot seguit, presenten una façana a base de **monotirs** amb focus vermells i verds superats lleument per farfalla amb el centre de colors variats: morat, vermell i verd. Els monotirs desapareixen ràpidament quan comença la farfalla anterior. Al cap d'uns moments, apareixen una sèrie de **serpentes** i continua amb la **farfalla**, com l'anterior, amb centres de colors. Per finalitzar aquesta secció es disparen diverses **japoneses** petites a una altura mitjana; unes de color blau i les altres de color vermell, formant una estructura amb contrast de color i lleument superada per algunes peces de **multiobertura** en vermell i verd.

Després d'algunes peces de colors amb un **oscil·lant** que adquireix força altura continuen mostrant més efectes de **farfalla**, diferent de l'anterior, amb interiors de colors. Cal destacar la diversitat de **farfalla** que van utilitzar. Continuen amb peces **geomètriques**: l'exterior format per paracaigudes, peces que es mantenen un cert temps a l'aire mostrant el seu efecte de color mentres l'interior de la **geomètrica** es consumeix

i s'apaga. Continuen amb peces aïllades. Primer amb diversos aeris blancs, després amb alguns **monotirs** del terra i després amb peces de colors combinats que acaben en **crackers**. Acaben la secció combinant **serpentine**s amb **volcans** que sorgeixen del terra, **japoneses** amb filaments i un arravatament de **crackers**. Després, segueixen disparant sèries de **serpentine**s. Deixen estar les **serpentine**s i continuen amb **japoneses** allargades amb focus d'intermitències. Al cap d'una estona ho combinen amb **serpentine**s en una altura mitjana-aèria i apareixen alguns terrestres en forma de **tridents** de **meteors**. Aquest és el primer moment que li confereixen un ritme més accelerat a l'espectacle, oferint un fris de **japoneses** com les anteriors d'esquerra a dreta amb algunes **cabelleres** per sobre en la zona aèria. Segueixen amb les **japoneses** en raig de coco tot i que ara utilitzen **crisantems** que canvien de color una vegada detonen. Fan ús de diverses **japoneses** més, aquest cop blanques, que canvien a **intermitències**. A continuació, construeixen una bonica façana a base d'un **gall d'indi** amb **monotirs** de focus morats al terra i sèries de **multiobertures** de verds i vermells amb **japoneses** que passen a tenir l'interior en or i les puntes de colors diferents, morat i rosat sobretot.

Tot seguit disparen sèries de dos tridents a base de **deixants** i afegeixen petits **cometes** amb focus blancs i després verds. Llavors treuen els **tridents** i disparen diverses **palmeres** en efecte **pioggia**. Desapareixen els terrestres i apareixen algunes **palmeres** de les anteriors amb centre d'**intermitències** blanc i alguna també canviant a puntes de colors mentres cau. Després d'un arravatament de **palmeres** apareixen uns paracaigudes, que es mantenen en el cel en color vermell, verd i blanc brillant potent mentres cauen poc a poc. Quan estan caient, apareixen diversos **crackers** a l'altura de les anteriors **palmeres**, una altura aèria amb **peònies** morades que s'intercalen constantment ocupant la part aèria del cel. Llavors, apareixen diversos grups de **creuats**, vermells i morats, i peces amb efectes de colors, seguides de **japoneses crisantems que detonen i mostren puntes i pistil d'uns colors i canvien a uns altres**. Això es desenvolupa a una altura terrestre i mitjana-aèria, cal dir que les **japoneses** són grans. Junt amb elles, apareix més **farfalla** amb un centre de focus morat. Continuen amb peces diverses combinant diversos focus de colors variats: morats, verds i vermells. La secció següent comença amb uns terrestres brillants clars, obrint-se a l'estil ventall, mentres a una altura superior hi ha una **multiobertura en estudata** seguida d'una obertura amb **intermitències** taronges al mig. A dalt, mitja japonesa **peònia** amb focus morats, seguida d'un canvi de puntes de focus a verds i d'una altra obertura en **estudata** de **creuats**. Finalitzen amb una nova obertura de **creuats en or, ocupant més espai, amb puntes de colors, crackers** al mig i **intermitències**. Quan detona l'obertura, apareix mitja **japonesa** al mig en morat i focus que cauen per fora en color verd brillant. Novament, diverses sèries de **multiobertures en estudata** de **creuats** apareixen, variant la composició dels elements. Els primers són més senzills, els següents són iguals als anteriors explicats, seguits de **crackers** i **japoneses** de multicolors.

Després d'una petita pausa comença una veritable **apoteosi** quan envaeixen el cel multitud de **japoneses** de colors i tamanys diversos. N'hi ha que inclús estan formades per multitud de colors. Després apareixen uns **volcans** terrestres brillants que pugen verticalment mentre per dalt apareixen diversos **kamuros** en **pioggia** daurats grandiosos. Quan acaba l'últim, hi ha un espai de dos segons en el qual només es veu caure el **kamuro** ja detonat lentament, quan de sobte apareix una **explosió d'aquàtics amb focus vermells i morats mentre es disparen diversos trons que enlluernen el cel**. Darrere dels **trons** es disparen diverses **palmeres** petites i finalment un **crisantem** grandios per sobre de tot. *Uns últims trons anuncien el final.*

Nota del jurat: 6,52 (5na classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 6'50 (5na classificada)

-Piroquiles S.L.

En el segon dia de focs artificials aquesta empresa valenciana va començar amb una gran **palmera** en color or antic acabada en puntes vermelles i acompanyada per unes quantes descàrregues de **flaixs**. A continuació, van utilitzar dues **palmeres** i una secció de **crackers** aïllats durant un inici força fluix quant a ritme. Per finalitzar la secció, apareix una **japonesa** en efecte **peònia** i de color morat. Apareix seguida d'una **palmera, salze**, i d'una altra **palmera** encara més gran que les engoleix. Mentre cau aquesta última palmera, canvia a puntes verdes.

Els focs aquàtics no es van fer esperar i, després de l'inici, van començar arran del mar *petites peces en or antic amb puntes morades, vermelles i verdes; algunes d'elles equivalents a mitges palmeres*. Per acabar aquesta secció utilitzaren **oscil·lants** que mentres cauen amb les puntes molt brillants, canvien a tremolante blanc. A continuació, queda un espai una mica buit ocupat per dues **peònies** que en un principi semblen verdes però que quan s'expandeixen arriben a un color vermell ple i són superades després per una altra de color verd amb pistil vermell. A més a més, aquest espai és omplert per un seguit de *flaixs a una altura mitjana que produeixen unes llums vermelloses i verdoses* en el cel acabant amb uns **meteors** daurats que pugen, acompanyats per uns quants **trons** i alguns **volcans** de colors morats. La secció següent consisteix en una façana composta per uns quants **deixants** que s'entrecreuen amb punta de focus vermella i verda que pugen a l'altura terrestre superats per alguns petits **crisantems** amb puntes de colors també verdes i vermelles a una altura mitjana i per sobre seu **creuats** en **multiobertura** de color vermell finalitzant la secció amb una petita variació en els terrestres: en comptes dels **deixants**, utilitzaren una sèrie de **volcans** petits disparats a l'unisó amb una **multiobertura** en vermell a sobre. Després d'això, es disparen diversos **crisantems** un s'obre l'altre, diversos **cercles** de colors, abunda tota l'estona el vermell i el verd, i *una gran palmera que canvia a puntes vermelles mentres cau*. Tot seguit, més focs aquàtics d'escassa altura que es disparen d'un mateix centre i surten disparats obrint-se amb puntes verdoses, morades i vermelles. Acaben els terrestres i surten **oscil·lants** blancs. *Surten uns altres oscil·lants després dels anteriors. Aquests són de color vermell, verd i taronja que es mantenen força temps en l'aire amb una puresa de colors sorprenent*. Es dispara un fris de **japoneses de cracker** amb branques en or que surten tridimensionalment i puntes vermelles, amb el color del cos blau-morat. A continuació, després de dos **volcans** vermells utilitzen **rodes de doble pujada**. La següent façana és força semblant a l'anterior: cometes de puntes vermelles i cua en intermitència clara entrecreuant-se al terra i peces de **multiobertura** a dalt juntament amb **japoneses** per sobre. Ho acompanyen amb petits **volcans** a terra. Tot seguit, aconseguixen molts aplaudiments amb la següent estructura: *es basen en una forma bàsica d'un ventall però feta amb diversos focs de terra. Primerament, trobem petits monotirs amb focus de colors variats on abunden els tons vermellosos. Els succeeixen diversos volcans disparats en escala, d'esquerra a dreta i ascendentment. La millor part, però, ve justament quan s'han disparat els volcans. Duen a terme la creació amb múltiples entrecreuaments de conjunts de monotirs canviant el color dels seus focus i finalitzant amb una sèrie de volcans morats en vertical i diversos meteors de punta blanca brillant a l'unisó amb uns quants xiuladors*. Tornen a utilitzar els focs aquàtics combinant peces de colors diversos a l'estil de mitges **palmeres** juntament amb mitges **japoneses** amb puntes de colors variats. D'aquí fins la següent façana interessant fan temps amb **cercles, una aranya** en color blanc coco i més **japoneses** d'efectes diversos. La façana consisteix en **monotirs** de terra amb puntes de colors i **creuats** de **multiobertura** vermells, afegint progressivament més **multiobertura** en color blanc, alguna sèrie de volcans i figures **geomètriques**. Per finalitzar la secció, acceleren el ritme llançant més **geomètriques** en

zones aèries, mitjanes i terrestres juntament amb focs terrestres que detonen i aporten petits cercles amb focus de colors variats. També s'utilitzen sèries de **crackers**. Després aposten per focs baixos de **multiobertura** mentre utilitzen grans **crisantems** a dalt. Continuen jugant amb **meteors** que s'entrecreuen a la part terrestre mentres per dalt utilitzen **farfalla** amb l'interior de colors variats acabant amb **serpentina**. Tot seguit desapareixen diverses **japoneses** vermelles i verdes de tamany petits i grans en una altura mitjana i aèria que canvien a **tremolante** quan cauen. Apareixen flocs de **monotirs** en or i punta blanca brillant que canvien a **intermitències** ràpidament mentres per dalt utilitzen **multiobertura** i **palmeres** també en color or i que ràpidament canvia a **intermitència**. Segueixen amb les **intermitències**, aquest cop afegint als **monotirs** anteriors més **monotirs** a menys altura amb puntes verdes que s'entrecreuen. A la part aèria, grans **japoneses** amb puntes **d'intermitències** verdes finalitzen la secció amb un arravatament de focs brillants grocs-taronjosos que passen a **lluents**.

Després d'aquests surten **guirnals** amb farolets xinesos de focus vermells. D'aquí cap al final destaquen les *boniques façanes que aconseguixen utilitzant molts colors variats i barrejats amb l'efecte gall d'indi al terra a base de flocs de monotirs juntament amb petits volcans i grans peònies de caiguda lenta a les altures superiors.*

Palmeres i més **palmeres** de color or antic amb **meteors** de puntes brillants en doble obertura d'exterior a interior i tornada recreant l'efecte **ventall**. L'última façana a diverses altures prèvia al final és a base de **japoneses** morades.

Després d'un bon desenvolupament arriba el final **apoteòsic**. *Utilitzen moltes japoneses, peònies i crisantems d'una infinitat de colors amb pistils de diferents colors i puntes també de colors variables, creant un efecte realment impressionant. A més a més, algunes japoneses canviaven a efecte tremolante.* Tot això acompanyat per petits **volcans** també de molts colors a l'altura de terra i per més aquàtics. Després d'uns segons, comencen a sorgir els **trons** que donaven una brillantor i un so impressionant i que deixen pas a l'efecte **digital** que havia causat molt bona sensació anteriorment ja utilitzat en el desenvolupament. Apareixen a l'unísol molts coets de terra, de poca altura, de moltíssims colors variats que canvien contínuament. Sense deixar un segon de descans, es desapareixen diversos efectes **ventalls** amb puntes de color blanc brillant i a sobre un **gall d'indi** acabant amb una **multiobertura** de **creuats** en el cel en color or i uns quants **trons** alhora. La gent no va dubtar en aplaudir vehementment l'actuació en la que cal destacar sobretot una gran qualitat en els colors que es van veure.

Nota del jurat: 7'8 (4ta classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 8'70 (2na classificada)

-Parente Fireworks

Començaren amb un bonic efecte **estudada** de **multiobertura** de rajos en or, aquesta primera composició anterior no es veu en el vídeo. Segueixen amb una gran **peònia** que canvia de puntes verdes a vermelles. El principi fou molt vigorós perquè començà amb una *façana molt completa a diverses altures: mentres es disparaven focs terrestres a l'unísol recreant la forma del gall d'indi amb monotirs de puntes de focus morades i vermelles, per dalt es combinaven boniques japoneses peònies vermelles i morades* algunes de les quals canviaven de colors, tot això reforçat amb **crackers**. Durant una bona estona van mantenir la mateixa estructura, fins que per acabar aquest començament realment impressionant van fer una doble obertura terrestre amb grans deixants daurats amb punta vermella seguits d'una sèrie de pirulís vermells també.

Després d'aquest inici, ve una part una mica més fluixa on utilitzen **japoneses** vermelles i **japoneses** amb centre a la part aèria; acompanyant això amb petits **volcans** terrestres amb focus grocs brillants. També van combinar amb les **japoneses** vermelles una gran

palmera que canvià a puntes vermelles i que va provocar l'aplaudiment del públic, que ja ho havia fet prèviament. També van utilitzar diverses **aranyes** en color or de caiguda lenta que canviaven a puntes vermelles, verdes, grogues i morades mentre que a la part del terra utilitzaven els mateixos colors per crear un altre cop l'estructura del doble **gall d'indi** citada abans en el començament. Després utilitzen novament diverses **japoneses** que canvien a **tremolante** quan detonen juntament amb peces d'obertura aèries semblants a les **aranyes**, un tipus de **creuats** de caiguda més aviat lenta. Acaben la secció utilitzant una **multiobertura**: a dalt en vermell mentre fan dos **ventalls** amb **deixants** en or i punta vermell amb **volcans** vermells també disparats a l'unísó a baix. Continuen amb la **multiobertura** de tons taronjosos i vermellosos combinada amb les **japoneses** a l'unísó morades que al detonar provoquen **intermitències** i utilitzen l'efecte **estudata** en rajos d'or culminant amb una gran **palmera** d'**intermitències**. Després arriba el moment dels focs aquàtics: **creuats** amb deixants en or i focus vermells. Continuen amb més aquàtics: petites **japoneses** incompletes verdes que canvien a **intermitències**. Després d'una **multiobertura** de **creuats** en morat i dues japoneses en or que canvien a **intermitències** ràpidament utilitzen **geomètriques** en forma de **cercles** juntament amb **crackers**, acabant amb un parell de japoneses, dividides en diversos braços, de puntes vermelles i deixant en or. A continuació, ve una composició interessant: després d'un parell de **japoneses** amb centre, comencen a disparar d'esquerra a dreta i viceversa. Des de dos punts terrestres petits flocs de colors que es mantenen a l'aire mentre descendeixen lentament, paracaigudes, amb una puresa de colors i una varietat cromàtica destacable. Per dalt, es disparen més flocs de dimensions més grans, però aquests de color verd, vermell i taronja.

Destaca la composició següent. **Palmeres** a dalt de **lluentons** brillants blancs i petites **palmeres** més baixes idèntiques, culminant amb cinc **kamuros** daurats i grans amb **lluentons** que alliberen **guirnaltes amb fanalets xinesos** amb focus vermells. Continuen omplint espai amb **japoneses**, **estarrufos** i una altra gran **palmera** que canvia a puntes de color i **lluentons** malva i verds. Tot seguit, continuen els focs terrestres en forma de petits flocs amb puntes multicolors i a dalt **multiobertura** de **creuats** acabada en petits **crackers**, acabant amb **lluentons** verds. Continuen amb moltes **japoneses** i **multiobertures** de diferents focs. **Multiobertures** juntament amb l'aparició de **farfalla**, **serpentine** i **palmeres** difuminades en or arribant a recrear la forma d'una flor, amb una **palmera** en or a dalt i diversos creuats fent de tronc i espigues. Més efecte de **multiobertura** en **estudata** i més **farfalla** amb interiors de colors, acompanyat de tant en tant per petits **crackers** aïllats. Construeixen façanes a una altura aèria amb **lluentons** de tant en tant i utilitzant molta varietat de formes i de colors, aconseguint durant una estona força ritme basant-se en **farfalla** que canvia de colors i **japoneses** primerament. Després, segueixen amb **multiobertures** de **creuats** que passen a **tremolante** blanc, **palmeres** en or intermitent i puntes blanques, flocs variats de colors morats i vermells. Tornen a utilitzar més **farfalla** com l'anterior, de molts colors i continuen amb una nova sèrie de **creuats** en or de **multiobertura**, seguits de **japoneses** i més **multiobertura** en vermell i morada, amb alguns artefactes que són japoneses dividides en cinc parts de colors variats entre mig. Acaben amb grans japoneses, **estudata** de **creuats** en rajos d'or i peces de focus vermells, acompanyat per **monotirs** primers per la part de baix formant un **ventall** que feia preveure l'arribada del final imminent. Cal destacar les **japoneses** de colors combinats que van llençar.

Tal com ja es vaticinava, després d'aquesta última llarga composició arriba el final, que fou realment **apoteòsic**. L'anterior composició va donar pas, sense aturar-se, a **japoneses** cada cop de més gran tamany amb centre inclòs i canvi de color, llançades de dues en dues. Després de les **japoneses**, es llançan tres sèries de **multiobertura** de diferents colors i mentre diversos **meteors** brillants ocupaven l'espai terrestre a la punta amb un deixant blanc també comencen a sorgir moltes **palmeres** de color blanc que

ocupen molt d'espai aeri i terrestre-mitjà, una darrere l'altra sense concedir ni una mica de temps. Aquest seria un final en color blanc i daurat. Després de disparar tantes **palmeres** disparen moltíssimes ràfegues de **crackers** i a sobre seu es tiren diversos **kamuros** grans i espectaculars que ocupen tot l'espai aeri, amb alguns volcans en or per terra i acabant amb un fris de **trons** final. Després d'una bona estona de **trons** i de **kamuros** espectaculars, finalitza l'espectacle deixant el rastre del **kamuro** en el cel enmig dels aplaudiments del públic.

Nota del jurat: 8'64 (2na classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 8'40 (4ta classificada)

- Pirotècnia Xaraiva S.L.

Un començament molt contundent amb uns quants **meteors** que pujaven entrecreuant-se, juntament amb petits volcans per sota. La primera de les façanes no és ni més ni menys que una *espectacular façana a quatre altures* : a baix de tot tenim petits **volcans** de focus vermells superats lleument per **pirulís** blancs. A sobre dels **pirulís** unes quantes **intermitències** amb efectes sonors contundents i a dalt diverses **japoneses** que es renoven ràpidament.

Seguidament, apareixen petits volcans terrestres i un efecte **gall d'indi** acompanyats de focus bicolor, blaus i vermells, i japoneses a dalt amb canvi a intermitències blanques. Tot és superat per una gran **palmera** que canvia a puntes blanques i produeix el mateix efecte d'**intermitència** que abans. Es torna a repetir una altra façana amb els mateixos focs de terra. En aquest cas, el **volcans** són de puntes morades i les **japoneses** són de colors diversos, localitzades per la part aèria. Seguidament, una nova ràfega de focs a mitja altura acompanyada per un acompanyament terrestre com l'anterior: **volcans** amb puntes vermelles i **pirulís** blancs. Tot superat per efectes de **lluents** malva i una **palmera** que canvia a puntes de colors blaves mentre les anteriors detonacions provoquen **intermitències** en vermell.

Després combinen **multiobertures** a la part aèria de colors verds i vermells acompanyats pels mateixos en la zona terrestre però més petits i també alguns **volcans**. *Continuen la secció substituint els terrestres per volcans brillants que pugen tots junts en vertical al mig mentre dues japoneses, taronja i verda detonen per sobre. Tot el conjunt, cau amb efecte d'intermitències.* La següent façana és a dues altures i combina els **cometes** amb cua blanca intermitent i focus vermell, mentre per la part de dalt apareixen **japoneses** amb cos blanc intermitent i puntes vermelles. Disparen més **japoneses** del mateix estil de tamanys majors i més ràpidament amb una **aranya** en color or al mig i per acabar. A continuació, es produeix una creació digital impressionant semblant a la utilitzada per Piroquiles, amb focus majoritàriament blaus i vermells, acompanyats per peces de japoneses bicolor a dalt. Continuen amb peces aïllades, fins que tornen als cometes i les japoneses amb intermitències. Després de diverses japoneses i cometes apareix una composició molt interessant. *Diversos tridents de pirulís blancs amb volcans de puntes vermelles en comptes dels cometes anteriors mentre per dalt tiren més japoneses del mateix estil, grans.* Després, és el moment de les **geomètriques**. Combinen **cercles** amb **farfalla** mentre utilitzen **meteors** i peces més simples per baix, per culminar la secció de **geomètriques** utilitzen **crackers**. Tot seguit, llencen **oscil·lants** amb puntes en color blanc intermitent, també ràfegues de **flaixs** a la mateixa altura. A continuació passen a utilitzar focs aquàtics, combinant petits **cometes** sense un deixant clar, brillant i una mica intermitent amb puntes de colors variats, i utilitzant una mitja **japonesa** en plan **palmera** canviant a puntes de colors. Una vegada s'han acabat els aquàtics disparen uns quants **creuats** en diversos colors que cauen com **oscil·lants**, que cauen lentament canviant a verd intermitent. La següent composició

juga amb les palmeres i recau a dues altures, **deixants** amb punta vermella alçant-se i per dalt **palmeres**. Un altre cop passen a les **geomètriques**, representant **cercles** amb interiors de colors, cors i **multicercles** que provoquen l'admiració del públic. Tornen a utilitzar una façana força coneguda, variant colors i alguna peça. Utilitzen **meteors** amb puntes morades en flocs i per dalt **creuats** verds i vermells de **multiobertura**. Després tornen a recórrer a **palmeres** i focs terrestres que pugen una mica i cauen en forma de **lluents**. Això dona lloc a una composició interessant formada per diversos **deixants** en ple ascens, **palmeres** per dalt ocupant força espai aeri i canviant tot el conjunt a **lluents** una vegada detona. *Per acabar, canvien els terrestres per **volcans** alineats en color or antic, desapareixen grans **palmeres** per dalt i pugen una sèrie de **deixants** amb focus blancs brillants. Mentre cau tot, canvia a **intermitències** blanques.* Tot seguit, desapareixen diversos **creuats** de **multiobertura** i una gran **japonesa** vermella de pistil blau que canvia a color blanc. Continuen amb petites peces que pugen verticalment i detonen mostrant alguns petits focus de colors blancs mentre per baix pugen **volcans** blancs amb **intermitències**. Combinen **japoneses** en colors daurats i clars mentre per baix desapareixen diverses peces semblants a **volcans** que tenen molts focus de colors blaus, vermell, verd i groc i a dalt acaben la secció amb un **creuat** en **estudada**. A continuació, sorgeixen guirnaltes amb cua de diversos colors unides a fanalets xinesos de diversos colors a partir d'uns **creuats**; com el recurs que van utilitzar Parente Fireworks anteriorment,. Continuen amb **geomètriques** de diversos tipus breument acompanyades amb petits **volcans** terrestres de puntes morades i clares, acabant amb un arravatament de terrestres a base de **crackers** i més **geomètriques** de colors. Tot seguit, unes **palmeres** en color or de caiguda més o menys lenta obertes dominen el cel mentre per sota es realitza una creació digital basada en l'obertura sincronitzada de dos **ventalls** diverses vegades de dreta a esquerra i viceversa, entrecreuant-se els dos. Després d'unes quantes **geomètriques** combinades amb **farfalla** arriben més **japoneses** petites acabades en **intermitències** i amb els exteriors de colors acompanyades de focs terrestres, donant lloc a una bonica composició: focs terrestres basats en cometes de cua intermitent i focus de punta morat que s'entrecreuen i finalment acaben elevant-se del conjunt verticalment, mentre la part aèria és ocupada per **japoneses** en or amb puntes de color morat i vermell que cauen lentament i passen a **intermitències**. Seguidament, llargues cabelleres cauen en or, com **palmeres**, mentre **deixants** es van entrecreuant per sota culminant amb **japoneses** de caiguda lenta per sobre que canvien a puntes morades i després a **intermitències** mentre cauen, tot això superat per grans i petites **palmeres** a diverses altures.

El final és bastant escalonat, comença amb la utilització de **monotirs** brillants que recorden a la forma d'un **ventall**, tot i que no s'executen com a tal, entrecreuant-se per baix mentre per dalt dominen **peònies** de colors diversos; morat, vermell, taronja, blau. A dalt també utilitzen **geomètriques** i **multiobertures** de verds i vermells. Continuen afegint petites **peònies** en la part terrestre-mitjana i substitueixen els **monotirs** daurats inicials terrestres per **volcans** amb puntes vermelles que desapareixen rítmicament mentre l'espai aeri és dominat per diferents tipus de **japoneses**, més grans, més petites, de colors diversos, amb **lluents** mentre cauen...una darrere l'altre i fins i tot detonant tres o quatre de cop. En aquest moment ***apoteòsic el cel està ocupat per multitud de japoneses*** i en la part terrestre molts **volcans** que es motren amb focus de colors diferents entren en joc **crackers** i **trons** i per finalitzar, desapareixen les **japoneses** i surt un nou arravatament important de **xiuladors** que pugen i porten una trajectòria una mica anàrquica mentre que els **volcans** terrestres es tenyeixen de vermell mostrant alguns efectes d'**intermitències** i pugen diversos **monotirs** amb focus vermells acompanyats pels últims **trons** que tenyeixen la nit de blanc cegador i d'espetecs potents durant els últims instants.

Nota del jurat: 8'55 (3ra classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 8'70 (3ra classificada)

- Flash Barrandov Special Effects LTD

La nit del divendres va ser ocupada per aquesta empresa de la República Txeca. Començaren sense vigor, com durant tot l'espectacle, *utilitzant **monotirs** amb puntes de colors morats i vermells disparats en petits grups i lentament, mentre per dalt disparaven algunes peces de **multiobertura** i de **creuats** que aportaven focus de color vermell i morat amb alguna **japonesa**, de tant en tant. També, apareixen alguns **volcans** petits amb puntes de colors. Per dalt, sense acompanyament, continuaren **japoneses** força curioses, algunes d'elles amb centres de colors diferents i puntes també, eventualment acompanyades per alguns terrestres en forma de **volcans**.*

*Van continuar utilitzant **volcans** daurats i **farfalla** amb l'interior ple de focus vermells juntament amb alguna **japonesa** vermella també; acabant la secció amb més **farfalla** aïllada, sense terrestres. Tot seguit van fer una façana interessant: *focs terrestres que formaven conjunts de dos petits **ventalls** a base de petits **monotirs** en els que destacava únicament la punta que era un focus de color morat o vermell en obertura de l'interior cap a l'exterior i viceversa en alguns casos i acabant alguns d'ells en algunes petites **intermitències** com **oscil·lants**. Per damunt, algunes **caballeres** en color or, com les **palmeres**. Tot seguit continuen amb **deixants** terrestres que pugen i passen a **intermitència** en color or i focus vermells. Emeten **japoneses** per damunt del mateix color or i de color morat que acaben també en intermitències. Després combinen **creuats** a terra i a dalt, però de diferents colors i disparen a continuació **japoneses** aïllades amb el centre de color or. A continuació, apareix una secció de **flaixs**. A sobre seu, al cap d'una estona es disparen algunes **oscil·lacions** de colors verd i vermell i alguns **creuats** a la zona on estan els **flaix** en color daurat. Després vénen més **japoneses** que canvien de blanc a vermell-rosat una vegada han detonat amb centre inclòs de color blau cel i que després passen a **intermitències**, combinant alguna **japonesa** de caiguda lenta en or. En la part terrestre es disparen **serpentine**s i per dalt una **farfalla** diferent de l'anterior seguida de **japoneses** en color morat mentre es mantenen les **serpentine**s a baix i apareixen en alguna ocasió també més sèries de **serpentine**s en la part aèria.. A continuació, disparen dos **ventalls** molt lentament *candela a candela amb els colors de l'arc de sant Martí. Després emeten novament un **ventall** que succeeix els anteriors, ja apagats, utilitzant tots els colors anteriors, únicament variant el tipus de **monotir** que el forma. Per acompanyar aquest últim **ventall** multicolor i com a final de la secció s'utilitzen petits floquets en direccions diverses a l'estil **volcans** dels mateixos colors anteriors per embellir la façana. Per dalt, es culmina amb peces multicolors.***

Continuen amb **monotirs** que sorgeixen d'un punt central imitant una font amb l'aigua caient, disparant-los en sèries de cinc i variant els colors dels seus focus progressivament, culminant la secció amb més **multiobertures** per damunt. Utilitzen **creuats** tant a nivell terrestre com més amunt i de tant en tant apareix alguna **japonesa** amb **intermitències**. Apareixen per primer cop diverses sèries de **crackers** i després d'això es disparen peces per sota amb colors de focus verds i morats. Apareixen alguns **cercles** i apareixen també diverses **japoneses** que canvien a **intermitències**, seguides per **rodes de doble pujada** daurades. A continuació, s'emeten diversos floquets de colors vermells i verdosos mentre s'utilitzen **volcans** amb puntes de molts colors variats; blau, vermell, groc i verd. Els floquets aeris cauen lentament. *Seguidament confeccionen la forma d'una flor en color or utilitzant **meteors** daurats, anomenats espigues per la seva forma en l'estructura que recorda a una espiga, formant l'espigat i **japoneses crisantem** en or i **pleònies** i puntes blaves com a extrem.* La següent secció

està formada per uns **meteors** al terra que es disparen de tres en tres amb puntes morades i per damunt **palmeres** en or.

Al cap d'uns instants, al terra es formen petits **ventalls** i a dalt diverses **palmeres** una darrere l'altra de diversos tamany, algunes de força grans, envaixen l'espai aeri amb alguns **crackers** i la posterior incorporació de **japoneses** de colors amb centre de **tremolante** blanc.

*Els últims instants es componen per focs aquàtics amb puntes vermelles que sorgeixen tipus **volcans** de manera contínua, a una altura mitjana espetecs contínuus provocats per moltes **japoneses** blaves amb algun fris intermitent en la mateixa altura de **peònies** vermelles i morades, palmeres i alguns **crackers** i, tot això, superat per una **palmera** que detona i cau lentament. D'aquesta manera s'acaba el castell de focs d'una forma sorprenentment ràpida i poc lluïda que ningú esperava, provocant els xiulets de la gent.*

Nota del jurat: 4'56 (6na classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 4'90 (6na classificada)

-María Angustias Pérez:

Pràcticament des del primer moment va ser un espectacle apoteòsic, treballat al mil·límetre i justament guanyador del concurs. Van vertebrar molt bé tot l'espectacle, cosa que va fer fàcil i entenedor pel públic distingir cadascuna de les seccions i de les composicions. Per començar, la primera secció està formada per diversos **deixants** primerament disparats cap a dreta i esquerra i després verticalment, inclús entrecreuant-se amb creuades **digitals**, acompanyats per **geomètriques** en diferents altures, **cercles** entre d'altres de colors vermells sobretot amb alguna **peònia** de tant en tant. La secció acaba amb una impressionant *dobla obertura simètrica en ventall per meteors en or brillant*.

Tot seguit, apareixen durant uns moments diversos **flashs** que emeten molta brillantor en la nit, acabant amb algunes peces que aporten verds i vermells. A continuació, comencen a emetre's més focs terrestres en forma de **deixants** amb focus verds, disparats en diverses direccions per tal d'ocupar més espai, que van fer d'acompanyament a les diverses **japoneses** que detonaven en una altra altura, acabant amb una gran **peònia** a una altura superior a les anteriors. En aquesta secció a dues altures normalment predominaren els colors verds. Tot seguit hi ha un acompanyament en forma de petites peces terrestres que pugen en vertical amb focus morats i deixant, rastre, en color or mentre que en l'altura superior disparen **farfalla** amb focus morats interiors. A mesura que es repeteix la secció es canvia l'execució de la part terrestre per **cometes** amb punta blava i cua intermitent disparant-se en diferents inclinacions i també barrejant diverses inclinacions ocupant més espai. Per finalitzar, disparen un parell de **japoneses**. A continuació, diversos focs aeris de **multiobertura** aïllats, sense terrestres, de colors verds, vermells i morats. Després arriba un moment molt esplèndid quan utilitza **peònies** morades amb pistil interior vermell, **meteors** i **monotirs** en forma d'**estels** amb deixant en or i punta en verd per tal de recrear dues flors. Sense acabar amb la idea, varia les **peònies** morades a vermelles amb centres lleument grocs, donant per acabada la secció amb diversos **meteors** blancs oberts en forma de be baixa. En la següent construcció la brillantor i les **intermitències** donaren la nota destacant. Primerament encenen uns petits focs en el terra. A més a més, utilitzaren **intermitències** tant en la zona terrestre com en l'aèria, amb **peònies** de colors que al detonar canviaven a **intermitències** i queien en forma de **lluents**. A mesura que avançava la bonica façana de **lluents**, a l'execució de la part de baix es van afegir diversos **volcans** amb puntes brillants intermitents disparats en vertical, un darrere de l'altre, variant l'ordre. Acaba la secció quan es consueixen els efectes terrestres i les **intermitències** estan desapareixent. Llavors, apareixen més terrestres en ascensió;

cometes de cua de **lluentons** amb puntes blaves, amb **japoneses** violetes, verdes, vermelles i morades a sobre, algunes d'elles amb pistil. Després d'una petita secció on es combinen molts colors amb efectes d'**intermitències**, **pirulins** i **cometes** inclosos apareixen les **rodes de doble pujada**.

Seguidament, arriba una secció tenyida purament de vermell. *En la part terrestre, apareixen tridents en un primer moment amb focus vermells i per sobre diverses japoneses de tamanyos variables. En l'execució de baix, canvien els tridents per monotirs individuals, però més endavant tornen a agrupar-se així, amb deixant en or i focus vermell. Per sobre continuen les japoneses: un parell de grans a una altura superior amb centre inclòs i diverses de més petites a una altura mitjana. Aquesta composició creava una façana molt espectacular.* El vermell donà pas al floc blanc en forma de **palmeres** imponents, creant, en un primer moment, un fris d'explosions en escala, d'esquerra a dreta, ocupant molt espai aeri i acompanyades per **deixants** amb cua d'or i focus blanc per sota. Seguidament, una *espectacular i simètrica composició a base de monotirs, com els anteriors entrecreuant-se, va provocar una admiració culminant amb una gran palmera detonant a sobre canviant a puntes de colors vermells i verds mentres cau lentament.* A continuació, mentre l'altra **palmera** encara està caient apareixen algunes **aranyes** en color or amb efectes **cracker**. Mentres cau també es veuen **lluentons** malves. La següent façana es basa també en **palmeres**. Diversos **monotirs** amb cues en or i focus blaus morats surten disparats juntament amb **volcans** tipus **salze**, per damunt de diverses **palmeres** fan de les seves, algunes, canviant a puntes de colors. L'execució terrestre continua entrecreuant-se fins que dona lloc a diversos **meteors** que fan de tronc de **palmeres**. Continuen les **palmeres** per sobre, algunes de colors diversos i altres clàssiques, mentre que l'execució terrestre torna a canviar a **monotirs** entrecreuats a base de **meteors** daurats conformant un espigat. Va prosseguir a l'anterior secció diverses **japoneses** en colors vermells, verds i morats, amb una de molt bonica a l'estil italià. Seguidament una **multiobertura**, més **japoneses**, **crackers**, i torna a començar. Una altra **japonesa** com l'anterior: a l'interior com una **aranya** en color or brillant i per fora tota completa por foquets vermells, més **multiobertures** de colors i una gran **palmera** amb canvi a **intermitències**. La següent secció es comença a construir amb diversos **deixants** amb cua en or i focus brillants que es disparen verticalment i després s'entrecreuen cap a costat i costat, mentre a una segona altura trobem **lluentons** i a una altura aèria, trobem diverses **palmeres**, la majoria amb canvis a puntes de colors. *L'espai aeri queda dominat per moltes palmeres caient, amb els lluentons fent la seva feina i els focs terrestres acompanyant i oferint una façana digne de veure.* Tot seguit, una doble obertura cap enfora simètrica per **meteors** blancs tipus **ventall** reforçats amb algunes **japoneses** en color blanc coco. En aquell moment, es produeix un canvi important.

Deixa estar l'estil de **palmeres** i colors ors, blancs, per endinsar-se en un mar de colors verds, vermells i morats fent una façana a diverses altures per tal de crear un final **apoteòsic**. A baix, diversos **monotirs** amb cues d'or i punta de colors, i més amunt **japoneses** i més **japoneses**, de tots els tamanyos i dels anteriors colors amb pistils de colors diversos i puntes també. Apareixen en un bon moment els focs aquàtics amb mitja **japonesa** i centres sorprenents, més **japoneses**, més petites i farcides de focus verds i vermells que creen un magnífic espectacle de color i brillantor. Els **monotirs** inferiors canvien a **monotirs** amb efectes d'**intermitències** i enmig de tot el caos de color i so apareixen **xiuladors** cap amunt amb el so característic. Amb uns quants **trons** a l'unisó i **intermitències** verdes caient del cel s'arriba al final de l'espectacle molt contundentment.

Nota del jurat: 8'89 (1ra classificada)

Nota del Gran Premi del Públic: 9'20 (1ra classificada)

8.3.-Exhibició: castell de focs de Santa Tecla

Atès que la guanyadora del Concurs Internacional de Castells de Focs Artificials de Tarragona 2007 fou l'empresa "María Angustias Pérez", va ser l'encarregada de disparar el dia 23 de setembre des de la punta de la platja del Miracle un castell de focs artificials¹² amb motiu de les festes de la ciutat.

Com a trets fonamentals de la seva actuació es poden destacar:

- Un inici fluix, basant-se en repeticions d'artificis aïllats
- De tant en tant reproduïen façanes interessants a diverses altures amb uns acabaments de secció ben treballats.
- Van continuar omplint temps amb artificis poc vistosos intercalant moments amb construccions treballades.
- Aconseguiren un final apoteòsic que va deixar bon gust de boca a l'espectador.

8.4.-Informe sobre la fàbrica pirotècnica de l'empresa María Angustias Pérez

A l'annex III.I es pot trobar més informació sobre la visita: edificis, naus, instal·lacions i extensió de la fàbrica. També, es troben diverses instantànies a l'annex III.II que complementen l'informe exposat. L'enregistrament de la visita està recollit al CD-ROM de l'annex IV.

8.4.1.-La fàbrica

8.4.1.1.-Situació, emplaçament i plantilla.

L'empresa té les seves instal·lacions a la zona de Guadix, a Granada. Es troba enmig d'un terreny força muntanyós i àrid. Aprofiten tot aquest terreny per tenir les oficines de direcció, magatzems i diversos tallers de treball. En tot el terreny del qual disposen es duen a terme diversos assajos i proves. Actualment, disposen d'una plantilla de 14 treballadors.

8.4.1.2.-Llicències, permisos, assegurances i inspeccions d'una empresa pirotècnica.

Per poder instal·lar la fàbrica pirotècnica i poder operar es necessiten una sèrie de requeriments, entre els que destaquen el Certificat de Conformitat dels Bombers, l'autorització per treballar amb pólvora, la llicència de les Patents d'Indústria i Comerç Municipal. A més a més, reben una inspecció mensual de la Guàrdia Civil de Guadix. Cada tres mesos, trimestralment, va la Guàrdia Civil de Granada i cada sis mesos va la Guàrdia Civil de Sevilla. També duen a terme inspeccions pel fet de tenir el permís d'indústries, tot i que l'última fou fa anys. També disposen d'una pòlissa de segurs, que els fa pagar 24.000 € anuals de responsabilitat civil.

8.4.2.- Elaboració de productes:

8.4.2.1.-Producció: Quins productes elaboren o en quins estan especialitzats? Fan espectacles només amb productes propis o importen d'altres països, com de la Xina ?

¹² També es troba enregistrat al CD-ROM de l'annex IV.

L'empresa treballa en diferents categories. Una primera categoria està enfocada a l'espectacle pirotècnic professional. En aquest sentit, es fabriquen tot tipus de focs artificials destinats a duu a terme els seus propis espectacles en concursos i altres i a vendre'ls: peònies, crisantems, palmeres...D'altra banda, també elaboren artefactes destinats a la vessant més infantil : avions voladors, cohets xiuladors, trons, traques...

Temps enrere, el material i les primeres matèries no s'importaven des de la Xina. No obstant, actualment, importen gran part de les primeres matèries necessàries per duu a terme la construcció dels artefactes pirotècnics des d'allà. Per exemple, importen tot el perclorat de potassi per fer la pólvora o els elements químics per donar color a la llum. No obstant, l'elaboració dels artefactes es fa en les instal·lacions que tenen a Guadix.

8.4.2.2.-Treball: Utilitzen molta maquinària a l'hora d'elaborar els productes o el treball és força artesanal?

El treball és bastant artesanal, sobretot en el procés de muntatge. En determinats processos intervenen l'ús de màquines, més simples o més complexes. En cadascuna de les coves a l'interior de la muntanya es produeixen diferents parts del procés. En aquesta zona, el treball és molt artesanal a causa que es duen a terme diversos tipus de muntatge. No obstant, en el cas de l'elaboració de metxes, per exemple, intervé un sistema de politges que agilitza molt el procés. En la caseta de l'elaboració de les candelas de diferents calibres s'utilitza una màquina més complexa. Es col·loca la composició de pastilla de color, pólvora i espoleta i es premsa.

8.4.2.3.- Mesures de seguretat

Les mesures de seguretat són presents i necessàries atenent el risc que comporta la barreja de les diferents substàncies químiques. En el cas de la màquina anterior, per exemple, a causa del risc que pot comportar l'operació, el treballador treballa des de darrere d'un vidre antibales. L'utilització de perclorat en comptes de clorat a l'hora d'elaborar la pólvora, tal com ja s'ha dit abans, és menys perillós.

En el mateix camp de l'elaboració de pólvora cal afegir que s'humiteja per tal d'evitar accidents a l'hora de barrejar els diferents components, sobretot en grans quantitats. Per tal de reduir el risc, els processos de fabricació que es troben establerts en les casetes de la part inferior, on es duen a terme l'elaboració de composicions pirotècniques i de metxes, només són operatius a l'hivern. Així s'eviten accidents per excés de temperatura. Seguint en la línia de la temperatura cal afegir el fet que les casetes de la part del muntatge es troben en coves, dins de la muntanya i així es redueix la temperatura. Tampoc es permet fer foc ni fumar en les instal·lacions.

8.4.2.4.-Problemes i accidents

Tot i que hi ha moltes mesures de seguretat, el risc sempre hi és. En primer lloc, és necessari que l'obrer es conscienciï del risc que comporta la tasca que desenvolupa amb la seva feina i, per tant, respecti les normes de seguretat. Així doncs, per moltes mesures de seguretat que es posin, és necessari que l'obrer actuï correctament.

Un accident bastant tràgic va succeir fa tres anys en aquelles mateixes instal·lacions. Dos obrers van perdre la vida treballant, tot i que es desconeixen les raons del fet. Un altre accident va ocórrer a València. El resultat va ser un obrer que va perdre les cames. L'obrer estava treballant i quan va acabar la seva feina, va explicar que va llançar les tisores a la taula de treball mentre se n'anava i tota aquesta, juntament amb els voltants on es trobava, va explotar.

9.-CONCLUSIONS

1. La versió més acceptada actualment sobre l'origen de la pirotècnia la situa en la zona asiàtica, concretament a mans dels pobles xinesos uns quants segles abans de crist. La primera composició que utilitzaren era el salnitre, anomenat nitrat de potassi, combinat amb altres substàncies naturals. Des d'aquell moment, l'estudi de la pirotècnia, l'art del foc, va anar desenvolupant-se al llarg dels segles. Al segle XIX, comença una etapa d'estudi important dels explosius que anirà deixant de banda la pólvora negra, reservada actualment a algunes pràctiques de tir i a la pirotècnia. Al segle XX, l'estudi de la pirotècnia se centra en altres aspectes, tal i com es destaca a la conclusió 15.
2. La reacció química per excel·lència en el món de la pirotècnia és la combustió. Hi participen dos components fonamentals: l'oxidant i el combustible. El combustible és el compost que s'inflama i l'oxidant és aquell que aporta l'oxigen necessari perquè s'inflami i es cremi el compost combustible. La característica bàsica d'una reacció de combustió és la intervenció de l'oxigen que, combinant-se amb els combustibles, produirà llum o calor, aigua i diòxid de carboni.
3. L'oxigen representa un element fonamental pel desenvolupament de la combustió. La seva absència provoca que la reacció s'aturi, ja que intervé com un dels reactius d'aquesta. No obstant, la seva presència en més o menys mesura augmenta la violència i la velocitat de la combustió.
4. L'element fonamental de la pirotècnia és la pólvora. Tot i que la pólvora típica és la pólvora negra, actualment s'utilitzen moltes variants per aconseguir reforçar algun aspecte determinat, com la seva millor conservació. Els diferents estudis, en el camp de l'anàlisi de la pólvora negra, han determinat que una pólvora d'energia màxima és aquella que conté per cada 16 molècules de nitrat de potassi 16 àtoms de sofre i 20 àtoms de carboni, considerant aquest últim químicament pur. És un camp d'estudi que continua obert. Per realitzar una bona pólvora, cal moldre finament cadascun dels ingredients per separat. Facilita molt el procés, si es fa artesanalment, utilitzar un molinet de café. Incorporar nitrat o clorat de potassi a una pólvora com a oxidant provoca que aquesta tingui característiques diferents.
La pólvora negra és una mescla formada tradicionalment per tres substàncies: sofre, nitrat de potassi i carbó vegetal.
-Sofre: actua com a regulador de la velocitat de la reacció. És prescindible perquè el conjunt s'inflami.
-Carbó: és el combustible del conjunt. És imprescindible. És fonamental que sigui d'origen vegetal.
-Nitrat de potassi: és l'oxidant del conjunt. És imprescindible.
Les proves de laboratori posen de manifest les diferents característiques de les pólvores que s'obtenen utilitzant un o altre oxidant. Així, en línies generals, la pólvora de KClO_3 és més potent i a la vegada més perillosa que la de KNO_3 . També es va veure que la pólvora de nitrat de potassi produïa més espurnes que una de clorat de potassi. La causa és el sofre que surt inflammat en forma d'espurnes. En canvi, en la pólvora de clorat de potassi, la reacció és més ràpida i més violenta, cosa que evita l'observació de la mateixa quantitat d'espurnes.
5. El color: el seu fonament químic es basa en l'energia calorífica que aporta la flama de la metxa o l'inflamador elèctric, el qual gasifica la sal o les sals metàl·liques.

Depenent de la longitud d'ona de l'espectre d'emissió d'aquesta sal, l'ull humà veurà un color o un altre.

El so : determinades substàncies provoquen un so similar al d'un xiulet, com el benzoat de sodi i l'àcid pícric. Un altre tipus de so és el causat per les detonacions de l'artefacte pirotècnic o per la càrrega de tir que eleva la carcassa dins d'un morter. Les parets de la carcassa no aguanten la sobrepressió dels gasos produïts i rebenten.

L'enlairament: en el cas dels cohets, l'energia que s'allibera de la combustió de la càrrega inflamable provoca una força que eleva el cohet. En el cas de les carcasses, el morter les impulsa cap amunt arran d'una detonació. A continuació, s'expliquen com s'obtenen cadascun d'aquests efectes bàsics en el món de la pirotècnia: color, so i enlairament.

6. Dels diferents colors estudiats, s'ha vist que uns són més fàcils d'obtenir que altres. A continuació es troben els més fàcils d'obtenir amb la seva sal metàl·lica corresponent i alguna característica puntual a destacar.

Vermell : nitrat d'estronci i clorur de liti. El nitrat d'estronci és extremadament higroscòpic i el clorur de liti dóna una tonalitat carmesí molt pura.

Verd clar : nitrat de bari. Té una tonalitat clara i és higroscòpic.

Violeta : permanganat de potassi i iodur de potassi. Els dos donen colors violetes força purs. El permanganat produeix petites espurnes violetes també.

Blanc: magnesi. Dóna un color blanc molt potent i enlluernador.

Groc-taronjós: oxalat de sodi. Dóna un color groguenc que tendeix una mica a taronja.

Blau-verdós: llimalles de coure. Produeixen un color molt vistós i durader.

Les sals que millors resultats produeixen són els nitrats. En detriment d'aquest grup, es pot destacar la gran higroscopicitat que presenten.

D'altra banda, tot i que els clorurs donin lloc a colors més febles o menys purs en general, hi ha excepcions, com és el cas del clorur de liti amb el vermell que produeix. En les composicions pirotècniques de fa uns anys, s'utilitzaven nitrats gràcies a la seva fàcil volatilitat. Actualment, se substitueixen preferentment per sals que no siguin tan higroscòpiques.

Els colors més difícils d'obtenir són el blau pur o un verd fosc pur i el groc clar. Les sals utilitzades amb la finalitat de produir aquests colors tenen espectres d'emissió que donen lloc a tonalitats intermèdies, com és el cas de les sals de coure i l'oxalat de sodi. Per això, no es poden apreciar aquests colors d'una manera pura.

7. Els diferents models d'artefactes pirotècnics actuals es classifiquen depenent de l'altura en què produeixen l'efecte. Hi ha els productes aeris, de mitjana altura i terrestres. Els productes aeris, sobretot les carcasses, són els productes més utilitzats en un castell de focs artificials.
8. Les millors metxes s'obtenen utilitzant una solució espessa de goma aràbiga amb pólvora de clorat de potassi. Són les que aguanten millor amb el pas del temps gràcies a la goma aràbiga, un tipus de cola. No s'apaguen tan fàcilment com les fetes amb nitrat de potassi, també a causa del clorat de potassi que és més violent, tot i que en aquestes quantitats petites no es pot dir que la metxa sigui perillosa.
9. Els artefactes pirotècnics elaborats al llarg d'aquest treball són: bombes de fum, pilotes de fum, llumins de clorat de potassi, bengales, fonts i petards, a més a més de l'elaboració de composicions que donen lloc a llum verda i vermella.

Bombes de fum: produeixen gran quantitat de fum com a resultat de la combustió que es produeix. El millor mètode consisteix en barrejar nitrat de potassi i sucre, ja que produeix una combustió més llarga en la que es desprèn més quantitat de fum. Les pilotes de fum produeixen un efecte anàleg, però són més tòxiques.

Llumins de clorat de potassi : produeixen una flamarada ràpida i una brillantor potent, com a resultat de la combustió violenta que es produeix.

Bengales: gràcies a la combustió de la composició, les partícules de ferro es tornen incandescent i produeixen les espurnes que s'observen.

Fonts: produeixen un doll d'espurnes gràcies al fet d'inflamar la composició de les bengales dins d'un recipient amb un petit forat, per on surten en forma de doll a pressió.

Petards: a causa de l'acumulació de gasos dins del recipient de la composició combustible es produeix una sobrepressió que deriva en la detonació de la carcassa del recipient.

Llums de colors: es basen en la utilització conjunta d'una sal metàl·lica que al volatilitzar-se dóna lloc al color desitjat amb una composició a base d'un oxidant per proporcionar oxigen i alguna altra substància que ajuda a què es produeixi la combustió.

Els artefactes que comporten més dificultat són les fonts i els petards. A més a més, la llum vermella presenta una dificultat que radica en la higroscopicitat del nitrat d'estronci, el qual absorbeix humitat i dificulta la combustió correcta. Les fonts i els petards requereixen una elaboració més acurada per tal d'aconseguir que donin lloc al seu efecte correctament.

10. En l'elaboració d'artefactes pirotècnics és fonamental respectar les proporcions. Aquestes proporcions concretes produeixen un efecte determinat el qual varia substancialment amb la granulometria dels materials o el fet d'estar millor o pitjor barrejats. També influeix en l'efecte final la naturalesa higroscòpica dels materials emprats.
11. El concurs de focs artificials de Tarragona esdevé un dels més importants de caire internacional tot i la seva joventut. Destaca en l'àmbit peninsular juntament amb els de València i San Sebastià. A Tarragona, es va poder observar clarament la diferència de vigorositat entre el castell del concurs de focs i el castell que van reproduir a mode de finalització de les festes, disparats ambdós per la pirotècnia María Angustias Pérez, guanyadora de la XVIIIa edició del concurs. Evidentment, el pressupost més baix i l'absència d'estímul que representa competir contra altres pirotècnies per guanyar un premi es van notar. No obstant, la valoració global fou positiva. Quant als castells de focs, les diferents pirotècnies utilitzen mitjans electrònics per tal de millorar la seva composició. S'utilitzen ordinadors per aconseguir més precisió i vistositat. Els efectes utilitzats en la representació dels focs artificials en forma de castells caracteritzen i distingeixen una pirotècnia d'una altra.
12. Els tipus de focs artificials més comuns en un castell són :
 - Les japoneses : esdevenen l'element més representatiu i característic de qualsevol castell. Presenten moltes variacions en elles mateixes. Es recorre molt sovint a elles per omplir espais buits o bé per ser utilitzades com a rerefons mentres al davant esdevé alguna façana. També s'utilitza a mode de conclusió d'una secció, acabant en aquest cas amb una grandiosa japonesa que produeix una potent detonació.
 - Els meteors: s'utilitzen molt també. Sobretot, en forma d'acompanyament a la part terrestre o mitjana, i també en l'aèria. També s'utilitzen per fer composicions

digitals d'entrecreuaments entre elles. Cal destacar la composició en la qual es representa una flor i s'utilitza el meteor com a tija d'aquesta.

-Els trons : són també un element característic, sobretot dels finals apoteòsics o dels finals de seccions importants i contundents. Produeixen espetecs forts i una llum blanca enlluernadora.

-L'apoteosi: és un moment dels castells de focs, no pas un artefacte. Correspon al final del castell. En aquesta part, s'utilitza més quantitat de focs artificials que pretenen crear una atmosfera adequada de tensió creixent. Progressivament, es van utilitzant més artefactes que van detonant i mostrant els seus colors, un darrere l'altre, fins que finalment s'arriba al punt culminant que dona lloc a la fi del castell.

13. Per tal d'encendre les composicions pirotècniques correctament, en l'àmbit d'un castell de focs, s'utilitzen bàsicament dos mètodes d'ignició. El més utilitzat avui en dia és l'inflamador elèctric, juntament amb el mètode digital. Aquests dos mètodes permeten una sincronització d'efectes que amb els mitjans manuals antics a base de bengales resultarien impossibles de realitzar.
14. Actualment hi ha gairebé mig miler d'empreses pirotècniques a Espanya. En l'elaboració i la comercialització dels productes destaquen factors importants com la seguretat. Una normativa específica determina algunes de les mesures de seguretat que les empreses han d'adoptar: alarmes, localització en llocs perifèrics, controls per part de la Guàrdia Civil i permisos de caire divers per desenvolupar les seves activitats d'elaboració, emmagatzematge i venda de productes o la compra dels productes químics necessaris. L'elaboració de productes pirotècnics a escala industrial està controlada estrictament pel govern i la policia. La pirotècnia María Angustias Pérez utilitza un sistema de muntatge basat en la divisió del treball per realitzar els seus propis artefactes. Disposen d'un gran nombre de recintes específics, cadascun dels quals està determinat per una funció concreta. Elaboren els seus propis artefactes, els quals utilitzen en els concursos. A més a més, són subministradors: tenen un catàleg infantil i un altre de professional. Una de les mesures de seguretat que tenen és la d'instal·lar els magatzems dins de la muntanya, els magatzems cova. Així, la temperatura es manté més fresca que a l'exterior.
15. L'estat actual de la pirotècnia és molt favorable per al futur. El segle XX representà un pas qualitatiu sense precedents. Les noves tecnologies i els avenços en el camp de la química permeten aconseguir unes composicions molt acurades i realment espectaculars. La línia de treball del futur de la pirotècnia està, no obstant, en el desenvolupament de programes que permetin reproduir fidelment els castells de focs abans de realitzar-los.
La tradició pirotècnica en la zona mediterrània és un fet. Any rere any, es donen lloc concursos de castells de focs que motiven les pirotècnies a continuar innovant i oferint a l'espectador uns espectacles de més qualitat. Actualment, hi ha al voltant d'un centenar de pirotècnies a Espanya. Solen ser negocis familiars al voltant dels quals hi ha unes 20 persones com a màxim. La zona de llevant, ha estat des de sempre, la zona més implicada amb el món de la pirotècnia. El seu clima afavoreix que els artefactes pirotècnics es puguin assecar a l'aire i que es puguin contemplar a la intempèrie. València sempre ha estat un referent en el món de la pirotècnia espanyola. Des de l'antiguitat, els principals tallers pirotècnics estaven situats a València i, actualment, representa tot un referent en aquest món gràcies a les conegudes "falles" i "mascletades".

10.-VALORACIÓ PERSONAL

Durant el transcurs d'aquest any del qual he disposat per elaborar el treball de recerca, he pogut aprofundir enormement sobre la vessant química de nombrosos fonaments pirotècnics.

Ha representat la immersió en un món desconegut per a mi. Abans de començar el treball, el meu coneixement sobre el tema no arribava més enllà de la contemplació dels castells de focs i d'alguns artefactes pirotècnics comuns en dates senyalades. Arran d'una recerca completa he pogut treballar des de dos punts de vista interrelacionats l'un amb l'altre. L'estudi dels diferents components dels artefactes pirotècnics, així com el seu mecanisme d'acció, correspondria a aquest primer punt de vista. El segon es troba relacionat amb el punt de vista experimental.

He pogut portar a la pràctica tot el reguitzell d'informació que he anat desmembrenant durant l'elaboració del treball. Així, amb l'ajuda dels materials del laboratori escolar he pogut elaborar determinats artefactes pirotècnics que de cap altra forma podria haver fet. He d'agrair especialment a la direcció de la pirotècnia María Angustias Pérez per la seva predisposició, la qual ha permès enriquir el treball i els meus propis coneixements.

La recerca d'informació no ha estat pas dificultosa. Hi ha una gran varietat de material fàcilment accessible. No obstant, les dificultats han estat una constant al llarg del treball. En un primer moment, la necessitat de canviar l'orientació del treball per tal d'afavorir la part pràctica posterior va tirar per terra pràcticament tota la feina programada i obtinguda fins el mes de juliol. En segon lloc, els nombrosos materials i productes químics necessaris per les composicions. Ha estat una altra constant durant tot el treball anar destriant aquelles receptes que eren viables de les que no n'eren pas. O bé per motius de necessitat de productes químics concrets, o bé per mesures de seguretat. En tercer lloc, el problema de la humitat. Les sals necessàries per elaborar composicions, en general, eren higroscòpiques i això provocava que absorbissin la humitat de l'ambient i tiressin per terra la feina del dia anterior. Per això, actualment, en el món de la pirotècnia s'utilitzen altres sals més oxidades. En quart lloc, tot i que les pràctiques siguin qualitatives, en l'elaboració de composicions és fonamental respectar les proporcions. Així, es configura aquest quart problema que radica en la concisió que impliquen aquests tipus de pràctiques.

Tot i les diferents dificultats aquí exposades, el balanç global del treball és positiu. S'ha pogut arribar a unes conclusions mitjançant una metodologia sistemàtica que donen resposta als objectius proposats inicialment.

11.-BIBLIOGRAFIA

11.1.-Llibres

- RIESENFELD, E.H (1942). *Tratado de química inorgánica*. Barcelona: Marín.
- ULLMAN, F. (1932). *Enciclopedia de Química Industrial: Sección IV, metalurgia, minería, cerámica, electroquímica y explosivos, tomo I*.
- ULLMAN, F. (1932). *Enciclopedia de Química Industrial: Sección IV, metalurgia, minería, cerámica, electroquímica y explosivos, tomo II*.

11.2.-Articles de diaris

- CODOLAR, M.; MILIÁN, L.; PAGOLA, M. (3 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: In crescendo". *Diari de Tarragona*, núm. 7255: p.27-29.
- CODOLAR, M.; MORERA, T. (3 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: dos de los 17 miembros del jurado irán en barco y serán decisivos si hay humo". *Diari de Tarragona*, núm. 7255: p. 30.
- CODOLAR, M.; MORERA, T.; PAGOLA, M. (4 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: sin límites". *Diari de Tarragona*, núm. 7256: p. 31-33.
- CODOLAR, M.; OLIVÉ, N.; TODA, P.; FERRÉ, P.; PAGOLA, M. (5 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: lujo dorado". *Diari de Tarragona*, núm. 7257: p. 31-33.
- MORERA, T.; CODOLAR, M.; PAGOLA, M. (6 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: inconstante". *Diari de Tarragona*, núm 7258: p. 31-33
- OLIVÉ, N.; MILIÁN, L.; PAGOLA, M.; CODOLAR, M. (7 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: muy sosos". *Diari de Tarragona*, núm. 7259: p. 31-33.
- PAGOLA, M.; FERRÉ, P.; CODOLAR, M.; (8 de juliol 2007). "XVIII concurs de focs de tgn: generosidad". *Diari de Tarragona*, núm. 7260: p. 27-29.

11.3.-Webs

- AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIÁN. *Historia de los fuegos artificiales*. Disponible a Internet: <http://www.donostia.org>
- B.J. ALAN COMPANY. *La Universidad de los fuegos artificiales*. Disponible a Internet : www.fireworks.com/spanish
- CAMEN QUÍMICA S.A. DE C.V. *Productos químicos*. Disponible a Internet: www.camenquímica.com
- DIARIO DE NOTICIAS. F PÉREZ-NIEVAS. *Las bambalinas de los fuegos artificiales*. Disponible a Internet: www.diariodenoticias.com/ediciones/2006/07/29/fiestas/d29fie24.656064.php
- EQUIP DE TODOPETARDOS. *Tipos de petardos y fabricación casera*. Disponible a Internet: www.todopetardos.com
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. *Documentación: Bases de datos*. Disponible a Internet : www.mtas.es
- LEGGIO. *Clasificación de los artificios pirotécnicos de las clases I, II y III*. Disponible a Internet : http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd230-1998.t32.html
- MARRUFO'S EXPLOSIÓN SHOW C.A. *Fuegos artificiales*. Disponible a Internet : <http://www.marrufoexplosion.com>
- PANREAC QUÍMICA S.A. *Fichas técnicas*. Disponible a Internet: www.panreac.com
- PIROART. *Hemeroteca*. Disponible a Internet : <http://www.piroart.com>



ÍNDEX

Annex I: Ignició dels focs artificials.....	pàg 3
I.I.-Ignició.....	pàg 4-5
Annex II: Castells de focs.....	pàg 6
II.I.-Informació de les pirotècnies que participaren en el certamen 2007.....	pàg 7-8
II.II.-Efectes de color i de so.....	pàg 9-14
II.III.-Fotografies del Concurs Internacional de Castells de Focs de la Ciutat de Tarragona, XVIIIa edició.....	pàg 15-22
Annex III: Pràctiques de laboratori i taula de composicions.....	pàg 23
III.I.-Fotografies de les pràctiques.....	pàg 24-26
III.II.-Taula amb composicions per elaborar efectes.....	pàg 27
Annex IV : Fàbrica pirotècnica.....	pàg 28
IV.I.-Pirotècnia María Angustias Pérez.....	pàg 29-31
IV.II.-Fotografies pirotècnia María Angustias Pérez.....	pàg 31-32
Annex V: CD-ROM.....	pàg 33
V.I.-Estructura del CD-ROM.....	pàg 34
V.II.-CD-ROM.....	pàg 35
Annex VI: Bibliografia.....	pàg 36
VI.I.-Llibres.....	pàg 36
VI.II.-Articles de diaris.....	pàg 36
VI.III.-Webs.....	pàg 36-37

ANNEX I

Ignició dels focs artificials

I.I.-Ignició

La iniciació de les reaccions explosives és fonamental pel desenvolupament d'aquestes. En el món de la pirotècnia, hi ha uns determinats elements que intervenen en aquest pas inicial. Són els següents:

1.-Pasta d'esquer: consisteix en pólvora en pols dissolta en una solució amb alcohol. Aquesta pasta d'esquer serveix per fixar la metxa en els diferents artefactes pirotècnics, com en els cohets, per exemple, per preparar la pròpia metxa i per revestir esferes lluminoses difícils de cremar.



2.-Estopins: fils de cotó revestits de la pasta d'esquer anterior per submersió en ella durant 24 hores, empolvorats amb pólvora en pols i deixats assecar. Quan s'utilitzen en les peces pirotècniques per comunicar foc als artefactes porten un embolcall de paper, de tal manera que actuen com a "metxes ràpides". El paper provoca que els gasos generats en la combustió no puguin sortir i s'expandeixin per l'interior a



Estopinat de diversos canons elevada temperatura. Per això inicien els artefactes de manera pràcticament instantània. També reben el nom de beines o metxes embeinades. La diferència principal entre els estopins i les metxes és la velocitat a la qual transmeten el foc a altres peces.

3.-Metxes¹: cordes i fils de diversos tipus. La base és fil de cotó impregnat amb pólvora. Es fan metxes ràpides i metxes lentes, anomenades també, metxes de seguretat. Per fer que la pólvora quedi ben adherida al fil de cotó es fa una solució de goma aràbiga amb aigua, s'impregna de la pólvora i es deixa assecar al sol. També es poden fer substituint la goma aràbiga per dextrina, amb la desavantatge que la dextrina absorbeix més l'humitat. No obstant, és més econòmica. Solen ser de diferents colors per diferenciar el temps que triguen en cremar.



4.-Espoletes: són uns artefactes que serveixen per encendre una peça després de transcórrer un temps concret. Estan formades per un cos cilíndric de cartró de 6mm. de diàmetre, en el qual es comprimeix pólvora en gra, amb la pressió correcta per tal que 1cm. de l'espoleta cremi en un segon.



5.-Bengales²: el mètode tradicional per encendre els focs artificials en els espectacles pirotècnics era la bengala. Un pirotècnic amb la seva bengala encenia manualment els diferents tipus d'artefactes prèviament instal·lats. Fa uns 15 anys es van substituir pels inflamadors elèctrics i, actualment, hi ha també les anomenades creacions digitals, controlades per computadores amb programes informàtics instal·lats.



¹ Es pot fer servir el procediment descrit en l'apartat anterior: "Pasta d'esquer"

² Són explicades a l'apartat del treball: 4.1.3.-Productes terrestres

6.-Inflamadors : constitueixen un sistema d'ignició comú en el món actual de la pirotècnia. Es duu a terme per ignició elèctrica. Es va començar a utilitzar fa uns 15 anys. És un dispositiu format per un filament o plaqueta, connectat a dos conductors, que funciona com una resistència i que travessa una càrrega pirotècnica. Aquest corrent elèctric es controla mitjançant una consola de comandament que permet iniciar els artefactes pirotècnics des d'una distància de seguretat. Aquesta consola de comandament és preferible que no sigui inalàmbrica per evitar interferències amb altres tipus d'ones, com les FM.



7.-Digital: ha estat la revolució dels últims anys. Des de fa poc temps, per disparar els focs artificials, les pirotècnies amb els mitjans suficients utilitzen tècniques digitals. Sobretot, s'utilitzen en espectacles de caire important. Les computadores, amb programes especialitzats, tenen incorporat l'ordre en el qual s'ha d'encendre l'artefacte pirotècnic i ho fan automàticament. La tècnica digital permet disparar diversos artefactes en dècimes de segon mitjançant la programació informàtica i així, els espectacles guanyen precisió i ritme. És una eina en desenvolupament i investigació.



ANNEX II

Castells de Focs

II.I.-Informació de les pirotècnies que participaren en el certamen 2007

-Orzella Fireworks S.R.L.

Es tracta d'una fàbrica pirotècnica d'Itàlia, situada a 80km. de la ciutat de Roma. L'empresa fou fundada per Luigi Orzella, el qual dona nom a la mateixa, cap a l'any 1884. La seva experiència ha estat variada participant amb ajuntaments importants, com el de Roma, Crotoe, Alguer, Merano...A més a més, ha participat en el Festival de la cançó romana, el Jubileu de Castel Sant'Angelo i el comiat al Milenni a Castel Gandolfo, entre d'altres. Actualment, la seva fàbrica disposa de 5000 m² d'extensió, quatre magatzems i dos laboratoris. Ja va participar en els focs de Tarragona l'any 2004 quedant en segon lloc i és l'única pirotècnica d'aquest any amb una experiència prèvia en el concurs.

(Dilluns 2 de juliol del 2007)

- Piroquiles S.L.

Es tracta d'una empresa provinent de la comunitat valenciana i tot i que es tracti de la més jove dels focs, provenen d'una zona amb molta tradició. Es va fundar al 1992 per Vicent Caballer i des de l'agost del 2005 pertany al grup Pirotècnica Caballer S.A.

Actualment disposa de 19.000 m² d'instal·lacions, cal destacar que disposa de magatzems per contenir 5.000 kg. d'explosius. La seva experiència recau en les festes de les Falles valencianes, les festes de la Magdalena de Castelló i en concursos diversos a la zona de València, participant, no obstant, l'any passat, en el certamen de Donostia.

(Dimarts 3 de juliol del 2007)

- Parente Fireworks

Tot i que aquesta pirotècnica és el primer cop que participa en el concurs, no obstant, el conjunt Parente ja havia participat en una ocasió. L'empresa fou fundada a finals del segle XIX al sud d'Itàlia i la primera fàbrica es va construir l'any 1900. Van ser set germans que van construir una de les factories més grans d'Itàlia. Més tard, un d'ells, al 1951, es traslladà al nord on creà la seva pròpia factoria (1956) que avui en dia té 85.000 m² i ha obtingut diversos trofeus arreu del món.

Parente Fireworks té experiència per disparar en espectacles importants, com la biennal de cinema i el Carnaval de Venècia. A més a més, és proveïdor de diverses marques com Citroen, Ferrari o Bennetton i ha col·laborat amb diversos grups musicals com U2, AC/DC, Rolling Stones, Pink Floyd, etc.

(Dimecres 4 de juliol del 2007)

- Pirotècnica Xaraiva S.L.

Es tracta d'una empresa gallega, amb un estil i uns efectes propis, que agraden a la gent i difereixen d'altres pirotècnies d'altres zones. Des del concurs de 1991, no havia participat cap empresa gallega fins aquest any. Va ser fundada a finals del segle XIX per un home conegut amb el renom de Xaraiva, el qual era avi de l'actual titular i director

artístic. Va començar essent una empresa familiar i va acabar aconseguint una projecció exterior important. Amb el temps es va traslladar de Portugal a Galícia.

D'entre els esdeveniments on ha participat es poden destacar: l'espectacle de Donostia, a San Cibrao (Orense), a Bilbao, el segon concurs internacional a Roma i en la Descarga de Cangas de Narcea, al nord de la península, Astúries.

(Dijous 5 de juliol del 2007)

-Flash Barrandov Special Effects LTD

És la primera vegada que participa en el concurs una empresa que prové de la zona est d'Europa. Es tracta d'una empresa de la República Txeca, i té la seva seu a Praga. Es va fundar l'any 1931 i a partir dels anys cinquanta es va començar a especialitzar en els efectes especials. El 1994 va aconseguir deslliurar-se completament de l'estat i va aconseguir ser plenament independent. Entre la seva experiència destaca: la cobertura que dona cada any al concurs de focs més important de l'Europa de l'Est, dins de la República Txeca i a diverses obres orquestrals i simfòniques. També destaca la seva participació en nombroses pel·lícules de Disney, Spyglass Entertainment Group KP, la participació en el Festival de Cannes, França, i la participació en castells al Canadà, Alemanya, Portugal, Bèlgica, Sudàfrica i al certamen de Donostia.

(Divendres 6 de juliol del 2007)

-Pirotècnia María Angustias Pérez

Es tracta de la primera pirotècnia andalusa que participa en el concurs en tota la seva història. Anys enrere, la zona de Granada, va ser seu de musulmans, els quals van especialitzar-se en aquest món i en els efectes de so.

L'any 1889 es va fundar l'empresa i es va especialitzar en una gran varietat de cohets i de rodes per castells de focs. Ha participat en nombrosos certàmens de rellevància notable, tant en terres del sud com més enllà. Ha disparat en el concurs internacional de Mònaco, va guanyar el primer premi en les Festes de la Mercè de Barcelona l'any 2006 i va ser l'empresa que va duu a terme l'espectacle inaugural del circuit de Jerez.

(Dissabte 7 de juliol del 2007)

II.II.-Efectes de color i de so

Durant el Concurs Internacional de Castells de Focs Artificials de Tarragona, es van veure tot un seguit de focs artificials diversos amb efectes de color i de so diferents. L'etiqueta "Espai" fa referència al lloc que ocupa l'efecte quan el foc artificial detona: terrestre, aquàtic, aeri...

L'etiqueta "Tipus d'efecte" fa referència a la naturalesa de l'efecte que produeix el foc artificial. Es distingeixen: brillantor, color i so.

Per últim, l'etiqueta "Explicació" desenvolupa breument algun aspecte interessant del foc artificial i/o explica el seu funcionament.



Nom: apoteosi

Espai: terrestre, mitjà i aeri

Colors: més d'un

Tipus d'efecte: color i so

Explicació: part final dels espectacles pirotècnics acompanyada per l'ús de molts focs artificials que es disparen en un interval de temps molt petit o alguns d'ells a l'unisó.



Nom: ventall (se'n veuen dos)

Espai: terrestre, ascendent

Tipus d'efecte: color i brillantor

Explicació: conjunt de monotirs disparats en direccions diferents per tal de crear l'efecte d'un ventall obrint-se.



Nom: aranya o raig

Espai: aeri o mitjà

Tipus d'efecte: color

Explicació: fines branques de desenvolupament radial.



Nom: xiuladors

Espai: terrestre, ascendent

Tipus d'efecte: color i so

Explicació: petits cohets que pugen ràpidament produint un so molt característic.



Nom: meteors

Espai: terrestre, ascendent

Tipus d'efecte : color i brillantor

Explicació: cohets gruixuts semblants a estrelles fugaces. És el nom més genèric que reben els cohets que s'eleva des del terra en ascensió.

També es poden anomenar genèricament monotirs. Quan formen una estructura entrecreuada que recorda a un espigat s'anomenen espigats.



Nom: lluentons

Espai : aeri

Tipus d'efecte: color

Explicació: petits focus que brillen intermitentment. També reben el nom d'intermitències o canvi a tremolante.



Nom : gall d'indi

Espai : terrestre, ascendent

Tipus d'efecte : color i façana

Explicació : meteors que formen una figura que recorda a la imatge d'un gall d'indi amb les plomes obertes. Alguns cops presenta mitja japonesa enmig.

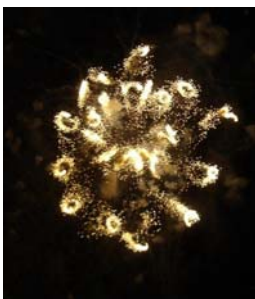


Nom : volcà

Espai : terrestre

Tipus d'efecte : color

Explicació: petits troncs primers units en conjunts o flocs amb puntes de color.



Nom: serpentina

Espai: normalment aeri o mitjà

Tipus d'efecte: color

Explicació: conegut amb el nom



Nom : estudata

Espai: normalment aeri o mitjà

Tipus d'efecte: color

Explicació: foc artificial que s'obre

de borratxo, gira anàrquicament i produeix espurnes.



Nom: cercle o geomètrica de cercle

Espai: aeri o mitjà

Tipus d'efecte : color

Explicació : foc artificial que quan detona forma a l'aire un cercle.



Nom : farfalla

Espai : aeri o mitjà

Tipus d'efecte : color

Explicació : tenen formes semblants als meteors, però sorgeixen de la detonació d'un artifici diferent i no són verticals, sinó que surten en diferents direccions, disparats en cercle per exemple.

tot de cop, a l'unisó. Presenta aquesta forma allargada típica seva.



Nom : digital o llançament digital

Espai: terrestre, mitjà o aeri

Explicació: és el nom que rep el

llançament de focs artificials

controlats per ordinador.

sinònim de formes i composicions

elaborades i complexes que,

manualment, serien molt difícils

de realitzar.



Nom : japonesa

Espai: aeri o mitjà

Tipus d'efecte : color

Explicació: és el més comú dels focs artificials. Quan la part interna no deixa rastre s'anomena japonesa peònia i si sí que en deixa s'anomena japonesa crisantem. Poden contenir un centre, pisti, i canviar les puntes a colors diferents després de detonar. Presenta moltes variacions.



Nom: efecte pioggia
Explicació: consistent en simular una pluja. S'utilitza amb salzes i kamuros. S'anomena també salze brillant.



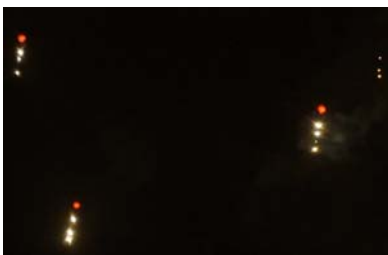
Nom: salze o palmera
Espai: aeri o mitjà
Tipus d'efecte: color i forma
Explicació: recrea la forma d'aquest arbre. Quan el salze és brillant s'anomena kamuro.



Nom: tro
Espai: mitjà o aeri
Tipus d'efecte: color i so
Explicació: artifici que detona produint diversos espetecs característics i semblants a un tro, acompanyat amb una brillantor enlluernadora característica. Utilitzat sobretot per a finals de seccions i finals apoteòsics.



Nom: multiobertura
Explicació: artifici amb una obertura particular consistent en què quan es produeix la detonació, de cada branca en sorgeixen més, però més petites. Apareix sobretot en verds i vermells. No obstant, presenta moltes variacions.



Nom: guirnalda amb farolets xinesos
Espai: mitjà o aeri
Tipus d'efecte: color
Explicació: cues intermitents que es mantenen a l'aire brillant algun temps, mentre baixen amb farols xinesos il·luminats.



Nom: cracker (a dalt de la imatge)
Espai: terrestre, mitjà o aeri
Tipus d'efecte: brillantor i so
Explicació: focs que produeixen un so característic i un efecte d'intermitència ràpida.



Nom: oscil·lants

Espai: terrestre o mitjà-alt

Tipus d'efecte: color

Explicació : cohetes de caiguada lenta deixant un petit rastre en el cel i il·luminats amb els focus de colors.



Nom : pirulís (aquí formant tridents)

Espai : terrestre o mitjà

Tipus d'efecte : color

Explicació : monotirs que pugen deixant un petit rastre amb el focus de la punta de colors.



Nom : flaix (o flash en anglès)

Espai : mitjà

Tipus d'efecte : brillantor

Explicació : artifici que s'il·lumina potentment en el cel amb una brillantor clara enlluernadora.



Nom : meduses o rodes de doble pujada.

Espai : ascendent, del terra a dalt

Tipus d'efecte: brillantor

Explicació: meteor d'ascensió lenta i gruixut que puja, descendeix lleument i torna a pujar.

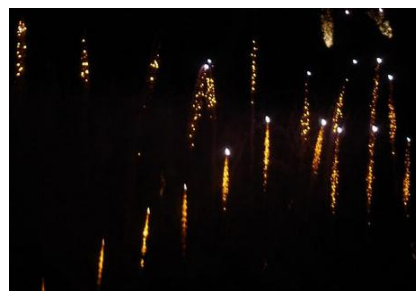


Nom: creuats

Espai: aeri o mitjà

Tipus d'efecte: color

Explicació: efecte que es produeix quan al detonar l'artifici en qüestió es combinen els diferents elements que surten en direccions diverses, donant lloc a múltiples encreuaments.



Nom : cometes

Espai: terrestre o mitjà (ascensió)

Tipus d'efecte: color i brillantor

Explicació: monotirs amb cua i focus brillant de color.

Es donen en diversos artificis.
S'obren i es reparteixen
ràpidament en direccions aleatòries.
Es dirigeixen cap a diferents
posicions sense cap ordre particular.



Nom: deixants
Espai: terrestre (ascensió)
Tipus d'efecte: color i brillantor
Explicació : monotirs brillants daurats
que a mesura que fan el seu recorregut
deixen un lleu rastre (deixant).



Nom: flocats (part aèria)
Espai: aeri o mitjà
Tipus d'efecte: color
Explicació : petits flocs
de focus brillants de colors.

II.III-Fotografies del Concurs Internacional de Castells de Focs de la Ciutat de Tarragona, XVIIIa edició

Orzella Fireworks

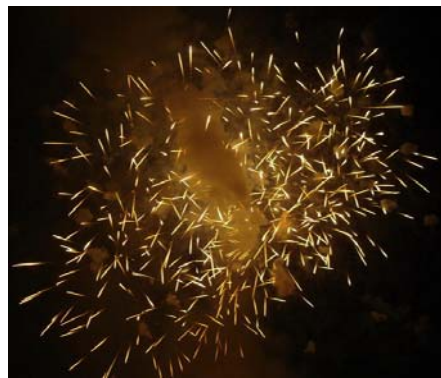
Dispararen el seu nom.



Monotirs amb punta de focus vermella i secció de flaixs.



Estudata.



Japoneses amb pistil i puntes de colors.



Creuats en or i puntes de colors.



Trons a l'esquerra i aquàtiques vermelles i morades a la dreta.



Trons amb palmera de coco darrera i grandíols crisantem a dalt.



Piroquiles:

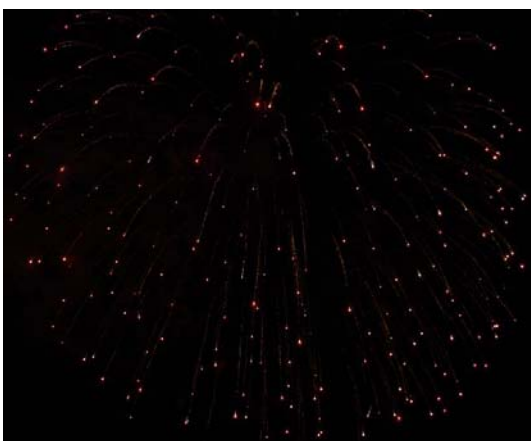
Mitja palmera aquàtica a l'inici.



Secció de flaixs verds i vermells.



Palmera gegantina que canvia a puntes roges.



Oscil·lants de colors.



Japoneses de cracker amb branques en or i puntes vermelles.



Digitalització en tres fases: 1)



2)



3)



Combinació multicolor: gall d'indi i
peònies de molts colors.



Apoteosi final.



Parente Fireworks :

Principi vigorós a diverses altures.



Japoneses amb volcans grocs.



Gran palmera amb canvi a puntes vermelles.



Aranyes de color or amb canvi a puntes de colors i doble gall d'indi a sota.



Flocs de caiguda lenta i colors variats: paracaigudes.



Final: cabelleres en or i ascensió dels trons.



Pirotècnia Xaraiva S.L.:

Façana a quatre altures.



Tridents amb monotirs i japoneses amb canvi a puntes vermelles.



2) Canvi de terrestres a intermitències blanques.



Volcans i japoneses brillants.
Cau amb un efecte de lluentons.



Progressió : 1) Volcans en or. Salzes canviant a intermitències blanques.

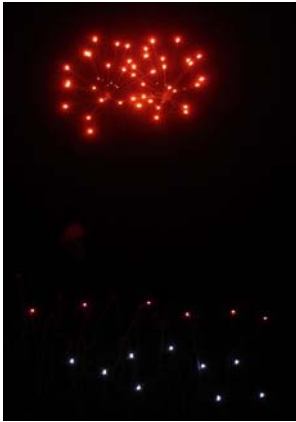


Moment del final apoteòsic amb arravatament de japoneses multicolor i volcans com a peu d'acompanyament.



- Flash Barrandov Special Effects LTD

Monotirs en grup de puntes vermelles i morades. A dalt, floquets vermells.



Farfalla amb interior de focus vermells.



Composició multicolor: cabellera en or i peces terrestres amb puntes morades i vermelles.



Floquets multicolor estil ventall embellits amb peces bicolor a dalt.



Espigat i tija en or i flor en morat.



Últims moments.



María Angustias Pérez:

Doble ventall amb monotirs en or brillant.



Representació d'una flor.



Intermitències multicolor terrestres i a mitjana altura.



Tridents vermells amb explosió de vermell a dalt amb japoneses.



Monotirs amb palmeres en or antic caient lentament.



Final: Apoteosi de color.

1)



Apoteosi de color.

3)



Apoteosi de color.

2)



Xiuladors en un final sorprenent.



ANNEX III

Pràctiques de laboratori

i

taula de composicions

III.I-Fotografies de les pràctiques

-Pràctica 1: Observació de l'espectre de sals metàl·liques a la flama.

Llimalles de zinc



Clorur de liti



Nitrat d'estronci



Clorur de coure



Clorur de níquel



Permanganat de potassi



Llimalles de ferro



Llimalles de coure



-Pràctica 3: Llumins de clorat de potassi.



-Pràctica 4 : Bomba de fum.



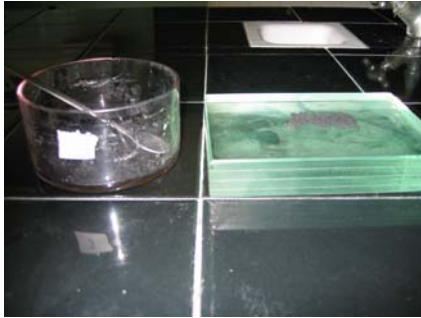
-Pràctica 6: Pilota de fum.



Composició per la bomba de fum.



Pràctica 10 : Comparació entre pólvora de KNO_3 i KClO_3 .



Té el mateix aspecte que la pólvora de clorat de potassi

Pràctica 14: Bengales.



Les altres variacions de les bengales no presenten diferències quant a aspecte exterior.

Pràctica 17: Pasta d'esquer.



Pràctica 13: Elaboració de metxes.



Metxes assecant-se.



Pràctica 18: Font amb pólvora de nitrat de potassi.



Les fonts de les pràctiques 19, 20 i 21 tenen un format exterior semblant. Únicament varia la grandària.

Pràctica 22: Petard.



Pràctica 24: Llum vermella.



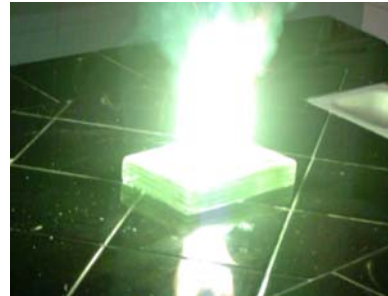
Carregant de compost inflamable el cilindre de cartró.



Pràctica 23: Llum verda.



Cilindre de cartró carregat i preparat.



III.II-Taula amb composicions per elaborar efectes

Componentes	Composiciones para laca de bengala			Composición para impulsión y chorros	Composición para chispas	Composiciones para lanzas y estrellas					
	Rojo	Verde	Azul			Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Violeta
Nitrato potásico	—	—	—	—	60	32	60	—	—	15	—
Nitrato de bario	—	64,5	9,5	—	—	58	65	—	55,5	—	—
Clorato potásico	10	7	14,5	—	—	—	56	60,7	28	32	42
Pólvora fina (polvorín)	—	—	—	—	73	32	—	—	—	—	—
Carbón	2	2	—	18	25	27	—	—	—	—	—
Azufre	20	22	17	17	15	16	20	16	14	—	30
Goma laca	—	1	9,5	—	—	—	14	7	—	—	—
Negro de lámpara	—	—	—	—	—	—	—	0,3	1	—	—
Sulfuro de antimonio	—	—	—	—	—	20	—	—	—	11	—
Aluminio	—	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—
Magnesio	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—
Oxalato sódico	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
Nitrato de estroncio	70	64	—	—	—	—	—	—	—	—	18
Oxalato de estroncio	—	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—
Clorato de bario	—	—	58	—	—	—	—	—	—	67	—
Azul de Montana	—	—	27	—	—	—	—	—	—	9	5
Sulfato cúprico-amónico	—	—	—	27,5	—	—	—	—	—	—	—
Limaduras de hierro	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—
Cloruro mercurioso	5	1	23	2,5	—	—	—	3	1,5	22	29
Azúcar de leche	—	—	—	—	—	—	—	7	—	15	—

ANNEX IV

Fàbrica pirotècnica

IV.I.-Pirotècnia María Angustias Pérez

A l'apartat Annex IV.II es troben diverses fotografies de la visita. Al CD-ROM, hi ha un vídeo sobre la visita també.

-Edificis, instal·lacions, naus i extensió

L'extensió del terreny del qual disposen és d'uns 82.000 m². En una primera zona propera a l'entrada principal tenen la caseta d'oficines. Si es ressegueix la muntanya es veuen tot un seguit de casetes dins de la pròpia muntanya, tipus coves numerades, on es duen a terme diversos processos, sobretot en el tema del muntatge dels focs artificials. Ja a fora de la muntanya, en un terreny més pla que es troba baixant de les anteriors casetes es troben unes altres. En aquestes, es desenvolupen tasques relacionades amb la preparació i l'elaboració de composicions pirotècniques i altres artefactes, com són les candel·les o les metxes.

Les oficines són la zona destinada a la recepció, on es troba tota la informació guardada i on hi ha el telèfon i l'ordinador. És la zona on es reben els encàrregs, destinada a l'atenció.

Després hi ha el conjunt de casetes cova. Les casetes són pintades en color blanc, en el seu interior hi ha el personal treballant en cadires i taules amb tots els materials pel seu voltant.

Caseta número 1³: és la més perillosa perquè és on es fa la composició del tro.

Caseta número 2: es troben normalment dos homes treballant.

La tasca que es desenvolupa és la d'elaborar els cohets. Un d'ells agafa el motor, el cos del cohet on es troba la composició amb l'estructura de cartró, i l'uneix a un altre cilindre de cartró amb cinta adhesiva per tal d'evitar que surtin per allà els gasos i no es produeixi l'efecte desitjat. Aquest últim cilindre de cartró és el que té un extrem acabat en forma cònica on hi ha un petit forat que servirà perquè surtin els gasos i surti impulsat cap amunt, el cohet. L'altre home és l'encarregat de posar les varilles a la perifèria del cohet.



Caseta número 3: en aquesta, s'hi troben tres persones treballant. És més gran que l'anterior i està decorada amb una fotografia en la qual surt el camió de material que van portar per participar en el concurs de focs artificials de Tarragona de la XVIIIa edició. En ella es duen a terme diverses accions. Per una banda, es continuen posant varilles i es formen els conjunts dels diversos tipus de carcasses; és a dir, les estructures circulars o cilíndriques a

l'interior de les quals es troben un tipus o diversos tipus d'efectes que es veuen al ser llançades a l'aire. Per últim, també s'afegeixen les metxes a les carcasses que les encendran un cop estiguin a l'aire. Hi ha diversos tipus de metxes que s'uneixen a les carcasses. Les metxes són de 3, 6, 9, 12 i 16 segons i difereixen en el color de l'embolcall que presenten.



³ Es trobava tancada en aquell moment.

Caseta número 4: en la caseta número quatre és on s'elaboren els artefactes que produeixen un efecte d'anada i tornada des del terra amb monotirs, anomenades creacions digitals, que formaven part de diversos tipus de façanes. Es trobava una persona treballant en aquell moment. Un cilindre de cartró formava el motor de l'artefacte pirotècnic. Després s'introdueix l'inflamador i s'omple de la composició necessària. Hi ha diferents calibres de carcasses. Primerament, s'hi aboca la pólvora. Quan la pólvora ja és al fons, es posa una làmina de cartró fina que separa la composició de pólvora i de color. Així, a sobre de la làmina de cartró s'aboca la composició de color i, per finalitzar, es posa una altra làmina a sobre del cilindre per tancar-lo.



Caseta número 5: aquesta actua com a magatzem on es guarden les substàncies químiques, com l'alumini, el perclorat de potassi i el nitrat de potassi, juntament amb alguns productes ja preparats, com les metxes. Rep el nom de magatzem de productes intermedis. També es guarden els elements químics per donar color.



Caseta número 6: la caseta número 6 és un magatzem d'artefactes ja elaborats. És on s'emmagatzemen la majoria de peces de color ja acabades. A més a més, hi ha altres elements, com per exemple diversos morters.

Caseta número 7: en aquesta, a més a més d'actuar com a magatzem dels productes ja enllestits i preparats per emportar, hi ha un home que és l'encarregat de posar les metxes a tots els tipus de motors dels artefactes pirotècnics.



Caseta número 8⁴: és un altre magatzem on hi ha més capsos plenes d'artefactes preparats i enllestits per produir els seus efectes.

Caseta número 9⁵: és el magatzem on es guarden les traques i els cohets.

Les casetes de la part inferior estan més disperses i estan relacionades amb els processos d'elaboració sobretot. No estan numerades.

Hi ha una caseta destinada a fer les pilotes de color, amb el material necessari per elaborar-les, així com mesures de seguretat, com una mascareta de gasos. El procediment consisteix a fer pilotes amb la composició adequada del color, posar-les en unes safates i deixar-les assecar al sol. S'humitegen per d'evitar riscos al fer la barreja. Es pot variar el calibre depenent del seu ús.



En la següent caseta es fan pastilles de composicions del color. S'utilitza una màquina per elaborar-les. S'introdueix la composició en uns tubs i es premsa. També s'hi troben tubs de diferents calibres que donen diversos diàmetres a les pastilles. S'han de posar en safates també i deixar-les assecar al sol.



⁴ Es trobava tancada en aquell moment.

⁵ Es trobava tancada en aquell moment

Tenen una altra caseta on únicament es posen grapes als grups de carcasses d'abans.

En una altra caseta, hi ha totes les eines i tot el material que s'utilitza per treballar, ja siguin els morters o eines concretes.

A continuació, hi ha una caseta on fabriquen les candeles de diversos calibres en una màquina que hi ha. Es posa l'estructura de la candela, s'omple de pólvora, del color, es posa l'espoleta i es premsa. Disposa d'un vidre antibales la màquina.



A prop d'aquesta, tenen una altra habitació on s'elabora la pols de color: vermell, verd, blau...i llavors es passa a una de les dues anteriors casetes que s'han explicat, depenent si es necessiten fer boles o pastilles. En la caseta on es fa la pols es troben els elements necessaris per fer la composició i una bàscula.

Per últim, està la caseta de la fabricació de la metxa. La metxa està formada per fil de cotó. Aquesta es mulla en una solució espessa de goma aràbiga i d'aigua i es passa per pólvora. Finalment, es deixa assecar.



Tenen uns altres magatzems per la part del darrere de les instal·lacions on guarden més plàstics, varilles, càpsules de cartró...

Uns tres quilòmetres més amunt, disposen d'uns grans magatzems que utilitzen, entre altres coses, per deixar tot el material allí guardat quan acaben de realitzar els espectacles.

IV.II.-Fotografies Pirotècnia María Angustias Pérez

Caseta nº 6



Caseta on es grapen les carcasses.



Materials per fer pols de colors.



Caseta nº 7 : es posen les metxes dins de l'artefacte pirotècnic.



Caseta nº 7: a mesura que es posen les metxes es van emmagatzemant els petards.



Caseta amb eines per treballar.



Casetes-cova : dins de la muntanya.



Vista general de les instal·lacions.



Oficines, recepció.



ANNEX V

CD-ROM

V.I.-Estructura del CD-ROM

En el CD-ROM, es troben recollits els diversos vídeos enregistrats al llarg del treball. Es fa referència a ells a mesura que avança el treball. Els vídeos estan ordenats pels seus noms respectius. Els diversos enregistraments que hi figuren són :

Aquests enregistraments corresponen a la XVIIIa edició del concurs de focs de Tarragona:

- Castells de focs, Flash Barrandov Special Effects
- Castells de focs, María Angustias Pérez
- Castells de focs, Orzella Fireworks
- Castells de focs, Parente Fireworks
- Castells de focs, Piroquiles S.L.
- Castells de focs, Xaraiva S.L.

Aquests enregistraments corresponen a les diverses pràctiques realitzades :

- Pràctica 1, cinta de magnesi
- Pràctica 2, inflamació de la boleta de paper
- Pràctica 3, llumins de clorat de potassi
- Pràctica 4, bomba de fum
- Pràctica 6, pilota de fum
- Pràctica 10, comparació KClO_3
- Pràctica 10, comparació KNO_3
- Pràctica 14, bengala amb pólvora de clorat potàssic
- Pràctica 15, bengala clorat potàssic i el doble de ferro
- Pràctica 16, bengala nitrat potàssic
- Pràctica 18, font nitrat de potassi
- Pràctica 20, font d'àcid pícric i clorat de potassi
- Pràctica 21, àcid pícric i nitrat potàssic
- Pràctica 22, petard
- Pràctica 23, llum verda
- Pràctica 24, llum vermella (humitat)

Aquest enregistrament correspon a la visita a la fàbrica pirotècnica de Guadix de l'empresa María Angustias Pérez

- Pirotècnia María Angustias Pérez

Aquest enregistrament correspon al castell de focs artificials enregistrat al mes de setembre amb motiu de les festes majors de Santa Tecla :

- Exhibició de setembre, María Angustias Pérez

V.II.-CD-ROM

VI.-BIBLIOGRAFIA

VI.I.-Llibres

- RIESENFELD, E.H (1942). *Tratado de química inorgánica*. Barcelona: Marín.
- ULLMAN, F. (1932). *Enciclopedia de Química Industrial: Sección IV, metalurgia, minería, cerámica, electroquímica y explosivos, tomo I*. Barcelona: Gustavo Gili.
- ULLMAN, F. (1932). *Enciclopedia de Química Industrial: Sección IV, metalurgia, minería, cerámica, electroquímica y explosivos, tomo II*. Barcelona: Gustavo Gili.

VI.II.-Articles de diaris

- CODOLAR, M.; MILIÁN, L.; PAGOLA, M. (3 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: In crescendo”. *Diari de Tarragona*, núm. 7255: p.27-29.
- CODOLAR, M.; MORERA, T. (3 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: dos de los 17 miembros del jurado irán en barco y serán decisivos si hay humo”. *Diari de Tarragona*, núm. 7255: p. 30.
- CODOLAR, M.; MORERA, T.; PAGOLA, M. (4 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: sin límites”. *Diari de Tarragona*, núm. 7256: p. 31-33.
- CODOLAR, M.; OLIVÉ, N.; TODA, P.; FERRÉ, P.; PAGOLA, M. (5 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: lujo dorado”. *Diari de Tarragona*, núm. 7257: p. 31-33.
- MORERA, T.; CODOLAR, M.; PAGOLA, M. (6 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: inconstante”. *Diari de Tarragona*, núm 7258: p. 31-33
- OLIVÉ, N.; MILIÁN, L.; PAGOLA, M.; CODOLAR, M. (7 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: muy sosos”. *Diari de Tarragona*, núm. 7259: p. 31-33.
- PAGOLA, M.; FERRÉ, P.; CODOLAR, M.; MILIÁN, L. (8 de juliol 2007). “XVIII concurs de focs de tgn: generosidad”. *Diari de Tarragona*, núm. 7260: p. 27-29.

VI.III.-Webs

- AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIÁN. *Historia de los fuegos artificiales* [en línia]. [San Sebastián: Inicio y desarrollo del concurso-festival de San Sebastián]. [Consultat: 12 de juliol del 2007]. Disponible a Internet: <http://www.donostia.org>
- B.J. ALAN COMPANY. *La Universidad de los fuegos artificiales* [en línia]. [Puerto Rico: Glosario de los fuegos artificiales]. [Consultat: 16 de maig del 2007]. Disponible a Internet : www.fireworks.com/spanish
- CAMEN QUÍMICA S.A. DE C.V. *Productos químicos* [en línia]. [Mèxic: Especificaciones y msds] [Consultat: 20 de novembre del 2007]. Disponible a Internet: www.camenquimica.com
- DIARIO DE NOTICIAS. F PÉREZ-NIEVAS. *Las bambalinas de los fuegos artificiales* [en línia]. [Huarte (Pamplona): Ediciones] [Consultat: 8 de juliol del 2007] Disponible a Internet:

- <http://www.diariodenoticias.com/ediciones/2006/07/29/fiestas/d29fie24.656064.php>
- EQUIP DE TODOPETARDOS. *Tipos de petardos y fabricación casera* [en línia]. [València: Tipos de petardos y fabricación casera] [Consultat: 1 de juliol del 2007]. Disponible a Internet: www.todopetardos.com
 - INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. *Documentación: Bases de datos* [en línia]. [Madrid: Notas técnicas de prevención]. [Consultat: 8 de maig del 2007]. Disponible a Internet : www.mtas.es/insht/index.htm
 - JOSÉ RAMÓN GALÁN. *Tiro con armas históricas de avancarga* [en línia]. [Favara (València): La pólvora negra]. [Consultat: 14 d'abril 2007]. Disponible a Internet: <http://avancarga.galeon.com>
 - LEGGIO. *Clasificación de los artificios pirotécnicos de las clases I, II y III* [en línia]. [Madrid: Base de Datos de Legislación]. [Consultat: 25 de juny 2007] Disponible a Internet : http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd230-1998.t32.html
 - MARRUFO'S EXPLOSIÓN SHOW C.A. *Fuegos artificiales* [en línia]. [Veneçuela: Instructivo]. [Consultat: 7 de juliol]. Disponible a Internet : <http://www.marrufoexplosion.com>
 - PANREAC QUÍMICA S.A. *Fichas técnicas* [en línia]. [Barcelona: Catálogo on-line] [Consultat: 22 de desembre del 2007]. Disponible a Internet: www.panreac.com
 - PIROART. *Hemeroteca* [en línia]. [València: Hemeroteca]. [Consultat: 3 d'agost del 2007]. Disponible a Internet : <http://www.piroart.com>
 - SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL. *Publicaciones: Términos de referencia* [en línia]. [Mèxic: Términos de referencia]. [Consultat: 20 de març 2007]. Disponible a Internet : <http://proteccioncivil.gob.mx>